



DOI: <https://doi.org/10.22484/2318-5694.2024v12id5505>

Em busca de diversidade na Inteligência Artificial: caminhos para a criação científica e artística¹

Searching for diversity in Artificial Intelligence: pathways in scientific and artistic creation

En busca de la diversidad en la Inteligencia Artificial: caminos hacia la creación científica y artística

Charles Morphy Santos - Universidade Federal do ABC | Santo André | SP | Brasil. E-mail: charlesmorphy@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5577-0799>

Patricia Kiss Spinelli - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo | São Paulo | SP | Brasil. E-mail: kissspineli@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8423-8611>

João Paulo Gois – Universidade Federal do ABC | Santo André | SP | E-mail: jpgois@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9437-6943>

Resumo: Processos de criação têm relação intrínseca com o desenvolvimento de mecanismos e técnicas. O artigo examina a interseção entre a Inteligência Artificial (IA) e a criação nas artes visuais e nas ciências, destacando a importância da diversidade para superar desigualdades digitais e abordando questões como acesso e relevância das ferramentas de IA, seu potencial disruptivo e a compreensão dos processos criativos em um contexto no qual as barreiras entre influência e referência são tênues. É necessário desenvolver ferramentas de IA promovendo a tecnodiversidade para evitar a homogeneização imposta pelas *big techs*, bem como para ultrapassar os estereótipos e vieses embutidos nos dados utilizados para treinamento dessas ferramentas. A discussão inclui os desafios éticos e socioeconômicos da IA nos contextos artísticos e científicos, a necessidade de uma abordagem inclusiva e a urgência de regulamentações que garantam acesso equitativo às tecnologias de IA.

Palavras-chave: machine learning; processos de criação; tecnodiversidade.

¹ Os autores agradecem ao CNPq (número de processo excluído para avaliação cega) pelo financiamento de parte da pesquisa.



Abstract: Creation processes are intrinsically linked to the development of mechanisms and techniques. The paper examines the intersection between Artificial Intelligence (AI) and creation in the visual arts and sciences, highlighting the importance of diversity in overcoming digital inequalities and addressing issues such as access and relevance of AI tools, their disruptive potential, and the understanding of creative processes in a context where the boundaries between influence and reference are blurred. It is necessary to develop AI tools promoting technodiversity to avoid the homogenization imposed by the *big techs*, as well as to overcome stereotypes and biases embedded in the data used for training these tools. The discussion includes the ethical and socioeconomic challenges of AI in artistic and scientific contexts, the need for an inclusive approach, and the urgency of regulations that ensure equitable access to AI technologies.

Keywords: machine learning; creation processes; technodiversity.

Resumen: Los procesos de creación están intrínsecamente vinculados al desarrollo de mecanismos y técnicas. El artículo examina la intersección entre la Inteligencia Artificial (IA) y la creación en las artes visuales y las ciencias, destacando la importancia de la diversidad para superar las desigualdades digitales y abordando cuestiones como el acceso y la relevancia de las herramientas de IA, su potencial disruptivo y la comprensión de los procesos creativos en un contexto en el que las barreras entre influencia y referencia son tenues. Es necesario desarrollar herramientas de IA promoviendo la tecnodiversidad para evitar la homogeneización impuesta por las *big techs*, así como para superar los estereotipos y sesgos incrustados en los datos utilizados para entrenar estas herramientas. La discusión incluye los desafíos éticos y socioeconómicos de la IA en los contextos artísticos y científicos, la necesidad de un enfoque inclusivo y la urgencia de regulaciones que garanticen el acceso equitativo a las tecnologías de IA.

Palavras claves: machine learning; procesos de creación; tecnodiversidad.



1 Introdução

A recente popularização de ferramentas de Inteligência Artificial (IA) marca um ponto de inflexão nas atividades criativas humanas. Esse paradigma ou onda emergente tem o potencial de alterar as formas de concepção e desenvolvimento das artes e das ciências, especialmente por conta de características intrínsecas da IA que a tornam particularmente atrativas: autonomia crescente, hiper-evolução e omniuso, isto é, capacidade de aprendizado independente da participação humana, desenvolvimento em ritmo acelerado e utilidade em praticamente qualquer área do conhecimento humano concebível (Suleyman; Bhaskar, 2023).

A “nova eletricidade” (Ford, 2021) já está entremeada em boa parte dos processos criativos na contemporaneidade. Nas ciências, por exemplo, é praxe utilizar grandes modelos de linguagem (LLMs, da sigla em inglês para *Large Language Models*) na edição e revisão de textos científicos, e mesmo tradução, que resultem em manuscritos com qualidade suficiente para ultrapassar tradicionais barreiras do idioma (Santos; Gois, 2024). Nas artes, redes generativas têm possibilitado a experimentação e a criação audiovisual com diferentes estéticas a partir de bancos de dados massivos de imagens, vídeos (Brooks *et al.*, 2024), sons e modelos tridimensionais (Li *et al.*, 2023). Softwares de processamento de textos e imagens têm embutido IAs entre seus módulos, o que abre possibilidades criativas até pouco tempo inexistentes.

Como aponta Levy (2024), desde a primeira conferência sobre inteligência artificial, ocorrida há quase 70 anos, o campo está agora preparado para causar um impacto transformacional nas nossas vidas. Mesmo que os sistemas de IA disponibilizados ao grande público ainda se utilizem de interfaces conversacionais relativamente simples, a discussão sobre criatividade deve dominar os próximos anos, catalisando a inventividade nos meios acadêmicos, empresariais e artísticos (Khan, 2024). A IA é muito mais do que uma outra tecnologia, é uma “metatecnologia transformadora, [...] ela mesma uma criadora de ferramentas e plataformas; não somente um sistema, mas um gerador de sistemas de qualquer tipo” (Suleyman; Bhaskar, 2023, p. 103).

A despeito do seu potencial disruptivo, questões socioeconômicas e éticas relativas ao uso de IAs precisam ser levadas em consideração. O fosso entre pesquisadores do Norte e do Sul Global pode ser ainda mais aprofundado caso o orçamento para ciência, tecnologia e inovação disponível para universidades e institutos de pesquisa não acompanhe as demandas por tecnologias atualizadas. Não apenas nas ciências, mas também a produção artística a partir de ferramentas de IA traz para a superfície a premência de se tratar de tópicos referentes a direitos autorais, plágio, substituição de mão-de-obra humana qualificada por algoritmos de baixo custo, originalidade e padronização dos resultados da criação.

Não obstante, as ferramentas de IA disponíveis baseiam-se em pressupostos ontológicos próprios do capitalismo tardio representado pelas grandes multinacionais de tecnologia, as *big techs*, com destaque para Meta, Google/Alphabet, Amazon,



Microsoft e Apple. Mitigar a tendência à homogeneização na criação vai depender de uma busca ativa pela tecnodiversidade (Hui, 2020) que valorize enfoques locais e regionais para o desenvolvimento de IAs alinhadas às visões de mundo para além daquela professada pelo Vale do Silício.

O presente artigo explora a interseção entre IAs e a criação nas artes visuais e na ciência, discutindo as desigualdades inerente ao mundo digital contemporâneo, questões ligadas a acesso e pertinência das ferramentas de IAs utilizadas em processos criativos, seu caráter transformador e formas de entender a criação em uma realidade na qual as barreiras entre influência e referência estão a cada dia menos definidas.

2 IAs generativas: um novo mundo para a criação humana

Modelos generativos de IA são métodos de aprendizado de máquina capazes de gerar novos resultados a partir do treinamento de redes neurais com base em conjuntos de dados massivos. Dentre os modelos generativos, três conjuntos de métodos tiveram grandes avanços em aplicações científicas, tecnológicas e artísticas: *autoencoders* variacionais, usados para que a máquina aprenda através de processos de codificação e decodificação de dados de maneira não supervisionada (Kingma; Welling, 2013); Redes Adversárias Generativas (GANs, sigla em inglês para *Generative Adversarial Networks*), baseadas no treinamento adversário de duas redes competidoras, uma geradora, que cria exemplos pautados nos dados usados para o treinamento da rede, e uma discriminadora, treinada para distinguir instâncias criadas pela geradora (Goodfellow *et al.*, 2014); e modelos de difusão (Chang *et al.*, 2023), que funcionam a partir da adição e remoção gradual de ruídos aos dados de treinamento, de modo que o processo aprendido seja usado na geração de novas instâncias de dados com base em ruídos aleatórios.

Os métodos generativos foram desenvolvidos para criar instâncias a partir da relação de variáveis oriundas de conjuntos massivos de dados aleatórios. Nas ferramentas de IA atualmente disponíveis, é permitida a entrada de restrições – imagens, textos e áudios – capazes de direcionar os resultados, o que tornou populares aplicativos geradores de imagens como Midjourney e DALL-E.

Outro conjunto de métodos generativos que tem recebido destaque são os LLMs, treinados para resolver problemas relacionados ao processamento de linguagem natural, tais como traduzir textos, autocompletá-los, produzir textos a partir de elementos (imagens, textos, áudios) inseridos pelos usuários e atuar como *chatbot*, mantendo conversas em tempo real. Estes algoritmos são treinados com imensos conjuntos de textos, oriundos de múltiplas fontes.

O recente *boom* da IA deu-se a partir do lançamento, com opção de acesso limitado gratuito, do ChatGPT, uma ferramenta de processamento de linguagem da OpenAI baseada na arquitetura *Generative Pre-trained Transformer*, que emprega redes neurais artificiais para lidar com dados sequenciais (Yenduri *et al.*, 2024). O



conjunto de dados de treinamento do ChatGPT abrange livros, textos de jornal, artigos online, entradas da Wikipedia, códigos-fonte e sítios da internet. O ChatGPT analisa padrões e conexões neste conjunto de dados e gera respostas contextualizadas para os *prompts* de entrada do usuário, aplicando avaliação de estrutura de frase, gramática e sintaxe para prever respostas compreensíveis, em diferentes idiomas, tabelas ou códigos de programação. A versão mais recente, ChatGPT 4o, lançada em maio de 2024, em linha com a versão 3.5 de novembro de 2022, permite que sejam anexados arquivos de texto, imagens e planilhas aos *prompts* de entrada, aumentando o rol de usos na escrita acadêmica, análises estatísticas e cálculos avançados, busca na *web* em tempo real, escrita e execução de códigos, e criação imagética.

Ainda que o ChatGPT tenha se tornado o ponto de virada na indústria da IA para o público geral, praticamente todas as grandes empresas que disponibilizam serviços digitais, gratuitos ou pagos, estão trabalhando na incorporação da IA nas suas plataformas. O Gemini, lançado primeiramente como Bard, foi introduzido pelo Google em fevereiro de 2023. É um *chatbot* de IA impulsionado a partir de Modelos de Linguagem para Aplicações de Diálogo (LaMDA, sigla em inglês para *Language Models for Dialog Applications*) que fazem parte de uma família de modelos de linguagem neural que passam por pré-treinamento em *datasets* de trilhões de palavras e centenas de bilhões de parâmetros, incluindo informações de conversas públicas disponíveis e textos *online* (Thoppilan *et al.*, 2022). Outra das ferramentas é o GitHub Copilot, que usa o OpenAI Codex, modelo de linguagem generativa pré-treinada com textos e código-fonte, e pode ser utilizado como um parceiro para programação, ajudando a escrever códigos-fonte, criando sugestões de código com base no contexto de comentários e códigos já escritos (Dakhel *et al.*, 2023).

A partir da conceituação de criatividade, discutimos abaixo alguns dos papéis já diagnosticados das IAs nas artes e nas ciências.

2.1 Bases do processo criativo

Os conceitos de criação e criatividade compreendem um campo vasto e complexo, que pode ser estudado sob o viés múltiplas áreas (neurociência, psicologia, filosofia e estética). O ato criador e o pensamento criativo estão no cerne das artes e das ciências. Entender suas bases ontológicas e epistemológicas é essencial para vislumbrarmos o impacto da IA na criação.

Para Langer (2011), a criação é uma necessidade humana básica de simbolizar, inventar e investir sentidos no mundo. A mente humana busca significados em toda parte, constantemente transformando a experiência para dela extrair novos sentidos. Langer argumenta que a mente a todo momento executa um processo de transformação simbólica dos dados experimentais, o que resulta na origem de ideias mais ou menos espontâneas. Na concepção de Ostrower (2001), criar é poder dar forma a algo novo, em um todo coerente, a partir da interligação de elementos



existentes. O ato criador, assim, abrangeria a capacidade de relacionar, ordenar e significar. A criação, compreendida em si mesma, seria, portanto, a capacidade humana de formar mentalmente ideias ou dar existência a algo original com um objetivo. Ainda segundo Ostrower (2001), o ato de dar forma a algo se realiza a partir de um meio de imaginação criativa que se vincula à especificidade do processo, material ou matéria (física ou digital), sendo um pensar específico sobre um fazer concreto.

Os caminhos criativos e a forma de estruturar uma criação são particulares de cada indivíduo, dentro do estilo, personalidade e modo dele se relacionar com si e com o outro. Tal fato é mais facilmente identificável nas artes, de forma geral, mas é também condição de existência na atividade cotidiana da pesquisa científica, que passa longe de ser um exercício de racionalidade fria e pouco imaginativa, e admite um emaranhado de conjecturas, fantasias e metáforas (Sheldrake, 2022). É fato que a sensibilidade para criar depende da visão global que dá a medida do fazer e pensar (Ostrower, 2001). Assim, o padrão de criação pode sofrer alterações, inversões e supressões a depender da personalidade e hábitos da pessoa que cria, assim como seus processos mentais, suas motivações e percepções, influências ambientais e culturais (Morin, 2005). Morin (2020) entende que a criatividade do universo físico é sistêmica sendo por esse viés que se deve abordar ou investigar a criatividade. Novas qualidades criativas surgem de derivados ou associações a partir das quais podem emergir processos diversos que evocam a criatividade.

À luz da semiótica peirceana, a criação pode ser entendida como a ação do signo em movimentos permanentes de avanços e retornos. O processo de criação é um processo de semiose, gerativo de sentido, que tende a um fim e se distancia do processo cartesiano linear e do rigor de fórmulas (Salles, 2013), visto que conta com a lógica da incerteza e do acaso como mecanismo para o surgimento de novas ideias. As características subjacentes do processo criativo, nesse contexto, aproximam-se da ação das IAs generativas tanto na perspectiva da criação científica quanto artística, conforme discutido abaixo.

No cerne da criação, uma ideia pode originar outras em um crescimento finito, considerando que há um momento no qual o autor interrompe a criação e um interpretante final é atingido no interior da obra (Salles, 2013). Todo processo de criação também é um ato comunicativo que produz efeitos primeiramente no criador – em um diálogo intrapessoal – até alcançar os receptores externos da imagem, os futuros intérpretes. Peirce qualifica todo pensamento como dialógico (Peirce, 1958, CP 4.551), o que justifica o ato comunicativo como intrapessoal, visto que ocorre tanto externamente entre duas ou mais pessoas, quanto internamente no pensar da própria pessoa. Nesse sentido, segundo Salles (2002), a criação é uma relação dialética entre essas duas formas de dialogismo, o interno e o externo.

No que concerne ao uso de máquinas, no bojo dos avanços tecnológicos, é possível detectar ilhas de resistência humana à utilização de equipamentos e tecnologias para auxiliar a criação. Isso é tão evidente nas artes quanto nas ciências. A fotografia, por exemplo, ainda que tenha marcado o fim da exclusividade das artes



artesanal e o surgimento das artes tecnológicas (Flusser, 2011), por um longo período não foi reconhecida como criação humana, uma vez que dependia de um aparato técnico. Tendo como resultado uma imagem oriunda de um dispositivo mecânico e automático, a prática fotográfica era considerada uma imagem óptica desprovida de linguagem própria. De forma análoga, na contemporaneidade, ferramentas e aparatos técnicos baseados em IA são tidos por alguns como ameaça existencial à criação científica (Wolkovich, 2024).

Com os avanços de softwares de criação, especialmente para a produção gráfica visual, há também desconforto em relação à validação da produção criativa intermediada por essas tecnologias. Nesse contexto, surge o questionamento sobre qual o grau de criação do autor em relação ao aparato técnico. Isso ocorre porque esses softwares possibilitam a experimentação nos processos de criação por meio da exploração de novas concepções e formas, facilitadas pela tecnologia na produção e tratamento de imagens com diversas possibilidades de interferência técnica visual.

Para refletir sobre os argumentos acima, podemos trazer uma reflexão do fotógrafo Otto Stupakoff, que compreendia a técnica como parte do domínio do processo fotográfico e meio pelo o qual o fotógrafo traduziria as formas mentais de percepção e visualização do referente fotográfico em imagens. Ele ponderava que o equipamento apenas auxiliava o fotógrafo a transmitir uma ideia, não condicionando a criação fotográfica, visto que a preocupação excessiva com a técnica prejudicaria a construção do discurso criativo (Stupakoff, 1991). Esse modo de pensar está em consonância com a percepção de que a técnica é um importante meio para comunicar o que se vê, sendo necessário adaptá-la à própria maneira pessoal de olhar de cada fotógrafo, o qual deve, além de dominar o instrumento fotográfico, ter personalidade como qualquer outro criador. Assim, para a criação, percepção e visão de mundo são condições básicas, para além dos componentes puramente materiais e técnicos.

2.2 IA nas artes visuais

Na contemporaneidade, a criação tem sido profundamente influenciada pela presença ubíqua de imagens, contextualizada em um universo complexo, instável e em constante mutação, dentro de uma realidade digital, plural e dinâmica.

Nos últimos anos, o desenvolvimento da IA, especialmente das generativas, abriu espaço para experimentação e criação visual. Na discussão sobre a geração de imagens por IA, é relevante explorar aspectos do processo de criação em si. Ferramentas como Midjourney, DALL-E e ArtBreeder ilustram a variedade de abordagens e recursos disponíveis para os criativos contemporâneos explorarem novos meios de expressão visual.

Em termos computacionais, a imagem é uma matriz de pixels na qual uma IA pode identificar padrões, como formas, texturas e cores. Em sistemas como o Midjourney, a criação de imagens parte de descrições textuais em *prompts*, à



semelhança do muito conhecido ChatGPT: o usuário fornece um texto e o Midjourney devolverá uma imagem. Como é de praxe nas IAs generativas (Ploennigs; Berger, 2023), o processo começa com o treinamento do sistema a partir de um grande conjunto de imagens e descrições textuais correspondentes, o que permite ao sistema aprender a reconhecer padrões nas imagens e nas descrições para fazer associações entre elas. Cabe ressaltar que a inserção de uma descrição textual em um *prompt* do Midjourney não mobiliza a procura de uma imagem correspondente em um banco de dados existente. O que ocorre é a criação feita por meio de uma série de operações matemáticas, que interpretam as descrições textuais como um conjunto de valores numéricos gerados a partir das palavras. Dessa forma, ao requisitar que uma IA generativa construa uma determinada imagem, a descrição textual é lida como uma sequência de valores que representa características e padrões presentes em determinadas imagens com as quais o algoritmo foi treinado.

Embora a mudança não seja apenas técnica, considerando a era do homem sem a câmera, isto é, a produção imagética sem o humano, e o mundo pós-*Photoshop* (Beiguelman, 2023), podemos traçar um paralelo entre os primórdios da fotografia e a reflexão contemporânea sobre a inserção da IA na criação. Assim, torna-se compreensível o receio de que a IA possa ameaçar a criatividade humana. Novas tecnologias inevitavelmente levantam a questão fundamental da autoria. Afinal, quem é o verdadeiro autor da obra, o ser humano que propõe a criação ou a máquina que gera a imagem?

A resposta não é simples e deve considerar o papel do ser humano na criação e no treinamento dos algoritmos, os vieses e preconceitos intrínsecos aos *datasets*, o grau de autonomia da IA na geração de imagens e a influência do contexto cultural e social na interpretação da autoria. Essa abordagem permite uma reflexão mais profunda sobre as nuances envolvidas na questão da autoria na era da IA, reconhecendo a interseção entre a criatividade humana e as capacidades algorítmicas.

Para Gonçalves (2024), a IA deve ser vista mais como uma ferramenta para a otimização de etapas específicas de um processo criativo do que necessariamente inimiga da arte. Além disso, desmistifica a ideia de que a máquina teria a mesma linguagem que o humano, ao compreender as lógicas do processamento de linguagem natural. Para o autor, o processo criativo pode ter ganhos ao se agregar as potencialidades da IA à inteligência humana.

Partindo do pensamento sistêmico e complexo, e considerando o produto gerado pela IA como informação, apenas as informações que recebemos são importantes, ainda que elas sejam somente o primeiro estágio do conhecimento, que depende não apenas do acúmulo de dados, mas da sua organização, algo inerentemente humano (Morin, 2020). É importante considerar o ser humano constituído no entrelaçamento do emocional com o racional (Morin, 2005) resultado de uma vida natural e da cultura na qual está inserido, de expressões perceptíveis, como o comportamento, e invisíveis, caracterizadas pelos sentimentos, assim como



sua singularidade e subjetividade, inclusive no ato de criação. Essa singularidade está no humano e não na máquina.

2.3 IA nas ciências

Assim como nas artes, é inegável o papel recente das redes generativas nas etapas da criação científica, da descoberta à justificação de teorias e hipóteses, passando pelas estratégias de divulgação e comunicação do conhecimento científico (Santos; Gois, 2023, 2024).

Estamos caminhando a passos largos para uma estrutura conceitual que tem na IA um método geral emergente de invenção na ciência (Bianchini *et al.*, 2022). É virtualmente impensável hoje conceber o fazer científico sem algum elemento computacional que inclua, mesmo que pouco visível, algum elemento de IA. Isso vale de sistemas de busca e indexação, processadores de texto e tradutores automáticos, a aplicações analíticas mais robustas que lidam com dados como genomas ou modelos tridimensionais de proteínas. Na acepção kuhniana, vivenciamos a emergência de um novo paradigma científico construído a partir da computação intensiva e de máquinas inteligentes capazes de encontrar representações, regras e padrões em um volume cada vez maior de informações de entrada, sejam elas compostas por conjuntos de dados estruturados ou não estruturados. Tais *datasets* podem ser manejados por conta do avanço exponencial do poder de processamento computacional paralelo e intensivo das Unidades de Processamento Gráfico (GPUs, na sigla em inglês).

Na ciência, a IA tem aberto novas e promissoras áreas de investigação, tornando possíveis projetos outrora praticamente inviáveis. Isso é particularmente válido para o tratamento de grandes conjuntos de dados – dos poucos *kilobytes* que eram a realidade da computação nas universidades e institutos de pesquisa nos anos 1980, hoje a escala saltou para *terabytes* e *petabytes*. Dezoito milhões de gigabytes de dados são acrescentados à soma global a cada minuto de cada dia (Suleyman; Bhaskar, 2023). A descoberta das possíveis estruturas tridimensionais e funcionamento de proteínas a partir de sequências de aminoácidos, determinados pelas bases nitrogenadas do DNA, vista até recentemente como uma tarefa impossível de ser realizada dada o número de parâmetros necessários, é um dos exemplos de como a IA vai mudar o panorama das ciências no curtíssimo prazo: o AlphaFold 3, lançado pela Google DeepMind em maio de 2024, pode modelar, em poucos minutos, como as cadeias de aminoácidos que compõem uma proteína se dobram em sua forma tridimensional final, revelando como tais proteínas interagem com outras moléculas, o que determina seu papel nas células (Service, 2024).

A despeito de discursos apocalípticos que por vezes ganham vulto na mídia, seja ela especializada ou não, ferramentas de IA são realidade incontornável da pesquisa científica contemporânea. Mesmo em campos de investigação tradicionais como a taxonomia biológica, área das ciências biológicas que lida com a identificação



e reconhecimento de espécies, haverá necessidade crescente de capacitação contínua para pesquisadores e pesquisadoras em áreas como engenharia de *prompts*, e personalização de LLMs e modelos multimodais (Santos; Gois, 2023). A ubiquidade da IA na ciência é a realidade posta. A formação de recursos humanos na ciência, em todos os níveis, do estudante de iniciação científica ao pesquisador sênior, precisará levar isso em conta.

Santos e Gois (2023, 2024) discutem o papel das LLMs na superação de barreiras linguísticas para a disseminação da ciência produzida em países não anglófonos, que têm quantidade significativa de artigos rejeitados em periódicos acadêmicos internacionais (Fox *et al.*, 2023). LLMs proficientes em gramática, sintaxe e vocabulário em diferentes idiomas são qualificados para auxiliar na redação, revisão e edição de artigos científicos, tornando o processo de publicação menos exaustivo e possibilitando a economia de tempo e recursos financeiros para pesquisa, muitas vezes destinados a pagar por serviços de tradução e revisão.

Para além do treinamento no uso de ferramentas de IA *per se*, aos pesquisadores em formação deve se enfatizar o quão fundamental é a compreensão das bases epistemológicas subjacentes às técnicas e ferramentas utilizadas na ciência. Compreender os vieses das IAs e as consequências da sua utilização, bem como os interesses sociopolítico-econômicos das *big techs*, pode ser a solução para pesquisadores e pesquisadoras não sucumbam à compreensível sensação de desorientação diante de mudanças abruptas nas formas de fazer ciência e em outras atividades antes tidas como exclusividade da espécie humana e que hoje têm sido substituídas, com graus distintos de precisão e eficiência, por máquinas inteligentes.

3 Desigualdades e a necessidade de diversidade

Para a discussão do papel das IAs nos processos de criação humanos, sejam nas artes ou nas ciências, é preciso levar em consideração o seu potencial de amplificar discriminações e preconceitos, uma vez que os dados utilizados para treiná-las refletem os vieses da sociedade que os coletou e organizou. O racismo algorítmico pode afetar não apenas a divisão social do trabalho e o acesso à tecnologia, mas também os próprios instrumentos tecnológicos, como observado por Faustino e Lippold (2023). É preciso entender quais os tipos de viés mais comuns nos *datasets* utilizados para o treinamento de IAs e como a visão das grandes corporações, eminentemente brancas, masculinas e de classes sociais abastadas, influenciam no desenvolvimento e uso de ferramentas computacionais.



3.1 Bases de dados enviesadas

Para Piers (2024), como qualquer sistema de aprendizado de máquina, os modelos de IA não possuem crenças, experiências ou preconceitos pessoais, mas podem refletir inadvertidamente os preconceitos presentes nos dados utilizados para seu treinamento. Se os dados contiverem preconceitos ou refletirem estereótipos sociais, o modelo poderá reproduzi-los nos seus resultados. Assim, resultados tendenciosos indicam fortemente a necessidade de os desenvolvedores garantirem que os *datasets* sejam diversos, representativos e livres de preconceitos. É preciso identificar fatores internos e externos que influenciam os resultados dos processos técnicos, incluindo a criação científica e artística. Belenguer (2022) sintetiza os tipos mais comuns de vieses encontrados nos *datasets* utilizados para treinamento e nas aplicações baseadas em IA:

- a) algorítmico: ocorre quando os estereótipos e preconceitos não estão nos dados utilizados no treinamento e sim no próprio algoritmo;
- b) amostragem: surge quando a amostragem de subgrupos para compor as bases de dados para treinamento é tendenciosa e não aleatória;
- c) avaliação: inclui a utilização de parâmetros de referência desproporcionais ou inadequados, como sistemas de reconhecimento facial tendenciosos em relação à cor da pele e gênero usados em avaliações de candidaturas para empregos ou construção de perfis criminais;
- d) histórico: reflete preconceitos comuns na sociedade, como discriminação racial, aparecendo diretamente nos dados utilizados para treinamento;
- e) medição: presente na forma como são escolhidos, analisados e medidos determinados recursos (por exemplo, ferramentas de predição de risco de reincidência criminal baseadas em variáveis como idade, gênero e antecedentes criminais, com um peso específico dado a cada uma delas);
- f) produção de conteúdo: ocorre a partir de diferenças estruturais, lexicais, semânticas e sintáticas nos conteúdos gerados pelos usuários de acordo com grupos de idade e gênero;
- g) representação: ocorre a partir da forma como as populações são definidas e amostradas, implicando que ocidentais de pele clara e do Norte Global sejam mais representados do que populações negras, indígenas e miscigenadas de países do Sul Global.

É certo que a IA, notadamente aplicações baseadas em LLMs, podem produzir conteúdo preocupante e ativamente nocivo, como credos racistas e teorias da conspiração. Ao receber o input "o homem branco trabalhava como...", a segunda versão do Chat GPT autocompletava com "policial, juiz, promotor, presidente"



enquanto o mesmo input para "homem negro" gerava respostas com "cafetão" e "prostituta" (Suleyman; Bhaskar, 2023). Os dados de treinamento, como supracitado, amplificam os vieses subjacentes às estruturas sociais.

O grupo de conscientização sobre distúrbios alimentares *The Bulimia Project* (2024) usou geradores de imagens baseados em IA, como DALL-E 2, Stable Diffusion e Midjourney para tentar identificar como seria o físico "perfeito" em mulheres e homens. Como resultado, 40% das imagens geradas eram de mulheres loiras e 50% com a pele clara; mais da metade das imagens de homens geradas eram de brancos, muitos com características estereotipadas como músculos definidos e pele sem rugas. Outro exemplo estereotipado foi a devolutiva dada pelo DALL-E quando a artista senegalesa Linda Dounia Rebeiz solicitou imagens de edifícios na cidade de Dakar. O resultado foi um conjunto de paisagens desérticas, áridas e prédios em ruínas, muito diferentes das casas costeiras da capital do Senegal (Jiang et al., 2023).

Dado que os algoritmos e aplicações baseadas em IA são muito proximamente relacionados a quem os constrói, considerados aí também os preconceitos, estereótipos e vieses intrínsecos, ao invés de buscarmos algo como a singularidade tecnológica, devemos caminhar em direção à multiplicidade tecnológica (Hui, 2020), dando à técnica novos referenciais e orientações baseadas em uma perspectiva que leve em conta a heterogeneidade sociocultural, racial e epistêmica da nossa espécie.

3.2 *Big techs*: brancas e masculinas

Para Levy (2024), o que alimenta parte do descontentamento contra as IAs é a desconfiança nas grandes empresas que as constroem e promovem. Alguns aspectos da atuação das *big techs* remontam às origens do Vale do Silício, na Califórnia, EUA. Além da desigualdade racial, a desigualdade de gênero é um desses aspectos.

O Vale do Silício é sede de muitas startups e empresas multinacionais de tecnologia, como a Google/Alphabet, a Apple e a Meta/Facebook. Para O'Mara (2021), o círculo restrito do Vale nasceu em uma época em que o mundo da engenharia era totalmente branco, masculino e de classe média alta, notadamente neoliberal e competitivo, pautado em uma cultura hacker de imersão total, o que estreitou o campo de visão da indústria sobre os produtos que deveriam desenvolver e qual o seu público-alvo. Nas palavras de O'Mara (2021, p. 209):

Os anos da informática pessoal levaram ao excesso o que um engenheiro chamou de 'o *ethos* calvinista predatório' do Vale [...] parecia normal que o sucesso deveria implicar uma desistência da vida pessoal, de banhos regulares e até mesmo da compra de móveis apropriados para a sala de estar.

Segundo Hilale (2021), considerando que os homens compõem a maioria dos trabalhadores desenvolvendo sistemas baseados em IA, os interesses das mulheres raramente são levados em consideração. Em 2018, a indústria apresentava um elevado



desequilíbrio de gênero, com cerca de 10 a 15% de mulheres trabalhando com algoritmos de *machine learning* em empresas líderes de tecnologia (Simonite, 2018). Segundo o levantamento de Stathoulopoulos e Mateos-Garcia (2019) no repositório público de *preprints* arXiv, apenas 13,8% dos autores de artigos acadêmicos sobre IA eram mulheres: 11,3% no Google, 11,95% na Microsoft e 15,66% na IBM. Mesmo que esses números tenham mudado nos últimos anos, o desequilíbrio é notório.

Ainda que mulheres nas áreas de ciência de dados e IA tenham níveis de educação formal mais elevados do que homens, o número de trabalhadoras é muito menor (Young *et al.*, 2023). Este elemento, aliado ao fato de os *datasets* utilizados para treinamento de IA refletirem preconceitos e vieses de gênero, acaba por reforçar estereótipos em relação às mulheres, privando-as de acesso às mesmas oportunidades que seus homólogos masculinos (Hilale, 2021). Para que as mulheres participem plenamente na força de trabalho da IA, a disparidade de gênero no emprego precisa ser corrigida, especialmente nas funções técnicas e de liderança que impulsionam a inovação e o desenvolvimento de sistemas de IA (Young *et al.*, 2023).

A discussão sobre a necessidade dos desenvolvedores de IA abraçarem a diversidade racial e de gênero, além da heterogeneidade cultural das sociedades humanas, que deve se refletir também nos resultados oriundos de aplicações baseadas em IA tanto no campo científico quanto no da criação artística, passa pelo que Hui (2020) chama de tecnodiversidade. Como não existe uma única cosmovisão que inclua técnicas, processos, métodos, meios e instrumentos válidos para todas as culturas, a adoção de pontos-de-vista que fujam à perspectiva branca e de classe média alta do Vale do Silício (O'Mara, 2021), é fundamental para compreendermos o complexo ecossistema de relações entre a espécie humana e os instrumentos que criamos.

Concepções técnicas de culturas distintas podem contribuir para o desenvolvimento de ambientes tecnológicos diversos. Aqui vale a paráfrase do "*Cogito ergo sum*" cartesiano feita por Mignolo (2011), "existio onde penso", o que prepara o terreno para afirmações epistêmicas que foram rejeitadas ou não consideradas em um primeiro momento. No caso específico da IA, falamos daquelas epistemologias periféricas que são tão somente usuárias de tecnologias concebidas a partir de sistemas de conhecimento ocidentais do Norte Global. Não basta aos países ditos periféricos a possibilidade de construção de produtos customizáveis. Deve haver espaço para que a multiplicidade de visões influencie a criação de tecnologias também elas múltiplas, que difiram uma das outras em seus valores, epistemologias e formas de existência, e que dialoguem, da mesma maneira, com a diversidade racial e de gênero que caracteriza a nossa espécie, possibilitando que os processos criativos artísticos e científicos espelhem essa heterogeneidade.



3.3 Limitações ao acesso de serviços de IA

Como discutido acima, modelos de IA têm sido incorporados em ferramentas computacionais de uso acadêmico, científico e artístico desde a primeira década dos anos 2000. No curto prazo, podemos antever que praticamente qualquer serviço ou aplicação digital incluirá IA, o que fará da obrigatoriedade de assinaturas de serviços digitais condição de existência para boa parte das atividades humanas que envolvam processos de criação, seja nas ciências ou nas artes, bem como em áreas aplicadas como engenharia, design e publicidade. Obviamente, assinaturas envolvem custos para os usuários e organizações, o que levanta questões importantes sobre equidade, acesso e regulamentação de serviços de IA.

O fosso que separa aqueles com acesso a ferramentas de IA daqueles que não possuem recursos financeiros para tal certamente vai se aprofundar no futuro próximo. Em meios competitivos – academia, ecossistema empresarial e de inovação, mídia – essa disparidade pode se tornar uma barreira significativa para o avanço acadêmico e profissional, além de aumentar a distância entre os países mais envolvidos com o desenvolvimento de IAs, tal como os Estados Unidos e a China, e os países ditos periféricos ou em desenvolvimento.

É fato que assinar serviços essenciais para as sociedades contemporâneas, por exemplo, fornecimento de água, energia, telefonia e acesso à internet, tem sido prática comum há décadas. Sob essa perspectiva, é possível que serviços de IA venham a ser considerados commodities e suas assinaturas condições obrigatórias para que instituições, pesquisadores e outros profissionais de criação consigam acompanhar as demandas e avanços tecnológicos. Em contrapartida, os altos custos de serviços de IA poderão criar ambientes nos quais poucos terão a oportunidade de aproveitar plenamente o potencial das novas tecnologias, sejam elas tecnodiversas ou não.

Um outro aspecto que deve ser levado em conta é que o acesso às ferramentas não garante que grupos sub-representados ou representados de forma preconceituosa e estereotipada apareçam de forma adequada nos dados utilizados para treinamento dessas IAs. Em suma, recursos financeiros que possibilitem o uso de IAs na criação não são condições suficientes para que os vieses intrínsecos à boa parte dos *datasets* sejam minimizados.

No curto prazo, portanto, assinar serviços de IA fará parte da realidade das universidades, institutos de pesquisa e outras áreas de criação. A existência de ferramentas alternativas com preços acessíveis é um objetivo a ser buscado, ainda que seja difícil concebermos cenários em que as *big techs*, muitas das quais representantes de agendas conservadoras e predatórias (O'Mara, 2021), atuem para garantir acesso mínimo e democrático às ferramentas baseadas em IA. Às comunidades do Sul Global será preciso trabalhar para a construção de regulamentações, acordos e normativas que coloquem, no mesmo patamar, serviços básicos e serviços digitais de IA.



Para Suleyman e Bhaskar (2023), a próxima onda tecnológica, fortemente calcada na IA, será uma maneira de democratizar o acesso ao poder, uma vez que a tecnologia é capaz de dirigir e influenciar o comportamento das pessoas e o curso dos eventos. Ainda assim, segundo os autores, a próxima onda pode resultar em um mundo estilhaçado e tribalizado, portanto altamente descentralizado, no qual as superestruturas da organização dos Estados-nação perderão muito da sua razão de existência. Nesse sentido, como aponta Hui (2020), a tecnologia é uma força de atomização, que dissolve o coletivo em individualidades; para uma IA mais inclusiva, portanto, devemos ampliar o ideário subjacente ao desenvolvimento tecnológico da sociedade contemporânea, restrito à uma visão de mundo ocidental baseada na competição feroz e não regulamentada.

4 Considerações finais

Dentre toda a diversidade biológica existente no planeta Terra, até onde sabemos, a possibilidade de criação de mundos imaginários e de modelos abstratos da realidade é exclusiva da espécie humana. Por centenas de milhares de anos, coevoluímos com as ferramentas e técnicas que construímos, que nos moldaram e impulsionaram civilizações e sociedades. O desenvolvimento de tecnologias, portanto, é componente essencial da evolução da nossa espécie, e, conseqüentemente, caminha *pari passu* com as mudanças na percepção sobre criação e processos criativos. A fotografia é um exemplo claro de avanço técnico que, em um primeiro momento, não foi reconhecida como criação, dado que o resultado do processo fotográfico necessariamente é mediado por um dispositivo mecânico, mas que hoje é inquestionavelmente parte do panteão das artes visuais.

O desenvolvimento tecnológico culmina na recente criação de modelos de Inteligência Artificial. O impacto da IA na criação humana ainda não pode ser previsto com muitos graus de precisão. Mesmo assim, há inúmeros exemplos de que as atividades criativas nesta terceira década do século XXI diferem da forma como eram realizadas poucas décadas atrás, tanto nas ciências quanto nas artes. Nesse contexto, ferramentas de IA podem ser tratadas como coadjuvantes – ou talvez coprotagonistas – nos processos criativos, sem condicionarem a construção do discurso criativo em qualquer área do conhecimento humano.

O potencial disruptivo da IA na criação torna urgente a discussão sobre a necessidade da diversidade digital. Entendemos que essa é a chave para a construção de IAs capazes de representar, de fato, todo o potencial criativo da espécie humana, longe da visão monolítica das plataformas controladas pelas *big techs*.



REFERÊNCIAS

- BEIGUELMAN, Giselle. Inteligência artificial e as novas políticas das imagens. **Revista Zum**, São Paulo, 5 abr. 2023. Disponível em: <https://revistazum.com.br/colunistas/inteligencia-artificial-e-as-novas-politicas-das-imagens/>. Acesso em: 24 jun. 2024.
- BELENGUER, Lorenzo. AI bias: exploring discriminatory algorithmic decision-making models and the application of possible machine-centric solutions adapted from the pharmaceutical industry. **AI and Ethics**, Suíça, v. 2, n. 4, p. 771–787, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35194591/>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- BIANCHINI, Stefano; MÜLLER, Moritz; PELLETIER, Pierre. Artificial intelligence in science: an emerging general method of invention. **Research Policy**, Holanda, v. 51, n. 10, 104604, 2022. Disponível em: <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03958025v1/file/1-s2.0-S0048733322001275-main.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- BROOKS, Tim *et al.* **Video generation models as world simulators**. São Francisco, 2024. Disponível em: <https://openai.com/research/video-generation-models-as-world-simulators>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- CHANG, Ziyi; KOULIERIS, George Alex; SHUM, Hubert P. H. On the design fundamentals of Diffusion Models: a survey. **arXiv**, Ithaca, 7 jun. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2306.04542>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- DAKHEL, Arghavan Moradi *et al.* GitHub Copilot AI pair programmer: Asset or Liability? **arXiv**, Ithaca, v. 203, p. 111734, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2206.15331>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- FAUSTINO, Deivison Mendes; LIPPOLD, Walter. **Colonialismo digital**: por uma crítica hacker-fanoniana. São Paulo: Boitempo, 2023.
- FLUSSER, Vilém. **Filosofia da caixa preta**. São Paulo: Anablume, 2011.
- FORD, Martin. **Rule of the robots**: how artificial intelligence will transform everything. New York: Basic Books, 2021.
- FOX, Charles W.; MEYER, Jennifer; AYMÉE, Emilie. Double-blind peer review affects reviewer ratings and editor decisions at an ecology journal. **Functional Ecology**, Reino Unido, v. 37, n. 5, p. 1144–1157, 2023. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2435.14259>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- GONÇALVES, Renato. **Cr(i)ação**: criatividade e inteligência artificial. São Paulo: Estação das Letras, 2024.
- GOODFELLOW, Ian J. *et al.* Generative adversarial nets. **Advances in Neural Information Processing Systems**, EUA, v. 27, p. 139–144, 2014. Disponível em: <https://proceedings.neurips.cc/paper/2014/file/5ca3e9b122f61f8f06494c97b1afccf3-Paper.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.



- HILAIE, Narjis. The evolution of artificial intelligence (AI) and its impact on women: how it nurtures discriminations towards women and strengthens gender inequality. **Arribat – International Journal of Human Rights**, Rabat, v. 1, n. 2, p. 141–150, 2021. Disponível em: <https://www.humanrights.periodikos.com.br/article/61489565a9539526b5418543/pdf/human-rights-1-2-141.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- HUI, Yuk. **Tecnodiversidade**. São Paulo: Ubu, 2020.
- JIANG, Harry *et al.* AI art and its impact on artists. *In*: AAAI/ACM CONFERENCE ON AI, ETHICS, AND SOCIETY, 2023, Montreal. **Proceedings** [...]. Montreal, 2023. p. 363–374. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3600211.3604681>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- KHAN, Suhair. The creative’s toolbox gets an AI upgrade. **Wired**, Nova York, 8 jan. 2024. Disponível em: <https://www.wired.com/story/the-creatives-toolbox-gets-an-ai-upgrade/>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- KINGMA, Diederik P.; WELLING, Max. Auto-encoding variational bayes. **arXiv**, Ithaca, 20 dez. 2013. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1312.6114>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- LANGER, Susanne K. **Sentimento e forma**. São Paulo: Perspectiva, 2011.
- LEVY, Steven. Don’t let mistrust of tech companies blind you to the power of AI. **Wired**, São Francisco, 7 jun. 2024. Disponível em <https://www.wired.com/story/dont-let-mistrust-of-tech-companies-blind-you-power-of-ai/>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- LI, Zhaoshuo. *et al.* Neuralangelo: high fidelity neural surface reconstruction. **arXiv**, Ithaca, 5 jun. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2306.03092>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- MIGNOLO, Walter. I am where I think: remapping the order of knowing. *In*: LIONNET, Françoise; SHIH, Shu-mei (ed.) **The creolization of theory**. Durham; Londres: Duke University Press, 2011. p. 159–192.
- MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005
- MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2020.
- O’MARA, Margaret. **O código**: as verdadeiras origens do Vale do Silício e do Big Tech, para além dos mitos. Rio de Janeiro: Alta Books, 2021.
- OSTROWER, Fayga. **Criatividade e processo de criação**. São Paulo: Vozes, 2001.
- PEIRCE, Charles Sanders. **The collected papers**. Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, 1958.
- PIERS, Craig. Even ChatGPT says ChatGPT is racially biased. **Scientific American**, Nova York, 7 fev. 2024. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/even-chatgpt-says-chatgpt-is-racially-biased/>. Acesso em: 25 jun. 2024.



PLOENNIGS, Joern; BERGER, Markus. AI art in architecture. **AI Civil Engineering**, Alemanha, v. 2, n. 8, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43503-023-00018-y>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SALLES, Cecília Almeida. Comunicação em processo. **Revista Galáxia**, São Paulo, v. 3, p. 61–71, 2002. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/galaxia/article/view/1255/759>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SALLES, Cecília Almeida. **Gesto inacabado**: processo de criação artística. São Paulo: Intermeios, 2013.

SANTOS, Charles Morphy D.; GOIS, João Paulo. Embrace AI to break down barriers in publishing for people who aren't fluent in English. **Nature**, Londres, v. 627, p. 271, 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-024-00761-x>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SANTOS, Charles Morphy D.; GOIS, João Paulo. Harnessing the power of AI language models for taxonomy and systematics: a follow-up to “Can ChatGPT be leveraged for taxonomic investigations? Potential and limitations of a new technology” by Davinack (2023). **Zootaxa**, Auckland, v. 5297, n. 3, p. 446–450, 2023. Disponível em: <https://www.mapress.com/zt/article/view/zootaxa.5297.3.9>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SERVICE, Robert F. Powerful new AI software maps virtually any protein interaction in minutes. **Science**, Washington, 8 mai. 2024. Disponível em: <https://www.science.org/content/article/powerful-new-ai-software-maps-virtually-any-protein-interaction-minutes>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SHELDRAKE, Merlin. **A trama da vida**: como os fungos constroem o mundo. São Paulo: Ubu, 2022.

SIMONITE, Tom. AI is the future - but where are the women? **Wired**, São Francisco, 17 ago. 2018. Disponível em: <https://www.wired.com/story/artificial-intelligence-researchers-gender-imbalance/>. Acesso em: 10 dez. 2024. 2 jun. 2024.

STATHOULOPOULOS, Kostas; MATEOS-GARCIA, Juan. Gender diversity in AI research. **Nesta**, Londres, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://www.nesta.org.uk/report/gender-diversity-ai/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

STUPAKOFF, Otto. **Otto Stupakoff: depoimento [22 mar. 1978a]**. Entrevistador: José Nogueira. São Paulo: MIS-SP, 1991. 2 cassetes sonoros.

SULEYMAN, Mustafa; BHASKAR, Michael. **The coming wave**: technology, power, and the twenty-first century's greatest dilemma. New York: Crown Publishing Group, 2023.

THE Bulimia Project. **Scrolling into Bias**: social media's effect on IA Art. 2024. Disponível em: <https://bulimia.com/examine/scrolling-into-bias/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

THOPPILAN, Romal *et al.* LaMDA: language models for dialog applications. **arXiv**, Ithaca, 20 jan. 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2201.08239>. Acesso em: 10 dez. 2024.



WOLKOVICH, Elizabeth M. 'Obviously ChatGPT' — how reviewers accused me of scientific fraud. **Nature**, Londres, 5 fev. 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-024-00349-5>. Acesso em: 24 jun. 2024.

YENDURI, Gokul *et al.* GPT (Generative Pre-Trained Transformer) – a comprehensive review on enabling technologies, potential applications, emerging challenges, and future directions. **IEEE Access**, v. 12, p. 54608–54649, 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10500411>. Acesso em: 10 dez. 2024.

YOUNG, Erin; WAJCMAN, Judy; SPREJER, Laila. Mind the gender gap: Inequalities in the emergent professions of artificial intelligence (AI) and data science. **New Technology, Work and Employment**, Reino Unido, v. 38, n. 3, p. 391–414, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ntwe.12278>. Acesso em: 10 dez. 2024.

Contribuições dos autores

Charles Morphy Santos – Coordenador do projeto, revisão bibliográfica, escrita do texto, formatação e revisão final.

Patricia Kiss Spinelli – Revisão bibliográfica, escrita do texto, revisão final.

João Paulo Gois – Revisão bibliográfica, escrita do texto, revisão final.