

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC – SP**

MATHEUS PETRONI BRAZ

**Uso da Inteligência Artificial Generativa na Iniciação
Científica: um exercício de Design Especulativo**

Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital

**SÃO PAULO
2024**

MATHEUS PETRONI BRAZ

Uso da Inteligência Artificial Generativa na Iniciação Científica: um exercício de Design Especulativo

Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência para obtenção do título de Mestre em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, sob orientação do Prof. Dr. Diogo Cortiz da Silva.

SÃO PAULO

2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Diogo Cortiz da Silva
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)

Prof. Dr. Thiago Mittermayer
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)

Prof.^a Dr.^a Vilma da Silva Vilarinho
Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Margarete e Valdir. A persistência nos momentos de dor, muitas vezes sem a chance da escolha, e a infinita crença de um futuro melhor para nós foi o motor que permitiu, hoje, que eu persiga o título de primeira pessoa com pós-graduação da nossa família. Eu me reconheço em vocês e continuo no caminho que escolhemos sonhar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Diogo Cortiz, pelo companheirismo, compreensão ao longo da trajetória, iluminação acerca dos saberes e, em especial, por abrir algumas portas e experiências inesquecíveis ao longo destes dois anos.

À toda equipe de professores e funcionários do TIDD, programa que me abraçou com tanto afeto e vontade. Em especial, agradeço à Jéssica Leite pelo apoio incondicional ao meu ingresso no programa, ao meu projeto de pesquisa e ao longo de todo o percurso. Essa conquista também é sua.

À banca de qualificação, Prof. Dr. Thiago Mittermayer e Prof.^a Dr.^a Vilma da Silva Vilarinho, por conduzirem as orientações para o andamento deste trabalho com tamanha leveza e dedicação aos detalhes.

Aos amigos e amigas pelo suporte incondicional, e à todos os estudantes e professores participantes das entrevistas aqui realizadas.

Ao Túlio Siqueira, por acompanhar de perto meu processo, acreditar em mim e me incentivar diariamente.

Ao Vitor Payno, por tudo. Das tentativas diversas e das ideias abstratas até a conclusão, no auxílio com o recorte, na rotina dura e desafiadora, no incentivo para continuar. A gratidão que sinto não cabe em um parágrafo.

A CAPES, pelo financiamento e oportunidade.

"O conhecimento é uma máquina movida pelo desejo."

Lucia Santaella durante aula de Epistemologia e Metodologia da Pesquisa no TIDD (PUC-SP), em 2022, em alusão a Deleuze e Guattari em "O Anti-Édipo" (1972).

BRAZ, Matheus Petroni. **Uso da Inteligência Artificial Generativa na Iniciação Científica: um exercício de Design Especulativo**. 2024. 205p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2024.

RESUMO

A aplicação de ferramentas de Inteligência Artificial (IA) Generativa está transformando diversos setores da sociedade, inclusive a ciência. Essas ferramentas já se mostram úteis em tarefas como busca de referências, escrita acadêmica, formatação de projetos, traduções precisas e análise de dados. Até mesmo a geração de novas perspectivas e hipóteses de pesquisa são possíveis, embora com certa cautela. Entretanto, apesar das expectativas promissoras, muitos são os desafios em relação ao seu uso, especialmente para jovens pesquisadores no início de suas carreiras. Buscando o protagonismo da comunidade acadêmica neste debate, essa pesquisa identificou quais são as principais expectativas e preocupações de estudantes universitários realizando projetos de Iniciação Científica e professores orientadores sobre o uso da IA Generativa aplicada à pesquisa acadêmica. A combinação de entrevistas semi-estruturadas com o uso de artefatos de Design Especulativo permitiu identificar que, por mais que exista um reconhecimento inegável do avanço dessa tecnologia e seu efetivo uso para tarefas mais rotineiras do projeto como levantamento de dados, busca de referências e escrita, tanto estudantes quanto professores refutam que seu atual estágio de desenvolvimento permita uma possibilidade mais ampla de utilização nos afazeres científicos. Especial preocupação é levantada sobre seu impacto no mercado de trabalho, no desenvolvimento de pensamento crítico e original, na confiabilidade dos dados obtidos e em questões de direitos autorais. Há, inclusive, mais resistência a esse uso por parte dos estudantes do que dos professores. Os resultados demonstram que novas estratégias de ensino da ciência são necessárias, a qual inclua o uso dessa tecnologia de forma que enfatize a necessidade de supervisão, verificação de resultados e considerações éticas, mantendo a importância do pensamento crítico e das relações interpessoais no desenvolvimento científico.

Palavras-chave: inteligência artificial generativa; iniciação científica; design especulativo; inteligência artificial generativa na ciência; pesquisa científica.

ABSTRACT

The application of Generative Artificial Intelligence (GenAI) tools is transforming various sectors of society, including science. These tools have already proven useful in tasks such as reference searching, academic writing, project formatting, precise translations and data analysis. Even the generation of new research perspectives and hypotheses is possible if done with some caution. However, despite the promising expectations, there are many challenges associated with their use, especially for young researchers at the beginning of their careers. Seeking to center the academic community in this debate, this research identified the main expectations and concerns of university students engaged in Scientific Initiation projects and supervising professors regarding the use of GenAI in academic research. The combination of semi-structured interviews with the use of Speculative Design artifacts revealed that, although there is undeniable recognition of the advancement of this technology and its effective use for more routine project tasks like data gathering, reference searching and writing support, both students and professors refuse that its current development stage allows for broader use in scientific applications. Special concerns are raised about its impact on the job market, the development of critical and original thinking, the reliability of the data obtained and copyright issues. There is even bigger resistance to this use among students than among professors. The results demonstrate that new teaching strategies in science are necessary, which include the use of this technology in a way that emphasizes the need for supervision, result verification and ethical considerations, while maintaining the importance of critical thinking and interpersonal relationships in scientific development.

Keywords: *generative artificial intelligence; undergraduate research; speculative design; generative artificial intelligence in science; scientific research.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – ChatGPT como um dos 10 "cientistas" mais influentes do ano de 2023 pela revista Nature.....	15
Figura 2 – A, um neurônio no cérebro; B, um Perceptron simples.....	26
Figura 3 – Aprendizado profundo: Extração hierárquica de características a partir de dados brutos por meio de uma série de mapeamentos em redes neurais, partindo de informações em nível de pixel e progredindo para o reconhecimento de objetos.....	28
Figura 4 – Arquitetura geral de a) uma rede neural superficial com uma camada oculta e b) uma rede neural profunda com múltiplas camadas ocultas.....	29
Figura 5 – Uma arquitetura GAN básica.....	30
Figura 6 – Interface web do ChatGPT 3.5.....	32
Figura 7 – Ciência na era da Inteligência Artificial.....	36
Figura 8 – Diagrama sobre o uso do ChatGPT em pesquisas científicas.....	38
Figura 9 – Interface Web do aplicativo Litmaps demonstrando um mapa de referências.....	40
Figura 10 – Evolução das bolsas PIBIC.....	66
Figura 11 – "Designs for an Overpopulated Planet, No. 1: Foragers", de Dunne e Raby (2010).....	73
Figura 12 – Manifesto A/B.....	75
Figura 13 – Design Tradicional x Design Especulativo.....	76
Figura 14 – "Fruit Computer" de Alejandro Tamayo, 2009.....	81
Figura 15 – Cone "PPPP" por Dunne e Raby.....	82
Figura 16 – Diagrama CLA.....	89
Figura 17 – Exemplo de uma matriz de planejamento de cenários.....	90
Figura 18 – Estrutura de um Futures Wheel.....	91
Figura 19 – "Audio Tooth Implant" de Auger e Loizeau (2001).....	93
Figura 20 – Exemplo de entrevista semi-estruturada conduzida pelo autor remotamente por meio da ferramenta Google Meet.....	97
Figura 21 – Exemplo de prompt de comando feito na ferramenta ChatGPT.....	121

Figura 22 – Visualização geral dos sinais fracos e tendências organizados através da Análise STEEP.....	123
Figura 23 – Registro da atividade de criação de cenários realizada remotamente por meio das ferramentas Google Meet e FigJam.....	125
Figura 24 – Distribuição dos principais grupos de sinais e tendências.....	126
Figura 25 – Sistema de votação para as variáveis de maior impacto.....	127
Figura 26 – Resultado da construção da matriz 2x2 de planejamento de cenários.	128
Figura 27 – Preenchimento do cenário 1.....	131
Figura 28 – Preenchimento do cenário 2.....	133
Figura 29 – Construção do modelo da revista Science para suporte do artefato....	137
Figura 30 – Proposta de matérias para a primeira versão de capa do cenário 1....	138
Figura 31 – Proposta de matérias para a primeira versão de capa do cenário 2....	139
Figura 32 – Proposta completa para a primeira versão de capa do cenário 1.....	140
Figura 33 – Proposta completa para a primeira versão de capa do cenário 2.....	141
Figura 34 – Proposta completa para a segunda versão de capa do cenário 1.....	143
Figura 35 – Proposta completa para a segunda versão de capa do cenário 2.....	144
Figura 36 – Exemplo de entrevista semi-estruturada com observação do artefato conduzida pelo autor remotamente por meio da ferramenta Google Meet.....	145

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA, MOTIVAÇÕES E JUSTIFICATIVAS.....	17
1.2 HIPÓTESES.....	18
1.3 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	19
1.4 MÉTODOS DE PESQUISA.....	20
2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E IA GENERATIVA	23
3 PESQUISA CIENTÍFICA E IA GENERATIVA	33
3.1 PRÁTICAS E PERSPECTIVAS OTIMISTAS.....	39
3.1.1 Elaboração do projeto de pesquisa	39
3.1.2 Coleta e análise de dados	42
3.1.3 Escrita científica	45
3.1.4 Publicação, divulgação e democratização do acesso	47
3.2 PREOCUPAÇÕES E RESSALVAS.....	49
3.2.1 Questões de credibilidade e desinformação	50
3.2.2 Vieses e perpetuação de desigualdades	53
3.2.3 Transparência, segurança e direitos autorais	56
3.2.4 Substituição humana, falta de causalidade e superficialidade	59
3.2.5 Integridade acadêmica e desenvolvimento intelectual	62
3.3 INICIAÇÃO CIENTÍFICA E IMPACTOS DA IA GENERATIVA.....	63
4 DESIGN ESPECULATIVO	70
4.1 DEFINIÇÕES GERAIS.....	71
4.2 DESIGN ESPECULATIVO VERSUS DESIGN CONVENCIONAL.....	74
4.3 INTERSECÇÕES COM OUTRAS DISCIPLINAS.....	76
4.4 MÉTODOS E APLICAÇÕES.....	83
5 DESENVOLVIMENTO	95
5.1 SISTEMATIZAÇÃO DE SINAIS E PERCEPÇÕES ATUAIS.....	95
5.1.1 Entrevistas semi-estruturadas	96
5.1.1.1 Dificuldades e necessidades dos estudantes.....	99

5.1.1.2	Dificuldades e necessidades dos professores orientadores.....	101
5.1.1.3	Entendimento e uso de ferramentas de IA Generativa.....	105
5.1.1.4	Impactos esperados do uso de IA Generativa no fazer científico.....	106
5.1.1.5	Nível de confiança em ferramentas de IA Generativa.....	113
5.1.2	Trabalhos acadêmicos relacionados.....	115
5.1.3	Canais midiáticos, redes sociais e sites de busca.....	117
5.1.4	Geração de sinais com ferramentas de IA Generativa.....	121
5.1.5	Sistematização dos resultados obtidos.....	123
5.2	GERAÇÃO DOS CENÁRIOS ESPECULATIVOS.....	123
5.3	GERAÇÃO E DISCUSSÃO DOS ARTEFATOS ESPECULATIVOS.....	134
5.3.1	Desenvolvimento dos artefatos.....	134
5.3.2	Entrevistas semi-estruturadas com observação dos artefatos.....	145
5.3.2.1	Percepções gerais sobre as capas.....	146
5.3.2.2	Percepção do cenário geral associado à revista 1.....	151
5.3.2.3	Percepção do cenário geral associado à revista 2.....	154
5.3.2.4	Sentimentos gerais.....	156
5.3.2.5	Comparação entre as atividades.....	157
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	159
7	LIMITAÇÕES DO MÉTODO.....	165
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	166
	REFERÊNCIAS.....	173
	GLOSSÁRIO.....	183
	ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética da PUC.....	188
	ANEXO B – Roteiro de perguntas do primeiro ciclo de entrevistas.....	189
	ANEXO C – Resultados de sinais obtidos por meio do ChatGPT.....	192
	ANEXO D – Resultados de sinais obtidos através do Bard.....	194
	ANEXO E – Narrativa do cenário 1 intitulada “Coautores, membros de comitês, avaliadores: IA Generativa e humanos em parceria mútua”.....	196
	ANEXO F – Narrativa do cenário 2 intitulada "Ferramentas de IA Generativa enquanto guias científicos para novos cientistas".....	198

ANEXO G – Prompt e resultados obtidos no ChatGPT para primeira versão de capa da revista 1.....	200
ANEXO H – Prompt e resultados obtidos no ChatGPT para primeira versão de capa da revista 2.....	201
ANEXO I – Prompt e resultados obtidos no ChatGPT para segunda versão de capa da revista 1.....	202
ANEXO J – Prompt e resultados obtidos no ChatGPT para segunda versão de capa da revista 2.....	203
ANEXO K – Roteiro de perguntas do segundo ciclo de entrevistas.....	204

1 INTRODUÇÃO

O avanço de serviços e produtos movidos por modelos de aprendizagem profunda (*Deep Learning*) e com acesso a bancos de dados cada vez mais volumosos e qualificados tem marcado de maneira definitiva os tempos atuais. "A solução de problemas por meio de algoritmos de aprendizado tem se tornado cada vez mais rápida, precisa e eficiente" (Sejnowski, 2019, p. 4), impactando de maneiras exponenciais as mais diversas áreas da vida humana.

Dentro da ampla diversidade de possibilidades que os modelos de aprendizagem profunda propiciam, é a subárea da Inteligência Artificial (IA) chamada Inteligência Artificial Generativa (IA Generativa) a que mais tem atraído atenção e debates, sendo essa "uma classe de algoritmos de aprendizado de máquina (*Machine Learning*) que aprendem a partir de conteúdos como texto, imagens e áudio para, assim, gerar novos conteúdos" (Sun, *et al.*, 2022, p. 212, tradução nossa). O lançamento ao público geral de ferramentas como o ChatGPT¹, o DALL·E² e o Copilot³ são apenas alguns dos exemplos que têm gerado forte repercussão midiática e, conseqüentemente, aumento significativo de discussões acerca do tema e de seus impactos.

Os resultados do uso dessas e outras ferramentas de IA Generativa têm se mostrado, de fato, impressionantes. Segundo Brizuela e Merchán (2023), a IA Generativa já demonstrou seu imenso potencial para revolucionar vários setores e remodelar nossas interações com o conteúdo digital, oferecendo às empresas e aos indivíduos recursos sem precedentes na criação de conteúdo, solução de problemas e tomada de decisões. Há evidências de transformações significativas nas mais diversas áreas: Astronomia e Biologia, estratégias de negócios como Marketing e Finanças, áreas da Arte como a Música (Dash; Ye; Wang, 2021) e, não diferente, a área da pesquisa científica.

¹ O ChatGPT (*Generative Pre-trained Transformer*) é um modelo de linguagem que utiliza a arquitetura Transformer para entender e gerar texto. É pré-treinado em grandes quantidades de dados textuais para aprender as estruturas e padrões da linguagem humana. (Fonte: OpenAI)

² O DALL·E é um modelo de linguagem que se baseia na arquitetura do GPT (*Generative Pre-trained Transformer*) para gerar imagens completamente novas e originais a partir de descrições textuais. (Fonte: OpenAI)

³ O Copilot é um assistente de programação baseado na tecnologia GPT-3 e foi projetado para ajudar os desenvolvedores a escrever código de maneira mais eficiente e produtiva. (Fonte: OpenAI)

O uso da IA Generativa em pesquisas científicas tem sido amplamente debatido pela comunidade acadêmica e sociedade em geral. Relatório da UNESCO (Sabzalieva; Valentini, 2023) sobre o uso de ferramentas como o ChatGPT no Ensino Superior indica uma série de oportunidades para a área da pesquisa em seus diferentes ciclos de desenvolvimento, desde a geração de ideias iniciais até a melhoria da escrita e de traduções. Revisão de literatura, análise de dados coletados, geração de conteúdos e otimização de artigos e teses são benefícios identificados por Zhang *et al.* (2021), e até mesmo a noção de co-autoria dessas ferramentas tem sido pautada (Stokel-Walker; Van Noorden, 2023).

Um exemplo de aplicação de IA Generativa em novas descobertas científicas está no seu uso para solução de problemas complexos de matemática e ciência da computação (Sample, 2023). Utilizando-se de um Grande Modelo de Linguagem (LLM) chamado *FunSearch*, a DeepMind gerou novas soluções para o “Quebra-cabeça do conjunto CAP”, um enigma matemático sem resolução que consiste em determinar o máximo de pontos que podem ser colocados em um espaço sem que nenhum dos pontos forme uma linha reta (Sample, 2023). Embora não tenha resolvido completamente o problema, o modelo conseguiu superar as melhores soluções existentes até então, sendo a primeira vez que um LLM foi utilizado para descobrir uma solução inovadora para um problema científico de longa data (Castelvecchi, 2023).

Inúmeros outros exemplos poderiam ser citados, somando evidências de um momento de transformação científica impossível de se ignorar. O cenário é tamanho que levou a revista *Nature*, uma das mais prestigiadas publicações científicas do mundo, a elencar a ferramenta de IA Generativa ChatGPT como um dos 10 “cientistas” mais influentes de 2023 (Van Noorden; Webb, 2023). Para a publicação, a escolha é justificada pelo impacto profundo e abrangente que a ferramenta tem causado no fazer ciência, uma vez que facilita a redação de documentos científicos e propostas de financiamento, contribui significativamente para a programação e simulações computacionais, fomenta a geração de ideias inovadoras e a identificação de lacunas na pesquisa e colabora ativamente no desenvolvimento de novas ferramentas científicas (Van Noorden; Webb, 2023).

Figura 1 – ChatGPT como um dos 10 "cientistas" mais influentes do ano de 2023 pela revista Nature



Fonte: Van Noorden e Webb (2023)

Por mais que o uso de tais ferramentas pareça promissor, é inegável a relevância do debate acerca das preocupações e ressalvas que as envolvem, incluindo em seu uso na pesquisa acadêmica. No mesmo relatório da UNESCO (Sabzalieva; Valentini, 2023) citado anteriormente, há indicações de alguns desafios e implicações éticas do uso dessas ferramentas no Ensino Superior, como questões de integridade acadêmica, falta de regulamentação, preocupações com a privacidade, viés cognitivo, gênero e diversidade, acessibilidade e comercialização. Morris (2023) entrevistou 20 cientistas das mais diversas áreas acerca do potencial da IA Generativa em suas respectivas atuações, os quais destacam o receio de que qualquer ganho de produtividade ou conhecimento possibilitado por essas ferramentas seja anulado pelos seus efeitos colaterais negativos, como possíveis trapças, automação excessiva da escrita científica ou até mesmo o uso de dados científicos incorretos ou falsos. Zhang *et al.* (2021) aponta, ainda, outras questões relevantes a serem consideradas: possíveis vieses advindos das bases de dados utilizadas para o treinamento do modelo, transparência, direitos autorais e parcialidade diante dos conteúdos gerados.

Especial preocupação é dedicada ao uso destas ferramentas por estudantes no início de suas carreiras científicas, questão essa que configura como tema central da pesquisa aqui apresentada. No Brasil, esse momento de inserção ao universo

científico se dá mais comumente durante a graduação dos estudantes, os quais iniciam um projeto de Iniciação Científica (IC) conduzido em conjunto com um professor orientador que seja qualificado acerca da temática escolhida (Massi; Queiroz, 2010). Para além de desenvolver habilidades práticas do fazer ciência, como escrita acadêmica, abordagens metodológicas e busca por referencial teórico, os projetos de IC proporcionam desenvolver questões interpessoais indispensáveis para a postura científica. A possibilidade de desenvolver sua própria visão crítica acerca do mundo, integrando teoria e prática, o amadurecimento intelectual e a socialização pessoal e profissional que o envolvimento com o projeto e com o orientador permite (Oliveira; Fernandes, 2018) são apenas algumas das características que demonstram o valor dessa experiência para a formação de novos cientistas no país.

Com o advento de ferramentas de IA Generativa e sua atrativa facilidade de uso para fins acadêmico, o cenário que começa a se desenhar pode justamente “roubar dos alunos a oportunidades de reflexão crítica [...] e a motivação para dedicar tempo ao processo criativo de sintetizar conceitos” (Morris, 2023, p. 8, tradução nossa). Essa visão é reforçada por Zhang et al. (2021), atribuindo à facilidade com que ferramentas como o ChatGPT tem de gerar ideias e construir respostas como uma possível causa de enfraquecimento da capacidade crítica e de pensamento independente dos estudantes, impactando sua formação no aprendizado da postura necessária ao cientista e ao fazer ciência.

Diante da incipiência dos impactos dessa nova tecnologia e da já disruptiva repercussão que ela tem causado em áreas como a pesquisa científica, como por exemplo a possível interferência direta nas principais propostas de valor de um projeto de IC, torna-se fundamental a discussão de seus próximos passos e a reflexão acerca dos ganhos e barreiras que seu uso representa, considerando-se em especial a situação de jovens cientistas. Não obstante, como defende Dunne e Raby (2001, p. 46, tradução nossa), é desejável que este debate conte com um forte envolvimento das pessoas que as utilizarão e serão afetadas por ela, garantindo que “o usuário se torne um protagonista e co-produtor da experiência narrativa ao invés de um consumidor passivo do significado de um produto”.

É a partir desse contexto que essa pesquisa visa explorar como objeto de estudo as ferramentas de IA Generativa ambientalizadas dentro do universo da IC,

buscando compreender os impactos e desafios que isso gera nas dinâmicas dos estudantes e dos professores orientadores e as possíveis consequências futuras de seu uso no fazer científico. As perguntas de pesquisa, seus desdobramentos em hipóteses e objetivos e toda a estrutura metodológica para explorar esse recorte estão apresentadas nos tópicos a seguir, representando a tentativa de se expandir a compreensão desse fenômeno para além do senso comum e privilegiar a perspectiva e experiência qualitativa das pessoas nele envolvidas.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA, MOTIVAÇÕES E JUSTIFICATIVAS

A partir do contexto apresentado até então, propõe-se responder com esse trabalho uma primeira questão de pesquisa (QP):

QP1: Quais as expectativas e preocupações dos estudantes envolvidos em projetos de Iniciação Científica e de professores orientadores sobre os avanços das ferramentas de IA Generativa no campo da pesquisa científica?

No que diz respeito às motivações para essa questão, há primeiro um fundamento de ordem temporal, uma vez que o debate sobre o uso dessa tecnologia está efervescente não só dentro da comunidade acadêmica como também em pautas midiáticas de larga escala, o que gera no autor um forte desejo de contribuir com o debate a partir da visão das pessoas que a utilizam. Além disso, há também uma motivação de ordem pessoal do autor, o qual recorta essa questão de pesquisa no fazer científico como forma de refletir suas próprias inquietações e vivências em realizar uma dissertação de mestrado de maneira concomitante ao lançamento de tais tecnologias.

Justifica-se, portanto, a questão apresentada por conta da relevância de seu debate atual: Stokel-Walker e Van Noorden (2023, p. 216, tradução nossa), por exemplo, afirmam que "(...) a IA generativa está se movendo tão rapidamente que inovações surgem todos os meses, e a forma como os pesquisadores decidem usá-las ditará o futuro deles e o nosso". Não obstante, boa parte da produção acadêmica sobre o tema é escrita e aplicada em língua, cultura e contexto estrangeiro ao português brasileiro, o que surge como uma oportunidade de

posicionar o Brasil, sua cultura e peculiaridades nas discussões pertinentes ao futuro dessa tecnologia.

Entretanto, por mais que tais justificativas se adequem à primeira questão apresentada, há desafios que possibilitam aprofundar ainda mais esse trabalho. Diz Morris:

É extremamente difícil especular sobre futuras capacidades tecnológicas que ainda não existem. Sendo assim, as respostas dos participantes sobre as possíveis aplicações e preocupações com a IA generativa podem estar fortemente influenciadas pelos recursos dos sistemas atuais e pelas suposições de que os sistemas futuros são simplesmente versões mais rápidas e precisas dos paradigmas atuais, o que é, provavelmente, uma suposição incorreta. (Morris, 2023, p. 22, tradução nossa)

Complementando essa visão, Dwivedi *et al.* (2023, p. 37, tradução nossa) aponta que uma questão fundamental para aprofundar o debate é “explorar o que significa ser um ser humano uma vez que a IA têm automatizado nossa escrita e, mais insidiosamente, nosso pensamento, ao mesmo tempo em que influencia nossa tomada de decisões”. Sendo assim, encontram-se justificativas para a inclusão de uma segunda questão de pesquisa para esse trabalho:

QP2: Quais as percepções dos estudantes envolvidos em projetos de Iniciação Científica e de professores orientadores sobre o uso de IA Generativa no campo da pesquisa científica quando em contato com um artefato de design especulativo?

Tal questão visa adicionar a profundidade necessária para esse debate, saindo de um campo especulativo mais pautado pelo que se conhece hoje (Morris, 2023) e levando as discussões para um horizonte mais amplo a partir de um artefato especulativo, explorando assim cenários alternativos de futuro que flexibilizam a realidade e aumentam as possibilidades de que os futuros mais desejado pelas pessoas participantes venham a, de fato, se concretizar (Dunne; Raby, 2013).

1.2 HIPÓTESES

Com as questões de pesquisa devidamente apresentadas, algumas hipóteses (H) foram elaboradas a fim de expressar a visão inicial do autor sobre o problema e servir como norte para o desenvolvimento dos objetivos e métodos desta pesquisa.

H1: Existe por parte de estudantes e professores orientadores envolvidos com Iniciação Científica a expectativa de um uso cada vez maior de ferramentas de IA Generativa na vida acadêmica e em pesquisas científicas.

H2: Professores orientadores apresentam mais preocupações sobre o uso dessa ferramenta em pesquisas científicas do que os estudantes.

H3: A introdução de um artefato especulativo na discussão enriquece significativamente as reflexões e perspectivas dos estudantes e professores orientadores acerca do tema, superando as análises que surgem apenas da aplicação de uma entrevista tradicional.

1.3 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Levando em consideração as perguntas e hipóteses apresentadas, define-se como objetivo principal dessa pesquisa a intenção de posicionar estudantes e professores orientadores envolvidos em Iniciação Científica (considerando suas necessidades, preocupações e expectativas) no centro das discussões sobre o uso de ferramentas de IA Generativa nas pesquisas, permitindo um espaço de reflexão e ampliando os horizontes do debate a partir de uma abordagem especulativa.

Os objetivos específicos que complementam o foco principal são:

1. Fomentar o debate ético e moral que cerca o uso de ferramentas de IA Generativa em Iniciações Científicas, destacando as discussões atuais e adicionando novas contribuições ao tema;
2. Gerar conhecimento empírico das percepções humanas para quando em contato com um artefato especulativo relacionado ao uso da IA Generativa em Iniciações Científicas;

Com esses objetivos, estima-se que a abordagem usuário-centrada adotada nesta pesquisa contribuirá de maneira significativa no debate atual do uso de IA Generativa em Iniciações Científicas, e que a inserção de um artefato especulativo nesse debate expanda os horizontes dessa discussão, influenciando pesquisas futuras acerca dos próximos passos dessa tecnologia.

1.4 MÉTODOS DE PESQUISA

Levando em consideração o desejo dessa pesquisa de extrapolar o debate sobre o futuro da IA Generativa em Iniciações Científicas para além do que se conhece hoje, essa pesquisa adota como abordagem norteadora o Design Especulativo. Segundo Dunne e Raby:

Essa forma de design se baseia na imaginação e tem como objetivo abrir novas perspectivas sobre o que chamamos comumente de "*wicked problems*" (problemas difíceis), criar espaços para discussão e debate sobre formas alternativas de ser e inspirar e incentivar a imaginação das pessoas a fluir livremente. As especulações de design podem atuar como um catalisador para redesenhar coletivamente nossa relação com a realidade. (Dunne; Raby, 2013, p. 2, tradução nossa)

Propõe-se nessa abordagem uma visão de Design para além das demandas da indústria, criando um espaço de debate crítico sobre futuros possíveis como ferramenta para se entender melhor o presente e discutir o tipo de futuro que as pessoas desejam ou não desejam (Dunne; Raby, 2013). Aproximam-se dessa área de conhecimento diversos outros campos como, por exemplo, o Design de Ficção, o Design Crítico e os Estudos do Futuro (*Foresight*).

Uma forma muito comum de possibilitar esse tipo de debate crítico é por meio de artefatos especulativos, também conhecidos como artefatos ficcionais. Dunne e Raby definem esses artefatos como "partes que representam o todo, projetadas para estimular a especulação do espectador sobre o mundo ao qual esses objetos pertencem" (Dunne; Raby, 2013, p. 92, tradução nossa). Ao invés de criar esse "todo" ou esse "mundo" por completo, escolhe-se a abordagem de evocar suas questões culturais e sociais através desses objetos e formas (Galloway; Caudwell, 2018).

Por mais que o "todo" não seja o produto final criado para gerar as discussões, é imprescindível um entendimento mais profundo sobre esse universo especulativo para garantir artefatos bem contextualizados. Usualmente isso se dá por meio da criação de cenários, "os quais geralmente começam com uma pergunta hipotética (*what if?*) e têm a intenção de abrir espaços de debate e discussão; portanto, são necessariamente provocativos, intencionalmente simplificados e ficcionais" (Dunne; Raby, 2013, p. 3, tradução nossa). Funcionam, portanto, como uma narrativa de apoio detalhada que contextualiza os artefatos e suas tecnologias em um contexto

de uso a partir de uma visualização tecnocrática (Galloway; Caudwell, 2018 *apud* Malpass, 2013).

Embora os cenários especulativos sejam tradicionalmente construídos a partir da observação de novas tendências e levantamento de *weak signals* (sinais fracos) em determinada temática, Dunne e Raby (2013) defendem a exploração e hibridização de ferramentas presentes em várias outras áreas para além do Design - como o Cinema, a Literatura, a Ciência, a Ética, a Política e a Arte - a fim de potencializar essas narrativas.

A partir do descrito até aqui e a fim de atingir os objetivos de pesquisa previamente estabelecidos, optou-se para o desenvolvimento deste trabalho uma combinação de métodos advindos da área do Design Especulativo e suas áreas correlatas com metodologias mais tradicionais em abordagens qualitativas de pesquisa. Para isso, quatro grandes etapas de desenvolvimento foram criadas e brevemente explicadas nos parágrafos a seguir.

A primeira etapa busca um aprofundamento no referencial teórico que embasa essa pesquisa, dividindo-se em três tópicos principais: a) Inteligência Artificial e IA Generativa, b) Pesquisa Científica e IA Generativa e c) Design Especulativo. Em todos os tópicos será apresentado breve histórico, funcionamento, métodos e exemplos ou trabalhos relacionados.

Em sequência, a segunda etapa introduz o início do método necessário para criação de cenários e, posteriormente, artefatos especulativos, propondo assim um levantamento e sistematização de sinais e percepções atuais sobre o tema. Divide-se esse momento da seguinte forma:

- Uma pesquisa qualitativa no formato de entrevistas semi-estruturadas é aplicada em um primeiro momento, permitindo não só perguntas pré-definidas sobre o tema geral como a flexibilidade necessária para exploração de tópicos emergentes durante a entrevista. A delimitação da amostra desta pesquisa é formada por 10 sujeitos, sendo 5 estudantes de graduação realizando um projeto de IC e 5 professores orientadores. As áreas de atuação foram limitadas ao campo do Design e Audiovisual, sendo este um critério definido exclusivamente para permitir um recrutamento mais facilitado devido ao tempo disponível para realização deste trabalho, sem a pretensão, portanto, de um

foco em questões específicas de cada uma das áreas. Com isso, busca-se entender os desafios e percepções atuais de estudantes e professores sobre a IA Generativa na IC dentro do que há disponível hoje, bem como suas expectativas sobre os próximos passos da tecnologia.

- Para complementar as percepções coletadas nas entrevistas, um levantamento de sinais e tendências será feito também a partir de artigos científicos sobre o tema, análise de tendências na ferramenta de busca Google, notícias jornalísticas, projetos de lei e, experimentalmente, contribuições geradas por ferramentas de IA Generativa como, por exemplo, o próprio ChatGPT.
- A fim de organizar os dados advindos dessas diferentes fontes e facilitar a leitura das informações, utilizou-se o método da Análise STEEP (Szigeti et al., 2011) a qual permitiu categorizar o conteúdo a partir de cinco grupos principais: Social, Tecnológica, Econômica, Ecológica e Política. Esta abordagem estrutura e classifica tendências e informações dentro destes aspectos, sendo muito utilizada para organização de fatores que, embora não prevejam o futuro, têm o potencial de influenciá-lo (Szigeti et al., 2011).

A terceira etapa metodológica utiliza o material coletado das etapas anteriores para a geração de cenários especulativos sobre o uso da IA Generativa em Iniciações Científicas. O método escolhido para a criação desses cenários é conhecido como Matriz de Planejamento de Cenários (*2x2 Scenario Planning Matrix*), o qual gera até quatro cenários contrastantes colocando dois fatores que influenciam o futuro da questão em estudo em dois eixos que se cruzam formando quatro quadrantes (Rhydderch, 2017). Ainda segundo Rhydderch (2017), os fatores escolhidos para os eixos devem ser de "alto impacto e alta incerteza", garantindo que os parâmetros dos quadrantes sejam claramente diferenciados. A partir do método de Análise Temática Indutiva (Souza, 2019), todo o conteúdo organizado pela Análise STEEP da etapa anterior será sumarizado e agrupado em tópicos de semelhança, permitindo descobrir fatores de influência apontados de maneira comum entre os sinais coletados. Esse método propõe uma análise baseada nos dados coletados sem que exista uma grade pronta de categorias ou temas, apresentando assim praticidade e ampla aplicabilidade (Souza, 2019) e facilitando, assim, a visualização de uma lista de fatores que têm mais relevância para a geração dos cenários.

Nessa etapa, os dois fatores serão decididos a partir dos materiais coletados na etapa anterior, para, posteriormente, serem executados, analisados e refinados como o apoio do Grupo de Estudos em Design Especulativo liderado pelo Prof.º Dr.º Diogo Cortiz e no qual o autor dessa pesquisa tem participação ativa.

Por fim, a quarta e última etapa metodológica utiliza os cenários gerados para criação de um artefato especulativo. O seguinte percurso é delineado para permitir esse desenvolvimento:

- É feita a escolha da mídia e do formato dos artefatos para seu desenvolvimento, o qual será construído pelo próprio autor da pesquisa. Tal artefato terá caráter de protótipo, simulando ou descrevendo o desempenho de uma ferramenta de IA Generativa como um assistente futurista que auxilia na produção acadêmica.
- Um novo ciclo de pesquisa qualitativa no formato de entrevistas semi-estruturadas é aplicada, conduzida com os mesmos 10 estudantes de graduação realizando uma Iniciação Científica e 10 professores orientadores de pesquisa científica participantes do primeiro ciclo. Adiciona-se ao formato a observação do artefato especulativo, buscando compreender quais as percepções e contribuições dos participantes quando em contato com tal objeto.
- O material coletado nessa etapa será analisado também a partir do método de Análise Temática Indutiva (Souza, 2019). Com isso, busca-se a criação de tópicos temáticos a partir das observações e respostas obtidas, as quais farão parte dos resultados finais e análises das hipóteses deste trabalho.

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E IA GENERATIVA

Esse capítulo propõe uma breve explicação sobre o que é a Inteligência Artificial (IA) e quais foram suas evoluções até chegar na IA Generativa, explicando o que é esta última e fornecendo exemplos de ferramentas que utilizam essa tecnologia.

O campo da Inteligência Artificial tem apresentado um crescimento vertiginoso nas últimas décadas, incitando cada vez mais discussões e impactando de maneira abrangente vários setores da sociedade, incluindo áreas tecnológicas, governamentais, empreendimentos e negócios e pesquisa científica (Liu; Shapira; Yue, 2021). Segundo os autores, os avanços de poder computacional, o financiamento público, os investimentos privados de gigantes da tecnologia e o capital de risco desempenharam papéis fundamentais no impulso e inovação da IA, existindo em diversos países estratégias de desenvolvimento da IA específicas com foco desde competitividade econômica e inovação até segurança nacional e vigilância (Liu; Shapira; Yue, 2021).

Sua definição mais tradicional a entende como “a capacidade das máquinas de entender, pensar e aprender de maneira semelhante aos seres humanos” (Gao *et al.*, 2021 *apud* Pan 2016, p. 1, tradução nossa). No entanto, após mais de 60 anos de contínuo desenvolvimento e transformação e uma vasta lista de novas aplicações tecnológicas, o conceito de IA tem se ampliado de maneira acelerada, o que torna complexa a tentativa de uma definição unificada e definitiva para o campo (Gao *et al.*, 2021).

Mitchell (2019) discorre sobre um trabalho proeminente feito por um comitê de pesquisadores acerca do estado atual da IA, o qual definiu o campo como “um ramo da ciência da computação que estuda as propriedades da inteligência por meio da síntese da inteligência”. Por mais que soe redundante, o comitê encara essa dificuldade de definir o campo de maneira positiva, entendendo que “a falta de uma definição precisa e universalmente aceita da IA é, provavelmente, um dos principais motivos que a faz crescer, florescer e avançar em um ciclo constante”, norteando os atuantes neste campo a partir de “um senso aproximado de direção e um imperativo de seguir em frente” (Mitchell, 2019, p. 20, tradução nossa).

A fim de abarcar essa abrangência, o Royal Society e o Alan Turing Institute (2019) nos convida a encarar o campo como um “campo guarda-chuva”, o qual se refere a um conjunto de tecnologias que podem realizar tarefas complexas quando atuam em condições de incerteza, incluindo percepção visual, reconhecimento de fala, processamento de linguagem natural, raciocínio, aprendizado a partir de dados e uma variedade de problemas de otimização.

Para além do conceito geral de IA, um breve resumo histórico se faz necessário para evidenciar marcos importantes do campo e auxiliar no entendimento sobre a IA Generativa nos dias atuais. De início, a ideia de máquinas inteligentes toma corpo a partir dos trabalhos de Alan Turing na década de 1940 e 1950, onde a pergunta "as máquinas podem pensar?" culminou na elaboração de um teste para a inteligência das máquinas - posteriormente conhecido como o Teste de Turing - no qual uma máquina poderia ser considerada inteligente caso seu desempenho em um jogo de perguntas e respostas fosse satisfatório o suficiente a ponto de convencer outra pessoa de que era humana (Royal Society; The Alan Turing Institute, 2019).

O trabalho de Turing representa uma importante influência para a formação da IA enquanto um campo científico, o que aconteceria alguns anos depois em uma pequena conferência sobre o tema na Dartmouth College (1956), onde pioneiros como John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell e Herbert Simon levantaram a discussão acerca das possibilidades de desenvolvimento de máquinas inteligentes (Mitchell, 2019).

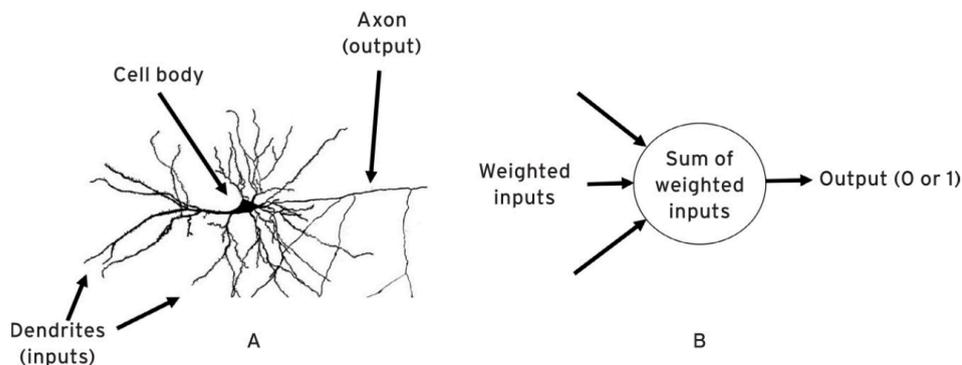
As décadas seguintes foram marcadas por uma rápida evolução de métodos de IA. Seu desenvolvimento seguiu paralelamente duas abordagens divergentes entre si: a primeira conhecida como simbólica e a segunda como sub-simbólica (Mitchell, 2019). A autora explica que a IA simbólica caracteriza-se por ter seu conhecimento baseado em palavras ou frases (símbolos), geralmente compreensíveis para um ser humano, juntamente com regras pelas quais o programa pode combinar e processar esses símbolos para realizar sua tarefa atribuída. Essa foi a abordagem que dominou o campo da IA durante suas primeiras três décadas, especialmente na forma de sistemas especialistas, onde especialistas humanos desenvolveram regras para programas de computador aplicarem em tarefas como diagnóstico médico e tomada de decisões legais (Mitchell, 2019).

Enquanto a IA Simbólica é inspirada pela lógica matemática e por formas de processos de pensamento conscientes, a abordagem da IA sub-simbólica tem sua inspiração na neurociência, buscando capturar os processos de pensamento às vezes inconscientes subjacentes ao que alguns chamam de percepção rápida, como reconhecer rostos ou identificar palavras faladas (Mitchell, 2019). Uma característica importante é que os sistemas desenvolvidos nesta última não contêm uma

linguagem compreensível pelos humanos, sendo essencialmente um emaranhado de equações complexas para aprender tarefas a partir de dados (Mitchell, 2019).

Mitchell (2019) ressalta a importância do trabalho de Rosenblatt no final dos anos 1950 em relação aos Perceptrons, considerados uma influência inicial para os modelos de redes neurais profundas atuais. A autora explica de maneira bastante didática a ideia por trás dos Perceptrons (Figura 2): eles funcionam inspirados em como os neurônios processam informações no cérebro, considerando que as conexões entre neurônios têm diferentes forças, com mais peso atribuído às conexões mais fortes, e que a adaptação dessas forças tem papel fundamental para o aprendizado; para Rosenblatt, o processamento de informações em neurônios poderia ser simulado por um programa de computador (um Perceptron), o qual possui várias entradas numéricas e uma saída, toma uma decisão binária (1 ou 0) com base em se a soma de suas entradas ponderadas atinge um valor de limiar (Mitchell, 2019).

Figura 2 – A, um neurônio no cérebro; B, um Perceptron simples



Fonte: Mitchell (2019, p. 25)

A questão-chave com todos esses métodos, no entanto, era a escalabilidade: eles se tornavam ineficientes quando confrontados com conjuntos de dados maiores, mesmo que modestos (Royal Society; The Alan Turing Institute, 2019). De um lado, defensores de IA simbólicos dominaram o cenário por décadas com promessas de avanços iminentes em áreas como compreensão de fala e linguagem, raciocínio comum, navegação de robôs e veículos autônomos, as quais não se concretizavam e, logo, levaram à um considerável declínio de investimentos em pesquisa e desenvolvimento (Mitchell, 2019). De outro, os estudos sobre os avanços de Perceptrons e sua utilização em camadas receberam fortes críticas publicadas no

final dos anos 70 pelos próprios "fundadores" da IA, Marvin Minsky e Seymour Papert, sendo esse episódio um dos motivos para a diminuição considerável em pesquisas na abordagem sub-simbólica (Mitchell, 2019). Esse breve contexto temporal serve para situar um dentre tantos outros períodos de em que o campo da IA sofreu com cortes de financiamento e diminuição do entusiasmo geral, momentos esses conhecidos como "invernos da IA" (Mitchell, 2019).

Entretanto, um marco importante para se discutir as tecnologias de IA atuais são os fortes desenvolvimentos vistos entre os anos 1990 e 2010 em abordagens sub-simbólicas, como a teoria de aprendizado de máquina (*Machine Learning*) (Royal Society; The Alan Turing Institute, 2019) e, em especial, o avanço de técnicas estatísticas dentro do aprendizado de máquina como o aprendizado profundo (*Deep Learning*) e as redes neurais (Mitchell, 2019). Em especial a partir dos anos 2000, o mundo começa a ver diversas aplicações surpreendentes desses tipos de técnicas, como a tradução automática e carros autônomos do Google, assistentes virtuais como Siri e Alexa, sistemas de reconhecimento de imagem, o programa Watson da IBM que derrotou campeões humanos no programa de TV Jeopardy! e o AlphaGo que derrotou um dos melhores jogadores de Go do mundo (Mitchell, 2019).

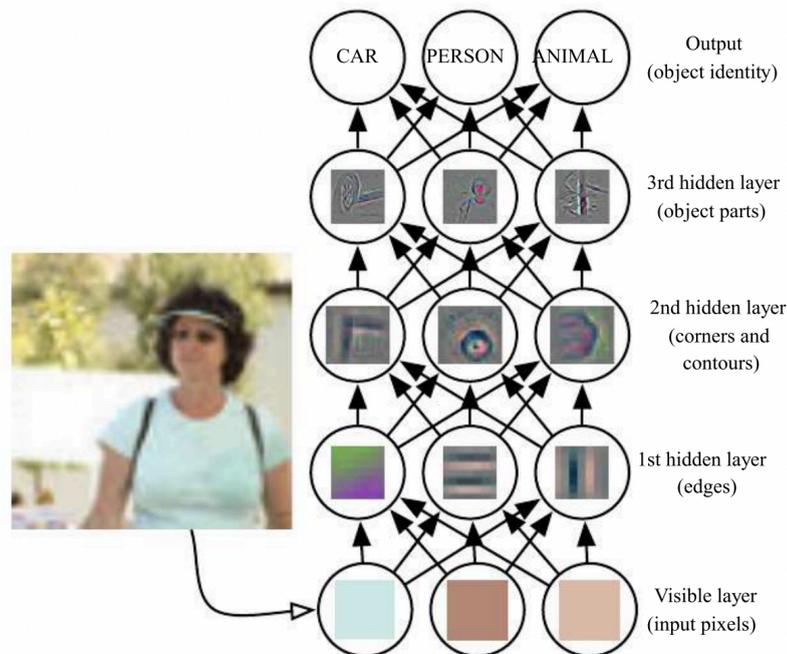
Esses três conceitos (*Machine Learning*, *Deep Learning* e redes neurais) são profundamente importantes para um posterior entendimento do que é a IA Generativa e toda a disrupção que ela tem causado. Xu *et al.* (2021) define aprendizado de máquina como uma área de IA utilizada para possibilitar que um computador ou programa aprenda e adquira inteligência sem intervenção humana, sendo o aprendizado profundo um subconjunto do aprendizado de máquina que utiliza de métodos como as múltiplas camadas de redes neurais com aprendizado de representação; percebe-se, assim, que "aprender" é a palavra-chave desta era da pesquisa em IA.

Esse aprendizado de representação é de importância ímpar para o aprendizado profundo, uma vez que a base de sua utilização está em aprender a partir da compreensão e da representação dos dados de entrada que lhe são fornecidos, os quais existem de formas diversas no mundo real como dados sequenciais, imagens, dados tabulados, dentre tantos outros (Sarker, 2021). Uma representação coerente é um dos principais desafios da área de IA, uma vez que muitos fatores de variação podem influenciar os resultados, como os pixels

individuais em uma imagem de um carro vermelho que podem estar muito próximos do preto durante a noite, ou a forma da silhueta de um carro que depende do ângulo de visão (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016).

Essa é uma das grandes vantagens que o aprendizado profundo proporciona, uma vez que permite que o computador construa conceitos complexos a partir de conceitos mais simples a exemplo do que é ilustrado na Figura 3, a qual evidencia como um sistema de aprendizado profundo pode representar o conceito de uma imagem de uma pessoa combinando conceitos mais simples, como cantos e contornos (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016).

Figura 3 – Aprendizado profundo: Extração hierárquica de características a partir de dados brutos por meio de uma série de mapeamentos em redes neurais, partindo de informações em nível de pixel e progredindo para o reconhecimento de objetos



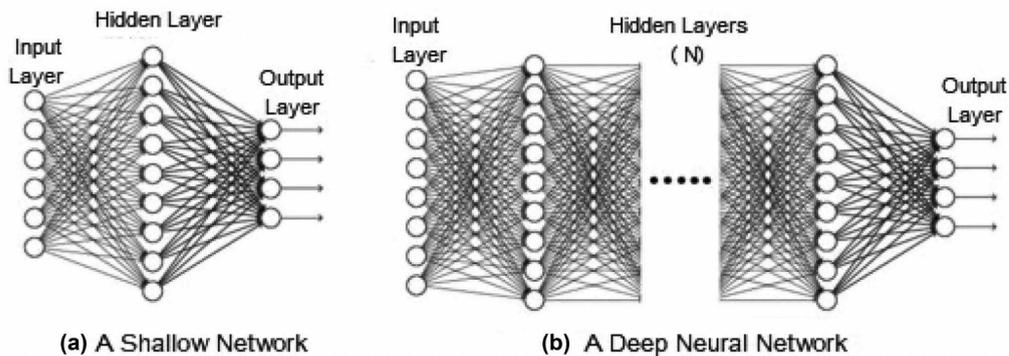
Fonte: (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016, p. 6)

Vale ressaltar que mesmo que as pesquisas e sistemas de aprendizado profundo e redes neurais múltiplas sejam antigas, fatores como capacidade computacional e o tamanho do conjunto de dados foram limitantes de seu desempenho por muitos anos, algo que mudou drasticamente com uma maior digitalização e interconexão da sociedade e seu consequente acúmulo de dados (a era do "*Big Data*") e com uma disponibilidade cada vez maior de GPUs mais rápidas e melhores infraestruturas de softwares e de conexão de rede (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016). Para os autores, esses fatores somados aos avanços das técnicas

para treinar redes neurais cada vez mais profundas justificam a crescente popularidade do aprendizado profundo e utilidade de ferramentas que as utilizam.

Uma rede neural profunda típica possui várias camadas ocultas, incluindo camadas de entrada e saída (Figura 4), as quais podem ser trabalhadas com as inúmeras técnicas de aprendizado profundo a depender do tipo de tarefa de aprendizado a ser resolvida: supervisionada (usando dados rotulados), não supervisionada (análise de conjuntos de dados não rotulados), semi-supervisionada (uma combinação de métodos supervisionados e não supervisionados) ou reforço (aprendizado orientado pelo ambiente) (Sarker, 2021).

Figura 4 – Arquitetura geral de a) uma rede neural superficial com uma camada oculta e b) uma rede neural profunda com múltiplas camadas ocultas



Fonte: Sarker (2021, p. 420)

Sarker (2021) propõe dividir amplamente as técnicas de aprendizado profundo em três categorias principais: redes profundas para aprendizado supervisionado ou discriminativo, redes profundas para aprendizado não supervisionado ou generativo e redes profundas para aprendizado híbrido, combinando ambas as abordagens. É dentro das técnicas generativas, por fim, que grande parte das tecnologias de IA Generativa se encontram.

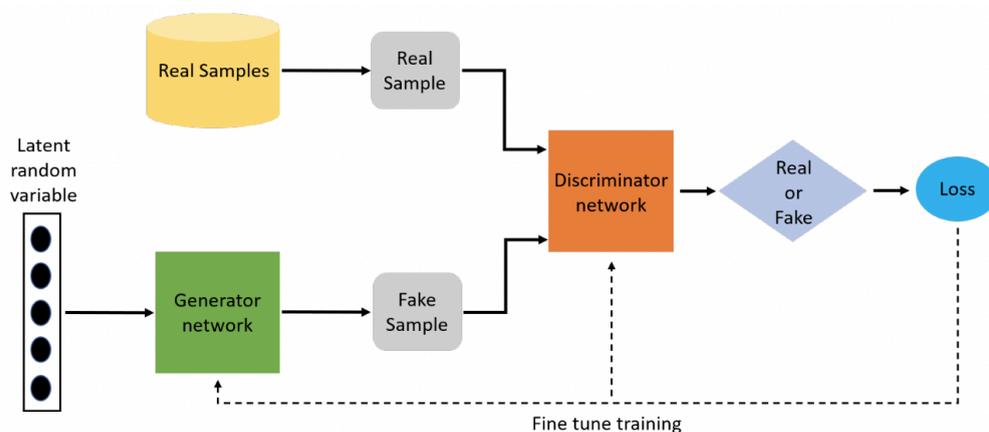
A IA Generativa é um subcampo que engloba modelos de IA capazes de gerar novos conteúdos para além da análise dos dados existentes (Brizuela; Merchán, 2023). Como dito anteriormente, modelos de redes neurais profundas tem conseguido capturar eficazmente a complexidade de dados a partir dos avanços de capacidade computacional e do tamanho das bases disponíveis, tornando-se hábeis em modelar distribuições de alta dimensão de linguagem ou imagens de domínios específicos ou gerais (Brizuela; Merchán, 2023). Segundo os autores:

Ao combinar modelos generativos com técnicas que mapeiam o espaço semântico latente de alta dimensão de linguagem ou imagens para representações multimídia de texto, áudio ou vídeo, torna-se possível transformar qualquer formato de entrada, como texto, em uma variedade de formatos de saída, como vídeo. Essa versatilidade permite a conversão perfeita entre formatos multimídia, tornando os modelos generativos inestimáveis em inúmeras aplicações. A maior vantagem da IA generativa é seu potencial para aplicações infinitas, como criar imagens realistas a partir de descrições textuais, produzir conteúdo de vídeo a partir de áudio ou até mesmo gerar composições musicais com base em estilos ou emoções específicos” (Brizuela; Merchán, 2023, p. 1, tradução nossa).

Os modelos generativos tentam aprender uma função de densidade de probabilidade a partir de um conjunto de treinamento e, em seguida, gerar novas amostras que são retiradas da mesma distribuição (Dash; Ye; Wang, 2021). Dentre as diversas técnicas possíveis, duas tem apresentado um notório desenvolvimento nos últimos anos: as Redes Generativas Adversárias (GANs), com especial impacto nas áreas de síntese visual, e o *Transformer*, técnica que tem revolucionado a área de processamento de linguagem natural (Hudson; Zitnick, 2021).

Uma Rede Generativa Adversarial (GAN) é um tipo de arquitetura de rede neural para modelagem generativa que propõe a descoberta automática e aprendizado de regularidades ou padrões nos dados de entrada, de modo que o modelo possa ser usado para gerar ou produzir novos exemplos a partir do conjunto de dados originais (Sarker, 2021). Para isso, as GANs consistem em duas redes neurais - o Gerador e o Discriminador - onde o objetivo do Gerador é aprender a gerar uma distribuição de amostras falsas para enganar o Discriminador, enquanto o objetivo do Discriminador é aprender a distinguir entre a distribuição real e falsa gerada pelo Gerador (Dash; Ye; Wang, 2021).

Figura 5 – Uma arquitetura GAN básica



Fonte: Dash, Ye e Wang (2021)

Essa técnica tem evoluído notavelmente, com melhorias significativas na estabilidade de treinamento e na qualidade de imagens (Hudson; Zitnick, 2021), permitindo aplicações em uma infinidade de contextos: no processamento de imagens, com super resolução, edição e geração de imagens em alta fidelidade, incluindo rostos humanos; na geração e previsão de vídeo, incluindo texto, áudio e fala; na área da saúde para a síntese de dados sintéticos e para super resolução de imagens médicas; na biologia para sequências de proteínas; na música para a fusão de gêneros musicais e na síntese de áudio, dentre muitos outros exemplos (Dash; Ye; Wang, 2021).

Concomitantemente, avanços significativos foram atingidos no campo do Processamento de Linguagem Natural (PLN) devido à inovadora arquitetura chamada Transformer, a qual revolucionou a compreensão de linguagem ao introduzir mecanismos de auto-atenção (Zhang *et al.*, 2021). Uma função de atenção tradicional é uma maneira de calcular uma saída usando uma consulta, um conjunto de chaves e um conjunto de valores, todos representados como vetores, onde a saída é obtida somando os valores, mas o peso de cada valor dessa soma é determinado por quão bem ele corresponde à consulta em relação à chave correspondente (Vaswani *et al.*, 2017). Em linhas gerais, o resultado obtido como resposta final é uma combinação de todas as outras respostas, mas com mais atenção dada àquelas que correspondem melhor à pergunta, auxiliando a compreensão e processo das informações.

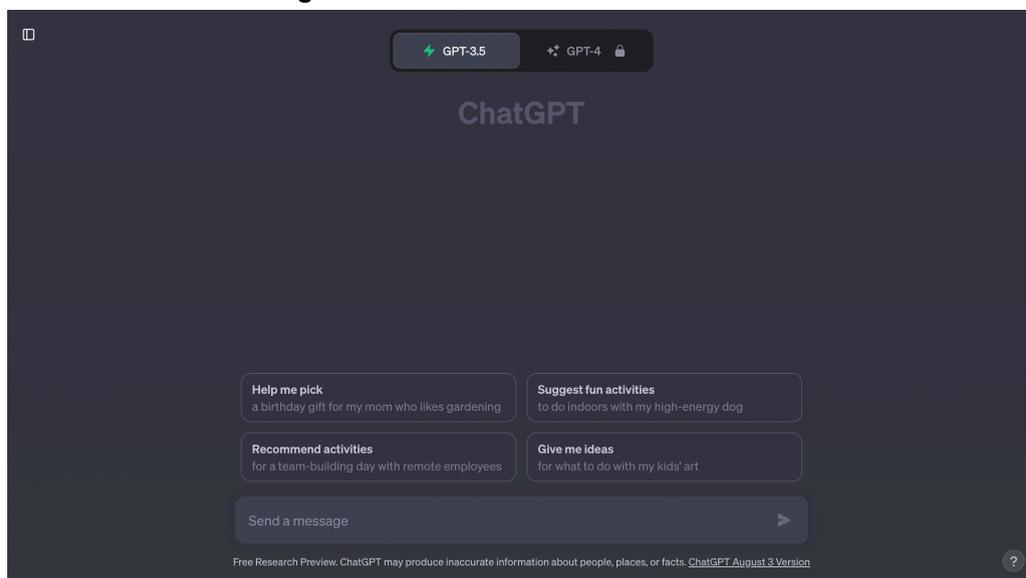
Enquanto os mecanismos de atenção trabalham de sequência a sequência, o que pode tornar mais difícil para o modelo entender como partes distantes da informação se relacionam entre si, o método de auto-atenção (*self-attention*) permite relacionar diferentes posições em uma única sequência para calcular uma representação (Vaswani *et al.*, 2017). Seu uso pode ser justificado em três motivos: a maior complexidade computacional que consegue lidar, a sua capacidade de paralelização e o comprimento do caminho entre dependências de longo alcance na rede, o que a permite gerar modelos mais interpretáveis que aprendem tarefas relacionadas à estrutura sintática e semântica das frases (Vaswani *et al.*, 2017).

Isso garantiu ao Transformer uma poderosa diferenciação para tarefas como compreensão de leitura, sumarização abstrata, inferência textual e na criação de representações de sentenças independentes da tarefa (Vaswani *et al.*, 2017), sendo

hoje a base essencial para o desenvolvimento recente de grandes modelos de linguagem (*Large Language Models* - LLM) como as séries BERT e GPT (Zhang *et al.*, 2021). É a partir dessas tecnologias que ferramentas como o ChatGPT e o DALL·E foram construídos, as quais demonstram capacidades sem precedentes na síntese de imagens, áudio, texto e outras modalidades de dados e representam uma nova era na síntese e manipulação de conteúdo digital (Brizuela; Merchán, 2023).

O ChatGPT, abreviação de "*Generative Pre-trained Transformer*", é um modelo de linguagem conversacional desenvolvido pela OpenAI que utiliza processamento de linguagem natural e aprende a partir de vastos dados da internet para fornecer respostas impulsionadas por IA a perguntas e solicitações (Sabzalieva; Valentini, 2023). Segundo dados da UNESCO (Sabzalieva; Valentini, 2023), esses modelos são treinados com extensos conjuntos de dados de texto retirados da internet para gerar saídas semelhantes às humanas; no caso do ChatGPT, estamos falando de mais de 300 bilhões de palavras e 175 bilhões de parâmetros, o que os confere a habilidade de participar de discussões sobre diversos tópicos, oferecendo dados, análises e opiniões.

Figura 6 – Interface web do ChatGPT 3.5



Fonte: OpenAI⁴ (2023)

Um exemplo do crescente interesse pela IA Generativa pôde ser visto durante o lançamento da ferramenta ao público geral, em Novembro de 2022, a qual conquistou mais de 100 milhões de usuários em apenas dois meses, um recorde de

⁴ Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 16 set. 2023.

crescimento em relação a qualquer outro produto social (Zhang *et al.*, 2021). Essa grande adesão vem transformando o ChatGPT em algo inestimável para uma série de aplicações, a exemplo da pesquisa científica que obteve significativos avanços em processamento de dados, geração de hipóteses e colaboração (Brizuela; Merchán, 2023). Segundo os autores, esse é um tópico em plena ascensão, com mais de 3000 artigos científicos publicados sobre essa tecnologia até Março de 2023.

Como dito anteriormente, os exemplos de aplicação não só do ChatGPT mas de uma série de outras ferramentas de IA Generativa são amplos, com novas possibilidades surgindo a cada dia. Brizuela e Merchán (2023) apresentam uma série de exemplos: ferramentas para escrita científica como Minerva e Galactica, para aconselhamento médico como Med-PaLM2, para geração de imagens hiperrealistas como Midjourney, para transformar texto em um vídeo, em uma música ou em código de programação como Imagen Video, Jukebox e Copilot do Github, respectivamente, e muitas outras.

Entretanto, é importante ressaltar que essa tecnologia não oferece apenas benefícios e impactos positivos, sendo uma pauta relevante e em constante debate as preocupações e desafios que aplicações de IA Generativa apresentam em uma infinidade de aspectos. Alguns exemplos são: limitações técnicas como informações incorretas, alucinações e inconsistências nos resultados gerados; aplicações indevidas como plágio, má conduta, excesso de confiança, conteúdos impróprios e propagação de desinformação e preocupações éticas como vieses discriminatórios nos conteúdos gerados, questões de privacidade, equidade, segurança, transparência e falta de regulamentação (Zhang *et al.*, 2021). Essas e outras questões serão aprofundadas com mais detalhes no capítulo seguinte a partir do recorte do uso dessa tecnologia no campo da pesquisa científica.

3 PESQUISA CIENTÍFICA E IA GENERATIVA

Esse capítulo propõe uma breve explicação sobre o que é a pesquisa científica e um panorama geral do uso da IA na ciência, passando por rápidos exemplos históricos até chegar nas mais recentes aplicações com ferramentas

de IA Generativa. Em seguida, apresenta dois blocos de levantamento teórico acerca dos benefícios e das preocupações que envolvem esse uso. Por fim, conclui com um bloco sobre Iniciação Científica e IA Generativa, explicando de maneira sucinta o que são as ICs e destacando os impactos do uso da IA Generativa para jovens cientistas.

A atribuição da palavra "científica" ao ato de pesquisar - sendo esse o conjunto de atividades orientadas em busca de um conhecimento específico - infere que a pesquisa será feita de maneira sistematizada, com método próprio e técnicas específicas, a fim de trazer à luz um novo conhecimento advindo da realidade empírica que a cerca (Rudio, 2007). Independente do método a ser utilizado, tanto o cientista teórico quanto o experimental formulam seus enunciados e buscam formas de verificá-los um a um, buscando uma análise lógica de confrontar suas hipóteses e/ou teorias com a experiência realizada ou observada (Popper, 2005).

A formulação do problema da pesquisa, a enunciação de hipóteses, a coleta de dados e sua posterior análise e interpretação figuram não só como um conjunto formal de procedimentos para a pesquisa científica mas também como a base de um pensamento reflexivo suficientemente eficaz para aumentar o saber do indivíduo que o utiliza e para ampliar os saberes na área da ciência (Rudio, 2007).

Entretanto, por mais que construída por alicerces metodológicos sólidos, há na ciência grande dinamicidade, uma vez que descobertas são feitas de maneira ininterrupta com resultados de caráter sempre provisório e transitório (Droescher; Silva, 2014). Analisando a visão de ciência de Peirce, Santaella (2016) nos retoma a importância da ciência enquanto um corpo vivo, em crescimento, sem uma definição acabada que a iniba de praticar sua margem de indeterminação, esta última sendo característica própria dos processos em construção.

Essa maleabilidade é imprescindível para permitir, por exemplo, que evoluções tecnológicas sejam abarcadas no fazer ciência, o que pode ser visto na integração cada vez maior de sistemas de Inteligência Artificial não só como um método científico mas como próprio agente participante de sua realização. Para Gil (2017), há grande interesse em entender qual o papel dessa tecnologia dentro do ecossistema da pesquisa científica, a qual vem disputando e exigindo a flexibilização

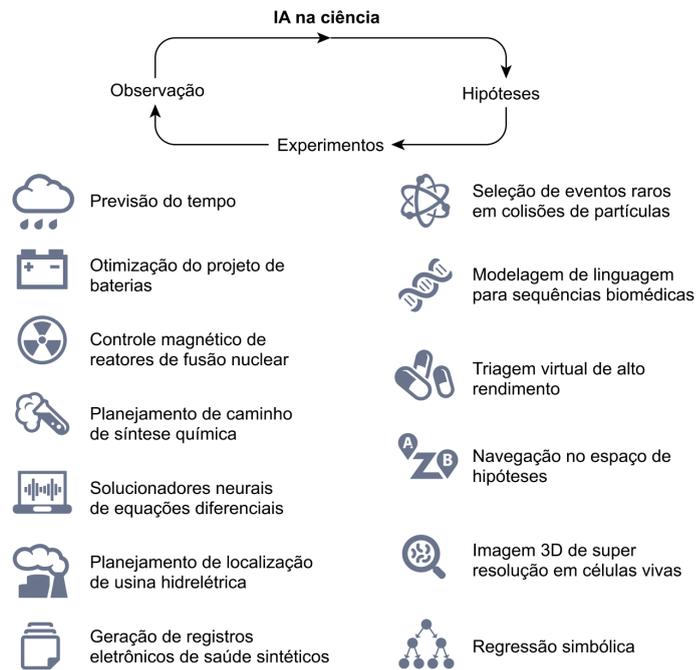
de um espaço tradicionalmente sustentado por pesquisadores titulados, alunos de graduação e pós-graduação e assistentes de laboratório.

O uso da Inteligência Artificial na prática científica não é algo tão recente quanto parece. Mesmo de maneira não automatizada, o início dos anos 1900 apresentou avanços consideráveis em técnicas estatísticas na coleta e análise de dados, como por exemplo o desenvolvimento do teste t: estruturas matemáticas que foram vitais para extrair o máximo possível de informações de dados os quais, anteriormente, exigiam muito tempo e dinheiro para serem gerados e coletados (Royal Society; Alan Turing Institute, 2019). Tal qual esse tipo de avanço, o uso de avanços metodológicos quantitativos como o método de pesquisa *Bootstrapping* e a introdução da digitalização na década de 1950 abriu caminho para o uso geral da computação em pesquisas científicas (Wang *et al.*, 2023).

Já entre os anos 70 e 80, o pioneiro na área de IA e ganhador do prêmio Nobel, Herbert Simon, desenvolveu com alguns colegas sistemas que demonstraram recursos avançados de raciocínio para analisar dados científicos; Joshua Lederberg (também ganhador de um Nobel), no mesmo período, propôs com outros cientistas o sistema DENDRAL, o qual analisava dados de espectrometria de massa a fim de levantar hipóteses sobre estruturas moleculares. (Gil *et al.*, 2014).

Os avanços tecnológicos e de capacidade computacional das últimas décadas vêm permitindo um crescimento exponencial do uso da IA em uma série de disciplinas científicas, seja para integrar conjuntos de dados maciços, refinar medições, orientar experimentos ou explorar o espaço de teorias possíveis (Wang *et al.*, 2023). Para os autores, a forma como dados são coletados, transformados e entendidos representa a base fundamental para a geração de novas descobertas científicas, o que torna a IA ferramenta indispensável para "otimizar parâmetros e funções, explorar vastos espaços de hipóteses candidatas para formar teorias e gerar hipóteses estimando sua incerteza para sugerir experimentos relevantes" (Wang *et al.*, 2023, p. 48, tradução nossa).

Figura 7 – Ciência na era da Inteligência Artificial



Fonte: Wang et al. (2023, p. 48, tradução nossa)

Mesmo diante do relevante impacto que essas e outras aplicações apresentaram nas últimas décadas, é a partir dos anos iniciais de 2010 que uma significativa expansão do escopo e da ambição do uso da IA em descobertas científicas é observada, muito por conta do amadurecimento das técnicas de aprendizagem profunda (Wang *et al.*, 2023). Segundo os autores, a disponibilidade de grandes conjuntos de dados, de maior potência computacional e de novos algoritmos mudaram drasticamente o cenário, possibilitando o uso de redes neurais de múltiplas camadas capazes de resolver simultaneamente muitas tarefas de um mesmo problema científico, de modelos generativos para estimar a distribuição de dados subjacentes de um sistema complexo e dar suporte a novos projetos e de métodos de aprendizagem por reforço que exploram cenários possíveis e atribuem recompensas a diferentes ações com base em métricas para conduzir experimentos.

O aprendizado de máquina, em especial o aprendizado profundo, tem se tornado uma ferramenta fundamental para que pesquisadores de vários domínios da ciência possam analisar grandes conjuntos de dados, detectar padrões desconhecidos ou impossíveis de se obter de formas anteriores e obter, assim, descobertas impressionantes (Royal Society; Alan Turing Institute, 2019). A computação de grandes bases de dados tem levado a descobertas espetaculares

em diversas áreas, da física de alta energia a biomedicina e geociências, levando a revista Science a afirmar em uma de suas capas que a “Inteligência Artificial transformou a ciência” (Gil, 2017).

Em relatório construído em conjunto, a Royal Society e o Alan Turing Institute (2019) descrevem uma série de inovações promovidas pelos últimos avanços da IA, como a busca por padrões dentro da enorme quantidade de dados astronômicos, o entendimento mais profundo dos efeitos das mudanças climáticas em cidades e regiões, a análise de imagens de satélite para apoiar conservação ambiental e de espécies da fauna, a identificação de características de materiais a partir de imagens de alta resolução, a busca de partícula físicas para descobertas astronômicas, dentre muitas outras.

É a partir desse cenário de completa disrupção causada pelo aprendizado profundo na ciência que as aplicações de IA Generativa se encontram, promovendo por si só um novo momento de expansão de possibilidades nunca antes visto. As promessas potenciais dessa tecnologia na ciência são tantas que justificaram, por exemplo, a criação do Desafio Nobel Turing para “desenvolver um sistema de IA altamente autônomo que possa realizar ciência de alto nível, indistinguível da qualidade daquela realizada pelos melhores cientistas humanos” e justificando, assim, o reconhecimento de um prêmio Nobel para tais descobertas (Morris, 2023, p. 3, tradução nossa). Seu uso tem apresentado notável sucesso para o avanço de uma infinidade de campos científicos,

[...] desde a previsão da estrutura das proteínas na biologia até a concepção de novos candidatos a medicamentos na medicina, desde a descoberta de leis naturais na física até a solução de equações complicadas e a descoberta de novas conjecturas na matemática, desde o controle da fusão nuclear até a previsão de novas propriedades de materiais, desde a concepção de políticas tributárias até a sugestão de mecanismos sociais democráticos e muito mais (Gao; Wang, 2023, p. 2, tradução nossa).

Uma diferença crucial entre a IA Generativa e outras formas de IA aplicadas à pesquisa científica até então está na sua habilidade de ir muito além da análise de dados e previsões, performando diversas tarefas de geração e criação de novos dados, hipóteses e conteúdos. Marr (2023a) afirma que IA tradicional se destaca no reconhecimento de padrões, enquanto a IA Generativa se destaca na criação de padrões: uma analisa os dados e diz o que vê, a outra pode usar esses mesmos dados para criar algo totalmente novo.

Essa capacidade confere à IA Generativa a possibilidade de atuar em diversos momentos do percurso metodológico de uma pesquisa, seja para potencializar e otimizar a performance do pesquisador, seja para produzir de fato parte da produção. A UNESCO (Sabzalieva; Valentini, 2023), em um esforço de sistematizar conhecimento sobre essas novas oportunidades de aplicação, propôs em seu relatório sobre o uso específico do ChatGPT na pesquisa científica uma atenção especial à quatro áreas do processo científico: o uso para criação do projeto da pesquisa, gerando ideias para perguntas e sugerindo fontes de dados; o uso para coleta de dados, buscando ativamente por referências e traduzindo o conteúdo encontrado; o uso para análise de dados, codificando e sugerindo tópicos de atenção e, por fim, o uso durante a escrita científica, melhorando a qualidade do texto, formatando citações e traduzindo o conteúdo para outros idiomas (Figura 8).

Figura 8 – Diagrama sobre o uso do ChatGPT em pesquisas científicas



Fonte: Sabzalieva e Valentini (2023)

Cardoso e Perich (2023) propõem, também, um conjunto de cinco processos científicos transformados pela IA Generativa, os quais estão em linha com os apresentados pela UNESCO: a busca e seleção de artigos, a leitura dos artigos, a análise de dados, a escrita e a apresentação de dados. Zohery (2023) apresenta uma sistematização muito similar, utilizando o ChatGPT como exemplo e propondo quatro tópicos de atenção: o uso na concepção da pesquisa, na edição e revisão de textos, na escrita acadêmica e na publicação acadêmica.

Esses e outros trabalhos discutem não só as aplicações práticas e promissoras dessa tecnologia como também as contrapartidas que seu uso pode acarretar. A fim de promover uma melhor sistematização desse debate e garantir uma pluralidade de perspectivas, a sequência deste capítulo está dividida em: a) visões otimistas do uso

da IA Generativa na pesquisa científica; b) preocupações e ressalvas sobre seu uso e, por fim, c) um recorte específico para analisar esses dois panoramas dentro do contexto da IC e suas peculiaridades.

3.1 PRÁTICAS E PERSPECTIVAS OTIMISTAS

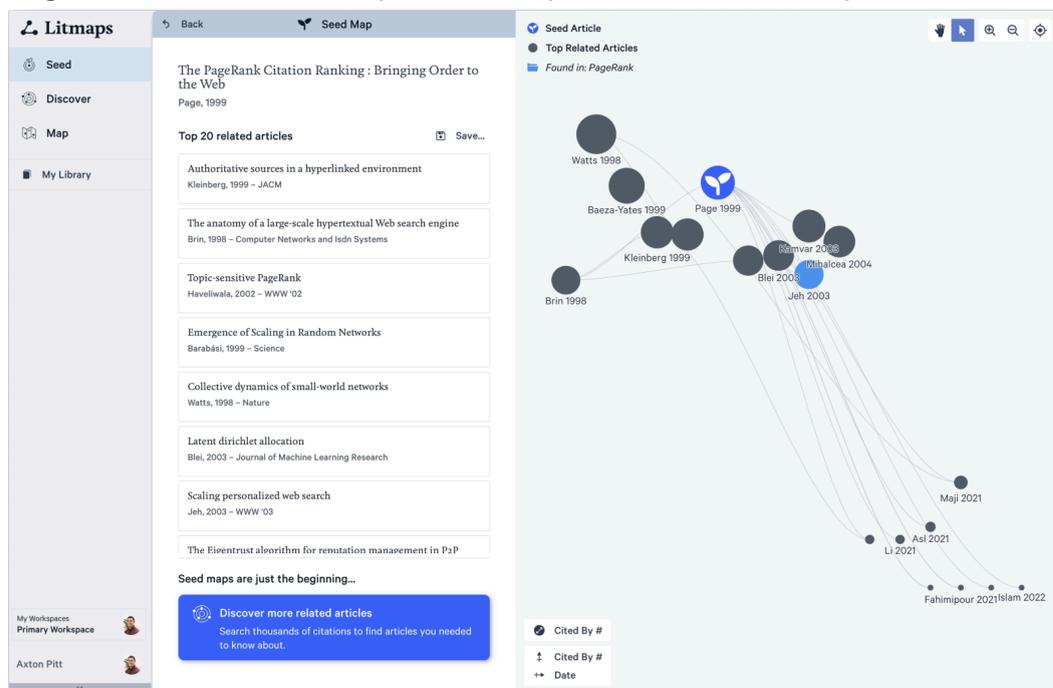
3.1.1 Elaboração do projeto de pesquisa

A elaboração de um projeto de pesquisa configura como um dos primeiros passos que o pesquisador dá para iniciar a trajetória em busca de um novo conhecimento. A inserção de ferramentas de IA Generativa nessa etapa tem demonstrado grande valor já em seu *status quo* de performance, além de gerar muita especulação e expectativa sobre o que poderá ser capaz daqui pra frente. Ferramentas como o ChatGPT podem, por exemplo, auxiliar na busca dos tipos mais adequados de métodos e procedimentos para determinado tipo de pergunta de pesquisa, sugerindo instrumentos de pesquisa possíveis, identificando gaps na literatura e sintetizando informações gerais para um primeiro momento de ideias sobre o projeto (Zohery, 2023).

Além disso, muitas são as possibilidades no que diz respeito à busca de base teórica e referencial para o projeto com o auxílio de ferramentas de IA Generativa. Cardoso e Perich (2023) defendem que há no uso dessa tecnologia uma transformação decisiva na forma como tópicos, pesquisas e artigos acadêmicos são encontrados, analisados e examinados. Os autores citam ferramentas como a Consensus, a Elicit e a Perplexity que, em linhas gerais, permitem não só buscar por uma lista de artigos, mas também analisar trechos específicos, correlacionar, gerar insights sobre determinadas partes e identificar a fonte de referências do conteúdo que foi gerado. Para França (2023, p.3, tradução nossa), ferramentas como essas aceleram e potencializam de maneira expressiva o processo do referenciar científico, seja "rastreamento trabalhos recentes, encontrando artigos relevantes, mapeando áreas de conhecimento ou até mesmo gerando sínteses completas sobre uma determinada questão de pesquisa".

Outras formas de acelerar o processo de revisão de literatura são encontrados em ferramentas como a Connected Papers ou a Litmaps (Figura 9), as quais geram mapas de referências e fornecem uma visualização de rede entre elas, apontando as principais conexões existentes entre as obras e quais são mais citadas em relação àquele tema (Cardoso; Perich, 2023). Ainda segundo os autores, ferramentas como a Scite dão um passo além, mostrando não só uma sistematização de referências diante da busca realizada como também o impacto que esses trabalhos têm gerado, quais trechos estão sendo refutados por outros autores e quais têm ganhado mais destaque nas discussões e, portanto, são mais promissores de serem lidos.

Figura 9 – Interface Web do aplicativo Litmaps demonstrando um mapa de referências



Fonte: Litmaps⁵ (2023)

A forma como realizamos nossa leitura do material acadêmico é outro processo que está passando por profundas mudanças. Ferramentas como o ChatPDF, Scholarcy e Resoomer possibilitam carregar um arquivo de texto e "conversar" com o conteúdo, perguntando por exemplo sobre a quantidade de casos analisados, metodologia utilizada, conclusões e conceitos chave presentes no trabalho (Cardoso; Perich, 2023). A possibilidade de se obter resumos concisos e consistentes de um documento ou conjunto de documentos e destrinchá-los da

⁵ Disponível em: <https://www.litmaps.com/features>. Acesso em: 16 set. 2023.

maneira mais adequada aos objetivos da pesquisa transforma consideravelmente esse processo, possibilitando que os principais argumentos, descobertas e implicações do trabalho fiquem evidentes e o "fichamento" mais personalizável e otimizado (Zohery, 2023).

Um dos processos mais complexos no andamento de um projeto científico é o correto recorte dos problemas de pesquisa e as possíveis hipóteses que se desdobram. Esse tópico, inclusive, faz parte da própria experiência do autor ao tentar definir o recorte e abordagem a ser desenvolvida nesta pesquisa. Wang *et al.* (2023) afirmam que obter hipóteses testáveis é uma das etapas fundamentais para a descoberta científica, assumindo formas diversas desde expressões simbólicas na matemática até moléculas na química e variantes genéticas na biologia. Entretanto, sua formulação pode ser um processo trabalhoso, usando como exemplo Johannes Kepler, que passou quatro anos analisando dados estelares e planetários antes de chegar a uma hipótese que levou à descoberta das leis do movimento planetário (Wang *et al.*, 2023).

Diante das diversas possibilidades do uso de ferramentas de IA Generativa para apoiar esse processo, Morris (2023) elenca uma série de expectativas acerca desse uso, desde identificação e justificativa de temas em alta que merecem maior atenção ou investimento de tempo e recursos até a identificação de padrões de estudos passados que possam auxiliar a escolha de caminhos futuros, inclusive mostrando as chances do que pode ser mais citado, mais premiado ou até mesmo mais provável de atingir resultados relevantes e alinhados às hipóteses. Por falar em hipóteses, as possibilidades para otimizá-las ou até mesmo gerá-las através dessas ferramentas são diversas: uso dos chatbots para dialogar sobre a qualidade de uma hipótese ou idear possibilidades para determinado tipo de problema de pesquisa; gerar mais hipóteses a partir de uma primeira ideia; colocar à prova uma hipótese pedindo por revisão, potenciais erros, contra-argumentos ou explicações alternativas e, assim, auxiliando a obter resultados com maior validação e confiabilidade (Zohery, 2023). As ferramentas podem, inclusive, "gerar hipóteses projetando objetos, como uma molécula que se liga a um alvo terapêutico ou um contraexemplo que contradiz uma conjectura matemática, sugerindo uma avaliação experimental em laboratório", identificando dentro de uma série de infinitas possibilidades àquelas que tem mais chance de serem promissoras e receberem investimento (Wang *et al.*, 2023, p. 51, tradução nossa). Para França (2023), a parte mais valiosa desse uso está em

analisar possíveis respostas que suas perguntas podem receber, auxiliando na elaboração de hipóteses mais imparciais e precisas.

Não obstante, o uso da IA Generativa para a elaboração dos projetos tem se mostrado um processo quase que imprescindível para a obtenção de um trabalho bem referenciado, uma vez que alguns estudos indicam que as pesquisas disponíveis para leitura hoje já ultrapassam e muito a capacidade humana de lê-los (Byun; Stuhlmüller, 2023 *apud* Tenopir *et al.*, 2015). A partir do uso dessas ferramentas, há não só um melhor aproveitamento e recorte dos trabalhos relacionados como também uma otimização de tempo nunca antes possível, permitindo aos cientistas uma maior dedicação ao projeto e aos processos criativos que expandem a ciência, criam novas subáreas e permitem descobertas inovadoras (Byun; Stuhlmüller, 2023).

3.1.2 Coleta e análise de dados

Para além da estrutura do projeto científico, há também uma infinidade de aplicações no que diz respeito à coleta e análise de dados, fatores que, segundo Wang *et al.* (2023, p. 47, tradução nossa), "são fundamentais para a compreensão e a descoberta científica, dois dos objetivos centrais da ciência". A Inteligência Artificial vem sendo tradicionalmente aplicada a esse objetivo: ferramentas como a Dendral, citada anteriormente, que explora o espaço das hipóteses com dados da química orgânica e a TETRAD que cria redes de causalidade em modelos econométricos são alguns dos exemplos (Gil, 2017). O advento da IA Generativa, entretanto, possibilitou que bases enormes e complexas de dados pudessem ser processadas de maneira mais eficiente e com identificação de padrões, tendências e correlações difíceis de serem detectadas pelo trabalho humano (França, 2023).

Essa escala e complexidade cada vez maiores dos conjuntos de dados vem levando a "uma dependência crescente do processamento em tempo real e da computação de alto desempenho na pesquisa científica para armazenar e analisar seletivamente os dados gerados em tão alta velocidade" (Wang *et al.*, 2023, p. 48, tradução nossa).

Para dar conta de tamanha demanda, softwares como o Atlas.ti, para pesquisas qualitativas e o Tableau para quantitativas estão incluindo ferramentas de IA em suas opções (Cardoso; Perich, 2023), tendo o Atlas.ti inclusive um assistente de código que automaticamente performa códigos de maneira descritiva e aberta (França, 2023). Para França (2023), a pesquisa qualitativa ganha especial benefício com o uso dessas ferramentas, uma vez que é formada por dados de entrada muito mais ricos e complexos que nem sempre podem ser processados imediatamente ou em tempo hábil, como imagens e documentos (que hoje podem ser facilmente descritos em texto com o MidJourney), entrevistas gravadas em áudio (transformados em texto com a API Whisper ou o aplicativo Transkriptor) e até mesmo descrições de vídeo automaticamente geradas com o Hypotenuse.ai.

Essa habilidade de processar com alto desempenho outros tipos de dados para além do texto, como imagens, por exemplo, tem proporcionado grandes evoluções no meio científico, não só no sentido de descobertas possíveis mas também de otimização e economia de recursos. Ghosh (2023) fornece alguns exemplos:

[...] Em outros casos, os modelos generativos podem remover ruídos ou objetos indesejados dos dados [de imagens do universo], por exemplo, para desfazer a mistura de imagens de galáxias. Um recurso particularmente interessante desses modelos é sua capacidade de fornecer dados de "super-resolução", ou seja, dados com resolução mais alta do que os dados originais registrados. Na ciência dos materiais, por exemplo, os modelos de super-resolução podem aprimorar corretamente imagens microscópicas eletrônicas mais baratas e de baixa resolução para imagens de alta resolução que, de outra forma, seriam mais caras para capturar. (Ghosh, 2023, p. 107, tradução nossa).

As técnicas de aprendizagem profunda utilizadas pelas ferramentas de IA Generativa permitem essa extração de dados científicos com representações de alta significância, considerando vários níveis de abstração (Wang *et al.*, 2023). Para os autores, uma representação de qualidade deve "reter o máximo possível de informações sobre os dados e, ao mesmo tempo, permanecer simples e acessível, [...] compactas e discriminativas" (Wang *et al.*, 2023, p. 50, tradução nossa). Ferramentas como o ChartGPT e o PandasAI elaboram gráficos de forma automatizada auxiliando na visualização e entendimento dos dados analisados (Cardoso; Perich, 2023), assim como o próprio ChatGPT que cria *charts* e diagramas e descreve exemplos e referências para uma análise mais simples e efetiva advinda de dados complexos (Zohery, 2023).

Selecionar os dados corretos diante do tamanho cada vez maior das bases disponíveis é fundamental para um bom resultado de pesquisa. Experimentos de colisão de partículas, por exemplo, geram uma quantidade enorme de dados, ultrapassando 100 terabytes por segundo, o que desafia as tecnologias de transmissão e armazenamento de dados (Wang *et al.*, 2023). Os autores afirmam que mais de 99,99% desses dados são ruídos de fundo filtrados usando aprendizado profundo para detecção de fenômenos raros, um método não supervisionado amplamente utilizado em diversas áreas científicas.

Outra vantagem apresentada por Wang *et al.* (2023) está na possibilidade de aplicar técnicas como "pseudo-rotulagem" (*Pseudo-labelling*) e "propagação de rótulos" (*label propagation*) para treinar modelos com dados previamente sem rótulos; por exemplo, na biologia, rotular moléculas recém-caracterizadas é crucial, pois poucas têm rótulos experimentais. A possibilidade de uso desses dados fictícios também em testes ou prototipagem de métodos de pesquisa permite imitar o comportamento de dados reais para testar procedimentos e visualizar resultados até que estes estejam disponíveis e sejam aplicados em seu lugar (França, 2023).

Simular experimentos científicos por meio de ferramentas de IA Generativa é outra pauta bastante presente nas discussões analisadas. As simulações computacionais movidas pelos avanços da IA Generativa estão se tornando cada vez mais importantes para experimentação científica devido à sua relação custo-eficácia e flexibilidade, ajudando a otimizar hipóteses e preencher a lacuna entre observações e experimentos em simulações (Wang *et al.*, 2023).

Os autores destacam vantagens do uso dessa tecnologia tanto para planejamento e direção de experimentos (por exemplo, em sínteses químicas onde são projetadas rotas sintéticas para os compostos químicos desejados, reduzindo a necessidade de intervenção humana) como para a adaptação e tomada de decisões em tempo real durante os experimentos (por exemplo, feedbacks em tempo real de velocidade de vento e elevação solar para controle de navegação de balões estratosféricos) (Wang *et al.*, 2023).

A simulação computacional a partir do uso de IA tem se mostrado poderosa para testar hipóteses, uma vez que, mesmo dependendo do entendimento humano dos sistemas estudados, melhora a simulação ao ajustar parâmetros complexos, resolver equações e modelar estados de forma mais precisa e eficiente (Wang *et al.*,

2023). Para Morris (2023), há expectativas acerca desse uso na otimização cada vez mais acurada dos protocolos e condições de experimentos e por feedbacks em tempo real para minimização de erros ao longo das simulações, permitindo assim economias consideráveis de recursos financeiros e intelectuais.

Por fim, ao mesmo tempo em que essa coleta e análise de dados em larga escala vem promovendo avanços imensuráveis em descobertas científicas, paralelamente o avanço da ciência itera e melhora essas ferramentas, criando o que Gil *et al.* (2014) chama de "círculo virtuoso". Para ela, abordar os desafios reais da ciência com o uso dessas ferramentas impulsiona o desenvolvimento da IA em muitas áreas, incluindo "representação de conhecimento, inferências automáticas, raciocínio de processo, processamento de linguagem natural, aprendizado de máquina, interação colaborativa e interfaces de usuário inteligentes" (Gil *et al.*, 2014, p. 172, tradução nossa).

3.1.3 Escrita científica

Um dos usos promissores de ferramentas de IA Generativa no fazer científico está em acelerar, otimizar e melhorar o processo de relatar e escrever a pesquisa (Peres, 2023), tarefa essa que exige grande despendimento de tempo para se atingir a clareza, precisão e rigor necessários para a transmissão efetiva das descobertas e resultados obtidos. Peres (2023) afirma, inclusive, que escrever cientificamente é um ofício difícil de ser dominado e difícil de ser colocado em escala, o que pode mudar expressivamente com o uso dessa tecnologia.

De fato, a forma como pesquisadores escrevem cientificamente já está sendo transformada profundamente pelo uso da IA Generativa, em especial as que trabalham com geração de texto como o ChatGPT. A partir de sua capacidade de analisar grandes quantidades de dados extensos e responder como saída conteúdos em linguagem natural, essas ferramentas têm ganhado grande relevância funcionando como assistentes de redação acadêmica para criação de rascunhos de pesquisa, ensaios, dissertações e outras tarefas (Zohery, 2023). Seu uso pode, inclusive, auxiliar na criação de títulos mais atraentes e palavras-chave relevantes

que auxiliem as pesquisas a serem encontradas nos sistemas de busca, o que aumenta as chances de citações e a relevância dos trabalhos (Zohery, 2023).

Correções gramaticais, ortográficas e estruturais do texto também ganham com o uso desse tipo de ferramenta. Cardoso e Perich (2023) citam diversas plataformas que realizam esse trabalho, como a Cohere, PaperPal, ResearchRabbit, Writefull, Worde Tune e QuillBot, funcionando como uma espécie de co-piloto durante a escrita. Zohery (2023) defende que o desempenho desse tipo de ferramenta tem sido mais preciso do que as ferramentas tradicionais, melhorando a consistência na escrita e assegurando que a gramática, estilo e tom estejam uniformes.

Pesquisadores podem utilizar essas ferramentas para um uso de vocabulários mais aprimorados, o que pode ser especialmente útil para os menos experientes com a escrita científica. Uma vez que a repetição de palavras em uma pesquisa pode ser monótona e diminuir o interesse do leitor, as ferramentas de IA Generativa podem auxiliar na escolha de sinônimos e palavras relacionadas para tornar a escrita mais variada e expressiva (Zohery, 2023). Não obstante, Zohery (2023) defende que as ferramentas podem auxiliar não só nessa substituição de termos mas também na completa transformação de um texto escrito em linguagem mais informal em propostas mais refinadas e científicas, sendo inclusive uma forma de ensinar sobre termos e estruturas comuns da escrita acadêmica a jovens cientistas com menos experiência.

Outro exemplo de grande impacto para a escrita científica é a possibilidade de tradução do texto para idiomas diversos de maneira mais precisa, levando em consideração inclusive o contexto e tom utilizado no conteúdo (Zohery, 2023). O Grammarly já utiliza recursos de IA para correção de textos em inglês, assim como o DeepL que aprende com suas próprias traduções e acaba apresentando um desempenho melhor do que o Google Translate (Cardoso; Perich, 2023). Morris (2023) traz a reflexão sobre muitos alunos de pós-graduação que têm o inglês como língua secundária, os quais podem se beneficiar muito de ferramentas como essa para reduzir as desigualdades nas publicações e nas habilidades de escrita. A mesma reflexão pode ser utilizada para pensar o posicionamento de países do sul global em publicações de língua inglesa, promovendo certa democratização nesse acesso (Cardoso; Perich, 2023).

A geração de referências e citações para trabalhos acadêmicos também é uma possibilidade, levando em consideração inclusive formatações específicas como APA, MLA e Chicago caso solicitado (Zohery, 2023). Segundo o autor, ferramentas como o ChatGPT podem inclusive atuar como um verificador das citações do trabalho, verificando o conteúdo de entrada e sugerindo as melhorias necessárias.

Indo além, as possibilidades de melhoria da escrita científica não se restringem apenas aos trabalhos acadêmicos por si só. França (2023) sugere que ferramentas de IA Generativa podem auxiliar pesquisadores empíricos na escrita de vários instrumentos de pesquisa como questionários ou roteiros de entrevistas. Ao fornecer o contexto de pesquisa desejado, as ferramentas podem sugerir perguntas ou até mesmo oferecer orientações para criar questões eficazes.

Essas e outras possibilidades levam Cardoso e Perich (2023) a acreditarem que, em breve, nenhum resumo ou título acadêmico não terá sido elaborado ou testado com a ajuda da IA. Entretanto, por mais que os benefícios sejam muitos e liberem um tempo valioso dos pesquisadores para se dedicarem à pesquisa e à análise, Zohery (2023) alerta que nenhuma das práticas citadas anteriormente devem substituir a revisão, edição e especialização humana para cada uma das etapas da escrita científica.

3.1.4 Publicação, divulgação e democratização do acesso

Para além de uma escrita clara e bem estruturada, há outros fatores relacionados à disseminação da produção científica que podem ser otimizados e potencializados com o auxílio da IA Generativa. Em um primeiro exemplo, ferramentas como o ChatGPT podem auxiliar na escolha do periódico mais adequado para a publicação de determinado trabalho acadêmico com base em seus tópicos de pesquisa, palavras-chave, resumos ou referências (Zohery, 2023). Segundo o autor, seu uso pode não só fornecer informações sobre o escopo do periódico, seu conselho editorial e suas diretrizes de submissão como também auxiliar os autores a comparar diferentes periódicos com base em vários critérios, economizando tempo e esforço no processo de seleção.

Morris (2023) afirma que pesquisadores almejam utilizar a tecnologia para reduzir o tempo gasto em tarefas de formatação gerais, como condensar texto para atender a limites de palavras de determinadas publicações, formatar citações e gerar marcações LaTeX para diferentes locais de envio. Zohery (2023) concorda, afirmando que pesquisadores iniciantes e estudantes frequentemente enfrentam dificuldades para atender às diretrizes de estilo de periódicos específicos, os quais poderão não só economizar tempo como aprender com a ferramenta.

Outro exemplo de grande relevância diz respeito à utilização de ferramentas de IA Generativa para testar feedbacks e possíveis críticas de revisores de trabalhos acadêmicos (França, 2023). As ferramentas de IA podem ser utilizadas tanto pelos autores para aprimorar seus trabalhos, recebendo feedback inicial sobre clareza e coesão, quanto pelos revisores para economizar tempo e se concentrar em questões de pesquisa importantes (França, 2023). No caso dos autores, os modelos poderiam fornecer feedbacks durante o processo de escrita, ajudando-os a aprimorar os artigos antes da submissão para revisão por pares (Morris, 2023). O ChatGPT, por exemplo, pode auxiliar os co-autores da literatura a escrever respostas claras e concisas que explicam como eles revisitaram seus artigos, os motivos de aceitaram ou rejeitaram os comentários dos revisores e o que aprenderam com os feedback recebidos (Zohery, 2023).

Para além do uso de ferramentas de linguagem, Morris (2023) afirma que modelos de imagem ou multimodais poderiam gerar figuras científicas, tabelas e apresentações de slides, ajudando os cientistas a economizar tempo em tarefas de representação de dados e apresentação de resultados em congressos e conferências.

Os ganhos de se utilizar a IA para melhorar as publicações e divulgações científicas parecem, inclusive, ir além do que apenas a otimização do trabalho acadêmico em si. Um levantamento feito por Gao e Wang (2023) investigou como o uso de termos relacionados à IA em artigos acadêmicos afeta seu impacto, o qual demonstrou que, na maioria das disciplinas, artigos que mencionam IA em seus títulos têm maior probabilidade de se tornarem altamente citados em suas disciplinas e também recebem mais citações de outras disciplinas em comparação com artigos que não mencionam IA. Esse aumento no impacto é ainda maior em disciplinas que

usualmente discutem ou usam menos IA, sugerindo que áreas distantes da IA podem se beneficiar ao incorporá-la em suas pesquisas (Gao; Wang, 2023).

Por fim, o uso da IA Generativa no fazer científico acaba por contribuir, também, com uma maior democratização de determinados aspectos da comunidade científica. Cardoso e Perich (2023) afirmam que a produção científica brasileira e do sul global têm maiores chances de se internacionalizar de maneira considerável com o uso da IA Generativa, levando em consideração diversos dos fatores já citados como tradução de qualidade e otimização da escrita.

Para os autores, essa tecnologia não apenas torna as publicações internacionais mais acessíveis, eliminando barreiras linguísticas e ajudando não nativos de inglês a escrever com fluência, mas também democratiza o papel dos assistentes de pesquisa, antes disponíveis principalmente para pesquisadores renomados do norte global, permitindo a realização automatizada de tarefas como anotações, arquivamento de citações, edição de manuscritos, preenchimento de formulários, transcrição de áudio, redação de e-mail, criação de listas de tópicos, tradução de texto e criação de apresentações (Cardoso; Perich, 2023). Além disso, o GenAI pode ajudar os pesquisadores a tornar seu trabalho mais acessível a um público mais amplo, traduzindo a linguagem acadêmica para um estilo mais comum (Peres *et al.*, 2023).

Embora as capacidades vistas acima sejam impressionantes e estejam cada vez mais em aperfeiçoamento, a Inteligência Artificial Generativa ainda possui muitas limitações, incluindo riscos potenciais como alucinações (fabricações de resultados não factuais, por exemplo), produção de conteúdo tendencioso ou ofensivo e preocupações éticas sobre a origem dos materiais de treinamento (Morris, 2023). A seguir, esse trabalho apresenta um aprofundamento sobre alguns dos principais riscos e desafios que essa tecnologia apresenta, em especial no seu uso aplicado a pesquisas científicas.

3.2 PREOCUPAÇÕES E RESSALVAS

Talvez mais importante do que elencar os avanços e promessas do uso da IA Generativa na ciência, como visto anteriormente, seja discutir as imediatas

preocupações sobre seu uso, desde questões relacionadas à segurança, privacidade de dados, direitos autorais até possíveis manipulações (Fengchun; Holmes, 2023). Segundo relatório da UNESCO (Fengchun; Holmes, 2023), muitos dos riscos discutidos atualmente advém do uso da Inteligência Artificial como um todo, mas que estão sendo fortemente exacerbados pelas últimas gerações de ferramentas generativas, tornando urgente a discussão e compreensão de seus impactos.

As barreiras para uma melhor adoção da IA na descoberta científica incluem uma série de fatores específicos de cada estágio do processo de descoberta, levantando preocupações que vão desde a eficácia dos métodos e ferramentas utilizadas até as muitas possibilidades de uso indevido (Wang *et al.*, 2023). A seguir, elencamos em tópicos gerais os temas mais presentes em alguns dos principais trabalhos que discutem a temática.

3.2.1 Questões de credibilidade e desinformação

A credibilidade do trabalho gerado por ferramentas de IA Generativa é uma das principais pautas de preocupação no que diz respeito ao seu uso na ciência. Modelos como os "GPTs" são comumente conhecidos por produzir textos imprecisos ou não confiáveis (inclusive com reconhecimento público das empresas que as desenvolvem), muitas vezes "alucinando" coisas que não existem na realidade (Fengchun; Holmes, 2023). Essas alucinações vão desde a disseminação de informações profundamente erradas sobre determinado tema até a invenção de citações, artigos e referências para reforçar um caráter de veracidade do conteúdo apresentado (Morris, 2023).

Embora exista a premissa de que tais ferramentas aceleram a pesquisa e rotina científica e que as respostas obtidas sejam bem escritas, não há garantia de precisão, existindo diversos relatos sobre resultados com citações incompletas ou citações de estudos de pesquisa que não existem (Dwivedi *et al.*, 2023). Mesmo apoiadas em fatos irreais, essas citações podem parecer verdadeiramente legítimas e acadêmicas, uma vez que a principal força de ferramentas de IA Generativa que produzem textos está no reconhecimento de padrões de linguagem, e não

necessariamente na leitura e análise de longos textos acadêmicos (Welborn, 2023). O caso de um biólogo dinamarquês que descobriu seu nome citado inúmeras vezes em um artigo científico sobre milípedes sem nunca ter escrito nenhum deles é apenas um exemplo dentre os muitos casos que têm surgido na comunidade científica desde a popularização de ferramentas como o ChatGPT (Tangermann, 2023).

Como a maior parte de ferramentas de IA Generativa disponíveis no mercado não apresentam as fontes utilizadas na criação do conteúdo, torna-se cada vez mais comum encontrar citações fictícias em aplicações para escrita ou sugestões acadêmicas (Stokel-Walker; Van Noorden, 2023). Esse tom de autoridade - afirmando de maneira convincente que as informações ali apresentadas são verdadeiras e embasadas - tem gerado uma série de preocupações, uma vez que seu uso pode mudar drasticamente o rumo da pesquisa caso não seja revisitado e filtrado por um olhar cauteloso e minimamente familiarizado com a temática explorada (Fengchun; Holmes, 2023). Essa credibilidade pode ser reforçada inclusive pela interface das ferramentas, em grande maioria parecidas com ferramentas de busca acadêmicas como Google Scholar, podendo levar a um nível de confiança inapropriado ao que de fato é entregue (Morris, 2023).

Outra preocupação relevante está no uso não-supervisionado de resumos científicos gerados por essas ferramentas. Para Morris (2023), um resumo é sempre uma escolha do que é incluído e do que é excluído, sendo um momento crítico para o andamento da pesquisa, e confiar de maneira exacerbada no trabalho feito pelas ferramentas de IA Generativa pode não só perpetuar referências falsas como também distorções de interpretação e induções à determinados discursos, o que ela chama de "política da sumarização". Isso pode acarretar, inclusive, o reforço de silos de citações ou artigos específicos, direcionando sistematicamente a atenção para determinados trabalhos em detrimento de outros (Morris, 2023).

Dentre os diversos fatores que influenciam os problemas de confiabilidade citados acima, um dos mais triviais é a fraqueza que o aprendizado de máquina tem em torno da classificação de dados (King; Zenil, 2023). Pequenas variações na implementação e processamento de dados de um sistema de IA podem ter um impacto significativo no desempenho e no sucesso da integração do modelo na pesquisa científica (Wang *et al.*, 2023). Por exemplo, uma ferramenta de IA

Generativa pode classificar corretamente um grande conjunto de imagens, mas caso apenas um único pixel seja alterado, um grande número dessas imagens é classificado erroneamente em paralelo à um alto grau de confiança do resultado obtido (King; Zenil, 2023). Essa dificuldade gera uma série de preocupações acerca da eficácia que ferramentas de IA Generativa podem atingir para rotular dados complexos; por exemplo, um conjunto de dados de voz com mais de 1.000 características acústicas diferentes (Morris, 2023). Vale ressaltar, entretanto, que esse tipo de viés de categorização é um problema que afeta tanto a IA quanto a ciência humana, uma vez que as ferramentas de IA são treinadas, em grande maioria, por conjuntos de dados rotulados por seres humanos (King; Zenil, 2023). Os autores oferecem como exemplo o processo de categorização de imagens astronômicas, onde seres humanos inferem suas próprias percepções na rotulação dos dados, vieses estes que a IA herdará.

Apesar dos diversos esforços sendo feitos para um maior controle dos resultados gerados por essas ferramentas, conteúdos tendenciosos criados via IA Generativa estão se espalhando na Internet de maneira exponencial, muito devido à falta de regulamentação rigorosa e mecanismos eficazes de monitoramento (Fengchun; Holmes, 2023). Não obstante, profissionais das mais diversas áreas científicas temem que ocorra um aumento considerável de trabalhos científicos gerados sem critérios adequados de qualidade e confiabilidade, avolumando a quantidade de recebimento de artigos por parte de periódicos e congressos e dificultando uma revisão entre pares adequada - tanto por sobrecarga de trabalho como pelo custo de se identificar o que vale a pena ser lido ou não (Morris, 2023). Alguns pesquisadores defendem, inclusive, que ocorra um boicote às ferramentas de grandes modelos de linguagem como o ChatGPT, não somente pelas questões de vieses e outras questões aqui apresentadas, mas também pela exploração de trabalho e impacto ambiental que elas acarretam (Stokel-Walker, Van Noorden; 2023).

Essa difusão de conteúdos errôneos tem afetado não só o campo do saber escrito, como a criação de periódicos falsos sobre tópicos “politizados” como vacinas, modificação genética e mudanças climáticas (Morris, 2023), mas também o campo da comunicação audiovisual, uma vez que a IA Generativa torna mais fácil a manipulação de imagens e vídeos existentes, criando *deepfakes* e fake news quase indistinguíveis dos conteúdos originais (Fengchun; Holmes, 2023). Isso cria um

espaço propício à disseminação de desinformação, discursos de ódio e a criação de conteúdo falso comprometedor, muitas vezes sem o conhecimento ou consentimento das pessoas envolvidas (Fengchun; Holmes, 2023), aumentando ainda mais as preocupações acerca da inserção de dados falsos na comunidade científica (Morris, 2023).

3.2.2 Vieses e perpetuação de desigualdades

Quanto mais complexos e sofisticados se tornam os sistemas de IA Generativa, mais aumenta a chance deles herdarem e perpetuarem vieses de seus dados de treinamento, podendo introduzir em seus resultados novos preconceitos e formas de discriminação potencialmente prejudiciais (Fengchun; Holmes, 2023). É importante observar que ferramentas como o ChatGPT, por exemplo, são treinadas com um grande conjunto de dados de texto adquiridos da internet os quais, para além de dificultar a identificação de referências, podem carregar para os resultados gerados quaisquer vieses ou imprecisões que façam parte dos dados originais (Dwivedi *et al.*, 2023). Uma vez que essas ferramentas não são regidas por princípios éticos e não conseguem distinguir entre certo e errado, verdadeiro ou falso, seu ímpeto será de aprender e reproduzir os vieses cognitivos adquiridos (Sabzalieva; Valentini, 2023).

Por produzirem respostas padrões com base nos valores adquiridos dos dados de treinamento, as ferramentas disponíveis hoje no mercado acabam por limitar a diversidade de opiniões e ideias possíveis sobre determinado tópico. Comunidades marginalizadas e com poucos dados acabam por não terem suas vozes, vivências e preocupações representadas nessas bases, reforçando assim desvantagens e estereótipos sobre elas (Fengchun; Holmes, 2023). É possível encontrar diversos exemplos de resultados com linguagem racista, sexista, homofóbica, capacitista e outros tipos de discriminação, reforçando através dos dados disponíveis dinâmicas de poder predominantemente brancas, masculinas, ocidentais e de língua inglesa (Dwivedi *et al.*, 2023).

Questões de representação de gênero e raça têm sido pauta frequente nos debates acerca do uso da IA Generativa. Para além do poder que esses sistemas têm de produzir e disseminar conteúdos que discriminam ou reforçam estereótipos

de gênero e outros, a falta de participação feminina em assuntos relacionados à IA e em pesquisa/desenvolvimento de IA acaba por agravar a situação (Sabzalieva; Valentini, 2023). Uma pesquisa feita com doutorandos e pesquisadores norte americanos demonstrou que a correlação entre a composição de gênero e raça/etnia em cada disciplina científica para com os benefícios que o avanço da IA traz para cada uma delas tem uma distribuição desigual entre os grupos demográficos, evidenciando que áreas científicas com maior predominância de mulheres, em especial negras, tendem a usufruir menos desses benefícios (Gao; Wang, 2023). Diante dessa dificuldade de controle dos dados de saída gerados, há um grande risco da utilização dessas ferramentas para gerar discursos de ódio, spam e outros conteúdos tóxicos, com grande preocupação acerca da incorporação de visões supremacistas ou de superioridade de culturas particulares - em especial, da cultura das grandes empresas que detém o poderio desse desenvolvimento e que fazem pouco ou nenhum esforço para superar esses preconceitos, os quais são sistêmicos e de difícil correção (Stokel-Walker; Van Noorden, 2023).

Para além dos vieses, outro fator que reforça esse cenário de perpetuação de desigualdades é a enorme disparidade de acesso aos grandes bancos de dados necessários para treinar tecnologias de IA Generativa. Esse acesso encontra-se, principalmente, nas mãos de grandes empresas de tecnologia e alguns países com maior poderio financeiro, deixando a maioria das nações, especialmente no sul global, impedidos de aproveitar seu potencial (Fengchun; Holmes, 2023). Isso resulta em uma situação de "pobreza de dados" em que o acesso e poder de computação se torna uma barreira para o desenvolvimento econômico e oportunidades digitais, aprofundando ainda mais as desigualdades globais.

Os motivos que levam a essa dificuldade de acesso vão desde restrições e censuras de alguns países, não só das ferramentas como da Internet no geral, até questões mais amplas de acesso e equidade em termos de distribuição desigual da disponibilidade, custo e velocidade da Internet e do acesso à digitalização, o que evidencia regiões com muito menos probabilidade de desenvolver conhecimento ou recursos sobre IA (Sabzalieva; Valentini, 2023).

Essa lacuna global de capacidades entre países desenvolvidos e em desenvolvimento fica evidente nas conclusões do relatório "Government AI Readiness Index 2021" da Oxford, o qual mede as capacidades e os fatores

necessários para que um país implemente soluções de IA (Addo, 2023 *apud* Oxford Insights, 2022). Segundo o relatório, bilhões de pessoas ainda não têm acesso à Internet e há severas deficiências na infraestrutura tecnológica, de dados básicos e nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento em grande parte dos países do globo (Addo, 2023). Além disso, muitos dos conjuntos de dados gerados em países desenvolvidos são por muitas vezes inadequados para treinar ferramentas de IA que atendam às necessidades locais, o que pode “agravar as desigualdades entre países de alta e baixa renda na produtividade científica, no desempenho econômico e na qualidade dos serviços públicos” (Addo, 2023, p. 294, tradução nossa).

Não obstante, o acesso a bancos de dados de qualidade pode ser impedidos por outros motivos externos, como por exemplo a sua não-existência em quantidade e qualidade necessárias, algo comum em áreas das ciências sociais e econômicas, teóricas ou com um forte componente descritivo (astrofísica ou genética), ou também a dificuldade da rotulação adequada dos dados por conta do tempo e recursos significativos que esse processo demanda, especialmente quando os dados são altamente variáveis entre diferentes áreas de pesquisa, tornando a tradução e generalização de rótulos complexa (King; Zenil, 2023). Ademais, embora tenha crescido a disponibilidade de dados, o custo para formatá-los e corrigir suas inconsistências é altíssimo, contando com uma estrutura complexa de várias especialidades, de equipes jurídicas a engenheiros e analistas de dados (Royal Society; Alan Turing Institute, 2019). Há, segundo os institutos, um enorme desafio sobre como condensar e disponibilizar dados para pesquisa de maneira aberta para um avanço científico mais amplo e democrático, bem como em definir quem poderá acessá-los, em que condições e de que maneira.

Por fim, há também um grande paradoxo em relação à soberania nacional de países em desenvolvimento para com o uso das ferramentas de IA Generativa disponíveis hoje no mercado: ao mesmo tempo que alavanca resultados e democratiza o acesso à publicações internacionais e assistentes de pesquisa, antes exclusivos aos grandes laboratórios e pesquisadores de maior poder aquisitivo, acaba por criar uma dependência para com essas ferramentas, fornecendo ainda mais insumos e recursos para os grandes desenvolvedores de tecnologia de IA e perpetuando a manutenção de uma visão colonialista da ciência (Cardoso; Perich, 2023). Os autores citam, por exemplo, que ao mesmo tempo que novos pólos científicos podem surgir ao redor do mundo potencializados por essa tecnologia, os

tradicionais centros científicos têm ainda mais acesso a esses recursos, retroalimentando uma “distância” científica que parece nunca diminuir. Há também de se levar em consideração que boa parte dessas empresas são privadas, com foco em lucro e código fechado, podendo representar uma ameaça aos avanços científicos por conta de sua possível extração de dados para fins comerciais (Sabzalieva; Valentini, 2023).

A redução de dados para esse problema é uma questão complexa e divide opiniões. Muitas vezes, os esforços para mitigar a parcialidade dos dados podem levar a mais danos, como a proposta de se mitigar vieses nas previsões de um modelo forçando-o a ser independente de características protegidas (como raça e gênero), o que pode aumentar as discrepâncias e subestimar a incerteza (Ghosh, 2023). Depositar todo o foco na mitigação dos vieses dos dados pode levar à um apagamento dos problemas que os geram: por exemplo, um modelo de IA que prevê quais alunos têm maior probabilidade de sucesso nas carreiras de pesquisa em ciências, tecnologia, engenharia e matemática estará, provavelmente, trabalhando com dados enviesados por preconceitos e desigualdades já existentes na sociedade, o que exige melhores políticas públicas de acesso a recursos e orientações educacionais e não necessariamente alguma intervenção tecnológica (Ghosh, 2023).

3.2.3 Transparência, segurança e direitos autorais

Grande parte da dificuldade de se combater os problemas mencionados nos tópicos acima está na impossibilidade de acessar o processo de formação de resultados das principais ferramentas de IA Generativa disponíveis. Tal qual os modelos de redes neurais artificiais, essa tecnologia atua amplamente por meio de “caixas pretas” (*black-boxes*), nome atribuído por conta da opacidade de seu funcionamento interno, tornando desafiador compreender como seus resultados finais foram gerados (Fengchun; Holmes, 2023). Embora esses métodos possam produzir resultados estatisticamente confiáveis, explicar como eles foram gerados ou quais características específicas contribuíram para determinada decisão é um grande desafio (Royal Society; Alan Turing Institute, 2019), principalmente quando

levamos em consideração os bilhões de parâmetros que esses modelos possuem e a dificuldade de inspeção de seus detalhes individuais (Fengchun; Holmes, 2023).

A falta de compreensão de determinados porquês representa um grande obstáculo na ciência, onde a transparência e a compreensão das relações causais são fundamentais (King; Zenil, 2023). Essa dificuldade restringe consideravelmente uma aplicabilidade mais robusta dessa tecnologia em áreas onde a compreensão é essencial antes da implementação prática, como exploração espacial e ciência climática e tantas outras (Wang *et al.*, 2023).

Apesar dos esforços para tornar os modelos mais transparentes e explicáveis, a busca por modelos de aprendizado profundo verdadeiramente transparentes ainda é desafiadora (Wang *et al.*, 2023). Sua capacidade atual de detectar regularidades e irregularidades significativas na ciência tem sido bastante limitada, muitas vezes exigindo a intervenção de especialistas para interpretar os resultados e entender os mecanismos subjacentes (King; Zenil, 2023). Wang *et al.* (2023) afirma que a capacidade humana de sintetizar explicações de alto nível pode servir de esperança para que futuros modelos de IA forneçam explicações interpretáveis de maneira mais valiosa, com maior clareza e aproximação das capacidades cognitivas humanas. Enquanto esse nível de transparência não é atingido, uma série de efeitos colaterais negativos têm sido discutidos não só pela comunidade científica mas também por órgãos governamentais e reguladores, indo de privacidade e direitos autorais à segurança do uso dessas ferramentas.

O uso não autorizado de dados no treinamento dos modelos de IA Generativa - o que pode incluir textos, sons, códigos e imagens frequentemente coletados da internet sem consentimento - tem levantado questões éticas significativas, uma vez que a prática viola não só a privacidade *per se* das pessoas como também vai na contramão de regulamentações de privacidade como o GDPR da União Europeia, especialmente no que se refere à impossibilidade de exercer seu direito de ser esquecido/ter seus dados removidos desses modelos (Fengchun; Holmes, 2023). Há preocupações também acerca da privacidade dos próprios conteúdos gerados nessas ferramentas, como por exemplo a segurança acerca de tarefas de escrita, respostas e dados sensíveis de alunos que usam o ChatGPT, o que levanta questões mais amplas relacionadas a quais dados estão sendo coletados, por quem e como são aplicados na IA (Dwivedi *et al.*, 2023). Em abril de 2023, a Itália se

tornou o primeiro país a proibir o ChatGPT devido a essas e outras preocupações com a privacidade de seus usuários, alegando que não havia uma base legal adequada para a coleta e armazenamento de dados pessoais usados no treinamento da ferramenta, além de levantar preocupações éticas relacionadas à incapacidade da ferramenta de determinar a idade do usuário, o que poderia expor menores a respostas inadequadas (Sabzalieva; Valentini, 2023).

Outro fator de especial preocupação da comunidade científica está relacionado a segurança dos próprios modelos diante do possível risco de deturpação e/ou manipulação em várias fases de seu processo (Xu *et al.*, 2021). Em primeiro lugar, a qualidade e integridade dos dados usados para treinar esses sistemas são essenciais para a segurança, pois diversos tipos de ataques podem induzir o modelo a fazer previsões incorretas com perturbações imperceptíveis aos humanos, bem como o “envenenamento” de dados pode reduzir a precisão do modelo ou direcioná-lo para erros específicos (Xu *et al.*, 2021). Além disso, os autores afirmam que ataques direcionados a esses sistemas como ataques aos parâmetros do modelo, roubo de modelo e vazamento de dados confidenciais representam ameaças significativas em diversos aspectos (Xu *et al.*, 2021).

Essas falhas de segurança associadas à falta de regulamentação adequada para a utilização dessas ferramentas podem levar ao mal uso das mesmas. Por exemplo, modelos de linguagem podem tornar mais fácil gerar e espalhar informações falsas e acelerar a pesquisa em tópicos que apresentam riscos, como bioengenharia, segurança cibernética (Byun; Stuhlmüller, 2023) ou armas biológicas e químicas (Morris, 2023). Essas preocupações, mesmo que não sejam específicas apenas para modelos de IA Generativa, tem forte correlação com seu desenvolvimento científico, o qual carece de processos de revisão ética e táticas de implementação responsáveis, incluindo uma visão geral abrangente do escopo e da aplicabilidade da IA (Wang *et al.*, 2023).

Por fim, dentre essas e outras discussões acerca de transparência e regulamentação do uso da IA Generativa, talvez a mais acalorada dentro e fora da comunidade científica seja a discussão sobre propriedade intelectual e as implicações relacionadas às leis de direitos autorais e patentes. Essas ferramentas têm transformando profundamente a criação, distribuição e consumo de obras científicas, artísticas e literárias, apresentando desafios significativos relacionados

aos direitos de autoria e consequências legais dessas produções (Fengchun; Holmes, 2023). Casos recentes como as músicas geradas por IA com artistas conhecidos como Drake e The Weeknd (Fengchun; Holmes, 2023) ou como os processos coletivos do Getty Images por conta do uso de trabalho protegido sem consentimento, crédito ou compensação adequada (Peres *et al.*, 2023) são apenas alguns dos muitos exemplos de disputas jurídicas sobre propriedade intelectual sobre conteúdos gerados pela IA Generativa.

Essa discussão tem nuances complexas e divide opiniões. Enquanto alguns argumentam que as criações feitas por essas ferramentas, como imagens, textos e ilustrações, não podem ser consideradas "produtos de autoria humana" e, portanto, não são elegíveis para proteção de direitos autorais, outros apontam que o controle criativo humano sobre a ferramenta de geração pode justificar a proteção (Peres *et al.*, 2023). Segundo o autor, pesquisadores e psicólogos especializados em consumo estão sendo chamados para investigar o papel humano na criação colaborativa com ferramentas de IA Generativa, examinando questões como o crédito atribuído aos seres humanos na produção artística e as percepções dos criadores e avaliadores (Peres *et al.*, 2023). Não obstante, há fortes indícios de que esses estudos, em conjunto com as pressões jurídicas feitas contra empresas como OpenAI e Microsoft, por exemplo, levem a mudanças significativas nas leis gerais de propriedade intelectual (Stokel-Walker; Van Noorden, 2023).

3.2.4 Substituição humana, falta de causalidade e superficialidade

Alegações de que a IA Generativa representa um avanço considerável em direção à Inteligência Artificial Geral (AGI), superando a inteligência humana, tem sido uma discussão frequente na comunidade, principalmente após a maior popularização de ferramentas como o ChatGPT. O relatório da UNESCO (Fengchun; Holmes, 2023) ressalta que, além dessa discussão ser questionável por parecer longe de se tornar concreta, há o perigo do desvio de atenção dos problemas atuais associados à IA, como a discriminação contra grupos marginalizados, vieses e outros já abordados nesse trabalho. Vale ressaltar, também, o quanto modelos de IA Generativa diferem fundamentalmente da inteligência humana, uma vez que estes

dependem de abordagens de força bruta e exigem grandes volumes de dados para minimizar erros, enquanto seres humanos têm a capacidade de construir modelos abstratos do mundo, realizar simulações mentais e generalizar informações (King; Zenil, 2023).

Como já discutido anteriormente, vale lembrar que a ciência tem mais a ver com acumular conhecimento e encontrar explicações causais do que com a busca de classificação (King; Zenil, 2023), sendo a incorporação da causalidade na IA um campo ainda muito jovem e com muito a ser feito (Wang *et al.*, 2023). Para aprender a somar números, por exemplo, é necessário não apenas processar exemplos, como fazem os sistemas de IA Generativa, mas também compreender o conceito de um sistema numérico sem depender necessariamente de exemplos prévios ou uma compreensão mais profunda ou generalizada da aritmética (King; Zenil, 2023).

Para King e Zenil (2023), por mais que esses modelos venham avançando significativamente nessa questão, há ainda limitações fundamentais na forma de modelar o mundo e aprender e generalizar quando comparadas ao raciocínio humano. Uma hipótese atraente para essa superioridade humana está na habilidade de construção não apenas de um modelo estatístico do que se observa, mas de um modelo causal, ou seja, uma família de modelos estatísticos indexados por todas as intervenções possíveis (por exemplo, diferentes estados iniciais, ações de agentes ou regimes diferentes) (Wang *et al.*, 2023).

Especialistas possuem opiniões divergentes sobre se, quando e até que ponto “modelos de linguagem irão além da conclusão de texto baseada em associações rasas e conseguirão realizar tarefas que requerem um raciocínio substancial” (Byun; Stuhlmüller, 2023, pg. 221, tradução nossa). Persiste na comunidade científica um ceticismo considerável sobre sua capacidade e relevância de abordar a diversidade de desafios que a pesquisa científica engloba, principalmente no que diz respeito a identificar novos horizontes e gerar novas hipóteses ao invés de apenas atuar em problemas específicos e existentes (Gao; Wang, 2023).

Essa falta de capacidade de criar causalidade impacta não só as fronteiras científicas em que esse tipo de tecnologia pode atuar, mas os próprios resultados e atuações vigentes. Por exemplo, ferramentas como o ChatGPT tem apresentado certa superficialidade nos conteúdos gerados, uma vez que “embora a redação seja limpa, gramaticalmente correta e bem estruturada, ela costuma ser muito vaga e

plana, com textos carecendo de alma e coração” (Dwivedi *et al.*, 2023 *apud* Whitford, 2022, p. 27, tradução nossa). Na maioria dos casos, o texto é mal parafraseado, distorcendo a mensagem e, por vezes, resultando em plágio; além disso, faltam evidências científicas mais aprofundadas para apoiar a ideia de que as ferramentas de linguagem baseadas em IA podem realizar pesquisas rigorosas, como a formulação de hipóteses, análise de dados e discussão de resultados (Dwivedi *et al.*, 2023). Para Morris (2023), há preocupações acerca da falta de criatividade necessária para esse tipo de escrita, tornando os resultados muito homogêneos e propiciando a criação de “modismos” entre cientistas usando a mesma ferramenta para gerar ideias ou escrever cientificamente.

Além disso, dados científicos abrangem várias modalidades, como imagens, linguagem natural, séries temporais, sequências, gráficos e estruturas (Royal Society; Alan Turing Institute, 2019) e, embora o processamento de imagens seja bem estudado, há ainda muitos desafios a serem superados nas observações multimodais de IA Generativa, uma vez que analisar dados de diversas fontes sem que sejam aplicados os critérios adequados pode introduzir vieses nos conjuntos de dados resultantes (Wang *et al.*, 2023).

Vale ressaltar, entretanto, que trazer luz a todas essas limitações dos modelos atuais de IA Generativa não deve impedir as reflexões acerca da possível substituição humana em diversos setores da sociedade, incluindo no fazer ciência. Grossmann *et al.* (2023) afirma, por exemplo, que a evolução da IA através dos grandes modelos de linguagem possibilitará a substituição humana em coletas de dados nos mais diversos métodos das ciências sociais: questionários, testes de comportamento, modelos baseados em agentes, entre outros. Os autores ressaltam que, mesmo diante dos inúmeros desafios sobre confiabilidade, transparência e vieses, modelos de IA devidamente treinados podem representar uma vasta gama de experiências e perspectivas humanas, possivelmente conferindo-lhes um maior grau de liberdade para gerar respostas diversas do que os métodos convencionais de participação humana permitem, ajudando assim a reduzir preocupações com a generalização na pesquisa (Grossmann *et al.*, 2023).

Por fim, vários estudos analisaram o impacto de ferramentas como o ChatGPT no mercado de trabalho, revelando que 32,8% dos empregos podem ser totalmente afetados e 36,5% parcialmente afetados (Zhang *et al.*, 2021). Segundo os autores,

essa influência será mais significativa em empregos de rotina e tende a afetar tarefas de alto nível - como o trabalho de advogados, por exemplo - devido à capacidade da IA de substituir de maneira cada vez mais expressiva funções que exigem expertise profissional ou criatividade.

3.2.5 Integridade acadêmica e desenvolvimento intelectual

Uma das principais preocupações acerca do uso de ferramentas de IA Generativa no ensino superior e em pesquisas científicas está relacionada à integridade acadêmica. O relatório da UNESCO (Fengchun; Holmes, 2023) demonstra que o aumento do risco de plágio e trapaça em produções textuais pode ter implicações profundas nas produções acadêmicas, ao mesmo tempo em que ferramentas existentes para detecção de plágio não demonstram mais a eficácia necessária diante da redação feita por ferramentas como o ChatGPT, por exemplo.

Morris (2023) afirma que a questão da trapaça surge como um dos tópicos mais discutidos entre cientistas e pesquisadores das mais diversas áreas, embora a intensidade de preocupação varie nas respostas. Aqueles com preocupações menos acentuadas tendem a pertencer a três grupos distintos: primeiro, aqueles que argumentam que os trapaceiros encontrarão meios de burlar as medidas de controle de qualquer maneira, independente do uso da IA Generativa ou não em suas produções; segundo, os que enxergam o potencial aumento da trapaça como um estímulo para que métodos de avaliação e aceite sejam revistos; e terceiro, os que percebem esse problema como mais relevante para níveis de graduação iniciais, pois acreditam que os modelos de IA disponíveis ainda não possuem a complexidade necessária para produzir respostas adequadas em níveis mais avançados de ciência e na pós-graduação (Morris, 2023). No entanto, há também os que preveem que os índices de trapaça poderão atingir níveis sem precedentes, possibilitando fraudes em tarefas de alta complexidade que são extremamente difíceis de serem detectadas (Morris, 2023).

Para Cardoso e Perich (2023), essa ênfase excessiva na questão da "cola" não deveria ser o cerne das discussões, o qual se encontra nos problemas de autoria, direitos autorais e referências como visto anteriormente. Uma abordagem mais

sensata, para eles, seria refletir sobre os limites de aplicação dessas tecnologias, considerando regulamentações a nível nacional e institucional de pesquisa, pois a proibição apenas atrasaria os avanços de países como o Brasil em relação aos principais centros mundiais de pesquisa em IA (Cardoso; Perich, 2023). Na contramão dessa ideia, instituições de ensino em todo o mundo baniram o ChatGPT devido a preocupações com a integridade acadêmica (Sabzalieva; Valentini, 2023), tal qual publicações como a revista Science que proibiram textos gerados pelo ChatGPT ou qualquer outra ferramenta de IA Generativa no uso de seus artigos aceitos (Stokel-Walker; Van Noorden, 2023).

Outra preocupação bastante discutida diz respeito à ameaça que essas ferramentas podem representar ao pensamento crítico e desenvolvimento intelectual dos pesquisadores. Conforme mencionado previamente, o conteúdo gerado pela IA Generativa tende a reforçar pontos de vista dominantes, o que pode limitar o exercício do pensamento pluralista e criativo (Fengchun; Holmes, 2023). Essa homogeneização do conhecimento pode padronizar respostas, reduzindo o pensamento independente e a criatividade e diminuindo consideravelmente as oportunidades de sintetização de novos conceitos e paradigmas durante o processo de leitura, escrita e sumarização (Morris, 2023).

Por fim, essa mudança de paradigma em direção a uma maior participação de ferramentas de IA Generativa no processo científico pode representar uma ameaça, também, à construção social do conhecimento. Práticas colaborativas e discussões entre pares desempenham um papel fundamental na educação e na ciência, permitindo o compartilhamento de perspectivas e construção de conhecimento coletivo (Fengchun; Holmes, 2023). Não obstante, segundo o relatório da UNESCO (Fengchun; Holmes, 2023), sistemas de IA Generativa que mimetizam interações humanas podem ter efeitos psicológicos ainda desconhecidos, levantando preocupações sobre o desenvolvimento cognitivo e bem-estar emocional de quem o utiliza, além de considerável potencial para manipulação.

3.3 INICIAÇÃO CIENTÍFICA E IMPACTOS DA IA GENERATIVA

Muitas das preocupações acima citadas dedicam especial atenção ao uso de ferramentas de IA Generativa por estudantes em início de suas carreiras científicas.

Como já retratado anteriormente nesta pesquisa, esse momento da vida acadêmica é chamado, no Brasil, de Iniciação Científica (IC): uma prática na qual o estudante é introduzido ao mundo da ciência ao experienciar um projeto de pesquisa sob a orientação de um docente (Massi; Queiroz, 2010). Para Mendes (2022), as ICs desenvolvidas nas universidades brasileiras são um passo fundamental na formação de novos cientistas, permitindo que ensino e pesquisa sejam integrados e aplicados como um processo de construção de conhecimento ativo em vez de simples reprodução.

Pinho (2017) destaca que, dentre muitos dos motivos que fazem projetos de IC serem essenciais para formação dos estudantes e manutenção da ciência, o estímulo ao pensamento científico e à criatividade sob orientação de um profissional qualificado é um dos principais, permitindo que técnicas e métodos científicos sejam aprendidas e uma mentalidade de descoberta científica vá se formando no estudante. Em linha com o pensamento de Mendes, ainda mais importante do que a formação enquanto pesquisador-cientista está a própria vivência proporcionada ao aluno, experimentando na prática os métodos e os processos de pesquisa (Pinho, 2017 apud Saviani, 2002).

Para (Massi; Queiroz, 2010), projetos de IC permitem uma melhora substancial no desempenho que o estudante tem na graduação, além de fomentar habilidades interpessoais como liderança, capacidade analítica e maturidade diante de responsabilidades e de funcionar como uma espécie de socialização profissional a partir do contato direto com seu orientador e outros colegas de grupos de estudo, laboratórios, entre outros. Outro aspecto importante defendido por Oliveira e Fernandes (2018, p. 82) é a aprendizagem a partir da frustração, aprendendo que o que é visto em sala de aula nem sempre tem êxito quando aplicado na vida real, permitindo "uma maior análise crítica dos procedimentos utilizados, do planejamento da pesquisa e a constante necessidade de se realizar novos testes". Todo esse processo desempenha um importante papel na consolidação de uma postura de cientista:

O processo de socialização caracterizado na formação do estudante universitário ocorre pela incorporação de ações sociais, como disposições, normas e valores, constituindo-o como um ser social e profissional, o que possibilita a mudança social a partir do processo de superação de uma identificação adquirida na socialização primária (Oliveira; Fernandes, 2018 apud Setton, 2005).

Para uma melhor compreensão do ambiente das ICs no Brasil, é importante situá-la como uma das principais estratégias governamentais para a formação de novos cientistas no país. Em uma rápida análise histórica, diversas iniciativas de incentivo e fomento à pesquisa surgem a partir da criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 1951, a qual dá início às primeiras bolsas estruturadas a projetos de IC nas universidades do país. Tais estratégias ganharam mais respaldo legal e institucional com a Lei da Reforma Universitária de 1968 e a Constituição Federal de 1988, sendo reforçada e atualizada posteriormente na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 (Lei n. 9394/1996) (Massi; Queiroz, 2010).

Em meio a esse contexto surge, em 1988, o Programa institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic), figurando até hoje como o principal fomento a esse tipo de modalidade de pesquisa e consolidando-se como "um programa permanente do CNPq, envolvendo dezenas de instituições de ensino e pesquisa e milhares de orientadores e alunos, com um grande aporte de recursos financeiros" (Mendes, 2022, p. 69). As diretrizes e normas gerais e específicas dessa bolsa estão apresentadas na Resolução Normativa CNPq nº 17 de 06/07/2006 e servem como base do que é esperado de projetos de IC. São elas:

- Despertar vocação científica e incentivar novos talentos entre estudantes de graduação;
- Contribuir para reduzir o tempo médio de titulação de mestres e doutores;
- Contribuir para a formação científica de recursos humanos que se dedicarão a qualquer atividade profissional;
- Estimular uma maior articulação entre a graduação e pós-graduação;
- Contribuir para a formação de recursos humanos para a pesquisa;
- Contribuir para reduzir o tempo médio de permanência dos alunos na pós-graduação;
- Estimular pesquisadores produtivos a envolverem alunos de graduação nas atividades científica, tecnológica e artístico-cultural;
- Proporcionar ao bolsista, orientado por pesquisador qualificado, a aprendizagem de técnicas e métodos de pesquisa, bem como estimular o

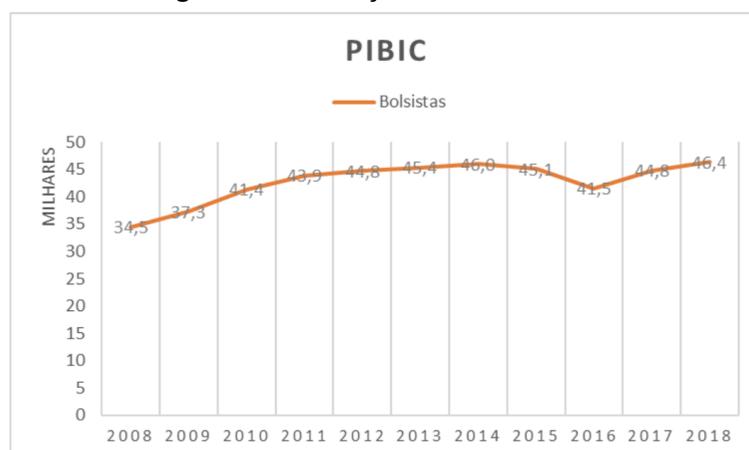
desenvolvimento do pensar cientificamente e da criatividade, decorrentes das condições criadas pelo confronto direto com os problemas de pesquisa;

- Ampliar o acesso e a integração do estudante à cultura científica.

A experiência de alunos como bolsistas em projetos de IC tem, inclusive, um papel crucial em estimular a continuidade na graduação e o ingresso na pós-graduação. Um estudo publicado em 2017 pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos avaliando o programa Pibic revelou que os bolsistas do programa demonstraram ter 2,2 vezes mais chances de completar um mestrado e 1,5 vezes mais de concluir um doutorado comparados a outros estudantes, ao longo que 67% dos bolsistas totais do programa expressaram intenção de prosseguir com seus estudos de pós-graduação (Mendes, 2022). Para o autor, o contato com novas línguas (principalmente através da leitura acadêmica), a construção de uma relação com o professor orientador e a oportunidades de divulgar pesquisas em eventos científicos e periódicos são alguns dos motivos que incitam esse interesse posterior em programas de mestrado e doutorado.

Entretanto, por mais que as bolsas Pibic apresentem um aumento nos últimos anos (Figura 10) e seja uma das principais modalidades oferecida hoje pelo CNPq, o que reafirma o reconhecimento do órgão do valor que as ICs tem para a ciência do país, há ainda um grande déficit na capacidade de orientação possível para absorver um número cada vez maior de estudantes de nível superior (Mendes, 2022).

Figura 10 – Evolução das bolsas PIBIC



Fonte: Mendes (2022) *apud* CNPq (2019)

Entre os estudantes que conseguem ingressar em um projeto com um professor dedicado, muitos relatam uma série de dificuldade em encontrar tempo e interesse de seus orientadores para darem suporte às suas pesquisas (Massi; Queiroz, 2010). Essa falta de disponibilidade está associada, muitas vezes, à adoção de uma abordagem produtivista e ansiosa na academia, um problema que afeta cronicamente os docentes do ensino superior brasileiro (Oliveira; Fernandes, 2018). Os órgãos de fomento, publicações e instituições de ensino exigem por uma rápida elaboração de produções científicas, levando muitas vezes a uma sobrecarga de atividades acadêmicas para os docentes e inibindo maior tempo de dedicação aos projetos de pesquisa dos estudantes. Essa "ansiedade" acaba sendo transferida também aos jovens cientistas, os quais entram nessa lógica de produção acelerada e de altas cobranças e frequentemente sacrificam outras experiências sociais para atenderem a exigências curriculares e extracurriculares (Oliveira; Fernandes, 2018).

Esse ambiente inóspito acaba, muitas vezes, gerando certo desinteresse dos estudantes e afastamento de sua relação com a vivência científica. Não obstante, Mendes (2022) apresenta estudos que identificam outros motivos para esse movimento, como por exemplo a forma da ciência ser ensinada e sua desconexão com o cotidiano dos estudantes e a falta de prática científica nos ciclos de educação básica brasileiro e seu consequente impacto na obtenção de habilidades básicas de leitura, interpretação e cálculo.

Diante deste cenário, onde grande parte dos principais ganhos da Iniciação Científica dizem respeito à socialização e ao desenvolvimento de habilidades interpessoais e críticas dos estudantes, e levando em consideração algumas das principais dificuldades que os estudantes enfrentam neste percurso, justifica-se a importância de se refletir sobre os impactos das novas tecnologias de IA Generativa para esses jovens cientistas, as quais vêm transformando consideravelmente todas as etapas do processo científico como visto anteriormente.

Zohery (2023) defende que muitos dos benefícios já apresentados são especialmente interessantes para pesquisadores que estão desenvolvendo instrumentos de pesquisa pela primeira vez, atuando como uma orientação extra durante a jornada de descobertas. Preocupações acerca desse uso existem na mesma medida que as promessas otimistas, principalmente por levar em consideração que jovens aprendizes apresentam, em maioria, um conhecimento

mais limitado do assunto abordado, o que aumenta consideravelmente o risco de aceitarem como verdade conteúdos repletos de vieses ou desinformação (Fengchun; Holmes, 2023).

Morris (2023) destaca dois riscos educacionais significativos associados ao uso dessas ferramentas. Primeiramente, alinhado com o que a UNESCO alerta, há o perigo de os estudantes aceitarem sem questionar as informações fornecidas por tais modelos, moldando a compreensão dos estudantes ao enfatizar ou excluir certas perspectivas sobre tópicos científicos (Morris, 2023). Em segundo, observa-se que os próprios cientistas muitas vezes discordam sobre fatos em uma cíclica evolução da compreensão científica ao longo do tempo, o que endossa a desejo por ferramentas de IA que não apenas ensinam pontos de vista populares, mas também orientam os estudantes sobre como ir além deles em sua aprendizagem científica (Morris, 2023).

Já para Dwivedi *et al.* (2023), um aumento em excesso de ferramentas como o ChatGPT para pesquisa científica representa uma ameaça dupla tanto para os estudantes quanto para os professores: de um lado, jovens pesquisadores que já enfrentam dificuldades como atenção mais curta e redução significativa na leitura de livros correm o risco de se tornarem mais indiferentes e apáticos devido à dependência excessiva da ferramenta; do outro, docentes com o desafio de manter o pensamento crítico como uma habilidade fundamental para o fazer ciência.

Ademais, muitas das preocupações já vistas previamente são aplicáveis para o início da carreira científica: as vantagens de uma escrita otimizada (Morris, 2023) mas que pode carecer de originalidade e profundidade (Dwivedi *et al.*, 2023), auxiliar na construção de perguntas e desenho de pesquisa (Zohery, 2023), mas que porventura possam apresentar informações incorretas e direcionamentos confusos (Dwivedi *et al.*, 2023), entre outros. Morris (2023) alerta, inclusive, que o uso generalizado da IA Generativa por estudantes pode reduzir sua motivação ou até diminuir o prestígio de prêmios e eventos científicos (por exemplo, ganhar uma bolsa de pós-graduação ou pós-doutorado de um órgão científico específico pode ser visto como uma honra menor se houver suspeita de que propostas de bolsas tenham sido escritas por IA).

Independente do cenário, uma abordagem mais progressista da educação tem visto como caminho o diálogo ao invés da proibição do uso, promovendo discussão

ativa com os estudantes sobre como usar a IA Generativa com integridade, transparência e honestidade (Peres *et al.*, 2023). Diante da revolução tecnológica, é essencial que estudantes, educadores e pesquisadores reconheçam a importância de enfrentar esse desafio juntos, aproveitando esses avanços para melhorar a aprendizagem e promover o pensamento independente, que é a característica distintiva dos seres humanos (Dwivedi *et al.*, 2023).

Talvez mais interessante do que as tentativas de prever como os jovens pesquisadores vão ou não utilizar a IA Generativa em seu processo seja, de fato, ouvir os próprios acerca do tema. Chan e Hu (2023) entrevistam 399 estudantes universitários em Hong Kong para explorar suas percepções sobre o uso de tecnologias de IA Generativa no ensino superior, avaliando suas atitudes, benefícios, desafios e impactos. Para os autores, há uma enorme importância em compreender as opiniões dos estudantes a fim de permitir que políticas educacionais sejam desenvolvidas de maneira mais assertiva e pluralizada (Chan; Hu, 2023).

Os principais achados do trabalho evidenciam quais são as principais expectativas e temores dos estudantes acerca dessa nova tecnologia. Sobre fatores positivos, os estudantes valorizam a IA Generativa por sua capacidade de atuar como um tutor virtual, fornecendo respostas imediatas e personalizadas, auxiliando na escrita e na geração de ideias e facilitando a pesquisa acadêmica com gerenciamento de referências e análise de dados (Chan; Hu, 2023). Para além desse uso, os estudantes demonstraram grande interesse em utilizar outros tipos de mídia para seus estudos e vidas pessoais, gerando peças gráficas em ferramentas como DALL·E ou conteúdos multimídia como slides, áudios e vídeos, bem como utilizar dessa tecnologia para automatizar tarefas monótonas e repetitivas de suas vidas, ampliando assim o tempo disponível para a pesquisa e outras tarefas (Chan; Hu, 2023).

No que diz respeito às preocupações, o trabalho demonstra que os estudantes não só compreendem como recriminam a falta de precisão e transparência nas respostas geradas pela IA Generativa, além de se preocuparem com sua privacidade de dados e com o desafio de identificar possíveis plágios em seus resultados (Chan; Hu, 2023). Assim como os autores citados nesse trabalho, eles temem que uma dependência excessiva da IA possa prejudicar seu pensamento crítico e sua criatividade ao longo do percurso científico ou até mesmo que impacte

de maneira negativa a relação entre estudantes e professores (Chan; Hu, 2023). Para além da sala de aula, Chan e Hu (2023) afirma que os entrevistados apresentaram preocupações generalizadas sobre ferramentas que respeitem os direitos humanos e não contribuam com injustiças sociais e desigualdades, indicando especial temor sobre temas como substituição de ofícios e perspectivas de emprego para futuros graduados.

Por fim, abordar uma visão holística de acadêmicos, professores e estudantes acerca do uso de IA Generativa em pesquisas científicas desponta como um método relevante para um entendimento mais amplo do cenário atual e futuro, não só para um desenvolvimento mais responsável desse tipo de tecnologia como também para a elaboração de políticas públicas relevantes e alinhadas com a realidade tecnológica e comportamental vigente.

Em conclusões gerais, é necessário compreender que os procedimentos científicos estão mudando e sendo ampliados consideravelmente com o uso de ferramentas de IA Generativa, mudando de pesquisas sobre a IA para pesquisas feitas com a IA (Echterhölter; Schröter; Sudmann, 2021). Diante desse cenário desafiador, a UNESCO (Fengchun; Holmes, 2023) propõe em sua agenda de desenvolvimento uma maior regulamentação da IA Generativa para a educação e outros contextos, sugerindo ações com agências reguladoras governamentais, fornecedores de IA, usuários institucionais e individuais. Como norte, defende ser essencial enfatizar princípios como inclusão, equidade e proteção da agência humana ao criar políticas de uso da IA Generativa na educação e pesquisa, promovendo o desenvolvimento de habilidades em IA para alunos, capacitação de professores e pesquisadores, promoção da diversidade de opiniões e testes de modelos de aplicação localmente relevantes (Fengchun; Holmes, 2023).

4 DESIGN ESPECULATIVO

Esse capítulo contextualiza a abordagem de Design Especulativo, trazendo explicações gerais sobre a área, as principais diferenças entre ela e as abordagens mais tradicionais de Design e explicando brevemente diversas

áreas de conhecimento correlatas como Design Radical, Design Crítico e o Design de Ficção. Ao final, uma série de métodos que permitem a aplicação do Design Especulativo são apresentados e exemplificados com projetos reais.

Existe hoje na literatura uma série de possibilidades de definição para a área de Design Especulativo. Mesmo tendo se tornado parte de um contexto cultural mais amplo, a prática ainda está em desenvolvimento atualmente, bem como as discussões sobre suas definições, seu papel, métodos de acompanhamento e de educação (Mitrović *et al.*, 2021). Segundo os autores:

Ao definir o Design Especulativo como uma prática fechada, ou seja, como uma especialização de Design com métodos que o acompanham, corremos o risco de cair em uma armadilha que poderia questionar a abertura fundamental do Design Especulativo, que se caracteriza por não pertencer apenas ao contexto do design e a um conjunto específico de regras ou métodos específicos (Mitrović *et al.*, 2021, p. 70, tradução nossa).

Partindo da provocação apresentada acima, propõe-se neste capítulo a reflexão sobre a área de Design Especulativo a partir de três perspectivas distintas: a) a sua prática *per se* e como é vista por autores diversos; b) o que a diferencia da prática comumente associada ao Design e c) o seu intrínseco cruzamento com outras abordagens críticas semelhantes bem como as profundas influências que sofre por elas.

4.1 DEFINIÇÕES GERAIS

No que diz respeito à prática, autores seminais da área como Dunne e Raby (2013) definem Design Especulativo como uma maneira de explorar problemas difíceis e possibilidades de futuros a partir da imaginação e do questionamento do *status quo* vigente, promovendo com isso espaços de discussão e debate sobre formas alternativas de realidade. Para eles, a prática não propõe prever o futuro, mas sim "usar o Design para gerar possibilidades que podem ser coletivamente discutidas, debatidas e usadas para definições de futuros preferíveis de determinados grupos de pessoas: de empresas a cidades e sociedades" (Dunne; Raby, 2013, p. 6, tradução nossa).

Ainda segundo os autores, há a crença de que ao se especular mais sobre as mais diversas áreas da sociedade, explorando para elas cenários alternativos, a realidade atual se torna mais flexível e, assim, torna-se possível elencar fatores-chaves que influenciarão o amanhã: seja para um futuro preferível, os quais podem ser incentivados e difundidos, seja para um futuro indesejado, buscando-se endereçar soluções no presente para que não venham a acontecer ou para que sejam pelo menos amenizados (Dunne; Raby, 2013). Para eles:

O Design Especulativo em grande escala contesta a "realidade oficial"; é uma forma de dissidência expressa por meio de propostas alternativas de Design. Seu objetivo é ser inspirador, contagiante e catalisador, se afastando e recuando para abordar valores e ética. Ele se esforça para superar o muro invisível que separa os sonhos e a imaginação da vida cotidiana, obscurecendo as distinções entre o real "real" e o real "irreal". O primeiro existe no aqui e agora, enquanto o segundo está atrás de telas de vidro, dentro das páginas dos livros e trancado na imaginação das pessoas. As especulações de Design podem dar forma ao multiverso de mundos que nosso mundo poderia ser. Embora seja aceito que o presente é causado pelo passado, também é possível pensar que ele é moldado pelo futuro, por nossas esperanças e sonhos para o amanhã (Dunne; Raby, 2013, p. 160, tradução nossa).

Já para Auger (2013), a prática do Design Especulativo é essencialmente uma ferramenta de questionamento, a qual não propõe soluções de produtos implementáveis ou respostas à perguntas específicas, mas sim atuando como um espelho que reflete o papel que determinada tecnologia desempenha ou pode desempenhar em nossas vidas, instigando a contemplação e discussão sobre elas. Para o autor, a prática funciona como um espaço para sonhar, desafiar e debater, utilizando-se de artefatos de Design para atrair um público amplo e diversificado - desde especialistas na área específica que envolve o debate até consumidores e usuários comuns desses produtos ou serviços tecnológicos (Auger, 2013).

Figura 11 – "*Designs for an Overpopulated Planet, No. 1: Foragers*", de Dunne e Raby (2010)



Fonte: Dunne e Raby (2013, p. 154)

Para Mitrović (2015), a prática é essencialmente discursiva, baseada no pensamento crítico e no diálogo, norteadada pela imaginação e vislumbre de cenários possíveis. Para o autor, "ao especular, os designers repensam produtos, sistemas e mundos alternativos" (Mitrović, 2015, p. 13, tradução nossa), não só antecipando o pensamento sobre o futuro como ajudando a entender e repensar o mundo atual. Sem a pretensão de atender as necessidades de consumidores (sejam atuais ou futuras), mas sim de considerar futuros tecnológicos que reflitam a complexidade vigente hoje, redefinindo assim nossa relação com a própria realidade (Mitrović, 2015). Segundo o autor:

Por meio de sua imaginatividade e abordagem radical, usando o Design como um meio, ela [a prática] impulsiona o pensamento, levanta conscientização e questionamentos, provoca ações, abre discussões e pode oferecer alternativas necessárias ao mundo de hoje. (Mitrović, 2015, p. 15, tradução nossa).

Por fim, Malpass (2013) situa a prática do Design Especulativo entre o discurso científico emergente e a cultura material, preocupado com a projeção de tendências

sociotécnicas, com a investigação de seus avanços e com o questionamento do papel e do potencial de inovações científicas e tecnológicas. O autor defende essa forte associação da área com a inovação tecnocientífica, propondo trabalhos com afirmações desafiadoras que tentam explorar as implicações éticas e sociais da ciência aplicada. Assim, os trabalhos advindos dessa prática incentivam os usuários a reconsiderar horizontes de futuros a partir do presente e quais meios temos de reconfigurar esses cenários (Malpass, 2013). Para ele, a prática defende "uma discussão democrática e aberta sobre como a ciência e a tecnologia são desenvolvidas e dirigidas" (Malpass, 2013, p. 340, tradução nossa), promovendo conhecimento e reflexões a partir das formas de seus resultados materiais e da interação das pessoas com esses trabalhos em contextos de exposição e engajamento público.

4.2 DESIGN ESPECULATIVO *VERSUS* DESIGN CONVENCIONAL

Outra forma importante de definição do Design Especulativo se dá a partir da diferenciação entre sua prática e a prática mais comumente associada ao Design. Dunne e Raby (2013) argumentam que a maior parte das pessoas pensam Design como uma prática de resolução de problemas, o que é endossado por profissionais da área que irresistivelmente buscam solucionar tudo o possível, inclusive grandes desafios como superpopulação, escassez de água, mudanças climáticas, entre outros. Segundo os autores, há uma evidente constatação de que nem todos os desafios que enfrentamos hoje podem ser consertados como são, sendo necessário uma mudança de valores, crenças, atitudes e comportamentos para superá-los. (Dunne; Raby, 2013). Afirmam eles que:

Embora seja essencial na maioria das vezes, o otimismo inerente ao Design pode complicar muito as coisas; primeiro, como uma forma de negação de que os problemas que enfrentamos são mais sérios do que parecem e, em segundo lugar, canalizando energia e recursos para mexer com o mundo lá fora, e não com as ideias e atitudes dentro de nossas cabeças que moldam o mundo lá fora (Dunne; Raby, 2013, p. 2, tradução nossa).

É a partir dessa perspectiva que a visão previamente introduzida de Design Especulativo dos autores se embasa. Em seu Manifesto A/B (Dunne; Raby, 2009), apresentado na figura abaixo, há uma justaposição entre o que é comumente

entendido como Design (A) e conceitos que expandem a prática e presentes no Design Especulativo (B), o que não necessariamente vem para substituir a prática tradicional mas sim para permitir a adição de novas dimensões (Dunne; Raby, 2013).

Figura 12 – Manifesto A/B

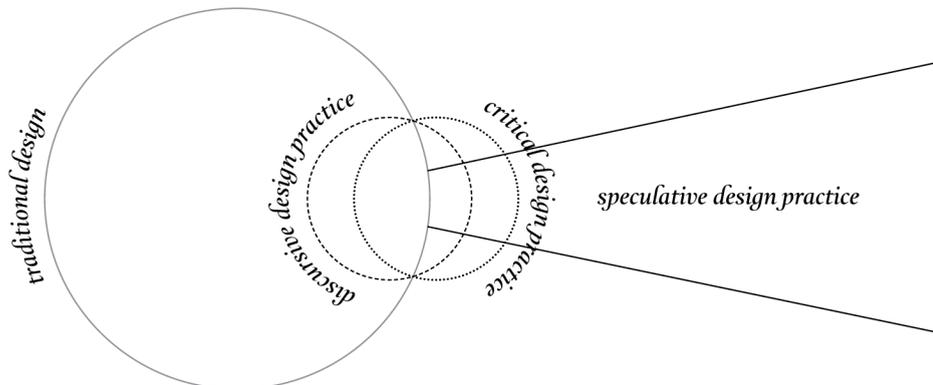
A Manifesto	{ a }	{ b }
	affirmative problem solving design as process provides answers in the service of industry for how the world is science fiction futures fictional functions change the world to suit us narratives of production anti-art research for design applications design for production fun concept design consumer user training makes us buy innovation ergonomics	critical problem finding design as medium asks questions in the service of society for how the world could be social fiction parallel worlds functional fictions change us to suit the world narratives of consumption applied art research through design implications design for debate satire conceptual design citizen person education makes us think provocation rhetoric

Fonte: Dunne e Raby (2009)

Mitrović (2015) endossa a visão de que o Design, visto a partir de uma perspectiva modernista, é tido essencialmente como essa prática de resolução de problemas, intimamente relacionada às necessidades da indústria e a criação de um padrão de vida melhor a partir da necessidade dos clientes. Assim sendo, Mitrović *et al.* (2021) ressaltam o afastamento que a prática especulativa tem desse papel consumista do Design, e como isso permite utilizar o Design como um meio para explorar futuros possíveis que desafiam as relações sociais, econômicas e políticas vigentes e convidam a reimaginar nossa relação com o mundo.

Segundo eles, o Design Especulativo extrapola essa abordagem de Design que apresenta soluções prontas para o mercado, buscando "restaurar certos fundamentos do Design como a discursividade (análise, reflexão, exame de várias possibilidades, antecipação e assim por diante)" (Mitrović *et al.*, 2021, p. 70, tradução nossa).

Figura 13 – Design Tradicional x Design Especulativo



Fonte: Mitrović⁶ (2015)

4.3 INTERSECÇÕES COM OUTRAS DISCIPLINAS

A fim de proporcionar uma visão mais completa sobre as definições do Design Especulativo, torna-se necessário discutir, por fim, sua interdisciplinaridade e intersecções com outras áreas do conhecimento. Para Mitrović, a prática está inserida no conceito de Design Crítico e relacionada a uma série de outras práticas como "Design de Ficção, Design do Futuro, Anti-design, Design Radical, Design Interrogativo, Design Discursivo, Design Contraditório, *Futurescape*, *Design Art*, etc." (Mitrović, 2015, p. 11, tradução nossa).

Nessa mesma linha, Auger (2013) ressalta a complexidade que existe em buscar uma definição para Design Especulativo, muito por conta dessa proximidade com outras atividades correlatas de Design como Design Crítico, Design Discursivo, Sondas de Design (*Design Probes*) e Design de Ficção. Para o autor:

Há muita sobreposição entre essas práticas, as diferenças são sutis e baseadas principalmente em seu uso geográfico ou contextual: todas eliminam as restrições do setor comercial que definem os processos normativos de Design; usam modelos e protótipos no centro da investigação; e usam a ficção para apresentar produtos, sistemas e/ou mundos alternativos (Auger, 2013, p. 11, tradução nossa).

Uma forma interessante de viabilizar a diferenciação entre essas áreas, segundo Auger (2013), é através da semântica e da carga de experiência que ela atribui ao que se refere. Como embasamento desta proposta, ele afirma que um

⁶ Disponível em: <https://speculative.hr/en/introduction-to-speculative-design-practice/>. Acesso em: 16 Set 2023.

objeto físico apresentado como um artefato de Design de Ficção pode ser idêntico a um objeto apresentado como Design Especulativo, Sonda de Design ou outro, mas a diferença semântica entre eles dá ao objeto um valor substancialmente diferente. Por exemplo, a palavra *fiction* (ficção) antes do Design informa imediatamente ao espectador que o objeto não é real; *probes* (sondas) infere que o objeto faz parte de uma investigação; e tanto *discursive* (discursivo) quanto *critical* (crítico) revelam as intenções do objeto como instigador de debate ou análise filosófica (Auger, 2013).

Esses termos agem para deslocar o objeto da vida cotidiana, expondo seu status funcional ou acadêmico. Para aqueles que fazem parte da comunidade de design ou pesquisa, esses detalhes semânticos são menos problemáticos, pois a familiaridade com o discurso torna a terminologia menos importante, mas para aqueles que não estão familiarizados com essas práticas, a semântica afeta fundamentalmente a forma como o trabalho é experimentado e avaliado. (Auger, 2013, p. 12, tradução nossa)

Seguindo essa lógica, como a prática do Design Especulativo propõe mudar a discussão sobre tecnologia para além do campo dos especialistas, levando-a a um público mais amplo, a escolha de "especulativo" se adequa ao proposto pois sugere uma correlação direta entre o "aqui e agora" e a existência do conceito de Design (Auger, 2013).

Em sua obra "*Speculative Everything*", Dunne e Raby (2013) citam diversas dessas áreas que influenciam e interseccionam a prática do Design Especulativo, sendo algumas abordadas com especial atenção e, por conta disso, detalhadas neste capítulo: o Design Radical, o Design Crítico, o Design Conceitual, o Design de Ficção e a Futurologia.

Os movimentos radicais de Arquitetura, *Fine Arts* e Design - os quais tiveram seus pontos altos entre os anos 60 e 70 - serviram e servem de forte inspiração para a prática do Design Especulativo, seja pelo seu uso da especulação para fins críticos e provocativos, seja por conta da energia exuberante e imaginação visionária de muitas das peças criadas na época (Dunne; Raby, 2013). Os autores citam que se questionavam sobre "como esse espírito poderia ser reintroduzido no Design contemporâneo e como os limites do Design poderiam ser estendidos para além do estritamente comercial, abrangendo o extremo, o imaginativo e o inspirador" (Dunne; Raby, 2013, p. 6, tradução nossa).

Muitas coisas mudaram desde a ascensão dos movimentos radicais até hoje, período esse em que observa-se um declínio desse movimento de especulação

imaginativa, social e política. Para Dunne e Raby (2013), dentre os diversos motivos possíveis, quatro destacam-se: a) a hiper-comercialização do Design nos anos 80, integrado de maneira abrangente à perspectiva neoliberal capitalista; b) a queda do muro de Berlim em 1989 e sua representação simbólica do colapso de possíveis formas alternativas de sociedade, sobrando ao Design uma única forma "real" para se projetar; c) a atomização da sociedade, com uma individualização exacerbada e enfraquecimento do senso coletivo e d) a rebaixamento de "sonho" para "esperança" em uma sociedade superpopulosa, com graves problemas climáticos e crises financeiras.

Entretanto, tem crescido o interesse pela retomada desse espírito radical nos últimos anos, uma vez que, segundo os autores:

Essa insatisfação com os modelos existentes, aliada a novas formas de democracia de baixo para cima, aprimoradas pela mídia social, faz com que este seja o momento perfeito para revisitar nossos sonhos e ideais sociais e o papel do Design em facilitar visões alternativas em vez de defini-las (Dunne; Raby, 2013, p. 9, tradução nossa).

O Design Crítico, por sua vez, é um termo cunhado pelos próprios autores Dunne e Raby em meados dos anos 90, os quais o definem como uma prática que utiliza de propostas de Design Especulativo para refutar suposições rasas, pré-concepções e imposições dos papéis que produtos desempenham em nossas vidas (Dunne; Raby, 2013). Seu surgimento partiu da preocupação dos autores em relação ao avanço acrítico por trás do progresso tecnológico, no qual a tecnologia é sempre vista como boa e capaz de resolver qualquer problema. Para eles, a prática "era mais uma atitude do que qualquer outra coisa, uma posição em vez de uma metodologia. Seu oposto é o design afirmativo: design que reforça o status quo" (Dunne; Raby, 2013, p. 34, tradução nossa).

Referências históricas sobre a prática do Design Crítico apontam para os movimentos radicais dos anos 60, os quais já foram apresentados anteriormente, e parcialmente para os movimentos de arte vanguardistas e neo-vanguardistas; entretanto, é a partir do surgimento do Design de Interação nos anos 90 que o Design e as práticas críticas fortalecem sua relação (Mitrović, 2015). Segundo o autor, essa área advém da aceleração do desenvolvimento de tecnologias digitais observada no período, propondo-se a explorar as formas como as pessoas se conectam a partir das tecnologias e produtos que usam. É dentro desse contexto

que Dunne e Raby estabelecem o Design Crítico como uma abordagem cultural, social e ética das implicações de novas tecnologias, o que futuramente evoluiria para a especulação de problemas mais amplos da sociedade, da economia e da política (Mitrović, 2015).

Malpass (2013) defende que a principal diferença entre o Design Especulativo e o Design Crítico se encontra no contexto temporal em que atuam. Para ele, tanto o Design Especulativo quanto essas outras áreas relacionadas são modos práticos de Design Crítico, as quais desafiam concepções ortodoxas do Design e ampliam sua atuação, como por exemplo o uso da especulação no questionamento dos caminhos da progressão científica e tecnológica e suas implicações socioculturais (Malpass, 2019). Entretanto, enquanto o Design Especulativo se concentra nos avanços científicos e tecnológicos e em suas possíveis aplicações e implicações futuras, o Design Crítico atua nas implicações sociais, culturais e éticas de objetos e práticas de Design dos tempos atuais, "baseando-se na teoria social crítica para examinar o horizonte cultural atual e oferecer uma crítica ao que já existe" (Malpass, 2013, p. 341, tradução nossa).

Outra área de profunda importância para a prática do Design Especulativo é o Design Conceitual. Diferente das áreas abordadas até aqui, essa prática é considerada por Dunne e Raby (2013) como um espectro amplo e presente em todas as práticas de Design, cada uma com sua própria forma e uso diverso. De uma ponta do espectro, os autores afirmam estar uma prática muito próxima da arte conceitual, sendo puramente ideias muitas vezes relacionadas ao próprio meio; da outra ponta, a prática ganha uma forma de espaço paralelo especulativo que usa produtos ficcionais para explorar possíveis futuros tecnológicos - sendo essa, inclusive, a que mais interessa ao Design Especulativo (Dunne; Raby, 2013).

Um dos principais propósitos da prática é se distanciar das forças de mercado para permitir adentrar espaços irrealis, ficcionais e alternativos, onde se é permitido pensar livremente e testar novas ideias e novos ideais. Isso, segundo os autores, é o que permite a prática de Design adentrar novos espaços estéticos, novas implicações sociais, culturais, éticas e políticas seja para produção científica, seja para questões de larga escala como democracia, sustentabilidade, alternativas ao capitalismo, entre outros (Dunne; Raby, 2013). Eles afirmam que "esse potencial de usar a linguagem do design para fazer perguntas, provocar e inspirar é a

característica definidora do design conceitual" (Dunne; Raby, 2013, p. 12, tradução nossa).

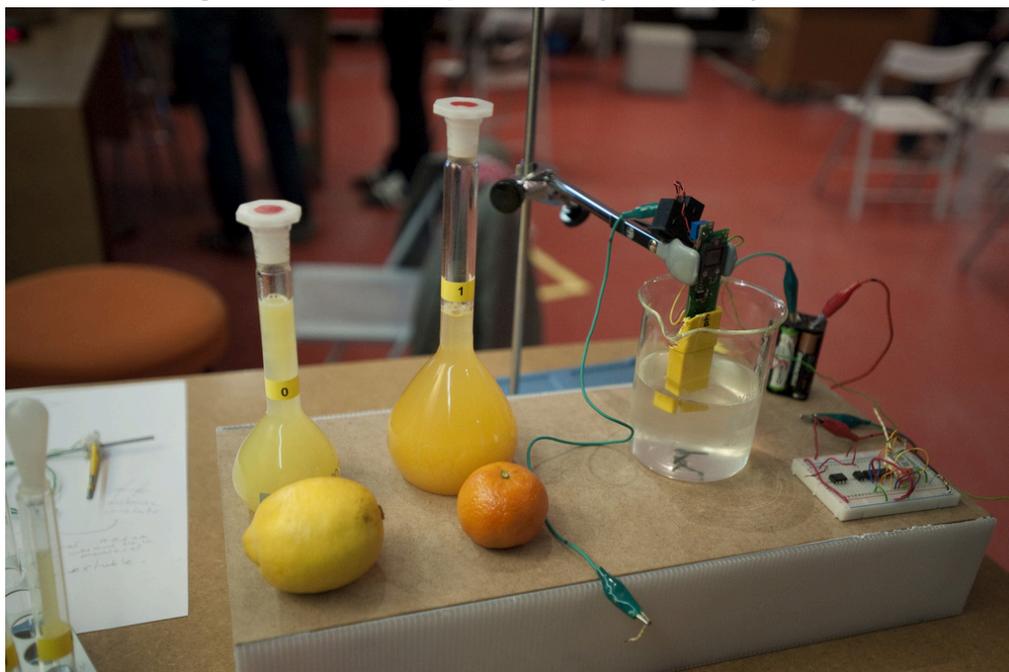
É por conta dessa abrangência que a prática se torna tão essencial para viabilizar a prática do Design Especulativo. Diferente de outras práticas como o Design Humanitário ou o Design *Thinking*, os quais também podem ter uma abordagem que vá além do mercado mas que opera dentro dos limites da realidade atual, o Design Conceitual abre espaço para visões de futuro e experimentos de possibilidades, permitindo "projetar como as coisas poderiam ser" (Dunne; Raby, 2013, p.12, tradução nossa).

Dado o exposto até então, é possível ver a quantidade de sobreposições que o Design Especulativo tem com outras áreas do Design. Entretanto, segundo Dunne e Raby, nenhuma delas é mais próxima do que o Design de Ficção, o que leva muitas vezes a serem termos frequentemente intercambiáveis, sendo "um espaço vagamente definido onde especulação, ficção e imaginário se colidem e se fundem" (Dunne; Raby, 2013, p. 100, tradução nossa).

Galloway e Caudwell (2018) afirmam que Design de Ficção é outro nome dado a trabalhos de Design que imaginam, especulam e representam visões alternativas de Design e dos mundos que ele habita, tendo seu conceito originado a partir de dois ensaios escritos separadamente em 2009 pelos autores Julian Bleecker e Bruce Sterling.

Para Bleecker (2009), Design de Ficção são objetos com histórias. Distanciando-se da prática comercial do Design, os objetos de Design de Ficção - tidos como "protótipos diegéticos" - carregam consigo histórias que especulam sobre o novo, o diferente, o futuro próximo e toda a prática social que ocorre dentro e ao redor desses objetos (Bleecker, 2009). Com grande conexão com a Ficção Científica e a Ciência Factual, é uma prática que combina as técnicas tradicionais de escrita e storytelling com a criação material de objetos, gerando "objetos socializados que contam histórias e que participam do processo criativo, incentivando a imaginação humana" (Bleecker, 2009, p. 7, tradução nossa).

Figura 14 – "Fruit Computer" de Alejandro Tamayo, 2009



Fonte: Bleecker (2009, p. 14)

Já Sterling (2009) apresenta em seu ensaio uma visão de Design Fiction mais conectada à ficção científica, onde as duas disciplinas mesclam seus métodos para propiciar novas experiências em um cenário cada vez mais cibernético e tecnocultural. Para ele, Design Fiction pode ser definido como o uso deliberado de protótipos diegéticos para suspender a descrença na mudança (Bosch, 2012), onde a ênfase no aspecto diegético direciona a atenção especificamente para os objetos e serviços, incentivando as pessoas a refletirem profundamente sobre esses elementos ao invés de tentarem compreender de uma só vez a totalidade de mundos e realidades paralelas dos quais fazem parte.

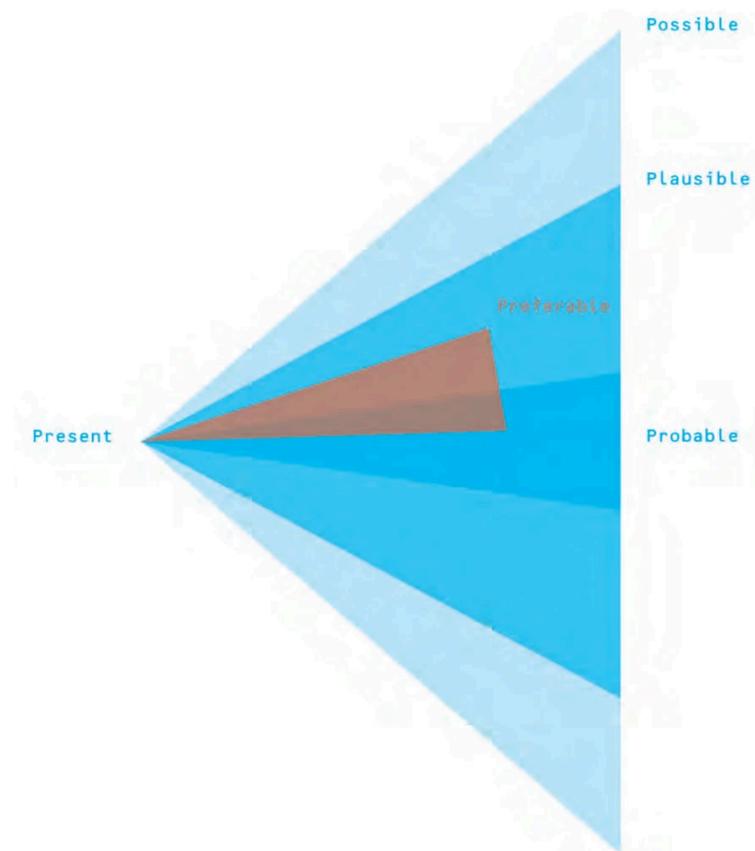
Sterling defende que protótipos diegéticos são muito mais do que adereços ou efeitos visuais de um contexto cinematográfico; eles configuram como elementos essenciais da narrativa, permitindo que seus autores especulem dentro do mundo fictício gerado e apresentem possibilidades tecnológicas a um amplo público, estimulando o interesse em tecnologias potenciais do mundo real (Bosch, 2012).

Não obstante a proximidade do Design Especulativo com o Design de Ficção, torna-se necessário, também, posicionar o Design Especulativo diante das abordagens de estudos do futuro e das influências geradas por elas. Um dos motivos-chave em comum de práticas como o Design Especulativo e a futurologia está na relação entre escolhas do presentes e mundos futuros, pois operam com a

premissa de que nossas decisões atuais moldam o mundo de amanhã (Vint, 2021). Para a autora, ainda mais crucial é o reconhecimento do papel central da imaginação na tomada de decisões: imaginar cenários futuros potenciais, sejam eles positivos ou negativos, têm o potencial de promover conexões emocionais, influenciar perspectivas e direcionar atenção e esforço para projetos, seja para concretizá-los ou opor-se à sua realização (Vint, 2021).

Dunne e Raby (2013) discorrem sobre a influência e contribuição que o futurologista Stuart Candy propiciou durante uma visita ao Royal College of Art em 2009. Na ocasião, o pesquisador apresentou um diagrama com cones representando vários níveis de probabilidade de futuros potenciais, o qual, segundo os autores, foi adaptado para utilização nas práticas de Design Especulativo por conta de seu enorme potencial (Dunne; Raby, 2013).

Figura 15 – Cone "PPPP" por Dunne e Raby



Fonte: Dunne e Raby (2013, p. 5)

O cone "provável" representa o domínio em que a maioria dos designers trabalha, concentrando-se no que provavelmente acontecerá desde que não ocorram grandes interrupções, enquanto o "plausível" representa o domínio do

planejamento de cenários e do *foresight*, focando no que poderia acontecer em vez de prever resultados específicos (Dunne; Raby, 2013).

O cone "possível", por sua vez, envolve a ligação do mundo atual a um mundo sugerido, onde cenários cientificamente viáveis existem, mesmo que algumas mudanças pareçam desafiadoras de imaginar. Isso se dá por meio de “uma série crível de eventos, mesmo que totalmente ficcionais, os quais permitem que os espectadores relacionem o cenário ao seu próprio mundo e o usem como um auxílio para a reflexão crítica” (Dunne; Raby, 2013, p. 4, tradução nossa). É dentro desse domínio que a cultura especulativa atua, incluindo literatura, cinema, ficção científica e ficção social. Para além dela está a zona da fantasia, a qual tem grande valia para o entretenimento e literatura, mas acaba se afastando demasiadamente do mundo como ele é para ser relevante à prática do Design Especulativo (Dunne; Raby, 2013).

Por fim, um dos cones mais valiosos para a discussão aqui abordada é o último: o de futuros preferíveis, entre o provável e o plausível. Dunne e Raby (2013) afirmam que busca por futuros preferíveis levanta questões complexas sobre quem decide o que é preferível, para quem e para quê; entretanto, o design pode desempenhar um papel importante ao estimular o debate público e ajudar a definir futuros desejáveis em colaboração com especialistas e diversos grupos da sociedade, sendo esse o principal desejo da prática especulativa.

Em suma, diante de tamanhas intersecções e diferenças sutis entre tantas áreas, torna-se difícil a busca pelo consenso de uma definição mais ou menos definitiva para o Design Especulativo. Malpass (2019), entretanto, diz que essa busca não deve ser o foco e tem menor importância diante da prática em si, defendendo uma abordagem mais aberta de métodos interseccionados, justamente por conta desse cruzamento inevitável entre elas e pelas características de movimento e questionamento à hegemonia disciplinar que são inerentes à uma abordagem crítica.

4.4 MÉTODOS E APLICAÇÕES

Como visto anteriormente, a área do Design Especulativo é repleta de conexões com outras áreas dentro e fora do espectro do Design, o que reflete

diretamente a pluralidade de métodos possíveis para a aplicação dessa prática. Mitrović (2015) defende essa intersecção entre práticas, campos e disciplinas relacionadas como uma validação para que se possa aplicar qualquer metodologia acessível e apropriada para determinado momento do projeto especulativo. Por exemplo:

Ela [a prática de Design Especulativo] usa legitimamente ferramentas, técnicas, instrumentos, métodos, gêneros e conceitos como narrativas ficcionais, linguagem cinematográfica, roteiro, storyboard, testes com usuários, entrevistas/questionários, jogos, mas também fenômenos da mídia e da cultura pop, como câmera oculta, *pitch elevator*, comédia de observação, stand-up etc. Tudo o que for considerado adequado em um determinado momento é legítimo. (Mitrović, 2015, p. 17, tradução nossa).

Mesmo diante dessa amplitude de possibilidades, Mitrović sugere que há um caminho possível, quase como um norte, àqueles que queiram se aventurar em projetos de Design Especulativo. Para o autor, mesmo que essa prática seja vista mais como uma atitude/posição do que necessariamente uma metodologia em sua definição tradicional, ainda assim há algumas características em sua prática que permitem determinar uma estrutura básica (Mitrović, 2015). Segundo ele, o processo pode ser dividido em algumas etapas: 1) uma pesquisa crítica de Design para definir um espaço de Design a ser trabalhado; 2) geração e desenvolvimento de conceitos e ideias especulativos e 3) articulação de formas adequadas para a comunicação do trabalho gerado (Mitrović, 2015).

Malpass (2013) reforça a proposta de Mitrović ao sugerir que os trabalhos do Design Especulativo, ao terem por característica uma preocupação com novas tecnologias teóricas e suas aplicações, não são necessariamente familiares ao público. Sendo assim, para seu sucesso, há a necessidade da construção de uma narrativa externa e de cenários de suporte (passo 1) para que se gerem propostas especulativas (passo 2) que sejam alocadas dentro desses contextos, geralmente de forma doméstica e cotidiana mas que exageram o impacto da ciência aplicada para chamar a atenção do público, sendo esse trabalho crucial para uma conexão mais direta com o espectador (passo 3) (Malpass, 2013).

A partir de uma construção em cima do trabalho de Mitrović, os autores Johannessen, Keitsch e Pettersen (2019) sintetizam os três passos propostos de uma maneira mais ampla: 1) definir o contexto para o debate; 2) idear, encontrar os problemas e criar os cenários e 3) materializar os cenários para provocar a

audiência. Explorar as etapas dessa maneira permite se aproximar mais dos objetivos do Design Especulativo de reflexão, crítica e participação coletiva no debate e interação.

Em relação à primeira etapa, Dunne e Raby (2013) convidam os praticantes a questionar os valores predominantes e as suposições subjacentes nessa busca por um tema a ser trabalhado, buscando sempre estar atentos a tópicos que precisam ser destacados, refletidos e questionados. Para Johannessen, Keitsch e Pettersen (2019), a escolha do tópico é feita geralmente a partir de questões contemporâneas e éticas advindas do setor comercial, de tecnologias emergentes ou de normas sociais. Mitrović (2015) indica como caminho para essa busca a "reflexão sobre tecnologias e relações sociais que podem emergir do mundo atual em que vivemos [...] e suposições e preconceitos que temos sobre o papel dos produtos e serviços na vida cotidiana", pois é essa extensão do cotidiano para o futuro que torna a prática poderosa e profundamente intrigante (Mitrović, 2015, p. 21, tradução nossa).

Além disso, Mitrović (2015) sinaliza dois caminhos diferentes para a prática do Design Especulativo que podem auxiliar no recorte e escolha de um problema a ser trabalhado: a especulação sobre futuros possíveis e a especulação sobre presentes alternativos. Enquanto a primeira cria cenários futuros que questionam de maneira crítica o desenvolvimento, implementação e uso de novas tecnologias e suas implicações sociais, enquanto o segundo se concentra na construção de realidades tecnológicas urbanas paralelas (Mitrović, 2015). Segundo o autor, ambos oferecem oportunidades para análises críticas do desenvolvimento tecnológico e da sociedade contemporânea, abordando desde questões sociopolíticas amplas até atividades cotidianas.

Definido o tópico a ser trabalhado, é a partir da segunda etapa que um trabalho mais intenso se inicia e com uma maior variedade de métodos e ferramentas para atingi-lo. O percurso entre a escolha do contexto e o início da construção de um cenário exige ideação e busca de informações sobre os problemas a serem trabalhados. Como dito na introdução deste trabalho, por mais que essa pesquisa para construção de um cenário seja tradicionalmente feito a partir da observação de tendências e levantamento de *weak signals* (sinais fracos) sobre o tópico, Dunne e Raby (2013) defendem que essa exploração seja ampla e abarque quaisquer

métodos e áreas para além do Design que forem necessárias, a exemplo do Cinema, Literatura, Ciência, Ética, Política e a Arte.

Uma ferramenta popular e que pode ajudar a navegar entre essas áreas é o *STEEP Analysis* (Szigeti et al., 2011), método previamente abordado na seção de metodologia desse trabalho. Advinda das iniciais em inglês de Social, Tecnológico, Econômico, Ecológico e Político, a ferramenta auxilia a categorizar tendências e informações encontradas sobre o tópico escolhido a partir desses cinco aspectos, auxiliando a obtenção de uma visão compreensiva de fatores que não necessariamente predizem o futuro mas podem influenciá-lo (Szigeti et al., 2011). Por mais que seja uma ferramenta muito utilizada comercialmente, há a possibilidade de sua adaptação para outras práticas (Szigeti et al., 2011), o que abre espaço para seu uso em projetos especulativos.

No que diz respeito à criação de cenários, Auger (2013) alerta que um dos principais fatores de sucesso para um Design Especulativo é o gerenciamento cuidadoso da especulação. Para ele:

Se [o Design] avançar demais no futuro para apresentar conceitos implausíveis ou habitats tecnológicos alienígenas, o público não irá se relacionar com a proposta, resultando em uma falta de envolvimento ou conexão. De fato, uma especulação de Design exige que exista uma ponte entre a percepção que o público tem do seu mundo e o elemento funcional do conceito. A inspiração e a influência para essa "ponte perceptual" podem vir de diversos campos, como a Comédia Observacional, a Psicologia, a Ecologia, os filmes de terror e a Ilusão, pelas percepções que oferecem sobre o complexo funcionamento da mente humana e como ela pode ser cuidadosamente manipulada para provocar reações (Auger, 2013, p. 12, tradução nossa).

Alguns exemplos dessas "pontes perceptuais" são descritos pelo autor para auxiliar os praticantes do Design Especulativo no desenvolvimento de cenários. A "Abordagem ecológica", por exemplo, reforça a necessidade de se pensar o contexto e o ambiente em que os futuros produtos ou serviços especulativos existiriam (cenários) para propiciar uma realidade minimamente familiar ou lógica ao espectador, podendo ser um espaço específico como uma casa ou escritório ou situações culturais e políticas baseadas no levantamento de inovações e/ou tendências atuais (Auger, 2013, p. 13, tradução nossa).

Outra prática que Auger sugere para a criação especulativa é a chamada "Comédia observacional" (Auger, 2013, p. 22, tradução nossa). O autor defende a importância da narração de histórias para a prática, em especial as com viés

humorístico. Para ele, compartilhar histórias a partir da comédia são como "excelentes dispositivos de compressão de dados", uma vez que o sucesso de uma piada ou sacada de humor está justamente em contar uma história com poucas palavras na qual o público consiga rapidamente se relacionar (Auger, 2013, p. 22, tradução nossa). É da utilização do mundano, do familiar e dos pequenos detalhes que o humor empresta uma poderosa ferramenta para o praticante especulativo, propiciando a criação de propostas interessantes que se conectam às sensibilidades e entendimento contemporâneos do espectador (Auger, 2013).

Assim como Auger, Mitrović (2015) exalta a narração de histórias como uma poderosa ferramenta para essa etapa, uma vez que "tem um poder considerável e uma tradição profunda na história humana para estimular discussões e pensamento crítico" (Mitrović, 2015, p. 21, tradução nossa). Sua inspiração advém da poética da Literatura, da Música, das Artes Visuais, do Cinema, da Computação Gráfica e da Arquitetura, principalmente em suas formas de vanguarda.

O autor também comenta sobre o frequente uso do humor em cenários especulativos como forma de se conectar ao público, muitas vezes sombrio ou próximo da sátira, incomuns, curiosos e até perturbadores, mas ao mesmo tempo mantendo em seu discurso características desejáveis e atraentes ao público (Mitrović, 2015). Esse último aspecto é muito importante, pois apenas cenários bem comunicados, que propiciem uma conexão ao espectador e que garantam a suspensão da descrença é que provocam, de fato, "a atenção, as emoções e estimulam o pensamento e a discussão, o que é, afinal, o principal objetivo da prática especulativa" (Mitrović, 2015, p. 21, tradução nossa).

Dunne e Raby (2013) apresentam em sua obra diversas práticas que inspiram a criação de cenários especulativos. Os "*Fictional Worlds*" (Mundos Ficcionalis), por exemplo, são defendidos pelos autores como uma plataforma muito interessante para reflexão, crítica, provocação e inspiração, trabalhando com o conceito de que nosso mundo atual está cercado por um infinito de mundos possíveis os quais propiciam um domínio de criatividade além de nossa realidade presente (Dunne; Raby, 2013). Ao contrário dos aspectos tangíveis da arquitetura ou produtos, eles começam com elementos intangíveis como leis, ética, sistemas políticos e crenças sociais, traduzindo-os em expressões materiais que se tornam sinédoques de outro mundo; por exemplo, no campo do design de *games*, mundos inteiros são

meticulosamente criados, principalmente para entretenimento, mas cada vez mais como ferramentas para desafiar convenções e promover mudanças sociais (Dunne; Raby, 2013).

Outra prática interessante é conhecida como “*Counterfactual*” (Contrafactual), sendo uma forma de experimento de pensamento que propõe a alteração de fatos históricos para explorar cenários alternativos e seu impacto no mundo (Dunne; Raby, 2013). Um famoso exemplo desse método é o livro “*The Man in the High Castle*” de Philip K. Dick, o qual explora as consequências da Alemanha vencer a Segunda Guerra Mundial, um ponto de partida comum em histórias contrafactuais (Auger, 2013). Essa abordagem é muito usada na história e na ficção para compreender a importância de eventos-chave; no design, oferece uma alternativa ao pensamento baseado no futuro, podendo ser apresentado por meio de várias mídias, incluindo vídeos, modelos e desenhos que incentivam a exploração criativa de mundos paralelos e suas implicações (Dunne; Raby, 2013).

Para além dessas práticas abordadas na literatura, existem abordagens específicas para criação de cenários que oferecem *frameworks* mais estabelecidos de trabalho, auxiliando assim o pensamento criativo e a ideação colaborativa. Uma técnica amplamente utilizada para esse fim é o método Delphi, desenvolvido na década de 1950 pela RAND Corporation como uma ferramenta de previsão para pesquisas em ciência e tecnologia de fins militares e, hoje, sendo considerado uma técnica importante das áreas de pesquisa de futuros (Hernandes-Martinez *et al.*, 2022). Sua proposta consiste em reunir um grupo de especialistas sobre determinado campo específico para discutir questões críticas sobre o futuro, buscando afunilar um consenso entre os participantes a partir de rodadas de questionários e feedbacks anônimos que permitem uma reavaliação dos julgamentos iniciais (Hernandes-Martinez *et al.*, 2022). Segundo os autores, a prática tem se popularizado e evoluído cada vez mais, adaptado-se a diversos contextos e temas como educação STEM para identificar competências científicas, alcançar consenso sobre métodos de ensino, como álgebra linear, e desenvolver agendas para a cognição em pesquisa matemática.

O *Causal Layered Analysis* (CLA), por sua vez, é um método criado por Inayatullah (2009) que analisa a temática escolhida a partir de diferentes camadas, permitindo uma compreensão mais abrangente das questões complexas que o

cercam, indo desde o nível superficial até as raízes culturais e civilizacionais das mesmas. O tema é analisado a partir de quatro níveis distintos: o primeiro aborda questões superficiais e quantitativas frequentemente apresentadas pela mídia; o segundo explora causas sociais e econômicas por trás dessas questões; o terceiro nível aprofunda a análise, examinando estruturas e discursos subjacentes, questionando suposições e explorando diferentes perspectivas; o quarto e mais profundo nível explora metáforas e mitos subjacentes, revelando histórias e arquétipos coletivos que moldam nossa compreensão do problema e sua resolução (Inayatullah, 2009).

Figura 16 – Diagrama CLA



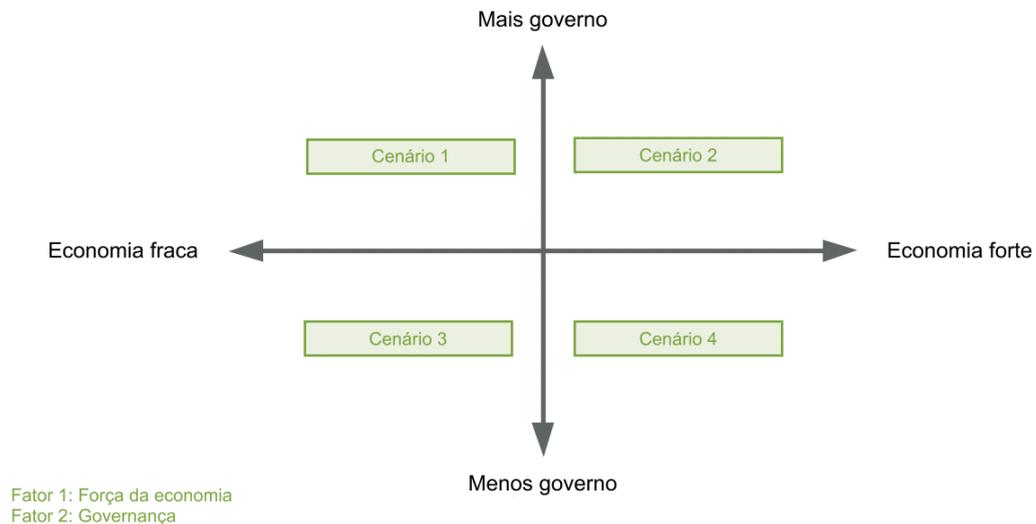
Fonte: Philippe Lenain⁷ (2021, tradução nossa)

Outros dois métodos interessantes para criação de cenários são o *Scenario Planning Matrix* e o *Futures Wheel*. As matrizes de planejamento de cenários advêm de trabalhos pioneiros de planejamentos feitos pela Shell e se popularizaram a partir da formalização enquanto método pela consultoria Global Business Network (GBN) na década de 90 (Rhydderch, 2017). Como já citado anteriormente, o método seleciona dois fatores de alto impacto e alta incerteza sobre o tema trabalhado e os dispõe em uma grade 2x2, resultando em quatro quadrantes distintos. Cada quadrante oferece um suporte para a geração de narrativas de cenários futuros,

⁷ Disponível em: bit.ly/3PFGnx9. Acesso em: 16 set. 2023.

construídos a partir da influência de vários eventos, tendências e impulsionadores de mudança que envolvem aquela intersecção (Rhydderch, 2017).

Figura 17 – Exemplo de uma matriz de planejamento de cenários



Fonte: Rhydderch (2017, p. 3, tradução nossa)

Já o método *Futures Wheel* (Roda dos futuros) foi desenvolvido em 1971 por Jerome Glenn para identificar e analisar as consequências primárias, secundárias e terciárias de tendências, eventos, questões emergentes e decisões futuras sobre determinado tópico (Glenn, 2009). O processo inicia com uma tendência ou evento posicionada centralmente em um diagrama, com raios se estendendo para fora, cada um representando impactos ou consequências primárias advindas desse evento; impactos secundários são, então, adicionados a cada um dos impactos primários gerados, criando um efeito cascata que ajuda a visualizar as implicações do tema analisado de maneira mais global (Glenn, 2009). Esse é um método que se popularizou muito entre os futuristas nas últimas décadas, os quais a utilizam, segundo Glenn (2009), para provocar perguntas como "O que acontece a seguir?" ou "Quais são os impactos?".

Figura 18 – Estrutura de um *Futures Wheel*



Fonte: MindTools⁸ (tradução nossa)

Por fim, a terceira etapa proposta por Johannessen, Keitsch e Pettersen (2019) diz respeito à materialização dos cenários construídos na etapa anterior. Como discutido na introdução deste trabalho, Dunne e Raby (2013) entendem que a construção de artefatos especulativos permite representar o todo (o cenário provocativo, a narrativa principal) a partir de objetos ou formas que evoquem sua essência e estimule o debate e o pensamento crítico. Malpass (2013) reforça essa visão, defendendo a aplicação de artefatos especulativos majoritariamente em contextos cotidianos que exagerem o impacto da ciência aplicada e incentivem a reflexão, “muitas vezes absorvidos em narrativas ou contextos maiores, constituindo apenas uma parte de um dispositivo de design mais amplo” (Malpass, 2013, p. 340, tradução nossa).

Assim como as outras etapas, não há necessariamente um processo pré-definido a ser seguido para a construção de um artefato de design especulativo, mas sim sugestões de caminhos e características comuns a serem levadas em consideração. Auger (2013) defende o quão desafiador (e, de certa forma, indesejável) é oferecer um guia de “como fazer” definitivo para o design

⁸ Disponível em: <https://www.mindtools.com/a3w9aym/the-futures-wheel>. Acesso em: 16 set. 2023.

especulativo, justamente por sua natureza única em abranger diversos assuntos, contextos, tecnologias e públicos. O autor reconhece o contínuo desenvolvimento de novas técnicas e releitura das antigas, ressaltando a importância de se excluírem as restrições comerciais para permitir o foco em perguntas, discursos e possibilidades hipotéticas (Auger, 2013).

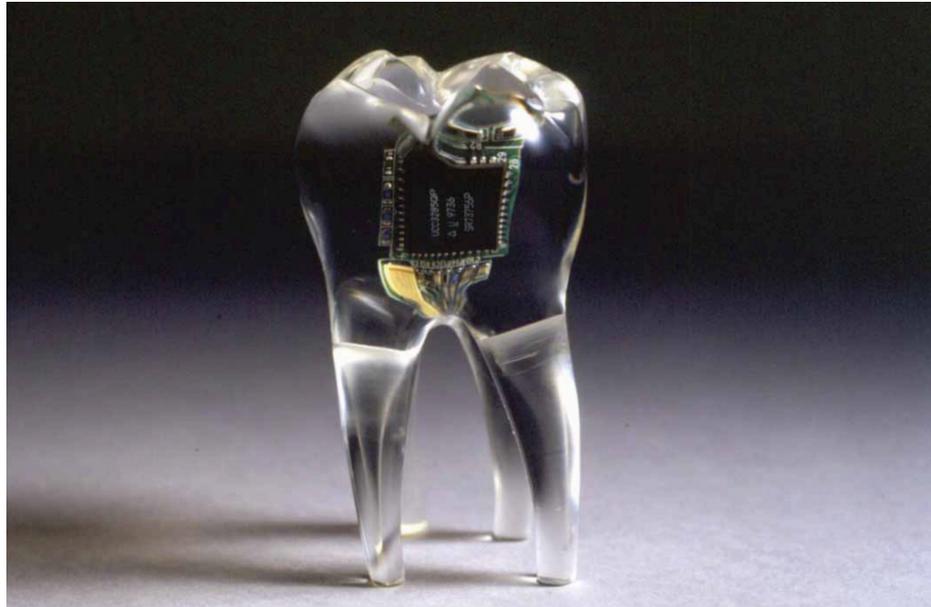
Entretanto, como forma de transmitir algumas abordagens gerais para gerenciar e criar especulações, algumas orientações são sugeridas pelos principais teóricos da área. O próprio Auger (2013), por exemplo, sugere algumas, como a abordagem “*Uncanny*”, na qual os artefatos são projetados para gerar um desconforto desejável no espectador a fim de engajar e estimular a reflexão. A ideia é que, se uma proposta de design for excessivamente familiar, ela pode passar despercebida e ser assimilada como algo normal; no entanto, quando uma proposta é provocativa e ao mesmo tempo familiar, ela pode gerar reações mais significativas e fortes, conhecidas como o efeito “*uncanny*”, ou estranho em tradução livre (Auger, 2013). Uma vez que essa é uma estratégia especialmente interessante para tratar de tópicos sensíveis (como morte, fusão do corpo humano com a tecnologia, entre outros), vale ressaltar a importância de se gerenciar cuidadosamente o “*uncanny*” para não causar repulsa, levando a uma reação de afastamento ao invés de uma apreciação e reflexão das possibilidades do artefato (Auger, 2013).

O autor também sugere que os artefatos especulativos tornem turvas as linhas entre o que é ficção e o que é verdade, trabalhando uma “verossimilhança” que equilibre os dois mundos, sem que uma especulação excessiva possa tornar o trabalho muito irrealista ou fora de alcance (Auger, 2013). Métodos de entrega tradicionais do design podem ser utilizados para envolver o público e torná-los participantes ativos na história, como exemplo de seu projeto com Loizeau, “Audio Tooth Implant” (2001) - um telefone implantável - que explora o conceito desejado pelos autores junto às aspirações contemporâneas, conforto psicológico e credibilidade tecnológica do público (Auger, 2013). Diz o autor:

São esses métodos de entrega da vida real que diferenciam os designs especulativos de muitos de seus parentes na ficção científica. Predominantemente, vivenciamos a ficção científica por meio de filmes, televisão, literatura ou histórias em quadrinhos e, como tal, entramos consciente e voluntariamente na ficção assim que o pano sobe ou o livro é aberto. A realidade é temporariamente suspensa até que os créditos finais rolem e a vida normal retome seu curso. Por outro lado, os designs especulativos se desenrolam na vida real. A presença do artefato projetado

na cultura popular permite que o espectador o projete em sua própria vida. Então, eles efetivamente se tornam o protagonista da história, desempenhando papéis individuais e informativos. Suas reações se tornam os verdadeiros produtos deste tipo de pesquisa em design (Auger, 2013, p. 20, tradução nossa).

Figura 19 – "Audio Tooth Implant" de Auger e Loizeau (2001)



Fonte: Auger (2013, p. 21)

Dunne e Raby (2013), por sua vez, defendem que os limites da especulação estética sejam extrapolados, saindo do senso comum e explorando várias expressões artísticas que desafiam noções convencionais de realidade e lógica: Syd Mead, Chris Foss, John Hejduk e Ettore Sottsass são algumas das inspirações que criaram mundos imaginativos e muitas vezes surreais por meio de seu trabalho com ilustrações de ficção científica.

Outra possibilidade é a utilização de personagens, adereços, atmosferas e cenários na construção de realidades alternativas, uma vez que esses elementos podem atuar como poderosos condutores para transmitir visões de mundo alternativas, valores e prioridades (Dunne; Raby, 2013). Além disso, os autores advogam pela exploração de espaços e ambientes não convencionais, tanto no design quanto na cinematografia, para criar mundos imersivos e imaginativos que ultrapassam fronteiras tradicionais. Por exemplo, os não-lugares cinematográficos em "THX 1138" de George Lucas (1971) ou a tela em branco em "O Humano Perfeito" de Jørgen Leth (1967) ilustram como esses espaços podem servir como lugares inexistentes em vez de uma mera representações do futuro (Dunne; Raby, 2013).

Por fim, levando em consideração que esses artefatos dependem da disseminação e do envolvimento do público para atingirem seus objetivos, é importante planejar com intenção os canais por onde irão circular (exposições, publicações, imprensa, internet) bem como os impactos que cada canal implica ao contexto: possíveis problemas de acessibilidade, elitismo, populismo, sofisticação, entre outros (Dunne; Raby, 2013). Os autores ressaltam, inclusive, que essa necessidade de disseminação muitas vezes exige dos artefatos características marcantes, mas alertam para o perigo de se tornarem apenas ícones visuais para comunicar uma ideia instantaneamente. Para eles, os melhores designs especulativos fazem mais do que comunicar: eles sugerem usos, interações e comportamentos possíveis nem sempre óbvios à primeira vista (Dunne; Raby, 2013).

Em linhas gerais, esse capítulo evidencia a relevância da prática do Design Especulativo para desafiar percepções e suposições sobre realidades tecnológicas, incentivando conversas críticas e destacando possíveis problemas (Mitrović *et al.*, 2021). Segundo Mitrović *et al.* (2021), a área tem passado por um vertiginoso crescimento, saindo dos âmbitos acadêmicos para atingir as práticas de design tradicionais, as publicações, as atuações sobre impactos da tecnologia no futuro e até mesmo as mídias populares como a série "Black Mirror" na Netflix.

Em relação às possíveis ressalvas sobre a área, Auger (2013) afirma que, muitas vezes, as abordagens são excessivamente futuro-orientadas, deixando de lado aspectos importantes sobre as reflexões da sociedade atual. Para ele, o Design Especulativo desempenha um papel duplo, não apenas contemplando o futuro tecnológico, mas também oferecendo uma ferramenta crítica para analisar e repensar a tecnologia atual (Auger, 2013). Assim como Mitrović, ele divide a prática em dois formatos: os "futuros especulativos" que extrapolam sistemas atuais para imaginar produtos e serviços de um futuro próximo, funcionando como uma espécie de campo de testes cultural para inovações em potencial; e os "presentes alternativos" que fazem uso da tecnologia contemporânea, mas introduzem ideologias ou configurações diferentes em relação ao desenvolvimento de produtos atual (Auger, 2013). Mitrović *et al.* (2021) afirmam que, muitas vezes, essa preferência por vislumbrar cenários futuros pode ser interpretada como uma forma de evitar abordar questões atuais, como se o futuro fosse isolado do presente.

Outra observação relevante é a possível priorização “estética” dos trabalhos recentes em detrimento da abordagem de implicações sociais e políticas mais amplas, o que pode levar a trabalhos não originais ou que não transmitam os conceitos especulativos de forma eficaz (Mitrović *et al.*, 2021). Para Mitrović *et al.* (2021), é importante reforçar que as métricas de sucesso de um Design Especulativo são justamente a clareza da intenção, a execução e a resposta do público, não devendo ocorrer a priorização de apenas um desses critérios.

5 DESENVOLVIMENTO

Dando continuidade à proposta metodológica apresentada no início deste trabalho, o capítulo a seguir descreve de maneira detalhada cada etapa da parte experimental do projeto. O primeiro bloco discute como foi realizado o levantamento e a sistematização de sinais e tendências acerca do tema. Em sequência, o segundo bloco descreve a utilização desses insumos para a construção de cenários especulativos, dando ênfase para o processo colaborativo aplicado, o recorte realizado dentre os cenários gerados e suas respectivas narrativas. Por fim, o último bloco descreve o processo de criação de dois artefatos especulativos e suas aplicações em um ciclo de entrevistas com perguntas semi-estruturadas.

Vale ressaltar que ambos os ciclos de entrevistas qualitativas foram devidamente aprovados pelo Comitê de Ética da PUC por meio da Plataforma Brasil, com protocolo CAAE identificado pelo número 70982423.4.0000.5482 e parecer favorável emitido no dia 29 de Setembro de 2023 (Anexo A).

5.1 SISTEMATIZAÇÃO DE SINAIS E PERCEPÇÕES ATUAIS

Segundo Dufva (2019), sinais fracos são indicadores sutis de questões emergentes ou sinais iniciais de mudança sobre determinado tema, sendo úteis para identificar tendências futuras e desafiar as existentes. A aplicação dessa abordagem foi escolhida justamente pela flexibilidade de utilizar o material coletado não só para responder às perguntas e hipóteses de pesquisa, principalmente as relacionadas às

hipóteses H1 e H2, como também para propiciar o material-base necessário para construção de um artefato especulativo, este último sendo chave para abarcar a hipótese H3.

Como explicado no início do trabalho, uma pesquisa qualitativa no formato de entrevistas semi-estruturadas foi elaborada a fim de coletar as percepções atuais de estudantes e professores envolvidos com IC. No primeiro tópico desta seção, 5.1.1, encontram-se informações gerais sobre seu recorte, o perfil das pessoas participantes, o roteiro aplicado e uma sumarização das percepções obtidas em cada pergunta.

Em sequência, três tópicos abordam a diversificação das fontes utilizadas para complementar as percepções e sinais coletados nas entrevistas: 5.1.2) trabalhos acadêmicos, 5.1.3) canais midiáticos, redes sociais e sites de busca e 5.1.4) uma experimentação de contribuições geradas por ferramentas de IA Generativa como ChatGPT (OpenAI) e Bard (Google).

O tópico final desta seção dedica-se a explicar como a sistematização de todo esse material foi feita, bem como a conectar esse trabalho com a próxima etapa metodológica - no caso, a geração de cenários especulativos.

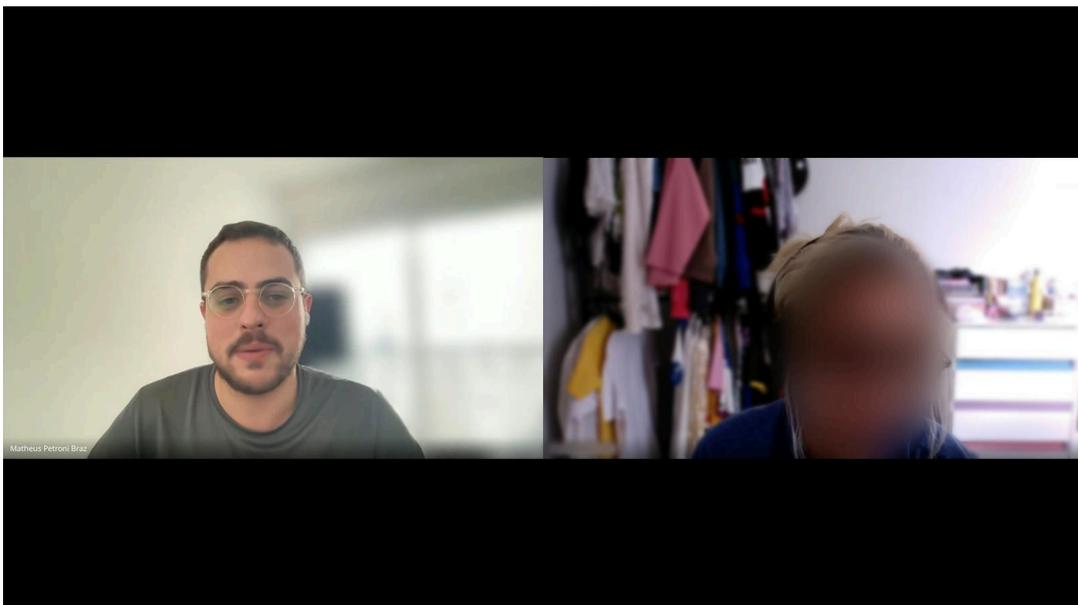
5.1.1 Entrevistas semi-estruturadas

Como dito anteriormente, o primeiro ciclo de entrevistas semi-estruturadas proposto a seguir tem como objetivo tanto responder as perguntas e hipóteses de pesquisa apresentadas como servir de insumos para identificação de sinais e tendências acerca do tema. Para isso, a delimitação da amostra de participação foi definida a partir dos seguintes perfis: 10 sujeitos no total, sendo a) ao menos 5 estudantes de graduação realizando projetos de Iniciação Científica e b) ao menos 5 professores de graduação que orientem projetos de Iniciação Científica. Além disso, um segundo critério foi adicionado à seleção exclusivamente a fim de facilitar o recrutamento e adequar o escopo do trabalho ao tempo disponível para sua realização, sendo ele a exigência de que os participantes atuem nas áreas de Design e/ou Audiovisual.

As entrevistas desse primeiro ciclo ocorreram entre Outubro e Novembro de 2023 de maneira remota por meio do aplicativo digital de videoconferências Google Meet. Já o recrutamento de participantes foi feito através de divulgação nas redes sociais pessoais do autor, contatos via email com departamentos das áreas especificadas de diversas universidades e indicações dos professores orientadores deste trabalho.

O roteiro foi estruturado por blocos, sendo o primeiro relacionado à perguntas iniciais e demográficas, o segundo acerca do trabalho e pesquisa de cada participante, o terceiro e quarto contando com perguntas específicas da experiência individual dos estudantes e dos professores, e o quarto e último com perguntas específicas acerca do uso de IA Generativa no fazer científico. As perguntas utilizadas em cada bloco podem ser visualizadas no Anexo B.

Figura 20 – Exemplo de entrevista semi-estruturada conduzida pelo autor remotamente por meio da ferramenta Google Meet



Fonte: Autor (2023)

Os cinco estudantes participantes serão anonimamente identificados com as iniciais E1, E2, E3, E4 e E5 ao longo do trabalho. O perfil de cada um pode ser visto a seguir:

- A estudante E1 tem 24 anos, se identifica com o gênero feminino, é parda/negra, mora em Bauru, São Paulo e estuda Design Gráfico na Universidade Estadual Paulista (UNESP) no campus de Bauru, São Paulo. A

mesma está realizando seu projeto de IC em etapa de escrita do referencial teórico, já tendo completado a parte prática da proposta.

- A estudante E2 tem 24 anos, se identifica com o gênero feminino, é branca, mora em Bauru, São Paulo e estuda Design Gráfico na UNESP no campus de Bauru, São Paulo. Seu projeto de Iniciação Científica encontra-se em etapa de conclusão/entrega.
- O estudante E3 tem 25 anos, se identifica com o gênero masculino, é branco, mora em Bauru, São Paulo e estuda Design Gráfico na UNESP no campus de Bauru, São Paulo. Seu projeto de IC encontra-se em etapa de conclusão/entrega.
- A estudante E4 tem 29 anos, se identifica com o gênero feminino, é branca, mora em São Paulo capital e estuda Design de Interação na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Seu projeto de IC está no início, em fase de definição do escopo.
- O estudante E5 tem 23 anos, se identifica com o gênero masculino, é branco, mora em São Paulo capital e estuda Design de Interação na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Seu projeto de IC está na etapa de entrega parcial do relatório.

Da mesma maneira, os cinco professores orientadores que participaram das entrevistas estão anonimamente identificados com as iniciais P1, P2, P3, P4 e P5 ao longo do trabalho. Todos os participantes orientam tanto projetos de IC como Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC). Os seguintes perfis foram selecionados:

- O professor P1 tem 35 anos, se identifica com o gênero masculino, é branco, mora em Bauru, São Paulo, é mestre e doutor em Design Gráfico e leciona no curso de Design da UNESP no campus de Bauru, São Paulo.
- O professor P2 tem 33 anos, se identifica com o gênero masculino, é branco, mora em São Paulo capital, é mestre em Comunicação e doutor em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, lecionando no curso de Design de Interação da PUC-SP.

- A professora P3 tem 41 anos, se identifica com o gênero feminino, é branca, mora em Bauru, São Paulo, é mestre e doutora em Design e leciona no curso de Design da UNESP no campus de Bauru, São Paulo.
- O professor P4 tem 29 anos, se identifica com o gênero masculino, é branco, mora em Indaiatuba, São Paulo, é mestre e doutor em Comunicação e leciona nos cursos de Cinema, Jornalismo e Publicidade do Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio (CEUNSP) no campus de Itu, São Paulo.
- O professor P5 tem 42 anos, se identifica com o gênero masculino, é branco, mora em São Paulo capital, é mestre em Antropologia e leciona nos cursos de Audiovisual e Comunicação da FIAM-FAAM em São Paulo capital.

Como forma de organizar o conteúdo coletado, o mesmo foi dividido nos seguintes blocos: dificuldades e necessidades dos estudantes, dificuldades e necessidades dos professores orientadores, entendimento e uso de ferramentas de IA Generativa, impactos esperados do uso de IA Generativa no fazer científico e nível de confiança em ferramentas de IA Generativa. A elaboração desta síntese foi feita por agrupamento livre das respostas a partir do método de Análise Temática Indutiva (Souza, 2019).

5.1.1.1 Dificuldades e necessidades dos estudantes

A principal dificuldade apresentada pelos estudantes foi o levantamento bibliográfico necessário para a realização da pesquisa. E1 apontou que escrever a revisão bibliográfica é um processo demorado, principalmente devido à necessidade de ler extensivamente para poder escrever de forma eficaz. Essa questão da leitura também aparece na resposta de E5, que se considera um leitor lento e, por isso, enxerga essa etapa com uma camada extra de dificuldade em seu processo. Escolher e recortar os conteúdos mais relevantes para a pesquisa também é um desafio: E4 vê esse processo como uma sobrecarga de informação, onde diversos autores podem oferecer múltiplas perspectivas sobre um mesmo tópico, tornando difícil sintetizar e decidir qual abordagem seguir. E5 relata o mesmo problema,

compartilhando que frequentemente se depara com livros e textos que, apesar de serem interessantes, não eram úteis para o seu trabalho específico. Para E3, há muita complexidade em se definir o que incluir na pesquisa dentro das leituras feitas, e os limites de páginas para relatórios impõem uma maior síntese desses conteúdos, o que acaba sendo uma restrição adicional.

Uma segunda dificuldade bastante relatada está na delimitação do escopo da pesquisa. E4 relata que há uma tendência em querer abranger muito conteúdo e analisar muitos aspectos em uma mesma pesquisa, o que dificulta o processo de afunilar os objetivos. Para E1 e E5, há certa incerteza em saber se o caminho escolhido é o correto para a pesquisa, bem como quando parar de buscar por informações. Com a dificuldade de se definir o escopo, o processo metodológico acaba sendo também afetado: para E4, há um desafio em definir uma metodologia adequada, especialmente para pesquisas focadas em comportamento, como é o seu caso.

A relação com professores orientadores, crucial para auxiliar nesse recorte e em outros aspectos da pesquisa, também aparece como uma das dificuldades apresentadas pelos estudantes. Por mais que todos os estudantes tenham apresentado pontos positivos dessa relação, como solicitude (E3, E4, E5), espaço de segurança para troca e suporte (E1, E3), incentivos (E1, E2) e feedbacks objetivos e úteis (E3, E4), concomitantemente todos eles relataram que seus orientadores são demasiado ocupados com seus afazeres acadêmicos e não detém do tempo adequado para se dedicar às orientações. E1, E3 e E5 argumentam sobre a dificuldade de encontrar disponibilidade de agenda dos professores e, pelos encontros serem muito espaçados, a pesquisa acaba não tendo o suporte necessário. E4 argumenta que muitas vezes há também um excesso de conteúdos compartilhados mas sem um direcionamento claro de quais são os mais relevantes, o que acaba a sobrecarregando. Além disso, E1 e E2 pontuam que sentiram falta de seus orientadores lerem suas pesquisas de fato, evidenciando uma carência por alguém que possa revisar os textos, fornecer feedback sobre a escrita e orientar sobre possíveis melhorias.

Escrever cientificamente, inclusive, aparece como a terceira dificuldade mais comentada pelos estudantes. E2 comenta que o curso de Design não oferece incentivo ou treinamento específico em escrita científica, o que dificulta o contato

com esse tipo de linguagem. Isso é reforçado pelo estudante E3, que aponta uma lacuna significativa no contato com a linguagem científica em sua formação, agravada inclusive pelo período de pandemia (Covid-19, entre 2020 e 2022) onde parte do ensino foi realizado remotamente. E1 ressalta que a dificuldade da escrita está também em como expressar sua própria opinião no texto, equilibrando-a com as informações obtidas de referenciais teóricos. Para E4, essa dificuldade está não só em escrever mas também em compreender termos científicos, principalmente no que diz respeito a encontrar definições claras e consistentes para termos que variam dependendo dos autores ou das fontes.

Gestão de tempo também figura como uma das preocupações. E1 argumenta que conciliar o trabalho com o tempo dedicado à pesquisa é desafiador, resultando em pouca disponibilidade de tempo livre e gerando preocupação constante com as tarefas acadêmicas. E5 tem o mesmo argumento, salientando o desafio de encaixar a rotina de pesquisa com a própria rotina acadêmica da graduação que conta com outras atividades diversas. Além disso, outros fatores surgiram como dificuldade de recrutamento para pesquisas (E1), bloqueios criativos (E3), formular conclusões (E3) e trabalhar interdisciplinarmente com outras áreas de pouca familiaridade (E5).

Quando questionados sobre o que poderia ser mais automatizado em seus processos científicos, o ponto mais citado foi a busca e sistematização de referências para o trabalho. E1, E3, E4 e E5 citam o interesse de contar com o apoio de ferramentas que encontrem, filtrem e sintetizem referências e artigos com uma maior relevância para suas pesquisas. Para E1, esse auxílio é essencial uma vez que muitas vezes os temas de estudo não são necessariamente os temas com os quais os professores orientadores têm maior familiaridade. Além disso, outro ponto de grande interesse seria a automatização da formatação ABNT dos trabalhos (E2, E3 e E4) e de auxílio na estruturação das referências bibliográficas ao longo do desenvolvimento da pesquisa (E2 e E3).

5.1.1.2 Dificuldades e necessidades dos professores orientadores

A primeira pergunta feita aos professores orientadores questionou sobre as principais dificuldades que eles enxergam nos estudantes durante o

desenvolvimento de suas pesquisas. De maneira unânime, todos apontaram o déficit de conhecimento sobre o papel da ciência e seus métodos como um dos principais limitantes. P1 e P4 afirmam que os estudantes geralmente têm interesse no tema, mas enfrentam desafios em entender e aplicar métodos científicos adequados, com deficiências claras na leitura e interpretação. Para P4, eles apresentam grandes lacunas no pensamento racional e metodológico, diferente do ensinado na escola ou esperado em exames como o ENEM, muitas vezes levando-os a uma busca por resoluções rápidas dos problemas de pesquisa sem a devida profundidade que o rigor científico exige. P2 afirma que a familiaridade com a abordagem científica não é imediata, e eles precisam de orientação para se situar nesse ambiente, sendo papel do orientador auxiliar na criação da sensibilidade científica necessária aos estudantes no início dos projetos.

A formação prévia dos estudantes aparece, muitas vezes, como uma fonte sistêmica das principais dificuldades dos estudantes no fazer científico. P5 afirma que os cursos universitários são cada vez mais focados em abordagens metodológicas, o que dificulta um ensino da linguagem científica e pesquisa acadêmica em sala de aula. P4 concorda com esse argumento, considerando que muitas das dificuldades dos estudantes são resultado dessa organização universitária e do cenário atual da ciência, cada vez mais influenciado por fatores mercadológicos. Essa variedade de perfis que chegam até a IC é um desafio também para P2, que recebe desde aqueles estudantes com experiência prévia em pesquisa devido ao ensino técnico até aqueles sem qualquer repertório de pesquisa.

Outro fator identificado pelos orientadores é a falta de conhecimento sobre ferramentas e recursos científicos. P1 alega que os estudantes muitas vezes são novatos no uso de plataformas científicas e outras ferramentas essenciais para a pesquisa, como o acesso a periódicos acadêmicos. P4 reforça que há, também, uma dificuldade de se entender e diferenciar as várias ferramentas da ciência, como as diferenças entre livros, artigos, apresentações em congressos, colóquios, entre outros. Para P5, há desafios em como acessar bancos de teses e pesquisas científicas, além de dificuldades em selecionar e utilizar a bibliografia adequada para iniciar a pesquisa. Esse último ponto é por si só uma preocupação relevante: para P2, os estudantes não só têm dificuldade em buscar e gerir referências como também enfrentam desafios para definir recortes claros em suas pesquisas e entender por onde começar, principalmente a partir de seus próprios interesses. P3

ressalta que seus orientandos muitas vezes lutam para entender como realizar citações diretas e indiretas corretamente, como estruturar e fundamentar a pesquisa e como interpretar os textos científicos.

Além disso, a escrita científica aparece com relevância dentre as principais dificuldades diagnosticadas pelos orientadores. Não apenas em relação às normas da ABNT como elencado por P3 e P5, mas também na própria habilidade de escrita coerente e estruturada. Para P2, alguns estudantes têm dificuldade em elaborar textos longos e bem fundamentados, especialmente para aqueles cujo estilo de escrita é mais voltado para publicidade. P4 afirma que, antes mesmo de abordar a ciência e a pesquisa propriamente dita, ele nota grandes dificuldades nos estudantes em interpretar e compreender textos acadêmicos, o que dificulta a definição e progresso das pesquisas.

Dando sequência ao roteiro, os professores foram questionados sobre quais são suas dificuldades pessoais em orientar projetos de IC. A primeira resposta mais citada foi o gerenciamento de tempo disponível para as orientações, em linha com o apontado pelos estudantes no bloco anterior. P2 e P3 ressaltam que as responsabilidades e tarefas acadêmicas paralelas e a limitação de tempo dedicado a cada estudante acabam influenciando na qualidade das orientações. Já o orientador P4 destaca que a dificuldade de compatibilizar agendas é também algo que vem da parte dos estudantes, que muitas vezes trabalham ao longo do dia e tem um espaço reduzido disponível para encontros. P1 alerta sobre a necessidade do uso de ferramentas assíncronas de comunicação, como Notion ou Google Docs, para superar os desafios de agenda e a dificuldade de manter reuniões frequentes devido às diferenças de horários.

O segundo desafio mais citado pelos orientadores foi a necessidade de estar preparado para lidar com a amplitude temática das pesquisas que os estudantes querem desenvolver. P1 aponta a dificuldade quando o orientador não tem domínio completo sobre o tema de pesquisa do estudante, o que é reforçado por P5 que afirma ter dificuldade em encontrar referências adequadas para uma ampla gama de projetos. Para ele, uma maior especificidade e foco nos projetos de pesquisa facilitaria uma orientação mais eficiente e competente. Já o orientador P2 enfrenta esse desafio adotando uma abordagem assumidamente generalista, orientando projetos diversificados com suas necessidades e linguagens específicas.

P3 também ressalta o desafio significativo de fazer com que o processo científico se integre naturalmente ao universo dos alunos. Isso requer incentivar os estudantes a se dedicarem de maneira ética e responsável à ciência, além de auxiliar a despertá-los para um interesse genuíno pelo tema de pesquisa. P2 reforça esse desafio, destacando a importância da adaptação do professor orientador para se comunicar efetivamente dentro da linguagem de cada estudante e do contexto de cada projeto, explicar conceitos complexos de forma acessível e desmistificando o fazer científico.

Ao final do bloco, os professores responderam à pergunta sobre o que eles acreditam que poderia ser automatizado em sua rotina como orientadores. Para alguns respondentes, há uma série de vantagens em automatizar determinadas tarefas de suas rotinas. P5, por exemplo, elencou a possibilidade de traduções mais fidedignas para pesquisas em diferentes idiomas, além de ressaltar o desejo por mecanismos de filtragem mais avançados para compilar, selecionar e traduzir interesses de pesquisa e facilitar o acesso a bancos de dados volumosos. Já o professor P1 enxerga grande potencial na transcrição de áudios de entrevistas, análise e visualização de dados e até mesmo ferramentas de organização de cronogramas e lembretes automatizados para ajudar no gerenciamento de prazos e orientações com os estudantes.

Entretanto, a maior parte das respostas levantou preocupações acerca desse tipo de automatização. P2, por exemplo, defende que o processo de orientação na pesquisa científica é inerentemente humano e essa proximidade com os estudantes é o que permite fornecer suporte emocional, confiança para os estudantes se desenvolverem, auxílio em traçar caminhos originais de pesquisa, entre outros. Por mais que ele reconheça o papel da tecnologia e a utilize no seu próprio processo, ele enxerga esse uso com cautela e vê, inclusive, dificuldade em alguns estudantes de se adaptarem a esse uso. Seguindo a mesma linha, P3 reconhece que muitas coisas podem ser automatizadas, porém acredita que as tecnologias não estão em um estágio adequado para substituírem o papel do orientador, principalmente no que diz respeito à acurácia, ética e responsabilidade e problemas como plágio. Por fim, o orientador P4 afirma utilizar ferramentas para automatizar seu processo, mas as encaram como o que são: ferramentas e não pesquisadores. Sendo assim, as utiliza como suporte para escrita científica junto aos seus estudantes, mas ressalta a cautela necessária nesse uso.

5.1.1.3 Entendimento e uso de ferramentas de IA Generativa

Antes de iniciar um debate acerca das ferramentas de IA Generativa na ciência, os participantes foram questionados sobre seus conhecimentos prévios acerca da tecnologia e sobre quais ferramentas já haviam utilizado. No geral, os participantes definem a tecnologia utilizando termos como "geração de conteúdo" a partir de "instruções" ou "dados" fornecidos a ela. E1 e E2 a descrevem como capaz de produzir resumos e conteúdos com base em instruções, dando o exemplo de ferramentas como o Notion e o ChatGPT. Para E5 e P3, essa tecnologia é vista como um algoritmo que gera novas informações a partir de "inputs" (nome usado pelos participantes) aplicáveis em áreas de texto, imagem, entre outros. P2 e P5 também citam o termo "algoritmos", definindo que os conteúdos são gerados a partir de grandes bancos de dados, aprendendo e melhorando com o tempo. Já P4 interpreta a IA como produtora de conteúdo comunicacional, informativo e estético, similar ao que já foi produzido por humanos. P1 escolhe explicar sua percepção associando ferramentas que conhece, como Midjourney ou DALL·E. Por fim, E3 tem uma compreensão geral do funcionamento da IA, mas a descreve como uma visão limitada.

A experiência prévia com ferramentas de IA Generativa foi bem diversa dentre os participantes. E1 usou as funcionalidades de IA de ferramentas como Notion e Figma para criação de resumos e jornadas de usuário. Já E2 e P3 utilizaram o ChatGPT para auxílio em textos acadêmicos, e E4 para correção de códigos e criação de resumos. E4 também utiliza o Adobe Firefly para criação de imagens e enfatizou o uso da ferramenta ChatPDF como um grande suporte para suas leituras acadêmicas e compreensão de conteúdos. Já E5 e P5 exploraram também o ChatGPT mas para curiosidade e experiências específicas, como a geração de narrativas para RPG, e não necessariamente em seus fins acadêmicos. P1 testou a ferramenta Midjourney para analisar sua capacidade de geração de ilustrações, área em que atua como pesquisador. P2 também experimentou o Midjourney e ferramentas como Perplexity para diversos fins, desde entretenimento até pesquisa. Por fim, P4 alega ter usado intensamente o ChatGPT para auxiliar na escrita de projetos de pesquisa e identificar padrões e clichês em ferramentas de geração de imagens.

5.1.1.4 Impactos esperados do uso de IA Generativa no fazer científico

Quando questionados sobre suas percepções acerca dos impactos que a IA Generativa poderia causar no fazer científico, uma série de vantagens e preocupações semelhantes surgiram entre os respondentes.

Os tópicos a seguir representam as principais vantagens percebidas pelos estudantes:

- Para todos, a busca e seleção de trabalhos relacionados pode evoluir consideravelmente. Para E3, essas ferramentas poderiam correlacionar trabalhos em uma escala e varredura impossível para os humanos, o que poderia trazer muitos benefícios para a ciência. E4 destaca o uso da ferramenta Connected Papers e do ChatGPT para encontrar referências relevantes e resumir conceitos complexos.
- Otimização de tempo apareceu, também, em todas as respostas. Essa economia pode se dar a partir da automatização de tarefas mecânicas e pouco cognitivas (E3 e E5), mas também a partir do auxílio e apoio na execução de tarefas de pesquisa como escrita científica (E2) e formatação do projeto (E4), ou até mesmo na busca de referências como citado anteriormente.
- O auxílio no processo criativo apareceu como uma vantagem interessante para alguns dos estudantes. E1 indicou que as ferramentas de IA poderiam estimular o pensamento e a criatividade auxiliando a encontrar temas de pesquisa ou servindo para auxílios pontuais. Para E3, esse uso poderia servir para encontrar lacunas de conhecimento levando a problemas de pesquisa mais relevantes e interligados com áreas diversas de conhecimento. E5 afirma que, mesmo com muitas ressalvas, enxerga o potencial dessas ferramentas ajudarem a verificar e complementar ideias de pesquisas já previamente estabelecidas pelo pesquisador.
- A análise de dados das pesquisas é outro aspecto que pode se beneficiar dessa tecnologia. E2 destaca a utilidade da IA na organização de dados e na geração de estatísticas, ajudando na criação de gráficos e outras formas de visualização. Para E5, a vantagem está no grande potencial dessas

ferramentas de processar grandes volumes de dados. Já E2 menciona como a IA poderia auxiliar na interpretação de dados de pesquisas, como questionários, economizando tempo e esforço.

- Outros pontos que surgiram são a capacidade de sumarização dessas ferramentas (E4), o auxílio na revisão gramatical e tradução de termos técnicos (E4), a automatização de citações das pesquisas (E2) e as promessas em outros campos da sociedade como educação e medicina (E3).

Já para os professores orientadores, as vantagens deste uso encontram-se nos seguintes tópicos:

- Suporte na educação de pesquisadores e estudantes em sala de aula a partir do uso de ferramentas que apoiem a execução de trabalhos acadêmicos e aperfeiçoamento de técnicas (P1) bem como para instigar criatividade e curiosidade (P2). Para P3, esse uso auxilia inclusive a desafiar os professores a serem mais criativos em seus métodos de ensino e avaliação.
- Auxiliar estudantes em suas ideias iniciais de pesquisa (P1), estimulando perguntas ao invés de respostas, bem como verificar originalidade e relevância de projetos e hipóteses (P5). Para P3, essas ferramentas podem potencializar a criatividade, fornecendo diferentes abordagens e reformulações. Nessa linha, P4 vê nesse uso a possibilidade de descobrir cenários e hipóteses não consideradas anteriormente, enriquecendo os horizontes do estudo.
- Busca por referencial teórico de maneira otimizada aparece como uma vantagem importante. P2 sugere que uma IA Generativa com capacidade de aprendizado e pesquisa crítica pode ser útil para encontrar novas referências e fornecer perspectivas diferentes das que o pesquisador está acostumado. Já P5 destaca a utilidade dessas ferramentas para melhorar sistemas de busca e tradução, facilitando o acesso a informações relevantes em diferentes idiomas e incentivando um trabalho colaborativo até mesmo interdisciplinar.
- Além da busca de referencial, a automatização de outras tarefas do processo científico como a decupagem e visualização de dados (P2) e a sumarização

de informações (P1) são vistas como importantes otimizadores de tempo. Isso não só facilita o processo de assimilação e compartilhamento do conteúdo científico (P5) como também aumenta a qualidade de vida dos pesquisadores, os quais terão mais tempo livre para descanso e atividades pessoais (P1).

- A divulgação e apresentação de conteúdos científicos também são benefícios identificados. Tanto P1 como P3 e P5 destacam que as ferramentas podem aprimorar a comunicação escrita e, logo, a acessibilidade e popularização de publicações acadêmicas.
- Outros pontos de vantagem citados foram a busca automatizada por lacunas de conhecimento em determinadas áreas de pesquisa (P5), a facilitação do acesso e de certa forma democratização de ferramentas de análise de dados (P4) e o uso da ferramenta para predições e criações de cenários hipotéticos (P2).

No que diz respeito às preocupações acerca desse uso, os seguintes tópicos foram levantados pelos estudantes:

- Uma das principais preocupações levantadas pelos estudantes é um possível excesso da terceirização de tarefas para ferramentas de IA e os diversos impactos que isso pode acarretar. Para alguns como E1 e E4, isso pode gerar uma invisibilização e até mesmo uma desvalorização da figura do pesquisador, questionando seu papel em um cenário onde a tecnologia administra a maior parte dos afazeres científicos. Tanto eles quanto E2 e E3 defendem que os métodos tradicionais de pesquisa sejam preservados, principalmente em decisões mais críticas como recorte de problemas, hipóteses e conclusões acerca dos materiais coletados. Para E5, isso pode gerar desmotivação em jovens cientistas por criar uma sensação de que "não foi você que fez, logo, não é o seu trabalho". E1 concorda com esse argumento, apontando que a "maquinização das coisas" colocaria em xeque o real valor e a necessidade do trabalho humano criativo.
- Além disso, essa questão de terceirização também aparece como uma preocupação de substituição de trabalhos formais no mercado. E1, E3 e E5

levantam essa preocupação sobre quais serão as oportunidades de trabalho no futuro caso ferramentas de IA tomem grande parte das tarefas necessárias nas mais diversas indústrias, o que poderia piorar condições trabalhistas e exploração da mão de obra.

- Desinformação é outra parte que surge como unanimidade entre os estudantes. Há aqui duas percepções sobre isso: a constatação de que ferramentas de IA Generativa ainda cometem muitos erros de veracidade e coerência e, logo, não são confiáveis para o fazer científico (E3, E4, E5) e a preocupação de como isso pode aumentar na disseminação de "fake news" e inverdades no campo científico, gerando autores inexistentes, livros falsos ou até mesmo propagando informações enganosas (E1, E3). Para E4, o fato desse tipo de ferramenta produzir conteúdos que muitas vezes soam coerentes e verídicos acaba levando os pesquisadores a tomar como verdade tudo que ali é gerado, prejudicando a pesquisa e a ciência como um todo.
- A confiabilidade dos estudantes nesse tipo de ferramenta é abalada não só pelo fato de sua acurácia, mas também como as relações éticas por trás de quem as desenvolve. Para E1, há grande preocupação sobre quais os interesses por trás das empresas que detém o poderio dessas tecnologias, assim como um receio de que pesquisas científicas sejam controladas por uma política que favorece apenas quem pode pagar mais para ter seu trabalho em destaque. E2 compartilha dessas preocupações, destacando a importância de se entender como os bancos de dados foram coletados, a qualidade dos dados disponíveis e a ética envolvida no processo.
- Há também uma preocupação sobre a perda de caracterização dos trabalhos e inovação das soluções. E1 expressa preocupação de que "tudo fique muito igual" caso as ferramentas de IA assumam mais responsabilidades na ciência. Já E3 aponta para o possível impacto no desenvolvimento cognitivo humano, onde a dependência de ferramentas de IA para tarefas cotidianas reduz a motivação para aprender e exercitar habilidades, resultando em um empobrecimento coletivo dos saberes.
- Vieses nos conteúdos gerados foram levantadas como questões importantes por E1 e E2. Para a primeira, muitos dos conteúdos gerados por ferramentas de IA acabam carregando e espalhando de maneira escalável preconceitos já enraizados na sociedade, como racismo, machismo e outros. Sua principal

preocupação é que a falta de critério dessas ferramentas em relação às pautas de preconceito acabe os intensificando ao invés de ajudar a mitigá-los. E2 concorda com esse ponto de vista e acrescenta a importância de não depender dessas ferramentas na ciência justamente para evitar que esses vieses se insiram nos resultados de pesquisa.

- Ressalvas relacionadas à plágio também foram citadas. Para E2, o fato dos bancos de dados usados para treinamento dessas ferramentas serem conteúdos gerados por outros profissionais levanta uma grande questão acerca de direitos autorais e perspectivas éticas do uso de materiais gerados por elas. Ela cita casos de plágio nas artes, como no caso de uma capa de álbum gerada por IA, e em textos acadêmicos, mencionando um caso de um aluno acusado de plagiar o texto de um orientador com o ChatGPT.
- Outras questões que surgiram dizem respeito à privacidade e segurança desse uso (E3), os potenciais crimes contra a humanidade que essas ferramentas podem proporcionar (E2) e a falta de preparo dos pesquisadores para saber discernir o que é um bom uso ou não dessas ferramentas (E4).

No caso dos professores orientadores, as principais preocupações são elencadas a seguir:

- O uso de ferramentas de IA como uma "muleta", termo usado tanto por P1 como por P5, é uma das principais preocupações dos professores. Para P5, essa utilização pode inibir o desenvolvimento acadêmico e a capacidade de iniciar trabalhos independentemente. P2 observa que, embora a IA possa gerar texto e ser produtiva, ela pode também levar a menos oportunidades para os estudantes desenvolverem um estilo de escrita próprio, ou até mesmo a uma acomodação em relação ao processo científico. P1, P3 e P4 compartilham preocupações semelhantes sobre a dependência excessiva dessas ferramentas por parte dos estudantes, receosos sobre o impacto que isso pode ter nas habilidades interpessoais e técnicas, na capacidade de reflexão e no pensamento crítico dos jovens cientistas.
- A falta de repertório dos estudantes para lidar com os resultados obtidos com ferramentas de IA é uma preocupação comum entre os orientadores. P4

alerta sobre como a padronização de determinados conhecimentos advindos dessas ferramentas podem excluir autores importantes ou causar a perda de diversidade e pluralidade de ideias, o que pode atrapalhar a compreensão e a originalidade do trabalho dos estudantes. Para P2, por mais que essas ferramentas possam ser usadas para incentivar a criatividade, os estudantes podem não reconhecer ou saber avaliar a veracidade e utilidade das referências citadas e, assim, ter resultados empobrecidos. P1 e P3 compartilham preocupações semelhantes sobre o uso da IA em trabalhos acadêmicos, enfatizando a importância dos estudantes terem conhecimentos prévios sobre o assunto para discernir melhor sobre os resultados.

- Conectado a isso, a desconfiança acerca da confiabilidade das respostas obtidas com esse uso é pauta importante para os professores. P3 acredita que os modelos de IA atuais ainda não são precisos o suficiente para uso científico, especialmente em áreas técnicas. Ele destaca a tendência das pessoas em ficarem deslumbradas com a IA e enfatiza a importância do senso crítico ao avaliar respostas geradas por IA. Para P5, há uma tendência desse tipo de ferramenta fornecer respostas que agradam ao usuário ao invés de serem necessariamente precisas e verdadeiras. Essa visão é reforçada por P4, o qual destaca que ferramentas de IA costumam favorecer o consenso numérico, o que é contrário à natureza questionadora e contraditória da ciência.
- Riscos de plágio e questões éticas envolvendo a utilização dessas ferramentas foram levantadas pelos professores P2, P3 e P4. Para P2, a utilização dessas ferramentas para gerar conteúdos e consolidar resultados levanta questões sobre como distinguir se um trabalho foi influenciado por uma IA ou não, especialmente em conteúdos mais técnicos ou abertos.
- O próprio futuro da ciência é pauta de questionamento dos orientadores quando refletem sobre esse uso. P4 teme pela autonomia dos cientistas em um cenário de automatização pela máquina e pelo futuro das ciências humanas em uma sociedade que valorize ainda mais os resultados práticos e reproduzíveis. Para P5, há grandes riscos de algumas áreas da ciência e do conhecimento humano tornarem-se obsoletas devido ao avanço da IA.
- Sobre a precarização do trabalho, P1 afirma temer problemas de remuneração e a substituição de profissionais por máquinas, levando a uma

busca por soluções mais baratas em detrimento da qualidade. Para P3, algo que deve orientar o debate acerca do uso mais escalável de IA na indústria é a preservação dos direitos fundamentais das pessoas.

- Perda de originalidade e profundidade dos trabalhos é uma das ressalvas levantadas por P4, além do impacto na qualidade das produções devido ao foco em quantidade, favorecendo o consenso e a uniformidade estética e inibindo a inovação.
- Por fim, o monopólio de grandes empresas é também motivo de preocupação dos professores. P1 questiona a ética envolvida nos treinamentos de dados, especialmente se for realizado por entidades que não compartilham dos valores éticos necessários à ciência. P3 levanta o risco de projetos que priorizem interesses mercadológicos em detrimento dos interesses humanos, lembrando sobre áreas de conhecimento que já foram usadas para práticas duvidosas no passado. Para P2, essa hegemonia cria desequilíbrios de poder e influência na forma como essas tecnologias são usadas e regulamentadas.

Um fato interessante que surgiu nas respostas dos professores orientadores é que, por mais que levantem ressalvas diversas acerca do uso de ferramentas de IA Generativa no fazer ciência, grande parte apresentou certo otimismo com as possibilidades dessa utilização, diferente do encontrado na maior parte das respostas dos estudantes. P2 e P3 compartilham visões semelhantes sobre um uso responsável e consciente da IA, não a enxergando como uma ameaça catastrófica mas destacando a importância do letramento digital e da conscientização sobre cibersegurança, privacidade e ética para uma utilização consciente. P3 enxerga os erros atuais que essas ferramentas geram como oportunidades para construirmos conhecimento crítico, além de defender a adaptação da academia a essa realidade que já está alterando profundamente as dinâmicas de sala de aula. P4 concorda com essa visão, e, por mais que seja mais pessimista, ressalta a necessidade de se apropriar das tecnologias de IA para evitar a substituição por elas.

5.1.1.5 Nível de confiança em ferramentas de IA Generativa

Ao final do bloco, os estudantes e professores orientadores foram questionados sobre o que seria necessário para que confiassem em ferramentas de IA Generativa para as utilizar em suas pesquisas.

Dentre os estudantes, E1 e E5 enfatizam a importância de que as ferramentas forneçam informações precisas e, caso contrário, saiba reconhecer suas limitações. Ambos também levantam questões acerca dos provedores dessas ferramentas, defendendo uma distribuição mais equitativa e garantindo que seus interesses externos não influenciem de maneira direta os rumos da ciência. Para E2 e E4, o banco de dados teria que ser composto apenas por informações acadêmicas confiáveis e que pudessem ser verificáveis para garantir que as referências existem e são acuradas. Ainda para E2, esses bancos de dados teriam que passar por uma revisão que as livrasse de possíveis vieses e plágios. E3 afirma que não confia no uso dessas ferramentas na ciência de forma alguma, uma vez que elas não estão preparadas para seguir os critérios rigorosos exigidos hoje pelo fazer científico.

Para os professores P1 e P5, os bancos de dados utilizados para o treinamento precisam não só serem confiáveis mas também terem acesso transparente e seguirem princípios éticos. P5 ainda inclui que as ferramentas sejam de acesso aberto e gratuito, evitando assim aumento de desigualdades na ciência. Para P2 e P3, acurácia é o mais importante para se confiar nessa tecnologia, enquanto P4 ressalta que, mesmo confiando na qualidade de uma ferramenta, o pesquisador precisa ser cético diante dos resultados obtidos. Este último afirma ainda que sua utilização depende da hierarquia do pesquisador dentro de um projeto de pesquisa, pois pesquisadores com menos experiência devem redobrar seu ceticismo por terem menos conhecimento diante dos resultados obtidos.

A partir dos dados acima obtidos com o primeiro ciclo de entrevistas qualitativas semi-estruturadas, os principais tópicos e descobertas foram sistematizados e elencados como sinais e tendências sobre o uso de IA Generativa em Iniciações Científicas. São eles:

- O tempo que o professor orientador tem para se dedicar ao estudante é um dos principais desafios;
- O tempo que o estudante tem disponível para se dedicar à pesquisa é um dos principais desafios;
- Déficit no conhecimento de pesquisa científica por parte dos estudantes de graduação;
- Desejo de que mais processos de pesquisa sejam automatizados: transcrições, busca de referências, visualização de dados;
- Necessidade de se preservar o senso crítico e a criatividade do pesquisador mesmo diante do uso de IA generativa durante o processo;
- Dificuldade na escrita científica: formato, como inserir opiniões, como referenciar;
- Possível perda de pluralidade de opiniões;
- Preocupação com apagamento de autores e pesquisas a partir do algoritmo das ferramentas;
- IA enquanto ferramentas parceiras no processo criativo;
- Tradução da ciência clássica para um linguajar mais acessível aos estudantes;
- Receios sobre a uniformização das produções feitas pela IA;
- Avanço da interdisciplinaridade e desafios tanto para orientadores quanto para estudantes para se adaptar a diversidade de temas;
- Dificuldade em determinar o momento correto de parar de pesquisar sobre algo;
- Desafios na organização das referências bibliográficas e fichamentos;
- Risco de dependência excessiva da IA e perda de estilo científico por conta disso;
- Adaptação da aprendizagem utilizando IA a partir da pluralidade do perfil dos estudantes;
- Medo sobre o futuro do trabalho e substituição de profissões;
- Poderio das big techs apresenta um risco tanto para estudantes quanto para professores;
- Questões-chave: direitos autorais e privacidade de dados;

Os tópicos acima serão sistematizados ao final desse bloco, em conjunto com os sinais e tendências auxiliares levantados a partir de pesquisas complementares e apresentados nas seções a seguir.

5.1.2 Trabalhos acadêmicos relacionados

Durante o levantamento bibliográfico feito no capítulo 3 acerca das relações entre pesquisa científica e IA Generativa, foram apresentadas diversas informações acerca das percepções gerais sobre vantagens e preocupações desse tema. Todo esse conteúdo por si só já serve como uma base para compreender sinais e tendências necessárias para essa etapa de desenvolvimento. Entretanto, durante as leituras e levantamentos, foram separados pelo leitor alguns trechos de publicações que abordam tópicos de especial interesse para as próximas etapas metodológicas.

Assim como na seção anterior, cada um desses trechos e informações relevantes foram transformados em tópicos para funcionarem como sinais e tendências e, assim, serem utilizados nas próximas etapas de desenvolvimento dessa pesquisa. Os tópicos são apresentados a seguir, em conjunto com as referências das quais foi retirado:

- Substituição da revisão entre pares (Morris, 2023);
- Aumento de desinformação em escala (Morris, 2023);
- Otimização do tempo da pessoa pesquisadora (Morris, 2023);
- Aumento nas taxas de trapaça na comunidade científica (Morris, 2023);
- Valorização do imediatismo em detrimento de qualidade (Morris, 2023);
- Automatização de experimentos e validação de hipóteses (Morris, 2023);
- Chatbots específicos por área temática (Morris, 2023);
- Democratização do acesso e participação científica (Morris, 2023);
- Exclusão de pontos de vista plurais nos resultados gerados e/ou heterogeneidade dos dados (Morris, 2023);
- Perpetuação de vieses nos resultados obtidos (Morris, 2023);
- Impacto de qualidade dos conteúdos publicados (OECD, 2023);

- Aumento da aplicação de ferramentas de IA em mal uso na ciência (desinformação, aceleração em tópicos de risco) (OECD, 2023);
- Autonomia do pesquisador no direcionamento do uso da IA (OECD, 2023);
- Possibilidade ou não da ascensão de modelos *open-source* (OECD, 2023);
- Importância da explicabilidade dos resultados obtidos com a IA para o processo científico (OECD, 2023);
- Sumarização de grandes quantidades de texto para além das palavras-chave (OECD, 2023);
- Ferramenta de IA Generativa enquanto extensão da personalidade do cientista (OECD, 2023);
- Receio da substituição humana e impactos na empregabilidade (Grossmann *et al.*, 2023);
- IA Gen como membro participante de um time híbrido de cientistas (Dwivedi *et al.*, 2023);
- Automatização da revisão de literatura (Fengchun; Holmes, 2023);
- Modelos de Deep Learning mais leves para serem adaptados aos aparelhos eletrônicos das novas gerações (Sarker, 2021);
- Robôs inteligentes providos de percepção ambiental e sensorial (Xu *et al.*, 2021);
- Avanços na Inteligência Artificial das coisas (AIoT) (Xu *et al.*, 2021);
- Modelos de multimodalidade (Xu *et al.*, 2021);
- Rápido avanço no desenvolvimento de novos materiais (Xu *et al.*, 2021);
- Ataques e micro-ataques aos modelos de ferramentas de IA Generativa a fim de manipular dados e alterar resultados (Xu *et al.*, 2021);
- Definição das perguntas e do caminho da pesquisa (Peres *et al.*, 2023);
- IA como assistente de publicação de pesquisas e artigos (Peres *et al.*, 2023);
- Especialização para escolha de *prompt* mais adequados (Peres *et al.*, 2023);
- Mudanças no ensino de ciências a fim de adaptar estudantes aos novos cenários econômicos que essas tecnologias impõem (Peres *et al.*, 2023);
- Proteção de propriedade intelectual de conteúdos gerados por IA generativa (Peres *et al.*, 2023);
- Colonialismo em relação à base de dados utilizadas para treinamento das ferramentas (Cardoso; Perich, 2023);

Vale ressaltar que os tópicos acima aparecem nas obras em que foram referenciados mas não necessariamente apenas nelas, uma vez que diversos dos pontos estão também presentes nas obras de outros autores apresentadas ao longo deste trabalho.

5.1.3 Canais midiáticos, redes sociais e sites de busca

Dando continuidade ao trabalho de complementar os sinais e tendências levantados até aqui, diversas buscas livres foram feitas em sites de busca como o Google e o Bing e em plataformas especializadas em geração de tendências futuras. Algumas dessas buscas foram também feitas em redes sociais como Facebook e LinkedIn. Termos como "tendências sobre uso de IA na ciência", "o futuro da IA na ciência", "pesquisa científica e IA" e outros termos correlacionados foram utilizados tanto em português quanto em inglês para buscar conteúdos relevantes ao recorte aqui apresentado. Entretanto, algumas das matérias selecionadas não falam única e exclusivamente sobre esse recorte, podendo também trazer tendências sobre tecnologias diversas e suas implicações. Dessa forma, é possível complementar o trabalho com uma pluralidade maior de percepções que possam enriquecer a criação de cenários da próxima etapa.

Diante dos materiais encontrados, os seguintes tópicos foram selecionados e organizados. Ressalta-se que alguns trabalham com dados atuais e acurados, enquanto outros são tendências prospectivas e possibilidades de futuro.

- Crescimento da intimidade artificial a partir da diminuição da "fricção" tecnológica na IHC (Women's Agenda, 2023);
- Solidão Moderna vs. Hiperconectividade (Women's Agenda, 2023);
- Relacionamentos sintéticos (Bassi, 2023);
- Futuro do aprendizado com Objetivos Baseados em Investigação (IBOs) (Hardman, 2023);
- Necessidade do ensino superior de abraçar IA para formar profissionais de profissões que ainda nem existem (Hardman, 2023);

- Aplicações para custear pesquisas como algo feito por máquinas e não mais por cientistas (Parrilla, 2023);
- O uso da IA é vista hoje mais como automação de processos e menos como trabalho criativo (Parrilla, 2023);
- As pessoas tendem a atribuir mais autoridade à IA, em parte porque os algoritmos são frequentemente comercializados como baseados na soma de todo o conhecimento humano (Leffer, 2023);
- Aumento exponencial da desinformação e do plágio (Leffer, 2023);
- 25% dos pesquisadores usam IA para auxiliar na redação de manuscritos e mais de 15% a utilizam para propostas de financiamento. Isto indica uma tendência crescente na adoção de ferramentas de IA para redação científica (Van Noorden; Perkel, 2023);
- Dependência excessiva do reconhecimento de padrões da IA sem pensamento crítico (Van Noorden; Perkel, 2023);
- Dificuldade de acessar o aprendizado do aluno (Van Noorden; Perkel, 2023);
- Diminuição de tarefas administrativas (Van Noorden; Perkel, 2023);
- Diminuição das barreiras de idiomas (Van Noorden; Perkel, 2023);
- Aumento do consumo de energia e pegada de carbono das pesquisas científicas (Van Noorden; Perkel, 2023);
- Usuários podem preferir pesquisar informações através de chatbots inteligentes, o que tende a levar à substituição das search engines, como o Google (Tsai, 2023);
- Com a provável substituição de sites de busca por chatbots inteligentes, muda-se a forma de como estas informações são exibidas para o usuário e como as fontes são "linkadas" (Tsai, 2023);
- Com a possível substituição de *search engines* (ex: Google) por chatbots inteligentes (ex: Chat-GPT), haverá transformações na utilização de anúncios e monetização destas plataformas (Tsai, 2023);
- Consumidores vão utilizar cada vez mais aplicações com IA Generativa, como TikTok e ChatGPT, para buscas online, em detrimento dos motores de busca tradicionais (Needleman, 2023);
- Realidade virtual e aumentada se estenderão a dispositivos do dia a dia, oferecendo experiências interativas além dos aparelhos especializados como óculos ou capacetes (Needleman, 2023);

- A IA não substituirá os humanos - mas os humanos com IA substituirão os humanos sem IA (Lakhani, 2023);
- Crescimento exponencial de assistentes virtuais (VAs) (Tal, 2019);
- A realidade aumentada (AR) irá realçar a percepção do mundo real ao sobrepor informações digitais, melhorando a navegação e as interações diárias, e potencialmente fornecendo capacidades sobre-humanas como visão aprimorada ou tradução (Tal, 2020);
- A AR afetará significativamente as interações pessoais e profissionais, oferecendo informações detalhadas sobre pessoas e ambientes, e influenciando tudo, desde networking e encontros a inspeções de segurança e aplicação da lei (Tal, 2020);
- Utilização da IA Generativa para visualização de dados e identificação de padrões (Kari, 2023);
- IA Generativa Autônoma (Marr, 2023b);
- Engenharia de *prompt* em alta demanda (Marr, 2023b);
- Profundas interferências em processos eleitorais causadas pelo uso da IA Generativa (Marr, 2023b);
- Robôs que "lêem" a mente (BBC Science Focus, 2023);
- O futuro da IA generativa enquanto nichos ao invés de generalização (Mugrage, 2023);
- Velocidade de novos achados científicos a partir do grande processamento de dados e correlações geradas por IA (Mugrage, 2023);
- IA Generativa superando a habilidade humana média até 2030 e mirando no Top 25% até 2040 (McKinsey, 2023);
- Em 10 a 15 anos IA Generativa pode chegar a sentir, racionalizar e expressar emoções e sociabilidade (McKinsey, 2023);
- Imprecisão e segurança digital como principais preocupações de empresas (McKinsey, 2023);
- Devices vestíveis (*wearables*) (Puiu, 2016);
- OpenAI lança novas ferramentas que permitem que qualquer pessoa crie um chatbot personalizado ou um agente de IA, sem a necessidade de conhecimentos de programação (Knight, 2023);
- Possibilidade de construir *bots* e aplicativos sem programar (Knight, 2023);

- Agente virtual que aprende com os conhecimentos que você fornece (Knight, 2023);
- A IA está contribuindo significativamente para a produtividade científica, aumentando as capacidades cognitivas humanas, acelerando descobertas e potencialmente encurtando os prazos necessários para as descobertas (Arranz *et al.*, 2023);
- Ascensão da China na Produção Científica de IA (Arranz *et al.*, 2023);
- Ambientes de Aprendizado Integrados (como holografia, por exemplo) (Akefe *et al.*, 2023);
- Possibilidade do avanço das tecnologias de "upload" de consciência (Quantumrun, 2023a);
- Sistemas nervosos artificiais poderão fazer os robôs sentirem (Quantumrun, 2023b);
- Devices vestíveis irão substituir os smartphones (Quantumrun, 2023b);
- Possibilidade de gravar e assistir novamente suas memórias no futuro (Quantumrun, 2023b);
- Personalização das experiências de aprendizagem (Anderson; Rainie, 2023);
- Avanços da IA podem levar a uma vigilância extensiva e a erosão da privacidade (Anderson; Rainie, 2023);
- Há o medo de que a tecnologia digital possa minar sistemas democráticos com *deep fakes* e desinformação (Anderson; Rainie, 2023);
- Potencial da IA Generativa auxiliar no combate à crise climática (Katwala, 2023);
- Corrida dos Grandes Modelos de Linguagem de código aberto entre *Big Techs* preocupa investidores sobre possível "comodificação" (Krause, 2023);
- Modelos *open source* podem democratizar o acesso aos Grandes Modelos de Linguagem, além de possibilitarem personalização (Patel; Maroof, 2023);
- Inserção de *prompt* virtuais como ameaça para deturpar resultados de IA (Pattnaik, 2023);
- Tendências das big techs de defenderem a auto-regulamentação da indústria (Cho, 2023);
- Potencial risco de informações falsas personalizadas (*microtargeting*) (Simon; Altay; Mercier, 2023);

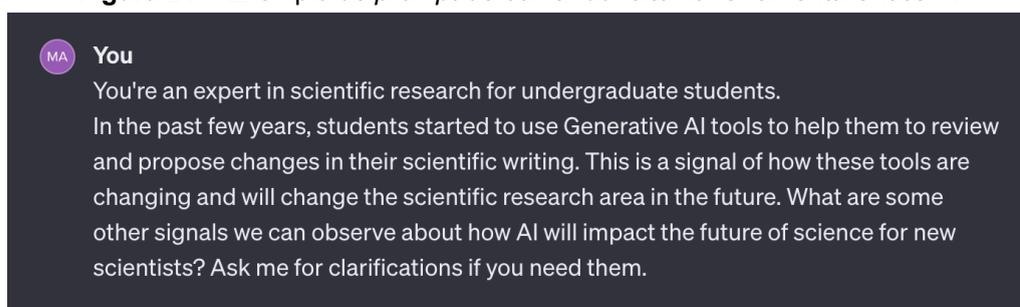
- Dificuldade de se encontrar o equilíbrio entre inovação e controle (Roberts; Hine, 2023);

5.1.4 Geração de sinais com ferramentas de IA Generativa

Por fim, para completar o trabalho de levantamento de sinais e tendências acerca do uso de IA Generativa em Iniciações Científicas, foi realizado um levantamento de caráter experimental utilizando-se das próprias ferramentas, como o ChatGPT da OpenAI e o Bard do Google.

Um *prompt* de comando (Figura 21) foi criado para ambas as ferramentas, em inglês, com as seguintes instruções: "Você é um especialista em pesquisa científica para alunos de graduação. Nos últimos anos, os alunos começaram a usar ferramentas de IA Generativa para ajudá-los a revisar e propor alterações em seus textos científicos. Esse é um sinal de como essas ferramentas estão mudando e irão mudar a área de pesquisa científica no futuro. Quais são alguns outros sinais que podemos observar sobre como a IA afetará o futuro da ciência para os novos cientistas? Se precisar, peça-me esclarecimentos".

Figura 21 – Exemplo de *prompt* de comando feito na ferramenta ChatGPT



Fonte: Autor (2023)

A partir dessa pergunta, uma série de respostas foram elencadas em tópicos por ambas as plataformas, algumas inclusive já abordadas nas seções anteriores. Os resultados obtidos com o ChatGPT e com o Bard podem ser conferidos, respectivamente, no Anexo C e no Anexo D deste trabalho. Por fim, os sinais e tendências mais originais e que agregam mais valor à discussão foram selecionados e elencados a seguir:

- Crescente consciência sobre as implicações éticas da pesquisa entre novos cientistas (ChatGPT);
- A ênfase atual na alfabetização em dados no treinamento científico sugere que cientistas futuros estarão bem equipados para alavancar a IA para pesquisa intensiva em dados, levando a novos insights e descobertas (ChatGPT);
- Há uma tendência crescente de projetos de ciência "*Do It Yourself* (DIY)" e ciência cidadã. Ferramentas de IA poderiam capacitar cientistas amadores a conduzir pesquisas sofisticadas e contribuir com dados valiosos (ChatGPT);
- Identificação de padrões e correlações difíceis de serem analisadas por humanos(ChatGPT);
- Novos cientistas têm integrado a IA Generativa em suas práticas diárias de maneira mais precoce e natural(ChatGPT);
- Aumento do movimento de Ciência Aberta, principalmente por parte de jovens cientistas(ChatGPT);
- A IA Generativa poderia democratizar ainda mais a ciência, permitindo que cientistas cidadãos participem de projetos de pesquisa. Ferramentas de IA podem orientar os voluntários na coleta de dados, análise de resultados e contribuição para descobertas científicas (Bard);
- Novos cientistas tratam IA como um parceiro colaborativo na pesquisa, utilizando-a para ajudar a criar conceitos, planejar experimentos e analisar dados, o que está fortalecendo uma relação simbiótica entre humanos e IA na ciência (Bard);
- A IA pode personalizar a educação científica adaptando os materiais de aprendizagem e as avaliações às necessidades e preferências individuais dos alunos (Bard);
- Ao fornecer ferramentas para análise, modelagem e visualização de dados, a IA pode capacitar pesquisadores de diversas origens a contribuir para o avanço científico, democratizando o processo científico (Bard);

5.1.5 Sistematização dos resultados obtidos

O resultado do levantamento apresentado nas seções anteriores gerou mais de 120 tópicos representando sinais fracos e tendências acerca do uso de IA Generativa no fazer científico e suas interconexões. Como explicado anteriormente, uma análise STEEP foi aplicada como forma de facilitar a leitura e análise dos tópicos e, posteriormente, o exercício de Análise Temática que está descrito na próxima seção. Para isso, cada um dos tópicos foi elencado como tendo uma característica social, tecnológica, econômica, ecológica ou política (Figura 22) e separado em colunas diferentes na plataforma FigJam, um software que proporciona um *canvas* digital para trabalhos remotos em grupo.

Figura 22 – Visualização geral dos sinais fracos e tendências organizados através da Análise STEEP



Fonte: Autor (2023)

5.2 GERAÇÃO DOS CENÁRIOS ESPECULATIVOS

O capítulo 4 deste trabalho traz diversos exemplos sobre como uma abordagem especulativa permite expandir os horizontes dos debates acerca de um tópico e fornecer insumos para que seus participantes reflitam sobre o hoje de

maneira crítica, incentivando ações que os levem para futuros preferíveis ou, até mesmo, evitando outras para que não acarretem em situações indesejadas.

Dito isso, tanto esta como a próxima etapa de desenvolvimento do projeto visam criar, respectivamente, cenários e artefatos especulativos acerca do uso da IA Generativa na ciência e em projetos de IC no futuro. Como Dunne e Raby (2013) explicitam em sua obra, um cenário especulativo pode servir como um contexto maior no qual um artefato especulativo reside, e por mais que estes cenários não venham a entrar em contato direto com o público, eles são essenciais para que os artefatos gerados a partir deles sejam feitos de maneira contextualizada e consistente.

O método proposto para geração de cenários foi a técnica Matriz de Planejamento de Cenários (2x2 Scenario Planning Matrix) descrita por Rhydderch (2017), resultado em quatro cenários distintos. Brevemente abordado no capítulo 4, essa técnica é muito utilizada mundo afora justamente por sua facilidade de implementação e geração de cenários altamente contrastados entre si em um curto período de tempo. A proposta é nativamente colaborativa, onde um espaço em grupo é delimitado e os participantes podem trocar e interagir ao longo da criação conjunta de cenários.

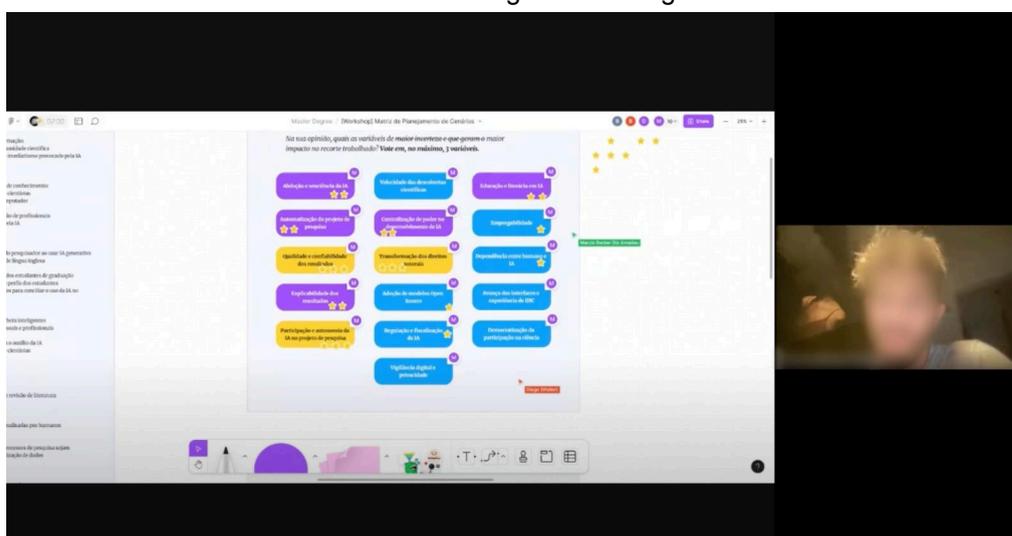
Segundo Rhydderch (2017), os participantes da atividade não necessitam de um preparo prévio ao encontro. Para que isso seja possível, os condutores da atividade devem estudar e fazer uma pesquisa prévia, separando os materiais necessários sobre a questão a ser abordada na atividade e buscando em especial quais são os fatores relevantes e impulsionadores de mudança acerca do tema.

No momento da atividade, após os participantes serem introduzidos ao tema e apresentados aos materiais separados, é função do grupo escolher quais são as variáveis que representam um maior impacto e também a maior incerteza sobre/acerca do tema discutido. É esse trabalho que possibilita a escolha de duas variáveis para construir uma matriz e, assim, permitir que cada quadrante seja discutido e alimentado pelo grupo.

Seguindo essa abordagem, uma atividade em grupo foi criada para a execução desta etapa metodológica. Rhydderch (2017) propõe que esses grupos sejam formados por qualquer pessoa com qualquer experiência prévia, de 3 a mais de 100 participantes, de preferência garantido um grupo diversificado que combine uma

variedade de conhecimentos e experiência. Sendo assim, o convite para a atividade foi feito aos participantes do Grupo de Estudos em Design Especulativo liderado pelo Prof.º Dr.º Diogo Cortiz e no qual o autor dessa pesquisa tem participação ativa. O grupo detém grande variedade de formações acadêmicas e atuações profissionais, além de garantir certa experiência comum a todos os participantes no que diz respeito às áreas de Design Especulativo e de Inteligência Artificial e suas infinitas implicações nos mais diversos setores da sociedade.

Figura 23 – Registro da atividade de criação de cenários realizada remotamente por meio das ferramentas Google Meet e FigJam



Fonte: Autor (2023)

A atividade aconteceu no dia 8 de Novembro de 2023 às 18h de maneira remota por meio da ferramenta Google Meet, com uma proposta de duração de duas horas e contando com a participação de cerca de 13 integrantes do grupo, onde 2 precisaram se ausentar nos últimos 40 minutos de atividade. Seguindo as instruções propostas por Rhydderch, o autor desta pesquisa levantou previamente, como visto na seção anterior, uma série de tópicos representando sinais e tendências acerca não só do uso da IA Generativa na ciência como também sobre temáticas que circundam esse recorte e ajudam a contextualizá-lo de maneira mais abrangente. Entretanto, mais de 120 tópicos foram gerados a partir das descobertas das entrevistas semi-estruturadas, dos artigos e publicações científicas, dos portais de notícias e de outras fontes, o que poderia inviabilizar a análise conjunta do grupo no recorte de tempo proposto.

Diante disso, o autor trabalhou com o conteúdo da análise STEEP previamente feita e aplicou uma segunda camada de organização e sumarização aos materiais a

partir de uma Análise Temática Indutiva (Souza, 2019), técnica essa explicada brevemente na seção de métodos de pesquisa no início deste trabalho. Os tópicos foram clusterizados livremente por semelhança de temática em 16 grupos diferentes entre si, e cada um dos grupos recebeu um título que o representasse como uma força motriz de mudança acerca do tema discutido (Figura 24). São eles: a) Educação e literacia em IA, b) Velocidade das descobertas científicas, c) Centralização de poder no desenvolvimento da IA, d) Explicabilidade dos resultados, e) Automatização do projeto de pesquisa, f) Empregabilidade, g) Qualidade e confiabilidade dos resultados, h) Transformação dos direitos autorais, i) Dependência entre humano e IA, j) IA Geral, k) Adoção de modelos *Open Source*, l) Avanço das interfaces e experiências de IHC, m) Participação e autonomia da IA no projeto de pesquisa, n) Regulação e fiscalização da IA, o) Democratização da participação na ciência e p) Vigilância digital e privacidade.

Figura 24 – Distribuição dos principais grupos de sinais e tendências



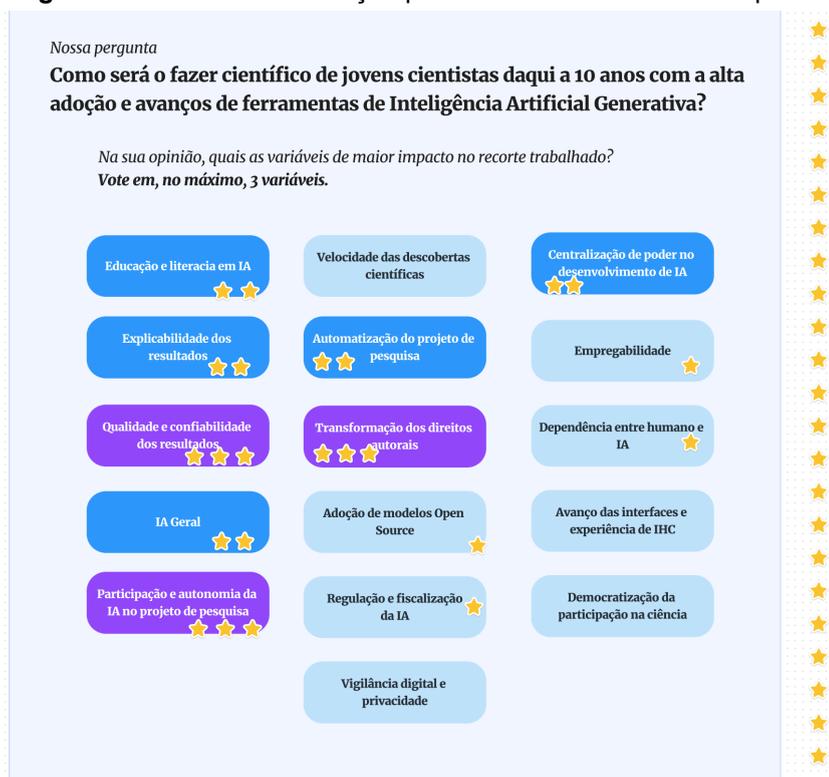
Fonte: Autor (2023)

Com esse material em mãos, o autor iniciou a atividade apresentando o objetivo do encontro, o qual seria responder à pergunta "Como será o fazer científico de jovens cientistas daqui a 10 anos com a alta adoção e avanços de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa?". Uma breve apresentação foi feita para

apresentar todo o material teórico levantado para essa pesquisa, bem como todo o trabalho de levantamento de sinais, os 120 tópicos gerados e, por fim, os 16 grupos representando as principais variáveis acerca do tema.

Após as devidas contextualizações, a atividade contou com um tempo de 10 minutos para que cada um dos participantes votassem nos grupos de variáveis que representassem o maior impacto para o recorte trabalhado e para a pergunta-problema feita. As 16 variáveis foram distribuídas em formatos de cartões dentro da ferramenta FigJam e cada participante recebeu o direito a três votos. Por fim, aquelas variáveis que recebessem mais votos seriam discutidas entre o grupo em busca de um consenso sobre quais seriam os dois de maior impacto para serem trabalhados na matriz. Após a votação (Figura 25), cerca de 15 minutos foram dedicados para que os integrantes pudessem discutir sobre quais seriam as duas variáveis, resultando na escolha da variável "Participação e autonomia da IA no projeto de pesquisa" e "Educação e literacia em IA". A alegação de alguns integrantes foi de que ambas as escolhas têm mais conexão com o tema trabalhado e, portanto, poderiam gerar reflexões mais alinhadas à proposta. Sendo assim, todo o grupo concordou em seguir com essas duas variáveis para a etapa da matriz.

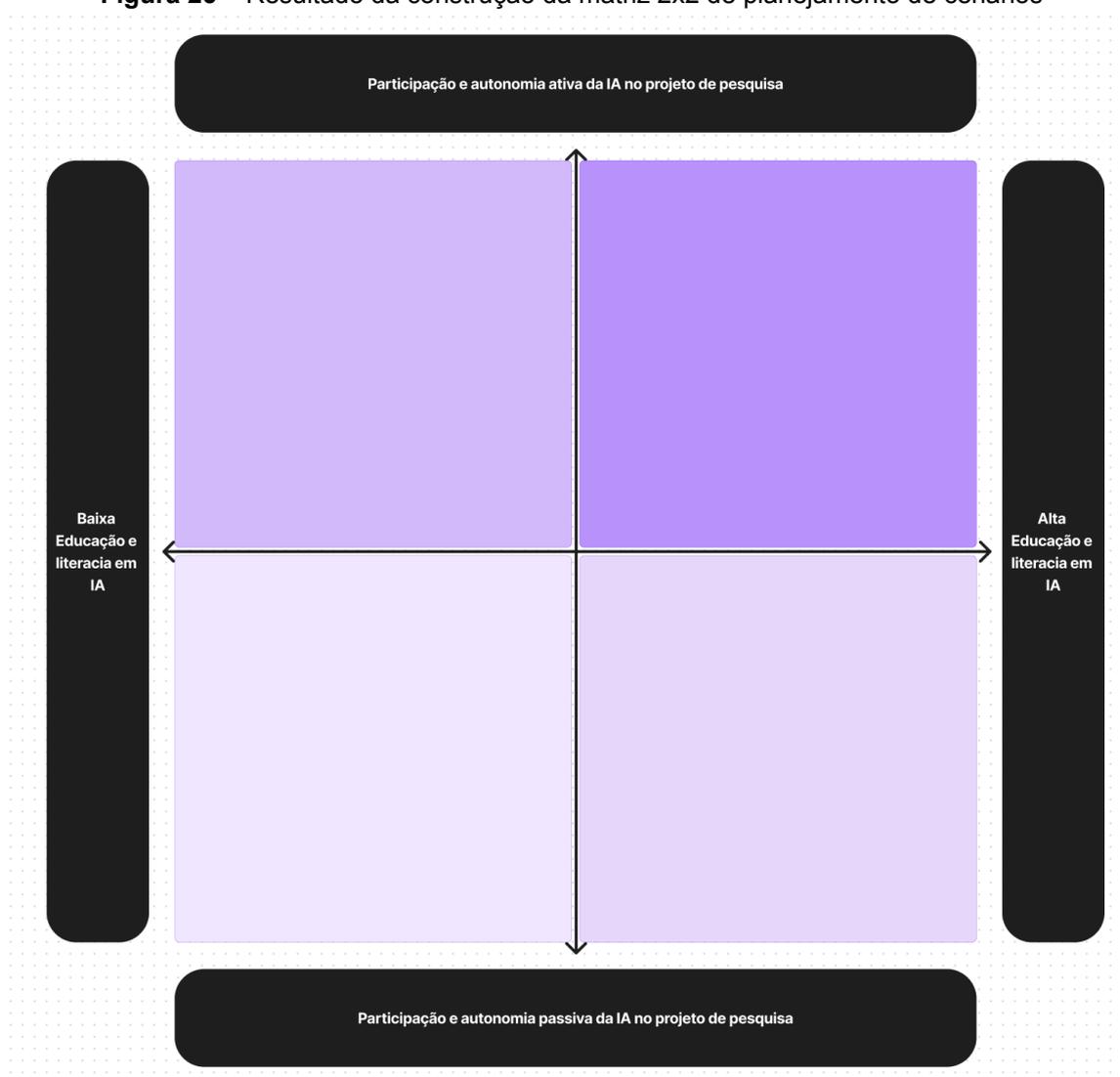
Figura 25 – Sistema de votação para as variáveis de maior impacto.



Fonte: Autor (2023)

A matriz foi construída desdobrando cada uma das duas variáveis escolhidas ao seus extremos opostos (Figura 26). Sendo assim, a primeira variável, "Participação e autonomia da IA no projeto de pesquisa", gerou dois eixos distintos: "Participação e autonomia ativa da IA no projeto de pesquisa" e "Participação e autonomia passiva da IA no projeto de pesquisa". Na mesma medida, a segunda variável, "Educação e literacia em IA", foi desdobrada nos eixos "Alta Educação e literacia em IA" e "Baixa Educação e literacia em IA".

Figura 26 – Resultado da construção da matriz 2x2 de planejamento de cenários



Fonte: Autor (2023)

Diante do tempo disponível para a execução da atividade, o grupo coletivamente escolheu trabalhar apenas com os dois quadrantes que, segundo o grupo, teriam o potencial de maior impacto na sociedade, categorizando-os como

cenários "Preferíveis" e "Prováveis". O primeiro quadrante trabalhado foi o de uma participação e autonomia ativa da IA no projeto de pesquisa ao mesmo tempo que os jovens cientistas detêm alta educação e literacia em IA. Esse cenário foi considerado como preferível pelo grupo pois considera tanto o contínuo avanço tecnológico da IA e os benefícios que ele pode trazer como também a visão de que os jovens cientistas estarão preparados tanto para usufruir desses benefícios quanto para detectar e combater os impactos negativos dessa participação. Em contrapartida, o cenário escolhido como provável foi o de uma participação e autonomia ativa da IA no projeto de pesquisa, porém em uma sociedade onde os jovens cientistas detêm baixa educação e literacia em IA. O grupo considerou esse quadrante como um provável resultado do rápido avanço tecnológico presente na área de IA Generativa, mas que não acompanha a mesma velocidade dos avanços educacionais da sociedade, principalmente quando levado em consideração os desafios apresentados em países do sul global como o Brasil. Sendo assim, a discussão dos integrantes considerou improvável que em um período de 10 anos os problemas de desigualdade e infraestrutura educacional fossem superados a ponto de capacitar suficientemente a população nesse campo tecnológico.

Sendo assim, o tempo restante da atividade foi dividido a fim de possibilitar que os integrantes preenchessem com "post-its" digitais na plataforma FigJam quais as vantagens e desvantagens de cada um desses dois cenários. Para o primeiro cenário (Figura 27), no quadrante de participação e autonomia ativa da IA no projeto de pesquisa e alta educação e literacia em IA por parte dos cientistas, os seguintes argumentos foram registrados:

- Ferramentas de IA são reconhecidas co-autoras e participam tão ativamente de construção científica quanto cientistas;
- IA considerada pares dos cientistas;
- IA utilizada para apontar nível de originalidade da pesquisa;
- IA utilizada para sinalizar a qualidade das referências;
- Custo de produção cai e há uma valorização maior na originalidade das ideias;
- IA ajuda na elaboração das perguntas e das hipóteses da pesquisa;
- Crescimento científico rápido (muitas pesquisas em pouco tempo);

- Provedores de IA influenciam o ensino e desenvolvimento de pesquisa;
- Nenhuma pesquisa mais é realizada sem IA;
- O tempo médio de um mestrado é 2 meses doutorado 5 meses;
- IA atuando como Assistente de Pesquisa dos cientistas em substituição de Iniciações Científicas e afins;
- Algumas faculdades viram o “vinil”: não usam IA e fazem o processo “old school”. E fazer isso é muito “cool” e descolado;
- IA com poder de voto na avaliação de publicações científicas;
- Alunos conseguem conversar com o seu “objeto de pesquisa”, que busca referências, novos dados, experimentos e simulações;
- IA automatiza tarefas e acelera processos de pesquisa reduzindo drasticamente o tempo para obter dados ou interpretar resultados;
- IA utilizada para elaboração de hipóteses, posteriormente validadas pelos estudantes, de acordo com critérios bem definidos;
- Os alunos entendem que todos os resultados da máquina, apesar de apresentar aparente qualidade, precisam ser revistos, além de buscarem por reprodutibilidade;
- Jovens têm alto domínio da IA e conseguem processar, juntamente com a máquina, questões da pesquisa, hipóteses e referências com alta qualidade e muita rapidez. Este processo se auto-alimenta e integra pesquisas parecidas e achados entre pesquisas de forma sutil e facilitada;
- IA identifica e sugere contribuições de pesquisa e co-cria soluções com o jovem cientista;
- Concentração na mão de algumas provedoras específicas;
- Pode diminuir a colaboração entre pesquisadores científicos humanos em detrimento da colaboração com a máquina;
- Pode levar a um cenário de isolamento social, onde a troca humana é menos valorizada que a troca com a máquina;
- Dependência da IA para novos projetos e desestímulo à criatividade;
- Inacessibilidade da ciência por necessidade do alto nível educacional combinado ao acesso à ferramentas de IA;
- Desigualdade exacerbada no Brasil em 10 anos;
- Pesquisas completas conduzidas/direcionadas por grandes provedores;

- Delegação para a IA ou baixo esforço na produção acadêmica na graduação (menos pensamento crítico);
- Desinteresse dos alunos de graduação em pesquisar: ler, escrever, coletar dados e demais tarefas;
- O processo de pesquisa se torna algo “muito *tech*” e afasta uma parcela ainda maior das pessoas que não gostam dessa abordagem;
- Diminuição da curiosidade e do espírito de descoberta no ato de pesquisa;
- A pesquisa é ainda mais solitária pois pesquisadores não precisam mais consultar seus pares pois a IA dá conta deste processo sozinha;
- Aumento da centralização das produções;
- Contradição entre pesquisas realizadas de maneira autônoma e muita capacitação de pesquisadores;
- Dificuldade ainda maior de destaque internacional para cientistas do “sul global” em virtude do amplo uso de IA;
- Apesar da capacidade da IA, os pesquisadores podem não identificar os resultados como relevantes;
- O fazer científico pode ficar limitado ao domínio de empresas especializadas.

Figura 27 – Preenchimento do cenário 1



Fonte: Autor (2023)

Para o segundo cenário (Figura 28), no quadrante de participação e autonomia ativa da IA no projeto de pesquisa mas com uma baixa educação e literacia em IA por parte dos cientistas, os resultados foram:

- IA pode ter um papel educativo na formação de pesquisadores;
- IA enquanto suporte de aprendizado de jovens cientistas, auxiliando em seu processo de conhecimento;
- A própria IA passa a servir como ferramenta de educação de cientistas e estudantes (ciclo virtuoso de aprendizagem);
- IA enquanto membro oficial para se pensar currículos educacionais;
- O baixo entendimento sobre funcionamento da IA resulta em um uso mais cuidadoso e criterioso da IA na ciências;
- Rapidez em alguns processos;
- A IA ajudando a definir caminhos e sinalizando percursos;
- Pessoas mais céticas com o uso da IA em projeto de pesquisa;
- As pessoas podem conversar com seu objeto de pesquisa, mas muitas vezes não entendem a capacidade que a tecnologia tem;
- Concentração de conhecimento nos grupos com acesso a literacia sobre IA;
- Supervalorização dos resultados da IA enquanto verdade;
- Maior medo das pessoas que dominam a IA: receio das questões éticas e morais desses provedores;
- Prevalência da influências de grupos dominantes em como são conduzidas as pesquisas;
- Produtividade acadêmica aumenta apenas em locais/grupos específicos e restritos, com condições de utilizar as ferramentas;
- Extrema concentração do desenvolvimento científico;
- Alienação em relação aos métodos, resultados e conclusões das pesquisas;
- Diminuição do interesse em fazer ciência dado o potencial da IA de realizar muitas etapas sozinha;
- Pessoas deixam de se preocupar com método científico e não sabem mais avaliar os resultados da própria máquina;
- IA conduzindo pesquisas sem qualquer tipo de revisão ou ponderação crítica, propagando desinformação;

- A falta de conhecimento sobre IA deixa a ciência obsoleta e atrasada em relação aos avanços mercadológicos da tecnologia, gerando descrença social nas ciências;
- Jovens cientistas desenvolvem dependência da IA sem senso crítico;
- Projetos de pesquisa "sem pé nem cabeça";
- "Aquele fulano lá publica bastante só pq ele usa IA";
- IA sub-utilizada em alguns processos que seriam muito interessantes de utilizá-la (perfis conservadores);

Figura 28 – Preenchimento do cenário 2



Fonte: Autor (2023)

O exercício em grupo foi finalizado com uma breve discussão acerca dos resultados obtidos. Após sua conclusão, o autor compilou os resultados e construiu, para cada um dos dois cenários, um título e uma narrativa estruturada. Para o primeiro cenário (1), o título criado foi "Coautores, membros de comitês, avaliadores: IA Generativa e humanos em parceria mútua" e a narrativa explicando o cenário

pode ser encontrada no Anexo E. Já o segundo cenário (2) recebeu o título "Ferramentas de IA Generativa enquanto guias científicos para novos cientistas" e sua narrativa encontra-se no Anexo F.

Ambas as narrativas foram utilizadas como material de base para a construção de dois artefatos especulativos, como será visto a seguir.

5.3 GERAÇÃO E DISCUSSÃO DOS ARTEFATOS ESPECULATIVOS

A partir dos dois cenários e suas respectivas narrativas geradas na seção anterior, foi possível prosseguir com o plano metodológico de construir dois artefatos especulativos. Como visto no capítulo 4, há uma enorme gama de possibilidades para essa construção, desde objetos físicos até peças digitais, conteúdos textuais e audiovisuais, entre outros.

Essa seção se divide em duas partes. Na primeira, há a descrição de todo o processo realizado para o desenvolvimento dos artefatos, desde a análise das narrativas até a escolha do tipo e formato de artefato, as etapas de sua construção e a apresentação dos produtos finais. Completada essa etapa, a segunda parte descreve como se deu o segundo ciclo de entrevistas qualitativas semi-estruturadas, feita com os mesmos participantes da primeira e, dessa vez, incluindo os artefatos como parte da dinâmica. Todo esse movimento visa não só alimentar com mais informações as hipóteses H1 e H2 como também responder diretamente a hipótese H3, a qual questiona se a aplicação de um artefato especulativo no debate provoca ou não nos estudantes e professores orientadores uma expansão de reflexões e perspectivas sobre o tema quando comparado aos resultados do primeiro ciclo de entrevistas.

5.3.1 Desenvolvimento dos artefatos

O primeiro passo realizado para o desenvolvimento dos artefatos foi levantar quais os pontos mais relevantes presentes em cada narrativa dos cenários gerados

na seção 5.2. Esperou-se, com isso, que essas informações ajudassem a guiar a escolha do melhor tipo e formato de artefato para os objetivos aqui apresentados.

A análise da narrativa do cenário 1, intitulado "Coautores, membros de comitês, avaliadores: IA Generativa e humanos em parceria mútua", resultou nos seguintes destaques:

- IA co-autora;
- Mudança na metodologia: IA participando de tudo;
- Preenchimento de alta qualidade das lacunas científicas de diversas áreas;
- Redução de tempo para ter resultados científicos;
- IA simulando objetos de pesquisa;
- Disciplinas aprendendo a trabalhar com IA;
- Tempo reduzido para se atingir títulos acadêmicos;
- Centralização do poder na mão de poucas instituições;
- Concentração de pesquisa no norte global;
- Diminuição da interação social/isolamento;
- Desestímulo;
- Debate acerca da valorização da participação humana na ciência;

Já os destaques da narrativa do cenário 2, com o título "Ferramentas de IA Generativa enquanto guias científicos para novos cientistas", foram:

- IA enquanto guia científico para se construir pesquisas;
- Participação nos projetos científicos;
- "Caixas pretas", falta de transparência, inexplicabilidade;
- Concentração de poder;
- Quantidade excessiva de trabalhos científicos produzidos;
- Papel de direcionamento da pesquisa;
- Desinformação/aceitação acrítica por parte dos jovens cientistas;
- Sub-uso das tecnologias;

Em discussão sobre como trazer esses tópicos dentro de um artefato especulativo que pudesse incitar a reflexão dos participantes, o autor e o orientador

da pesquisa, em reunião, chegaram à proposta de usar uma capa de revista enquanto plataforma do artefato. Esse tipo de mídia possibilita o uso de manchetes, onde poucas palavras são usadas para destacar uma matéria ou sintetizar uma opinião, um contexto ou um cenário, além do importante suporte imagético que uma capa detém para complementar a mensagem geral da revista.

Uma vez que as temáticas circundam o universo científico, a publicação escolhida para dar vida ao artefato foi a revista Science. Segundo o site⁹ da revista, a publicação atua desde 1880 e tem estado no centro de descobertas científicas importantes, como a publicação do genoma humano completo, imagens inéditas da superfície de Marte e estudos pioneiros sobre a relação entre a AIDS e o vírus da imunodeficiência humana. Publicada pela Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS), a maior organização científica do mundo, a revista desempenha um importante papel na promoção da ciência, influenciando políticas científicas, a educação na ciência e o desenvolvimento de carreiras científicas. Especulando-se sobre cenários que ocorrem dez anos à frente, a revista soou como estável e relevante o suficiente para dar forma aos artefatos propostos neste trabalho.

Como dito anteriormente, duas capas de revistas foram geradas, cada uma representando um dos cenários construídos previamente. A proposta é que as capas simulem uma publicação feita no ano de 2033, dez anos à frente do ano em que essa pesquisa foi desenvolvida. Para iniciar a execução prática das capas, um estudo acerca do *layout* utilizado pela revista Science foi feito e, por meio do software Figma, um modelo padrão foi criado permitindo a inserção de matérias e de imagens nas peças especulativas (Figura 29).

⁹ Disponível em: <https://www.science.org/content/page/about-science-aaas>. Acesso em: 9 jan. 2024.

Figura 29 – Construção do modelo da revista Science para suporte do artefato



Fonte: Google imagens¹⁰ e autor (2023)

A escolha dos títulos das matérias se deu a partir do levantamento feito no início desta seção, onde os principais tópicos/assuntos presentes em cada cenário foram elencados. As propostas foram construídas pelo próprio autor, o qual buscou abarcar o máximo de assuntos possíveis de um mesmo cenário em cada uma das duas capas.

O resultado de títulos de matérias para a primeira capa (Figura 30), relacionada ao cenário 1, foram:

- Título da matéria principal: Um novo momento na computação quântica;
- Subtítulo da matéria principal: Como o trabalho apresentado por Braz; L. e pela agente de IA Ana C10 propõe revolucionar a área;
- Matéria em destaque 1: Modelos multimodais de IA próximos à criatividade humana;
- Matéria em destaque 2: Mestrado acadêmico em 6 meses? Vantagens e preocupações;
- Matéria em destaque 3: CNPq incentiva interação social entre estudantes humanos.

¹⁰ Disponível em: <https://images.app.goo.gl/GUNeSLtgcMwSeLBU6>. Acesso em: 29 Nov. 2023.

Figura 30 – Proposta de matérias para a primeira versão de capa do cenário 1



Fonte: Autor (2023)

Para a segunda capa (Figura 31), relacionada ao cenário 2, foram geradas as seguintes matérias:

- Título da matéria principal: 2033 histórico - 50 milhões de artigos;
- Subtítulo da matéria principal: De maneira vertiginosa, publicações científicas crescem mais de 200% por ano e geram debates sobre os reais impactos agregados;
- Matéria em destaque 1: Mais que assistentes - Agentes de IA orientando Iniciação Científica;
- Matéria em destaque 2: A contínua crise da inexplicabilidade algorítmica;
- Matéria em destaque 3: Política da sumarização versus pensamento crítico.

Figura 31 – Proposta de matérias para a primeira versão de capa do cenário 2



Fonte: Autor (2023)

Com as matérias definidas, optou-se pela utilização da ferramenta DALL·E para criar as ilustrações de capa. Essa escolha foi feita em conjunto com o orientador do projeto em uma perspectiva de "metalinguagem" da pesquisa aqui apresentada, onde uma ferramenta de IA Generativa é escolhida para dar suporte ao processo criativo do artefato e, ao mesmo tempo, se torna um possível objeto de discussão nas análises que serão propostas aos participantes do segundo ciclo de entrevistas. Sendo assim, dois *prompt* de comando foram gerados em inglês (Anexo G e Anexo H) descrevendo características desejadas em cada uma das capas que remetesse à mensagem principal da manchete em destaque. Cada uma das ilustrações obtidas foi manipulada posteriormente na plataforma Figma para se adequar ao formato e às necessidades da capa, resultando assim nos dois artefatos apresentados na Figura 32 e na Figura 33.

Figura 32 – Proposta completa para a primeira versão de capa do cenário 1



Fonte: Autor (2023)

Figura 33 – Proposta completa para a primeira versão de capa do cenário 2



Fonte: Autor (2023)

Para garantir que as capas obtidas transmitissem a essência correta de cada um dos cenários, uma pré-validação foi feita com pessoas próximas ao autor antes do início do segundo ciclo de entrevistas. Cerca de cinco pessoas de distintas áreas de atuação e níveis de conhecimento prévio sobre o tema foram abordadas via WhatsApp e convidadas a gravar um áudio sobre seu entendimento do material

enviado. Para a capa 1, os participantes dessa validação despenderam uma quantidade razoável de tempo discutindo o tema da computação quântica, desviando de certa maneira do foco esperado da participação da IA para esse resultado. Já em relação a capa 2, a escolha da ilustração remeteu os participantes ao universo dos ciborgues, como se a IA Generativa do futuro fosse agora parte do cérebro humano. Ao mesmo tempo, os títulos das submatérias de IAs orientando projetos de IC e dos embates acerca do uso de sumarização feita por IA não ficaram efetivos o suficiente, pois muitos dos participantes não entenderam o que as matérias queriam dizer.

A partir dos feedbacks recebidos, foram feitas novas propostas de manchetes e novos *prompts* de comando de geração de imagens (Anexo I e Anexo J) no intuito de destacar o máximo possível as mensagens mais importantes em cada uma das matérias elencadas. Os novos resultado de títulos de matérias para a primeira capa (Figura 34), relacionada ao cenário 1, foram:

- Título da matéria principal: Um grande passo na fertilização in-vitro;
- Subtítulo da matéria principal: Como o trabalho da cientista humana Cristina D. e da cientista-IA Ana C10 garantiu à dupla o Nobel deste ano;
- Matéria em destaque 1: Nova IA multimodal apresenta nível de criatividade humana;
- Matéria em destaque 2: Mestrado acadêmico em 6 meses? Vantagens e preocupações;
- Matéria em destaque 3: CNPq incentiva interação social entre estudantes humanos.

Figura 34 – Proposta completa para a segunda versão de capa do cenário 1



Fonte: Autor (2023)

No caso da segunda capa (Figura 35), relacionada ao cenário 2, as seguintes matérias foram definidas:

- Título da matéria principal: Ano histórico - 50 milhões de artigos;
- Subtítulo da matéria principal: De maneira vertiginosa, publicações científicas crescem mais de 600% ao ano e geram debates sobre os reais impactos agregados;

- Matéria em destaque 1: O desempenho dos professores-IA orientando Iniciação Científica;
- Matéria em destaque 2: A contínua crise da inexplicabilidade algorítmica;
- Matéria em destaque 3: Sumarização automática versus pensamento crítico.

Figura 35 – Proposta completa para a segunda versão de capa do cenário 2



Fonte: Autor (2023)

Os arquivos foram exportados em formato digital e preparados para a aplicação no segundo ciclo de entrevistas qualitativas semi-estruturadas, a qual tem seus resultados descritos no tópico a seguir.

5.3.2 Entrevistas semi-estruturadas com observação dos artefatos

As entrevistas desse segundo ciclo ocorreram no mês de Dezembro de 2023 de maneira remota por meio da ferramenta Google Meet. Os mesmos participantes do primeiro ciclo foram convidados para essa nova conversa com duração de 45 minutos, onde um roteiro de perguntas semi-estruturadas (Anexo K) foi elaborado para cada uma das capas, além de algumas perguntas de fechamento perguntando acerca da experiência geral dos participantes. Das 10 pessoas entrevistadas no primeiro ciclo, apenas 9 participaram deste segundo momento, dado que o professor-orientador identificado por P2 não pode comparecer à entrevista no período estipulado por motivos pessoais.

Durante a entrevista, cada capa foi apresentada a partir da funcionalidade de compartilhamento de tela da ferramenta Google Meet (Figura 36). Os participantes foram convidados a relatarem suas percepções sem o receio de ter uma resposta correta ou errada ou perguntas norteadoras, deixando um espaço aberto para qualquer tipo de comentário que passasse em suas mentes.

Figura 36 – Exemplo de entrevista semi-estruturada com observação do artefato conduzida pelo autor remotamente por meio da ferramenta Google Meet



Fonte: Autor (2023)

Assim como na etapa anterior, os resultados finais foram analisados através do método de Análise Temática Indutiva (Souza, 2019) e, então, condensados nos seguintes grupos: percepções gerais sobre as capas, percepções do cenário geral associado à revista 1, percepções do cenário geral associado à revista 2, sentimentos gerais e comparação entre as atividades. Os resultados obtidos em cada grupo estão apresentados a seguir.

5.3.2.1 Percepções gerais sobre as capas

A pergunta de abertura feita para os estudantes e professores orientadores questionou quais eram suas primeiras impressões ao observarem cada uma das capas. Os participantes foram convidados a compartilhar seus pensamentos de maneira aberta e falada, deixando fluir toda e qualquer ideia acerca do apresentado.

Iniciando pela primeira revista, um dos principais pontos levantados foi sobre o reconhecimento de uma ferramenta de IA Generativa como co-autora premiada de uma pesquisa. Para os estudantes E4 e E5, o que mais chama a atenção é o fato da IA ter um nome e ser personificada como humanos o são, questionando quais os impactos que isso terá no futuro. Para E3, o fato da ferramenta de IA "Ana C10" ter participação ativa na pesquisa o suficiente para ser premiada é para ele impressionante e aguça sua curiosidade acerca de quais os limites que essa ferramenta poderá atingir. E1 e E2, entretanto, ponderam sobre a IA como uma entidade pensante e qual seria o seu potencial papel como co-autora científica, demonstrando certa preocupação em suas respostas. Em relação à percepção dos professores, P3 demonstrou concordância com esse tipo de colaboração, destacando o potencial da IA em acelerar avanços científicos com precisão e reconhecimento por suas contribuições. Já P1 argumenta sobre a representação simbólica de uma cientista IA e uma cientista humana ganhando um prêmio Nobel, mas teme o controle corporativo.

Dois pontos bastante citados dizem respeito às matérias de nível de criatividade da IA e do encurtamento de tempo para se obter títulos acadêmicos. Sobre a criatividade, E1 e E4 levantaram o debate sobre o que significa ter o nível de "criatividade humana" e como seria possível medir que uma IA atinge esse nível.

Para E4, inclusive, muito do que forma a criatividade humana são as referências que são coletadas pelo percurso do indivíduo, algo que para ela seria uma capacidade possível de uma IA exercer. Entretanto, questiona a falta por parte das ferramentas de uma característica "socialmente humana" de processar e organizar essas informações e visões de mundo. Assim como os estudantes, P4 e P5 também expressam um interesse particular em como a criatividade é medida. O primeiro pondera sobre as limitações impostas pela educação atual na genuína criatividade, enquanto o segundo especula se existe um tipo de criatividade além da humana. Já P3 antecipa a necessidade de uma discussão e definição mais aprofundada sobre questões de direitos autorais relacionadas à criatividade para que isso seja possível sem causar tantos danos à sociedade. Por fim, P1 considera que a IA apresentando criatividade humana pode ocorrer até mesmo antes do tempo de 10 anos previsto pela capa especulativa.

Em relação à matéria do mestrado acadêmico em seis meses, E1, E3 e E4 e P5 expressam surpresa com essa menção, questionando como isso seria possível e qual o papel que a IA tem nesse encurtamento de tempo. P3 compartilha sua preocupação acerca das implicações da IA na formação acadêmica de novos cientistas e sobre a importância da interação social nessa formação. P4, por sua vez, vê esta rapidez como um reflexo da tendência de acelerar processos acadêmicos, fato já vivido hoje nas universidades, alertando para problemas relacionados ao tempo intelectual necessário para se processar e assimilar novos conhecimentos e aos perigos da mercantilização da ciência e da educação. E1 e P1 compartilham preocupações parecidas sobre a aceleração imposta pelo capitalismo e a importância da trajetória na formação científica, evidenciando receios sobre a qualidade e profundidade da educação em um cenário cada vez mais acelerado.

Outro destaque foi a preocupação em relação à interação social entre estudantes no futuro. E1 cita o filme "Her" como referência de como imagina esse cenário, onde a principal interação humana é com máquinas ao invés de outros humanos. E2 tem receio dos fortes impactos que isso pode ter em vários aspectos, em especial no papel do pensamento humano na sociedade. P1 usa o período de pandemia do Covid-19 (2020-2022) como exemplo sobre o impacto que os estudantes apresentaram em suas habilidades sociais no retorno de atividades presenciais, expressando preocupação sobre os possíveis impactos de um isolamento atrelado ao uso tecnológico de IA. P3 e P4 compartilham observações

sobre como a tecnologia afeta as relações sociais e o relacionamento interpessoal e endossam as preocupações acerca de possíveis consequências dessa relação.

Por fim, outros pontos citados foram a curiosidade acerca do termo "estudantes humanos" e a indicação de que estudantes "não-humanos" pudessem existir (E4, E4, P4, P5) e o questionamento acerca de quem produz essas matérias e ilustrações em 2033: pessoas humanas ou ferramentas de IA (E3).

No que diz respeito às primeiras impressões geradas pelo contato com a segunda revista, a pauta mais citada entre os participantes foi a possibilidade de um professor-IA orientar iniciações científicas. E1, E3 e E5 expressaram certo interesse na ideia de professores IA orientando os estudantes. Para E5, a disponibilidade constante da IA durante 24 horas por dia funcionaria como uma vantagem para os estudantes, enquanto E3 considera o grande potencial da IA em dar suporte com diversos conhecimentos e sua disponibilidade em orientar um número ilimitado de cientistas, o que poderia popularizar e fortalecer projetos de IC. Em contrapartida, tanto E2 como P1, P4 e P5 expressam diversas preocupações acerca dessa pauta. E2 enfatiza a importância da interação humana na educação, questionando os impactos reais da IA e a possível perda de motivação e vínculo pessoal entre estudante e professor. Já P1 compartilha suas reflexões sobre o papel futuro dos professores humanos e a importância da interação humana na formação de jovens cientistas, principalmente no que diz respeito a habilidades críticas e apoio emocional. P4 e P5 também questionam a eficácia dos professores IA, com P5 preocupado em especial com a mercantilização da educação e se as ferramentas teriam a capacidade empática e criativa necessárias para orientar um estudante em seu percurso científico. P3 endossa a relevância da interação humana e do pensamento crítico no processo de orientação e a necessidade de precisão e qualidade das referências utilizadas no processo, mas demonstra interesse nessa possibilidade e reconhece o potencial positivo que ela pode ter.

Outra pauta bastante citada foi a quantidade de artigos produzidos no ano de 2033. E1 e E5 expressaram dúvidas sobre a capacidade humana de absorver um volume tão grande de informação (50 milhões de artigos), onde E1 questiona não só o valor agregado desse conhecimento como também a percepção de que o conhecimento está sendo produzido mais para as próprias ferramentas de IA do que para os pesquisadores humanos. E3 compartilha reflexões semelhantes,

demonstrando dúvidas sobre a qualidade desses artigos em detrimento de sua quantidade, e afirmando que isso indica uma crise na produção acadêmica devido a dependência excessiva de ferramentas de IA. Já P1 e P5 apresentam interesse acerca desse aumento, destacando a rapidez e eficiência no processamento de informações. P3, por sua vez, reconhece o potencial desse uso mas levanta uma série de ressalvas, desde a precisão e acurácia da IA para auxiliar a produção de artigos até os possíveis desafios na revisão de artigos entre pares devido ao aumento de produções e o controle de veracidade das informações geradas em cada uma delas.

Dois pontos de atenção que surgiram sobre a segunda capa foram a preocupação com o pensamento crítico e com a inexplicabilidade dos algoritmos de ferramentas de IA. Sobre o primeiro, E1 e E5 ponderam sobre como a ação de sumarizar informações através de ferramentas de IA podem restringir o desenvolvimento do pensamento próprio. E4 e P4, por sua vez, levantaram dúvidas parecidas sobre se a produção em escala de artigos e a sumarização automática de conteúdos realmente refletem um pensamento crítico genuíno ou se resultam apenas na repetição de trabalhos existentes. Já em relação ao segundo ponto, E3 e E4 percebem a crise de inexplicabilidade algorítmica como um problema central a ser resolvido, enquanto P4 levanta preocupações éticas sobre a importância de se compreender o que foi gerado por IA e como foi gerado, sendo para ele uma premissa básica do fazer ciência. Para P1, explicar algoritmos em 2033 será ainda mais complicado do que já é hoje, demonstrando preocupações sobre a transparência e os critérios por trás das ferramentas de IA.

Ao final, tanto E4 como P3 e P4 percebem um viés negativo nas manchetes desta capa em detrimento da outra, sugerindo uma sensação de desconfiança e problemas potenciais com a IA. P4, inclusive, aponta essa capa como uma possível realidade contemporânea, soando menos futurista do que a capa anterior por tratar, segundo ele, de assuntos que já enfrentamos na atualidade.

Após compartilharem suas primeiras impressões, os participantes foram convidados a elencar quais eram as matérias que mais lhe chamaram atenção. Para a primeira capa, E1, P3 e P4 escolhem a matéria sobre interação social como a mais impactante, ressaltando o medo de que estudantes percam importantes habilidades sociais nesse processo (P3) ou que o nível de qualidade e criatividade necessário

para o fazer ciência esteja cada vez mais limitado (P4). Assim como P1 fez anteriormente, P1 também compara esse processo ao período pandêmico do Covid-19 e as dificuldades comunicacionais que adolescentes têm apresentado no retorno das atividades presenciais.

Já E2, E4, P3 e P5 elencam a matéria sobre criatividade da IA como a que chama mais atenção, onde E2 destaca um interesse pela capacidade da IA de auxiliar pessoas sem habilidades artísticas na criação de arte ao mesmo tempo que levanta ressalvas sobre a autenticidade e a originalidade do resultado obtido, questionando a ética de usar o "trabalho de outros". P5 destaca algumas das implicações atuais que essa "criatividade" pode ocasionar, como o uso de IA para desenvolver séries e filmes para plataformas de streaming e a consequente greve dos roteiristas de Hollywood¹¹ ocorrida em 2023 por conta desse tipo de aplicação. Além disso, P5 afirma que a ferramenta de IA direciona essa criatividade para o lugar que seus programadores definem, apontando sobre a real autonomia da IA em escolher focos de pesquisa. Nesse sentido, a professora P3 também levanta preocupações acerca da perda de nuances humanas nas pesquisas e teme que a dependência excessiva na IA possa reduzir contribuições criativas e associações únicas que apenas a diversidade humana de pensamentos e abordagens pode proporcionar.

Ainda sobre a primeira capa, a matéria destaque escolhida por P1 foi a colaboração entre uma cientista humana e uma cientista IA, considerando interessante a possibilidade de premiar uma ferramenta por seu processo científico, mas questionando de quem são os reais créditos por isso. Para E5, a menção de estudantes "humanos" foi o que mais chamou atenção, levantando reflexões sobre a possibilidade da IA poder, no futuro, ter certo grau de consciência. Por fim,

Para a segunda capa, a matéria que mais chamou a atenção dos participantes E1, E4, P4 e P5 foi a quantidade de artigos produzidos no ano de 2033. P4 destaca suas preocupações acerca da qualidade dessas produções, em especial seu impacto e relevância, bem como a possibilidade de um grande número de vieses inseridos nas pesquisas. Para ele, é necessário entender o real valor de uma produção em grande escala quando comparadas com pesquisas individuais de

¹¹ Saiba mais em

<https://www.iesb.br/noticias/hollywood-em-greve-entenda-a-paralisacao-de-atores-e-roteiristas-e-o-impacto-nos-negocios/>. Acesso em 13 Jan 2024.

grande impacto. P5 concorda e acredita que esse processo já é uma realidade hoje e deve continuar a crescer, ressaltando que precisamos desde agora pensar o tipo de ciência que queremos ter no futuro.

E3, P1 e P3 destacam a matéria sobre inexplicabilidade algorítmica como a mais chamativa. Para P3, a possibilidade de explicar como as ferramentas de IA chegaram em determinado resultado são essenciais para seu uso na educação e para permitir o pensamento crítico, enquanto E3 levanta seu temor sobre as ferramentas de IA avançarem de maneira incompreensível e incontrolável pelos humanos. Já E2 e E5 escolheram a matéria sobre ferramentas de IA atuando como professores em projetos de Iniciação Científica, ponderando sobre o impacto dessa abordagem na qualidade da educação e na relação entre orientador e aluno. Para E5, a parcialidade que a ferramenta pode ter na orientação é algo muito preocupante.

Por fim, um dos objetivos da utilização da ferramenta DALL·E na elaboração das ilustrações das capas foi justamente observar se essa era uma questão levantada pelos participantes. Como resultado, tanto E2 e E3 como P1 e P5 levantaram esse tópico como algo relevante, primeiro em um tom de desconfiança e curiosidade acerca da possibilidade de ter sido ou não gerada por IA, e depois tecendo críticas acerca dessa reflexão. P1 e E2 levantam a hipótese de que as imagens foram feitas por ferramentas de IA, representando certo estilo plastificado e, segundo eles, "pasteurizado" que é bastante característico das ilustrações geradas pelas ferramentas atuais. E3, em contrapartida, levanta curiosidade acerca do uso ou não de IA nessas ilustrações, e levanta o questionamento sobre quem será responsável em 2033 pela geração destas revistas: humanos e IAs em conjunto ou apenas IAs autônomas. Em conclusão, P5 levanta o mesmo questionamento, alegando que o trabalho de um profissional humano foi negligenciado caso a capa tivesse sido feita por uma ferramenta de IA.

5.3.2.2 Percepção do cenário geral associado à revista 1

Em sequência, os entrevistados foram convidados a refletir e imaginar sobre os cenários nos quais cada revista analisada faz parte. O autor orientou os

participantes a imaginarem a oportunidade de se transportarem no tempo até o ano de 2033, momento em que as revistas foram publicadas, e relatarem em voz alta tudo o que vêem e o que percebem desses cenários. Após isso, o autor pediu para cada participante expressar o que acredita serem vantagens e preocupações da realização de cada um dos cenários.

Os participantes descrevem o cenário da primeira capa como um momento de forte revolução tecnológica, com tecnologias de IA altamente avançadas (E2, E5) e bancos de dados extremamente ricos e complexos (E2). O ritmo de vida é acelerado e as relações são muito operacionais e impessoais (E3), o que reflete em cidades cada vez mais verticalizadas devido ao isolamento social e ao aumento de pessoas morando sozinhas (E1). Esse isolamento inclusive causa impactos no crescimento populacional, com uma diminuição considerável da taxa de natalidade e programas governamentais que incentivam tecnologias de fertilização in-vitro (E1). As formas mais comuns de interação entre humanos são através de redes e sistemas (E3), onde "avatars" de IA funcionam não só para te representar em encontros como outros humanos como também como a sua própria companhia social, suprimindo a necessidade de outros tipos de contato (E2).

A sociedade da época vive um cotidiano fortemente integrado com tecnologias de IA (P3), tornando-se um uso tão comum como foi o uso de smartphones alguns anos após seu lançamento (E4). É possível perceber a IA integrada em atividades simples como buscas por informações e suporte em tarefas rotineiras (E4) até casas altamente inteligentes e computadores projetados no ar (E1) ou controlados por voz (E2), eliminando a necessidade de um aparelho físico para se conectar. Entretanto, por mais que exista um grande número de interfaces operadas por IA e um fluxo massivo de informações para todos os lados, o clima social é de certa forma frio e pouco convidativo (E3).

No campo científico, as ferramentas de IA possibilitaram expandir significativamente os limites do conhecimento, resultando em inovações em diversas áreas como tecnologia, arte, medicina, educação, ciência e outros (E3, E4). Essas ferramentas desempenham um papel central na pesquisa científica, atingindo um status similar aos que cientistas humanos detém, participando de prêmios (P4) e sendo reconhecidas como uma entidade que contribui ativamente em processos criativos e científicos (E5), o que é, inclusive, aceito com normalidade dentro da

sociedade (P4). Nesse sentido, as ferramentas são utilizadas como pares e como suporte nas pesquisas e não substituem completamente o trabalho humano (P5). Cada área de estudo conta com uma IA dedicada de habilidades avançadas e especializadas, estando disponível para os pesquisadores durante seus projetos (E1).

As universidades se tornam globais, processo facilitado pela IA com alto desempenho em traduções simultâneas e colaboração internacional (P1). Por conta de um crescente trabalho remoto e alta fidelidade em simulações de experimentos, cientistas realizam suas pesquisas predominantemente em casa, sem necessidade de deslocamento físico para instituições acadêmicas (E1). Entretanto, universidades empregam esforços diversos não só em incentivar o uso de seus espaços (E1) como também em empregar transformações profundas na forma que o ensino e avaliação de ciência é feito, considerando todo o papel que a IA tem dentro do processo científico (P5).

Um grande avanço de produtividade é visto nas áreas de pesquisa e processamento de dados em larga escala (P1, E4). A busca por referências acadêmicas conta com um amplo acesso de documentos variados, inclusive históricos (E2), além de modernos filtros e formas de obter informações mais objetivas e confiáveis (E4). Disponíveis 24 horas por dia, as ferramentas de IA permitem aos cientistas diminuir esforços repetitivos e otimizar seu tempo dedicado à pesquisa e à criatividade, além de permitir mais momentos de lazer e atividades prazerosas (E1, E4, P4). Essa melhora de qualidade de vida é vista em diversos setores da sociedade, uma vez que a IA contribuiu para um maior acesso a recursos básicos, incluindo a acessibilidade financeira e materiais educacionais (E3, P3).

Em contrapartida, essa alta integração tecnológica da IA na sociedade traz também diversos problemas e desafios. Como já visto, o declínio da socialização presencial entre as pessoas gera uma série de impactos a nível de saúde mental e de potencial criativo da sociedade (E1). Há também uma série de problemas relacionados ao acesso a essas ferramentas, as quais têm custos elevados e são controladas por poucas corporações, o que acaba concentrando o progresso científico nas mãos de um pequeno grupo de entidades poderosas (P1).

Essa desigualdade também é presente no mercado de trabalho. Por mais que a IA tenha permitido avanços e melhorias de vida em diversos aspectos, a sociedade de 2033 sofre com a precarização de muitos postos de trabalho e a consequente perda de empregos (E4, E5, P3, P5), o que leva à dificuldade de alocação desses profissionais em outras funções. Há um imenso desafio social, uma vez que o rápido avanço tecnológico supera a capacidade da sociedade de se reorganizar e coloca em risco a estabilidade financeira e perspectiva de futuro de muitos cidadãos (E2, P5).

A responsabilidade ética das criações feitas em apoio das ferramentas de IA são uma forte discussão da época. Muitos desafios ainda não foram superados mesmo décadas após o surgimento da IA Generativa, como questões de autenticidade e plágio (E2, E5, P5) e a instrumentalização das ferramentas para manutenção de poder de grandes indústrias (E4, P3).

5.3.2.3 Percepção do cenário geral associado à revista 2

No que diz respeito à segunda capa, os participantes relatam um cenário também bastante orientado à tecnologia e a integração com ferramentas de IA Generativa. Há na sociedade um uso generalizado de dispositivos tecnológicos e possivelmente a presença de robôs, com um tempo cada vez maior dedicado às telas e a outros tipos de aparelhos (E2). É observada uma redução da interação social direta entre pessoas à medida que as máquinas assumem mais funções (E5), o que acarreta na diminuição das dimensões subjetivas e humanas em muitas relações e em muitos tipos de tarefas (E4).

Nas ciências, a IA desempenha um papel central tanto na produção de novas pesquisas quanto na educação (E). A produtividade tem um rápido avanço, uma vez que as ferramentas de IA disponibilizam uma vasta quantidade de conhecimento e suporte para superar diversos desafios durante a pesquisa (E1, E2, E4, P1). Não obstante, as ferramentas permitem filtrar e consolidar conhecimento útil (E3), acelerando a produção científica, a publicação de novos artigos e a geração de novas descobertas (E4, P3).

As ferramentas não só orientam pesquisas e dão aulas nas faculdades como também têm personalidade distintas entre si e substituem professores humanos em salas de aula, seja através de vozes ou de robôs (E1). Há uma diversidade de metodologias educativas, desde abordagens mais tradicionais até o uso de tecnologias avançadas como a realidade aumentada para experiências imersivas (P5). Esse processo, entretanto, conta também com grandes debates acerca da qualidade e do impacto dessas práticas (P4), além das influências políticas e econômicas que afetam os currículos e a formação crítica dos estudantes (P5).

Não obstante, esse uso indiscriminado acaba por gerar certa perda da capacidade crítica nos jovens cientistas, além de episódios de exaustão devido à sobrecarga de informações e a dependência excessiva de máquinas, este último levando a uma acomodação intelectual (E1, E2, E5). Muitas publicações são feitas mas com dificuldade de se manter um nível de qualidade, veracidade e originalidade, o que leva alguns setores a repensar o uso da IA no fazer científico e a ética por trás dessas produções, o que acaba colocando em cheque a própria credibilidade da ciência (E3, P3, P4).

A confiabilidade nas informações que circulam nesse cenário são dúbias e questionáveis (P3, P4), uma vez que a falta da explicabilidade dos modelos utilizados pelas ferramentas de IA Generativa e seu uso indiscriminado por parte da sociedade criam um forte contexto de desinformação e falta de clareza sobre o que é verídico e o que é apenas perpetuação de vieses ou informações falsas (E1, P3, P4).

Nesse cenário, os postos de trabalho foram gravemente impactados pelas novas tecnologias (E4, E5). Nas ciências em especial, é possível perceber uma certa marginalização do papel humano nas pesquisas, bem como um excesso de cobrança para que pesquisadores atendam aos mesmos níveis de produtividade e velocidade que outras produções feitas por ferramentas de IA (P1).

Em contrapartida, a sociedade assiste a grande prosperidade de algumas entidades específicas no controle dessas tecnologias, as quais acabam exercendo forte influência no direcionamento da educação e das pesquisas científicas (P1, E3, P5). Muitos movimentos anti-tecnologia acabam surgindo por conta disso, o que agrava embates políticos e conflitos ideológicos acerca dos métodos educativos e da forma de se fazer ciência (P5).

5.3.2.4 Sentimentos gerais

Ao final do exercício de especulação e reflexão acerca das revistas e de seus respectivos cenários, os participantes foram questionados sobre qual era o sentimento geral sobre as possibilidades de futuro discutidas.

A maior parte dos participantes (E3, E4, E5, P1, P3, P4 e P5) relatam ter sentimentos ambivalentes em relação a esses cenários. E3 e P3 compartilham certo sentimento de aventura e descoberta, instigados pelo futuro e pelas possibilidades que ele carrega. Em contrapartida, se sentem angustiados pelos impactos que esse avanço pode trazer: para E3, há forte preocupação da precarização da posição, das condições e criatividade humana nesse processo, enquanto P3 ressalta seu temor acerca das estruturas de poder e como elas podem sobrepor os benefícios coletivos por benefícios próprios. Entretanto, há certo otimismo por parte de P3, a qual acredita que a luta por acessos mais igualitários deve ser feita em conjunto com os avanços tecnológicos.

Para E4 e E5, os benefícios que a IA Generativa pode trazer são inegáveis e com diversas possibilidades positivas, mas há um receio de que o impacto nas estruturas de poder, no mercado de trabalho e as mudanças nas dinâmicas sociais sejam feitas de maneira desordenada e negativa para a sociedade. Para E4, é necessário investir mais em regulamentação, em transparência dos algoritmos e questões sobre propriedade e controle da tecnologia, apresentando certo medo de que os problemas atuais em relação à IA continuem sem resolução no futuro. E5, por sua vez, reforça seu medo de que a IA substitua o humano nas tomadas de decisões, bem como as questões éticas envolvidas nesse aspecto.

Na mesma linha, P1 afirma ter diversas preocupações principalmente no âmbito da pesquisa, como a qualidade das produções e um aumento excessivo da sobrecarga de exigências acadêmicas e profissionais, degradando ainda mais a posição profissional de professores. Entretanto, o participante indica ter uma inclinação natural ao otimismo e ver o lado positivo desse avanço e como ele pode garantir uma melhor qualidade de vida.

P4 compara sua visão de futuro sobre a IA com mitos religiosos, refletindo acerca de uma visão da IA como entidade autônoma e quase mitológica. Assim como os outros participantes, P4 tem sentimentos ambíguos e reconhece o

desenvolvimento da IA como um processo natural, mas ao mesmo tempo o percebe como intimidador e sente certa sensação de impotência acerca desse progresso. Já P5 descreve certo fascínio pelas capacidades da IA ao mesmo tempo que teme perder seu emprego e se sentir descartável no futuro, uma preocupação exacerbada pela recente demissão de colegas em sua universidade por conta do avanço do ensino a distância (EaD). Sua analogia é que as ferramentas de IA são como um inseto colorido, que é chamativo e atrai atenção e curiosidade mas pode carregar perigos desconhecidos, reforçando que inovações sempre trazem desafios e consequências inerentes.

Em contrapartida aos participantes acima, as entrevistadas E1 e E2 expressam um sentimento predominantemente negativo em relação ao futuro da Inteligência Artificial no fazer científico e na sociedade como um todo. Ambas descrevem uma sensação de futuro distópico, onde E1 define o cenário como um ambiente impessoal e com comunicação direta reduzida, associando a evolução da IA a um declínio na empatia e interação humana. Para ela, isso teria um impacto direto no aumento de polarizações e extremismo, impulsionados pelo excesso de informação e pela falta de sua compreensão adequada. E2 também sugere essa intensificação da desinformação, onde a distinção entre o real e o irreal se torna mais nebulosa. Ela teme o potencial da IA para manipulação em contextos políticos e bélicos, impactando a opinião pública e as eleições e sugerindo que os benefícios que a IA oferece podem ser distribuídos de maneira desproporcional na sociedade e favorecer apenas as entidades mais poderosas.

5.3.2.5 Comparação entre as atividades

Por fim, para fechar o segundo ciclo de entrevistas semi-estruturadas, o autor pediu aos participantes que comparassem suas experiências entre essa atividade e o primeiro ciclo de conversas, compartilhando suas percepções gerais acerca da proposta.

E1 e E4 compartilham percepções parecidas. Para elas, a primeira entrevista explorou mais suas experiências pessoais e uma percepção atual da Inteligência Artificial, onde E1 inclusive afirma ter expressado certo viés em suas respostas por

se considerar contrária ao uso dessa tecnologia em diversos aspectos. Já a segunda entrevista representou um momento de expansão da imaginação acerca do tema (E1, E4), permitindo uma perspectiva mais ampla e indo além do contexto pessoal (E4). Para E4, inclusive, a presença de um artefato visual na segunda entrevista auxiliou tudo na construção de cenários possíveis acerca do uso dessa tecnologia no futuro. E3 compartilha algumas dessas percepções, considerando a primeira entrevista como valiosa para incitar reflexões sobre sua própria experiência na produção de conhecimento, mas ao mesmo tempo elencando o segundo momento como sua atividade favorita, pois a presença de um artefato tornou os cenários futuros mais palpáveis e tangíveis e aguçou sua criatividade e imaginação.

Para E2, as perguntas feitas na primeira entrevista a estimularam a pensar novas possibilidades e usos da IA que ela não havia considerado anteriormente. Já o segundo exercício reforçou as preocupações sobre o futuro da IA que ela já havia expressado, mas também auxiliou a gerar novas reflexões sobre seus potenciais riscos e benefícios.

No caso de P3, a primeira entrevista representou um espaço acolhedor para que ela abrisse sua mente e seu coração, considerando esse acolhimento inicial como algo importante para estabelecer confiança e não partir diretamente para a análise. A segunda entrevista, por sua vez, foi considerada como muito criativa e menos avaliativa do que a primeira, permitindo uma leitura mais ampla do mundo com menos foco em respostas definitivas. Para ela, a inserção do artefato acrescentou um elemento de análise importante para a reflexão feita no primeiro ciclo, considerando essa combinação de momentos algo poderoso e que vale a pena reproduzir em outras pesquisas.

Por fim, P1 definiu a segunda atividade como mais potente, uma vez que foi capaz de imaginar contextos de forma mais rápida e abrangente quando em contato com uma peça visual, mostrando o poder dos artefatos visuais em facilitar a especulação criativa. P5 reforça essa opinião, acrescentando que a segunda abordagem permitiu inclusive um amadurecimento das reflexões feitas no primeiro ciclo de entrevistas e uma exploração mais abrangente de outros fatores que influenciam a IA e a Educação, como política e relações de poder.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O levantamento teórico sobre pesquisa científica e IA Generativa apresentado no capítulo 3 e a pesquisa de apoio para o levantamento de sinais fracos e tendências sobre o tema realizada nas seções 5.1.2, 5.1.3 e 5.1.4 foram, ambas, cruciais para desenhar um panorama acerca do uso dessas ferramentas em projetos de Iniciação Científica.

As vantagens de aplicação são inegáveis e representam uma revolução latente do fazer científico em todas as suas etapas: nas fases iniciais, ferramentas como o ChatGPT podem auxiliar a gerar novas ideias de pesquisa, identificar lacunas de conhecimento ainda não exploradas e propor opções metodológicas para o projeto dos jovens cientistas; nas etapas de revisão de literatura, ferramentas de IA como Consensus, Elicit, e Perplexity ajudam a localizar, analisar e sintetizar as informações mais relevantes para serem lidas ou adicionadas ao trabalho; na coleta e análise de dados, a capacidade da IA de processar volumes crescentes de dados complexos acaba auxiliando na detecção de padrões, na simulação de experimentos e na otimização de tempo e recursos; nas etapas de escrita, a IA oferece um dos suportes mais desejados pelos estudantes, auxiliando a geração de rascunhos, a correção gramatical, a tradução para outros idiomas e melhorando a clareza e precisão dos textos; por fim, nas etapas de publicação do trabalho, é possível contar com as ferramentas para selecionar periódicos adequados, auxiliar na formatação requisitada e utilizá-la como um simulador de feedback de revisores.

Entretanto, o que mais aparece na literatura relacionada a esse tema são as preocupações e discussões críticas acerca do uso das IA Generativa no fazer científico, em especial na situação de jovens cientistas com pouco ou nenhum domínio dos temas que tratam de maneira inicial em seus projetos. Questões centrais como a produção de conteúdo impreciso ou fictício, a perpetuação de vieses presentes nos dados de treinamento e a falta de transparência nos processos internos das ferramentas são preocupações tanto para professores e especialistas no assunto quanto para estudantes. Como desdobramento destes tópicos, há sérias ponderações acerca dos direitos autorais envolvidos nos resultados que essa tecnologia oferece, do aumento possível de desinformação científica e de trapaça entre cientistas, e dos riscos de privacidade tanto de quem a utiliza como de quem

tem o seu trabalho assimilado indevidamente para o treinamento algorítmico das ferramentas. Não obstante, especialistas ressaltam a importância que projetos de Iniciação Científica têm no desenvolvimento de habilidades interpessoais dos estudantes, em seu pensamento crítico e em sua integridade científica, questões nas quais o uso excessivo de ferramentas de IA Generativa pode impactar negativamente.

Para validar e expandir o entendimento deste panorama e permitir que as hipóteses H1, H2 e H3 fossem respondidas, dois ciclos de entrevistas foram realizadas com a participação de diversos estudantes realizando projetos de IC e professores orientadores. No primeiro ciclo, descrito na seção 5.1.1, uma série de questões semi-estruturadas foram abordadas acerca dos seus desafios pessoais na realização de seus projetos e das suas percepções gerais sobre o uso de IA Generativa na ciência. Nele, os estudantes tiveram a oportunidade de levantar uma série de dificuldades, como o desafio de delimitar o escopo de pesquisa diante de tantas possibilidades, as dúvidas de como realizar um levantamento bibliográfico eficaz para o projeto e a falta de experiência com a escrita científica. Além disso, a gestão do tempo para conciliar o trabalho de pesquisa com outras responsabilidades e a dependência dos orientadores, que muitas vezes estão sobrecarregados, também aparecem como desafios significativos.

É interessante notar que grande parte das dificuldades apresentadas pelos estudantes aparecem na literatura levantada justamente como pontos de vantagem do uso da IA Generativa no fazer científico. Os próprios estudantes expressam certo interesse em tais benefícios, como auxílio na busca e seleção de trabalhos científicos, no processo criativo, na análise e organização de dados da pesquisa e principalmente em aspectos como sumarização, revisão gramatical, tradução técnica para a linguagem científica e formatação dos projetos. Entretanto, nota-se também que todos os estudantes entrevistados levantaram essa possibilidade com uma série de ressalvas, alertando para os problemas de veracidade do conteúdo que é gerado por elas, para a falta de transparência sobre como elas operam e quais as reais intenções das corporações que as fabricam e para a importante e muito citada questão de direitos autorais e possibilidades de plágio que permeiam esse uso.

Diversos estudantes citaram, também, o problema de vieses presentes nas respostas, gerando insegurança no uso e levantando questões acerca dos direitos à

privacidade e da ética envolvida no treinamento dos modelos. Ainda mais importante, para os estudantes, é colocar na balança os benefícios que essas ferramentas trazem em detrimento ao prejuízo que causam socialmente, muito preocupados com questões sobre oportunidades no mercado de trabalho, substituição de profissionais das mais diversas áreas e uma automação excessiva que descaracterize o desenvolvimento cognitivo humano e sua capacidade de inovar e diversificar em soluções.

No caso dos professores entrevistados, o déficit de conhecimento dos estudantes sobre métodos científicos e a consequente dificuldade em aplicar técnicas de pesquisa apareceram como as principais dificuldades que enfrentam hoje em suas orientações. Para eles, os estudantes chegam até os projetos de Iniciação Científica apresentando muito pouca familiaridade com ferramentas e recursos científicos, além de dificuldades visíveis em escrever de maneira clara e concisa e em interpretar textos acadêmicos. Os professores lamentam pela falta de tempo disponível para uma melhor orientação, uma vez que o excesso de demandas acadêmicas atrapalha muito suas gestões de tempo, e também apontam certa dificuldade em abarcar a diversidade temática dos projetos que os alunos têm interesse de realizar. Nesse cenário, muitos dos professores entrevistados apresentaram certo otimismo diante das possibilidades da IA no fazer científico, como os estímulos de criatividade e curiosidade que essas ferramentas podem causar nos estudantes, o auxílio que podem dar no início dos projetos para propor recortes, otimizar a busca de referenciais e transformar os conteúdos científicos em uma linguagem mais acessível.

Assim como os estudantes, entretanto, os professores não deixam de levantar suas preocupações diante desse uso, demonstrando especial preocupação com a dependência excessiva em ferramentas de IA que os jovens cientistas podem desenvolver. Em linha com o encontrado na literatura, os professores temem os impactos que isso pode causar nas habilidades interpessoais dos estudantes e em sua capacidade de reflexão e pensamento crítico, bem como a potencial perda de originalidade e pluralidade nas pesquisas. Além disso, muitos levantam fortes ressalvas acerca da confiabilidade e precisão das respostas geradas pelas ferramentas e do iminente risco do aumento de plágios e trapaças na produção científica.

Em um segundo momento de entrevistas (seção 5.3.2), quando convidados a refletir sobre o tema por meio de artefatos especulativos que simulam capas da revista *Science* do ano de 2033, estudantes e professores compartilharam suas visões para a sociedade do futuro e como o uso da IA Generativa na ciência impacta essa percepção. Foi possível perceber uma visão comum onde as cidades e a rotina da população são profundamente integradas com tecnologias de IA, a qual irá desempenhar um papel central e socialmente reconhecido nas comunicações interpessoais e no fazer científico. Fortes transformações educacionais são esperadas, onde os cenários variam entre uma cooperação horizontal com ferramentas de IA ou uma abordagem onde as ferramentas funcionam como tutores para os jovens cientistas. Além disso, os participantes reforçam pontos levantados na primeira entrevista, como a facilidade em buscar e consolidar referências acadêmicas e a redução de esforços repetitivos para otimizar o tempo dos pesquisadores.

No que diz respeito aos fatores que preocupam os participantes diante da possível concretização desse cenário, adiciona-se à contribuição diversas percepções acerca das relações entre as pessoas e o papel do humano diante do avanço das ferramentas de IA. Diante de um ritmo de vida mais acelerado e impessoal, exacerbado por relações muito operacionais e pela intermediação da IA nas comunicações e produções científicas, os participantes demonstram receio de que os índices de isolamento social aumentem e a qualidade do contato social direto entre as pessoas decline ou se torne mais raro. No âmbito científico, embora tenham reconhecido que os limites da ciência serão expandidos, existe ao mesmo tempo muita apreensão sobre a marginalização do papel humano nas pesquisas e uma crescente dependência dessas tecnologias, levando a certa acomodação intelectual.

A precarização do mercado de trabalho, por sua vez, é vista nesses cenários como exacerbada pelo avanço tecnológico, e a concentração do poder nas mãos de poucas corporações pode indicar que fortes conflitos políticos e sociais estarão acontecendo. É interessante notar, inclusive, que a aplicação do exercício especulativo resultou em uma abrangência maior de reflexões sobre política e sociedade, adicionando novas camadas de entendimento sobre os possíveis impactos do uso da IA Generativa na ciência ao mesmo tempo que enriquece e reforça as reflexões que já tinham aparecido no primeiro ciclo de entrevistas.

Diante do discutido até aqui e levando em consideração todas as informações apresentadas nos capítulos de desenvolvimento, é possível constatar que a primeira hipótese desta pesquisa (H1), a qual afirma existir por parte de estudantes e professores orientadores envolvidos com Iniciação Científica uma expectativa de uso cada vez maior de ferramentas de IA Generativa na ciência, foi devidamente validada. Todos os participantes entrevistados, independentemente de serem favoráveis ou não a esse uso e a esse cenário de futuro, reconhecem a inegável participação das ferramentas de IA nos dias atuais e a sua provável continuidade de evolução, de impacto na sociedade e de abrangência cada vez maior de atuação. Entretanto, há um desejo explícito de que esse crescimento seja feito com participação ativa da sociedade civil e governamental, permitindo não só que direitos humanos sejam assegurados ao longo do percurso como também que as regulamentações necessárias existam para permitir um uso equânime e vantajoso desta tecnologia.

Já a hipótese H2, a qual indica que professores orientadores apresentam mais preocupações sobre o uso dessa ferramenta em pesquisas científicas do que os estudantes, não encontrou validação diante das evidências coletadas. Em sua premissa original, a hipótese considerou as intensas discussões que ocorriam contemporaneamente à escrita deste projeto acerca do possível aumento de plágios e trapanças que as ferramentas de IA Generativa permitiriam, onde professores e especialistas criticavam abertamente esse uso e temiam pelas consequências na capacidade crítica e inovativa dos estudantes. Nessa perspectiva, a hipótese foi construída acreditando que os estudantes estariam mais abertos ao uso dessas ferramentas com menos ressalvas do que as indicadas por professores orientadores. Surpreendentemente, os ciclos de entrevistas evidenciaram uma postura mais conservadora e receosa por parte dos estudantes, principalmente motivados por preocupações diante das alucinações presentes nos resultados das ferramentas, questões éticas relacionadas à autoria dos trabalhos, mudanças na percepção do valor humano na sociedade e, principalmente, os fortes impactos nas oportunidades de emprego e substituição de cargos nas mais diversas áreas.

Os professores orientadores, por sua vez, apresentaram uma postura que, por mais que tecesse críticas e ressalvas a diversos aspectos desse uso, reconheciam no papel do educador a necessidade de assimilar as mudanças de paradigmas que essa tecnologia está causando na ciência para permitir integrar essa evolução em

suas salas de aula e nas reflexões que querem passar aos seus estudantes e orientandos. Aqui, vale ressaltar que mesmo os professores mais pessimistas diante dos cenários futuros estão levando em consideração as implicações da IA no ensino, na pesquisa e no mercado de trabalho na tentativa de transformar a sala de aula em um espaço de debate crítico e de geração de novas possibilidades participativas nesse desenvolvimento tecnológico.

Por fim, é possível considerar como validada a terceira e última hipótese deste trabalho (H3), a qual questiona se a introdução de um artefato especulativo na discussão enriquece de maneira significativa as reflexões e perspectivas dos estudantes e professores orientadores acerca do tema quando em comparação com as análises que surgem apenas da aplicação de uma entrevista tradicional. Na perspectiva dos participantes, a utilização dos artefatos especulativos durante o segundo ciclo de entrevistas ampliou de maneira considerável a imaginação, indo além das experiências meramente pessoais. Há uma percepção de maior reflexão sobre os riscos e benefícios das ferramentas de IA Generativa na ciência não só na área do fazer pesquisa como também em questões políticas, educacionais e de relações interpessoais, o que permitiu vislumbrar seu impacto na sociedade de maneira mais ampla e contextualizada.

A hipótese é também validada pelo autor, o qual percebe nos participantes um salto significativo de perspectivas entre as duas entrevistas, além de uma maior variedade de reflexões sobre diversos setores da sociedade a partir do estímulo que os artefatos especulativos proporcionaram. Mais do que isso, o uso do artefato não alterou as opiniões prévias dos participantes acerca dos mais variados temas relacionados ao uso da IA Generativa na ciência; ao contrário, foi possível perceber uma potencialização das opiniões prévias e maior contextualização em exemplos reais, assim como a adição de novas reflexões e debates. Conclui-se, assim, que o uso do Design Especulativo como abordagem para incitar debates mais avançados sobre o futuro de novas tecnologias e que fujam do senso comum acerca dessa temática se mostrou eficaz e recomendado para pesquisas futuras.

7 LIMITAÇÕES DO MÉTODO

A pesquisa qualitativa possui limitações intrínsecas que devem ser consideradas ao interpretar os resultados obtidos. Ao mesmo tempo que sua estrutura permite um aprofundamento e riqueza dos dados, ela também restringe generalizações para uma população mais ampla e diminui, assim, o alcance de representatividade dos dados coletados. No caso desta pesquisa, a amostragem de sujeitos contou com 10 participantes, sendo 5 estudantes e 5 professores orientadores, todos atuantes nas áreas de Design e/ou de Audiovisual. A escolha desse recorte representa não só essa limitação de alcance, como também uma limitação de perspectivas e experiências vinculadas a apenas duas áreas de atuação, restringindo a pluralidade possível de ser alcançada em pesquisas que incluam profissionais de campos diversos.

No que diz respeito à escolha do instrumento de coleta de dados, este trabalho utilizou de entrevistas qualitativas semi-estruturadas aplicadas em dois momentos distintos. Por mais que esse instrumento permita a flexibilidade e profundidade que o método qualitativo almeja, há nele algumas limitações inerentes como a subjetividade do autor para definir as perguntas, realizar e conduzir as entrevistas e interpretar os dados obtidos e as possíveis variações de consistência que podem ocorrer entre uma entrevista e outra. Além disso, as respostas dos participantes podem ser influenciadas pelo ambiente da entrevista ou pela presença do entrevistador, levando-os a elaborarem suas respostas com base no que acreditam ser socialmente aceitável ou desejável aos olhos do entrevistador.

Um outro instrumento utilizado para influenciar a coleta de dados foram os artefatos especulativos, os quais neste trabalho são representados por duas capas da revista Science simulando o ano de 2033. Sendo subjetiva por natureza, a abordagem apresenta diversas limitações, como os possíveis vieses inseridos na concepção do artefato e a influência que isso tem na maneira como os participantes interagem com ele e interpretam seu significado. No caso desta pesquisa, é importante notar que os temas escolhidos para serem representados nas capas tiveram forte influência no direcionamento do debate, o que pode limitar o espaço para que outros temas surjam ao longo da discussão. As respostas e reações também variam significativamente com base nas experiências pessoais,

conhecimentos e crenças de cada um dos participantes, o que torna a posterior análise de dados mais desafiadora.

Por fim, os procedimentos de análise utilizados em métodos qualitativos são, também, frequentemente subjetivos, dependendo fortemente das interpretações do pesquisador e podendo, assim, acarretar em possíveis vieses nos resultados finais. Este trabalho utilizou a Análise Temática Indutiva como método principal de análise e compilação dos dados coletados, o qual possibilitou a geração de temas/tópicos sem um quadro teórico pré-definido e, por consequência, uma abertura mais subjetiva para as considerações do autor. Não obstante, essa subjetividade implícita ao método também representa um desafio para a replicabilidade dos resultados.

Entretanto, uma vez que grande parte dessas limitações são inerentes à proposta qualitativa da pesquisa, é possível considerar os métodos apresentados e os resultados obtidos como aceitáveis e valiosos para a comunidade científica, desde que as ressalvas acima discutidas sejam consideradas em sua análise.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira pergunta de pesquisa apresentada neste trabalho (QP1) buscou compreender quais são as expectativas e preocupações dos estudantes envolvidos em projetos de Iniciação Científica e de professores orientadores sobre os avanços das ferramentas de IA Generativa no campo da pesquisa científica. Seguindo a metodologia de entrevistas semi-estruturadas proposta, foi possível realizar um amplo levantamento acerca dos principais tópicos de discussão sobre o tema, bem como comparar os resultados com o conteúdo encontrado previamente na literatura.

De forma geral, as expectativas dos estudantes e dos professores orientadores são semelhantes no que diz respeito aos impactos positivos que esse uso pode trazer. Grande parte das respostas se concentraram nos ganhos que essa aplicação traz para a realização de tarefas consideradas rotineiras, como auxílio para busca de referenciais teóricos acerca de determinado tema, auxílio na escrita acadêmica, traduções e correções ortográficas, sumarização de leituras e formatação de projetos. Essas chamadas "tarefas rotineiras" são vistas como ações que demandam menos criatividade e mais execução manual, o que pode significar um certo conforto

por parte dos participantes em delegar esses processos para uma ferramenta de IA sem que isso descaracterize sua autoria nos projetos, sua capacidade crítica em distinguir possíveis erros nos resultados obtidos ou sua autonomia enquanto pesquisadores.

Mais do que isso, a automatização de tarefas desse tipo representa para os participantes uma otimização de tempo importante. A partir do momento em que ferramentas de IA Generativa automatizam certas etapas mecânicas do projeto científico, espera-se que os pesquisadores possam não só ter mais tempo para dedicar a outras etapas mais criativas como também um importante tempo de lazer e descanso para além das obrigações acadêmicas, as quais são vistas hoje como exaustivas e conflitantes com a vida profissional e pessoal dos cientistas.

Quando tarefas que envolvem mais criatividade são citadas, como sugerir caminhos de pesquisa, definir hipóteses ou analisar resultados de experimentos, percebe-se certo receio dos participantes de delegar sua execução exclusivamente às ferramentas de IA. Nesse cenário, as ferramentas são vistas mais como um suporte e uma fonte de novas perspectivas do que necessariamente a executora destas etapas de pesquisa, sugerindo ressalvas acerca do seu potencial de inovar e, em especial, na confiança de seus resultados.

Essa discussão acerca do que deve ou não ser delegado às ferramentas de IA é central no debate analisado. Tanto estudantes como professores orientadores defendem o lugar do cientista humano na ciência, levantando sérias preocupações relativas à terceirização excessiva de tarefas para esse tipo de tecnologia. Uma das consequências levantadas é a possível desmotivação que isso pode gerar em jovens cientistas, trazendo uma sensação de que o trabalho realizado é mais um produto da máquina do que um esforço pessoal e gerando, assim, uma crise de identidade profissional e desmotivação na carreira científica. Além disso, outra consequência muito citada por ambos os grupos é o receio de que essa dependência mine a capacidade crítica dos cientistas e, conseqüentemente, a qualidade e o potencial inovador das pesquisas científicas, levando a uma homogeneização dos resultados obtidos e ao empobrecimento do conhecimento humano.

Esse equilíbrio entre benefícios e desvantagens também aparece quando o assunto é o mercado de trabalho. Por mais que exista o reconhecimento sobre a

enorme gama de benefícios que os avanços da IA Generativa podem proporcionar para as mais diversas indústrias, há um evidente temor sobre a substituição de trabalhos formais por soluções automatizadas, reduzindo as oportunidades de emprego, piorando as condições trabalhistas e exacerbando desigualdades. Esse receio é compartilhado por ambos os grupos: de um lado, professores temem perder seus cargos para soluções automatizadas de ensino e de pesquisa, o que inclusive já vem acontecendo segundo alguns dos relatos apresentados; de outro, estudantes em formação temem que todo o estudo e dedicação aplicado à adquirir novos conhecimentos, se especializar em suas áreas e realizar novas pesquisas não seja suficiente para enfrentar um cenário futuro com maior automatização e, conseqüentemente, menos oportunidades de carreira.

Ainda em resposta a pergunta de pesquisa, um dos principais pontos levantados como uma preocupação acerca do uso da IA Generativa na ciência é a confiabilidade dos resultados que ela apresenta. A capacidade dessas ferramentas de produzir informações que parecem autênticas e bem estruturadas mas que não passam de desinformação ou inverdades representa um risco significativo à integridade da pesquisa científica. Há em ambos os grupos de participantes um medo de que a disseminação de fake news e a confiança excessiva em dados gerados por IA sem a devida verificação comprometa a qualidade e a veracidade das pesquisas. Chamadas de "alucinações da IA" na literatura, esta falta de credibilidade pode não só reproduzir inverdades científicas como também perpetuar vieses sociais existentes, levantando questões éticas sobre seu uso na ciência, preocupação essa presente não só no discurso dos professores como também dos estudantes em início de carreira científica.

Não obstante, para além da confiabilidade dos resultados obtidos pelo uso dessas ferramentas há também a questão de possíveis plágios e problemas de direitos autorais relacionados ao seu treinamento. Esse é um tópico central na perspectiva dos participantes, uma vez que desafia os princípios de originalidade e autenticidade na produção científica e coloca em evidência problemáticas de privacidade, de segurança digital e de autoria. As grandes corporações que controlam as principais tecnologias de IA são alvo de crítica entre estudantes e professores, sendo citadas como monopólios dessa nova forma de fazer científico e como levianas por não solucionar de maneira práticas essas problemáticas.

Diante do apresentado, é possível concluir que estudantes e professores apresentam uma perspectiva otimista para o uso de ferramentas de IA Generativa na resolução de tarefas manuais e rotineiras do fazer científico, ao mesmo tempo em que tarefas que envolvem maior criatividade são vistas como menos eficazes de serem delegadas à máquina. De qualquer forma, ambos os usos são citados com diversas ressalvas e preocupações, demonstrando reconhecimento de seu impacto e das possibilidades que elas geram mas um receio de aderir a esta utilização.

Não obstante, a fim de complementar a primeira pergunta de pesquisa, um segundo questionamento (QP2) propôs observar quais as percepções dos estudantes envolvidos em projetos de Iniciação Científica e de professores orientadores sobre o uso de IA Generativa no campo da pesquisa científica quando em contato com um artefato de design especulativo. Como visto anteriormente, essa pergunta é motivada por apontamentos da literatura sobre a dificuldade de se vislumbrar futuros possíveis apenas em entrevistas tradicionais, estabelecendo como premissa, portanto, compreender o impacto causado pela inserção de um artefato especulativo no debate bem como as reflexões que ela gera nos participantes.

É possível concluir que o uso da abordagem de Design Especulativo nessa temática expandiu consideravelmente as perspectivas dos participantes acerca do tema. O debate deslocou-se de meras experiências pessoais para uma reflexão mais coletiva e contextualizada em setores da sociedade como educação, política, cidade, relações pessoais, direitos humanos e regulamentações. Esse salto é reconhecido pelos participantes, os quais indicam que o uso do artefato visual é positivo para a discussão e, de certa forma, preferível e mais potente do que uma mera conversa acerca do tema.

Essa aplicação se mostrou eficaz para refletir os cenários futuros da ciência nos casos de uma integração cada vez maior da IA Generativa nos processos de pesquisa. Os participantes, em sua maioria, expressaram sentimentos ambivalentes sobre as possibilidades de futuro discutidas. Muitos se sentiram entusiasmados pelas oportunidades de descoberta e aventura que o avanço tecnológico promete, mas também ansiosos pelos impactos negativos que tais avanços podem ter nas estruturas de poder, na criatividade humana e na dinâmica social. O uso do artefato

especulativo foi essencial para aguçar estes sentimentos e permitir as reflexões que esse conflito gera.

Dado o apresentado até aqui, é possível afirmar, portanto, que tanto estudantes como professores reconhecem as vantagens e o avanço inegável das ferramentas de IA Generativa no fazer científico, mas refutam que seu atual estágio de desenvolvimento permita uma possibilidade mais ampla de utilização nos afazeres científicos, sendo imprescindível a verificação dos resultados obtidos e o questionamento ético e regulatório acerca dos resultados, dos provedores dessa tecnologia e da utilização dos materiais adquiridos em pesquisas científicas. No que tange ao momento de Iniciação Científica em específico, considera-se que, por mais que os benefícios de automatização e otimização de tempo que essas ferramentas propiciam sejam interessantes e possam ser utilizados com supervisão, as qualidades de pensamento crítico e relações interpessoais são inerentes ao desenvolvimento humano do pesquisador *per se* e das conexões sociais que ele cria, sendo primordial sua atuação ativa na pesquisa e na comunidade em que faz parte.

O evidente repúdio à utilização dessa tecnologia por parte dos estudantes participantes na pesquisa indica, ademais, que a integração responsável de ferramentas de IA Generativa nas estratégias de ensino de ciência é crucial, sendo necessário repensar seu formato e aplicação. Para esses futuros pesquisadores, a familiaridade com a IA não será apenas uma habilidade técnica, mas uma competência essencial para navegar no panorama científico moderno. As abordagens de ensino científico devem não só demonstrar os usos práticos dessas ferramentas, mas também a importância da ética, da supervisão e da verificação crítica dos resultados obtidos, delimitando de maneira clara seus limites, potenciais riscos e o papel crucial do pensamento crítico e original no fazer ciência.

Ademais, é possível concluir que o objetivo principal desta pesquisa, a qual se propôs a posicionar estudantes e professores orientadores envolvidos em Iniciação Científica (considerando suas necessidades, preocupações e expectativas) no centro das discussões sobre o uso de ferramentas de IA Generativa nas pesquisas, foi devidamente atingido. O desenvolvimento metodológico proposto permitiu um espaço de reflexão qualitativa acerca do tema, endereçando desafios e preocupações importantes por parte da comunidade acadêmica acerca da utilização

dessa tecnologia na ciência. Além disso, permitiu ampliar os horizontes do debate por meio de uma abordagem especulativa e, assim, auxiliar jovens cientistas, professores e tomadores de decisão na área de ensino e pesquisa a vislumbrar possíveis impactos futuros e, assim, tomar decisões mais acertadas no presente.

Os achados aqui apresentados justificam considerar este trabalho como uma contribuição positiva para a comunidade acadêmica e científica. Foi possível realizar um levantamento amplo acerca das principais questões que envolvem o debate do uso da IA Generativa na ciência, como foco especial no impacto que isso tem em jovens iniciando sua carreira como cientistas. Os resultados obtidos podem ser utilizados para influenciar políticas públicas, fomentar debates éticos acerca dessas aplicações e permitir uma aproximação da sociedade no debate dos avanços tecnológicos e sua necessária regulamentação. Além disso, a aplicação dos ciclos de entrevistas contribuiu com novas perspectivas deste debate, expandindo o material encontrado na literatura vigente.

Em caráter pessoal, o recorte dessa temática em concomitância com o próprio processo de pesquisa do autor para realizar este trabalho representou um grande aprendizado. Foi possível experienciar na prática muitos dos achados aqui retratados, testando novas ferramentas, comparando resultados da IA com resultados obtidos manualmente, aplicando as ferramentas em etapas metodológicas como a geração de sinais e a elaboração das ilustrações das capas, dentre outras aplicações. Levando em consideração que boa parte das ferramentas mais populares de IA Generativa foram lançadas ao público ao longo do desenvolvimento deste projeto, houve um indiscutível enriquecimento das etapas práticas e, conseqüentemente, nos resultados aqui obtidos.

Por fim, esse trabalho desdobra uma gama enorme de possíveis pesquisas futuras. Nos aspectos mais específicos, cada tópico levantado como vantagem ou preocupação do uso da IA Generativa na Iniciação Científica pode ser aprofundado e contextualizado em aplicação distintas, permitindo uma maior ramificação das análises e um maior controle dos impactos que esse uso pode causar. Um recorte sobre as percepções dessa utilização por áreas de atuação, como Medicina, Direito, Jornalismo e outros também parece promissora para novas pesquisas, assim como a ideia de um projeto maior que abarque inúmeras áreas de conhecimento e busque um senso comum de percepção acerca da IA Generativa na ciência. Outro campo

pouco explorado por essa pesquisa diz respeito à comparação quantitativa e qualitativa de resultados obtidos por IA Generativa versus resultados obtidos por trabalho humano no fazer ciência, o que permitiria que diversas etapas do processo de pesquisa fossem avaliadas para indicar os prós e contras de cada aplicação.

REFERÊNCIAS

- ADDO, Peter M. Artificial intelligence, developing-country science and bilateral co-operation. *In: Artificial Intelligence in Science*. Paris: OECD Publishing, 2023. p. 294-297.
- AKEFE, Isaac *et al.* Towards 2035: a future view of university education. **Times Higher Education**, 2023. Disponível em: <https://www.timeshighereducation.com/campus/towards-2035-future-view-university-education>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- ANDERSON, James; RAINIE, Lee. As AI Spreads, Experts Predict the Best and Worst Changes in Digital Life by 2035. **Pew Research Center**, 2023. Disponível em: <https://www.pewresearch.org/internet/2023/06/21/as-ai-spreads-experts-predict-the-best-and-worst-changes-in-digital-life-by-2035/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- ARRANZ, David *et al.* **Trends in the use of AI in Science: A bibliometric analysis**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023.
- AUGER, James. Speculative design: crafting the speculation. **Digital Creativity**, Oxfordshire, v. 24, n. 1, p. 11-35, abr. 2013.
- BASSI, Justin. Democracies must regulate AI agents of intimacy and influence. **Financial Review**, 2023. Disponível em: <https://www.afr.com/policy/foreign-affairs/democracies-must-regulate-ai-agents-of-intimacy-and-influence>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- BLEECKER, Julian. **Design Fiction: a short essay on design, science, fact and fiction**. Los Angeles, CA: Near Future Laboratory, 2009.
- BOSCH, Torie. Sci-Fi Writer Bruce Sterling Explains the Intriguing New Concept of Design Fiction. **Slate**, 2012. Disponível em: <https://slate.com/technology/2012/03/bruce-sterling-on-design-fictions.html>. Acesso em: 16 set. 2023.
- BRIZUELA, Roberto G.; MERCHÁN, Eduardo C. G. A survey of Generative AI Applications. **arXiv preprint arXiv:2306.02781v2**. [s.l.]: arXiv, 2023.
- BYUN, Jungwon; STUHLMÜLLER, Andreas. Elicit: language models as research tools. *In: Artificial Intelligence in Science*. Paris: OECD Publishing, 2023. p. 214-223.

- CARDOSO, Rafael; PERICH, Rafael. Cinco mudanças da inteligência artificial na pesquisa científica. **Revista Piauí**, 2023. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/cinco-mudancas-que-inteligencia-artificial-causara-na-pesquisa-cientifica/>. Acesso em: 16 set. 2023.
- CASTELVECCHI, Davide. DeepMind AI outdoes human mathematicians on unsolved problem. **Nature**, London, v. 625, n. 7993, p. 12-13, jan. 2024.
- CHAN, Cecilia K. Y; HU, Wenjie. Students' voices on generative AI: perceptions, benefits, and challenges in higher education. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, Barcelona, v. 20, n. 1, jul. 2023.
- CHO, Winston. Artists Lose First Round of Copyright Infringement Case Against AI Art Generators. **The Hollywood Reporter**, 2023. Disponível em: <https://www.hollywoodreporter.com/business/business-news/artists-copyright-infringement-case-ai-art-generators-1235632929/amp/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- CNPq. Resolução Normativa nº 17, de 17 de Setembro de 2006. Dispõe sobre normas gerais e específicas para modalidades de bolsas por quota no País. Disponível em: http://www.cnpq.br/bolsas_auxilios/normas/rn1706.html. Acesso em: 21 out. 2023.
- DASH, Ankan; YE, Junyi; WANG, Guiling. A review of Generative Adversarial Networks (GANs) and its applications in a wide variety of disciplines - From Medical to Remote Sensing. **arXiv preprint arXiv:2110.01442v1**. [s.l.]: arXiv, 2021.
- DROESCHER, Fernanda Dias; SILVA, Edna Lucia. O pesquisador e a produção científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 10-189, jan./mar. 2014.
- DUFVA, Mikko. Weak signals. **Sitra**, 2019. Disponível em: <https://www.sitra.fi/en/cases/weak-signals/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- DUNNE, Anthony; RABY, Fiona. A/B, a manifesto. **Dunne&Raby**, 2009. Disponível em: <http://www.dunneandraby.co.uk/content/projects/476/0>. Acesso em: 16 set. 2023.
- DUNNE, Anthony; RABY, Fiona. **Speculative everything**: design, fiction, and social dreaming. Cambridge, MA: MIT Press, 2013.

- DWIVEDI, Yogesh K. *et al.* Opinion Paper: “So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. **International Journal of Information Management**, Amsterdam, v. 71, 2023.
- ECHTERHÖLTER, Anna; SCHRÖTER, Jens; SUDMANN, Andreas. How is artificial intelligence changing science? Research in the era of learning algorithms. **MediArXiv preprint**. [s.l.]: MediArXiv, 2023.
- FENGCHUN, Miao; HOLMES, Wayne. **Guidance for generative AI in education and research**. Paris: UNESCO, 2023.
- FRANÇA, César. AI empowering research: 10 ways how science can benefit from AI. **arXiv preprint arXiv:2307.10265v1**. [s.l.]: arXiv, 2023.
- FUTURE technology: 22 ideas about to change our world. **BBB Science Focus**, 2023. Disponível em:
<https://www.sciencefocus.com/future-technology/future-technology-22-ideas-about-to-change-our-world>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- GALLOWAY, Anne; CAUDWELL, Catherine. Speculative design as research method. *In*: COOMBS, Gretchen; MCNAMARA, Andrew; SADE, Gavin. **Undesign: Critical Practices at the Intersection of Art and Design**. New York, NY: Routledge, 2018. p. 85-96.
- GAO, Fang *et al.* Bibliometric analysis on tendency and topics of artificial intelligence over last decade. **Microsystem Technologies**, Berlin, v. 27, n. 1, p. 1545-1557, jan. 2021.
- GHOSH, Aishik. How can artificial intelligence help scientists? A (non-exhaustive) overview. *In*: **Artificial Intelligence in Science**. Paris: OECD Publishing, 2023. p. 103-112.
- GIL, Yolanda *et al.* Amplify scientific discovery with artificial intelligence. **Science**, Washington, DC, v. 346, n. 6206, p. 171-172, 2014.
- GIL, Yolanda. Thoughtful artificial intelligence: forging a new partnership for data science and scientific discovery. **Data Science**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 119-129, 2017.
- GLEEN, Jerome C. The futures wheel. *In*: GLEEN, Jerome; GORDON, Theodore. **Futures Research Methodology**. 3. ed. Washington, DC: The Millennium Project, 2009.

- GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. Cambridge, MA: MIT Press, 2016.
- GROSSMANN, Igor *et al.* AI and the transformation of social science research. **Science**, Washington, DC, v. 380, n. 6650, p. 1108-1109, jun. 2023.
- HARDMAN, Philippa. How Generative AI Could Impact Research And Insights In The Pharmaceutical Industry. **Forbes**, 2023. Disponível em: <https://blogs.lse.ac.uk/highereducation/2023/07/18/the-invisible-cost-of-resisting-ai-in-higher-education/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- HERNANDES-MARTINEZ, Paul *et al.* Applying the delphi method with early-career researchers to explore a gender-issues agenda in STEM education. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, Belgrade, v. 18, n. 11, 2022.
- HUDSON, Drew A.; ZITNICK, C. Lawrence. Generative adversarial transformers. **arXiv preprint arXiv:2103.01209**. [s.l.]: arXiv, 2021.
- INAYATULLAH, Sohail. Causal layered analysis: an integrative and transformative theory and method. *In*: GLEEN, Jerome; GORDON, Theodore. **Futures Research Methodology**. 3. ed. Washington, DC: The Millennium Project, 2009.
- JOHANNESSEN, Leon K.; KEITSCH, Martina M.; PETTERSEN, Ida N. Speculative and critical design - features, methods, and practices. *In*: International Conference on Engineering Design (ICED19), 2019, Delft. **Proceedings [...]** Cambridge: Cambridge University Press, 2019. p. 1623-1632.
- KARI, Rajesh. The invisible cost of resisting AI in higher education. **LSE Higher Education Blog**, 2023. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2023/10/31/how-generative-ai-could-impact-research-and-insights-in-the-pharmaceutical-industry/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- KATWALA, Amit. DeepMind Wants to Use AI to Solve the Climate Crisis. **Wired**, 2023. Disponível em: <https://www.wired.co.uk/article/wired-impact-deepmind-ai-climate-change>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- KING, Ross; ZENIL, Hector. A framework for evaluating the AI-driven automation of science. *In*: **Artificial Intelligence in Science**. Paris: OECD Publishing, 2023. p. 129-139.

KNIGHT, Will. OpenAI Wants Everyone to Build Their Own Version of ChatGPT.

Wired, 2023. Disponível em:

<https://www.wired.com/story/openai-wants-everyone-to-build-their-own-version-of-chatgpt/>. Acesso em: 22 dez. 2023.

KRAUSE, Reinhardt. The One Generative AI Risk That No One Is Talking About.

Investor's Business Daily, 2023. Disponível em:

<https://www.investors.com/news/technology/generative-ai-battle-forms-should-big-tech-control-its-path/>. Acesso em: 22 dez. 2023.

LAKHANI, Karim. AI Won't Replace Humans — But Humans With AI Will Replace Humans Without AI. [Entrevista concedida a] Adi Ignatius. **Harvard Business Review**, 2023. Disponível em:

<https://hbr.org/2023/08/ai-wont-replace-humans-but-humans-with-ai-will-replace-humans-without-ai>. Acesso em: 22 dez. 2023.

LEFFER, Lauren. Humans Absorb Bias from AI—And Keep It after They Stop Using the Algorithm. **Scientific American**, 2023. Disponível em:

<https://www.scientificamerican.com/article/humans-absorb-bias-from-ai-and-keep-it-after-they-stop-using-the-algorithm/>. Acesso em: 22 dez. 2023.

LIU, Na; SHAPIRA, Philip; YUE, Xiaoxu. Tracking developments in artificial intelligence research: constructing and applying a new search strategy.

Scientometrics, Budapest, v. 126, n. 4, p. 3153-3192, abr. 2021.

MALPASS, Matt. Between wit and reason: defining associative, speculative, and critical design in practice. **Design and Culture**, Oxfordshire, v. 5, n. 3, p. 333-356, 2013.

MALPASS, Matt. Matt Malpass: Critical practice should always challenge disciplinary hegemony. [Entrevista concedida a] Ivica Mitrović e James Auger.

Speculativeedu, 2019. Disponível em:

<https://speculativeedu.eu/interview-matt-malpass/>. Acesso em: 16 set. 2023.

MARR, Bernard. The difference between generative AI and traditional AI: an easy explanation for anyone. **Forbes**, 2023a. Disponível em:

<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/07/24/the-difference-between-generative-ai-and-traditional-ai-an-easy-explanation-for-anyone/>. Acesso em: 16 set. 2023.

- MARR, Bernard. The 10 Biggest Generative AI Trends For 2024 Everyone Must Be Ready For Now. **Forbes**, 2023b. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/10/02/the-10-biggest-generative-ai-trends-for-2024-everyone-must-be-ready-for-now/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- MASSI, Luciana; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudo sobre iniciação científica no brasil: uma revisão. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 40, n. 139, p. 173-197, jan./abr. 2010.
- MENDES, Clayton Silva. **A alfabetização científica na educação brasileira: desafios e perspectivas**. 2022. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/18152>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- MITCHELL, Melanie. **Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans**. New York, NY: Farrar, Straus & Giroux, 2019.
- MITROVIĆ, Ivica. **Introduction to Speculative Design Practice – Eutropia, a Case Study**. Split: University of Split, 2015.
- MITROVIĆ, Ivica *et al.* **Beyond Speculative Design: Past – Present – Future**. Split: University of Split, 2021.
- MORRIS, Meredith Ringel. Scientists' Perspectives on the Potential for Generative AI in their Fields. **arXiv preprint arXiv:2304.01420v1**. [s.l.]: arXiv, 2023.
- MUGRAGE, Ken. The future of generative AI is niche, not generalized. **MIT Technology Review**, 2023. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2023/04/27/1072102/the-future-of-generative-ai-is-niche-not-generalized/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- NEEDLEMAN, Sarah E. How Generative AI Will Change the Way You Use the Web, From Search to Shopping. **The Wall Street Journal**, 2023. Disponível em: <https://www.wsj.com/tech/ai/how-generative-ai-will-change-the-way-you-use-the-web-from-search-to-shopping-457c815f>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- OLIVEIRA, M. A. de; FERNANDES, M. C. S. G. Contribuições, sentidos e desafios da Iniciação Científica para o processo formativo do estudante universitário. **Educação em Foco**, [S. l.], v. 21, n. 35, p. 75-95, 2018. Disponível em:

<https://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/1352>. Acesso em: 22 dez. 2023.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

(OECD). **Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research**. Paris: OECD Publishing, 2023.

PARRILLA, Juan Manuel. ChatGPT use shows that the grant-application system is broken. **Nature**, London, v. 623, n. 7986, p. 443, nov. 2023.

PATEL, Ankur A.; MAROOF, Saleem. The Rise of Open-Source LLMs in 2023: A Game Changer in AI. **Ankur's Newsletter**, 2023. Disponível em: <https://www.ankursnewsletter.com/p/the-rise-of-open-source-llms-in-2023>. Acesso em: 22 dez. 2023.

PATTNAIK, Sonali. **I tricked GPT-4V with visual prompt injections to say a \$25 check is worth \$100,000**. Atlanta, 10 nov. 2023. LinkedIn: Sonali Pattnaik. Disponível em: https://www.linkedin.com/posts/sonali-pattnaik_gpt4-promptinjection-llms-activity-7124548834956906496-fpH7/. Acesso em: 22 dez. 2023.

PERES, Renana *et al.* On ChatGPT and beyond: how generative artificial intelligence may affect research, teaching, and practice. **International Journal of Research in Marketing**, Amsterdam, v. 40, n. 2, p. 269-275, jun. 2023.

PINHO, Maria José de. Ciência e ensino: contribuições da iniciação científica na educação superior. **Avaliação (Campinas)**, Sorocaba, v. 22, n. 3, p. 658-675, nov. 2017.

POPPER, Karl. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 2005.

PREDICTIONS for 2037 – Future timeline. **Quantumrun**, 2023a. Disponível em: <https://www.quantumrun.com/future-timeline/2037>. Acesso em: 22 dez. 2023.

PREDICTIONS for 2039 – Future timeline. **Quantumrun**, 2023b. Disponível em: <https://www.quantumrun.com/future-timeline/2039>. Acesso em: 22 dez. 2023.

PUIU, Tibi. The 'Next Big Things' in Science Ten Years from Now. **ZME Science**, 2016. Disponível em: <https://www.zmescience.com/feature-post/resources/metascience/the-next-big-things-in-science-ten-years-from-now/>. Acesso em: 22 dez. 2023.

- RHYDDERCH, Alun. Scenario building: The 2x2 matrix technique. *In*: BOURSE, F.; ROËLS, C. **Prospective and Strategic Foresight Toolbox**. France: Futuribles International, 2017.
- ROBERTS, Huw; HINE, Emmie. The future of AI policy in China. **East Asia Forum**, 2023. Disponível em: <https://eastasiaforum.org/2023/09/27/the-future-of-ai-policy-in-china/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- RUDIO, Franz Victor. **Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica**. 34. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.
- SAMPLE, Ian. AI scientists make 'exciting' discovery using chatbots to solve maths problems. **The Guardian**, 2023. Disponível em: <https://www.theguardian.com/science/2023/dec/14/ai-scientists-make-exciting-discovery-using-chatbots-to-solve-maths-problems/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- SANTAELLA, Lucia. A relevância da semiótica para a construção do conhecimento. *In*: BRITTO; Lucas Galvão de; CARVALHO, Paulo de Barros. **Lógica e Direito**. São Paulo: Noeses, 2016.
- SARKER, Iqbal H. Deep learning: a comprehensive overview on techniques, taxonomy, applications and research directions. **SN Computer Science**, Singapore, v. 2, n. 6, ago. 2021.
- SEJNOWSKI, Terrence J. **A Revolução do Aprendizado Profundo**. Rio de Janeiro: Alta, 2019.
- SIMON, Felix M.; ALTAY, Sacha; MERCIER, Hugo. Misinformation reloaded? Fears about the impact of generative AI on misinformation are overblown. **HKS Misinformation Review**, 2023. Disponível em: <https://misinforeview.hks.harvard.edu/article/misinformation-reloaded-fears-about-the-impact-of-generative-ai-on-misinformation-are-overblown/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- SOUZA, Luciana Karine de. Pesquisa com análise qualitativa de dados: conhecendo a Análise Temática. **Arq. bras. psicol**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 2, p. 51-67, 2019.
- STERLING, Bruce. Cover Story – Design Fiction. **Interactions**, New York, NY, v. 16, n. 3, p. 20-24, mai. 2009.

- STOKEL-WALKER, Chris; VAN NOORDEN, Richard. What ChatGPT and generative AI mean for science. **Springer Nature**, v. 614, n. 7947, p. 214-216, fev. 2023.
- SUN, Jiao *et al.* Investigating Explainability of Generative AI for Code through Scenario-based Design. *In: 27th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '22)*, 2022, Helsinki. **Proceedings [...]** New York, NY: Association for Computing Machinery, 2022. p. 212-228.
- SABZALIEVA, Emma; VALENTINI, Ariana. **ChatGPT and Artificial Intelligence in higher education: quick start guide**. Paris: UNESCO, 2023.
- SZIGETI, Hadrien *et al.* STEEP analysis as a tool for building technology roadmaps. *In: eChallenges e-2011*, 2011, Florence. **Proceedings [...]** Florence, 2011.
- TAL, David. Rise of the big data-powered virtual assistants: Future of the Internet. **Quantumrun**, 2019. Disponível em: <https://www.quantumrun.com/prediction/rise-big-data-powered-virtual-assistants-future-internet-p3>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- TAL, David. Your addictive, magical, augmented life: Future of the Internet. **Quantumrun**, 2020. Disponível em: <https://www.quantumrun.com/prediction/your-addictive-magical-augmented-life-future-internet-p6>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- TANGERMANN, Victor. Professor Caught Using ChatGPT When Scientific Paper Was Full of Errors. **Futurism**, 2023. Disponível em: <https://futurism.com/professor-chatgpt-scientific-paper-errors>. Acesso em: 16 set. 2023.
- THE AI revolution in scientific research. **Royal Society and The Alan Turing Institute**, 2019. Disponível em: <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/ai-and-society/AI-revolution-in-science.pdf>. Acesso em: 16 Set. 2023.
- THE perils of the other 'AI': Artificial Intimacy. **Women's Agenda**, 2023. Disponível em: <https://womensagenda.com.au/life/the-perils-of-the-other-ai-artificial-intimacy/>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- TSAI, Peter. When Will ChatGPT Replace Search? Maybe Sooner Than You Think. **PCMag**, 2023. Disponível em:

<https://www.pcmag.com/news/when-will-chatgpt-replace-search-engines-maybe-sooner-than-you-think>. Acesso em: 22 dez. 2023.

VAN NOORDEN, Richard; PERKEL, Jeffrey M. AI and science: what 1,600 researchers think. *Nature*, London, v. 621, n. 7980, p. 672-675, set. 2023.

VAN NOORDEN, Richard; WEBB, Richard. ChatGPT and science: the AI system was a force in 2023 — for good and bad. *Nature*, London, v. 624, n. 7992, p. 509, dez. 2023.

VASWANI, Ashish *et al.* Attention Is All You Need. **arXiv preprint arXiv:1706.03762v7**. [s.l.]: arXiv, 2017.

VINT, Sherryl. **Science Fiction: A Guide for the Perplexed**. Bloomsbury: Bloomsbury Academic, 2021.

WANG, Hanchen *et al.* Scientific discovery in the age of artificial intelligence. **Nature**, London, v. 620, n. 7972, p. 47-60, ago. 2023.

WELBORN, Aaron. ChatGPT and Fake Citations. **Duke University Libraries**, 2023. Disponível em:
<https://blogs.library.duke.edu/blog/2023/03/09/chatgpt-and-fake-citations/>.
Acesso em: 16 set. 2023.

WHAT is the future of generative AI? An early view in 15 charts. McKinsey & Company, 2023. Disponível em:
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/whats-the-future-of-generative-ai-an-early-view-in-15-charts>. Acesso em: 22 dez. 2023.

XU, Yongjun *et al.* Artificial intelligence: a powerful paradigm for scientific research. **The Innovation**, New York, NY, v. 2, n. 4, 2021.

ZHANG, Chaoning *et al.* One Small Step for Generative AI, One Giant Leap for AGI: A Complete Survey on ChatGPT in AIGC Era. **arXiv preprint arXiv:2304.06488v1**. [s.l.]: arXiv, 2021.

ZOHERY, Medhat. ChatGPT in academic writing and publishing: a comprehensive guide. *In: Artificial Intelligence in Academia, Research and Science: ChatGPT as a Case Study*. London: Aughto Publishing, 2023.

GLOSSÁRIO

ALGORITMOS – Sequências de instruções ou regras definidas para realizar uma tarefa ou resolver um problema. São a base da programação e da computação.

APRENDIZADO DE MÁQUINA (*MACHINE LEARNING* - ML) – Subcampo da Inteligência Artificial que foca no desenvolvimento de sistemas capazes de aprender e generalizar dados, melhorando a partir da experiência e sem necessitar de instruções explícitas.

APRENDIZAGEM PROFUNDA (*DEEP LEARNING* - DL) – Subconjunto do Aprendizado de Máquina que utiliza redes neurais com várias camadas (profundas) para aprender, extrair e analisar padrões e características mais sofisticadas de dados.

BANCOS DE DADOS – Sistemas de armazenamento e organização de dados que permitem acesso, gerenciamento e atualização de grandes volumes de informações.

BIG TECHS – Termo usado para descrever as maiores e mais influentes empresas de tecnologia da atualidade, como Google, Amazon, Facebook, Apple e Microsoft.

BOOTSTRAPPING – Em estatística, é uma técnica de reamostragem para estimativa de parâmetros.

BOTS – Programas de computador que automatizam tarefas repetitivas, muitas vezes na internet, e podem simular ações humanas.

DEEP FAKES – Técnica de síntese de imagem humana baseada em IA para combinar e sobrepor conteúdos audiovisuais existentes em outros, criando representações realistas falsas.

DO IT YOURSELF (DIY) – Movimento que incentiva as pessoas a criar, consertar, modificar e construir coisas por conta própria.

GENERATIVE PRE-TRAINED TRANSFORMER (GPT) – Modelo de linguagem baseado em uma arquitetura de rede neural chamada Transformer, a qual usa aprendizado profundo para produzir texto que pode imitar a escrita humana.

GRANDES MODELOS DE LINGUAGEM (LARGE LANGUAGE MODELS - LLM) – Modelos de IA, como GPT e BERT, que são treinados em vastos conjuntos de dados de texto para gerar e compreender linguagem humana.

HOLOGRAFIA – Processo de gravação e projeção de imagens, permitindo a reconstrução de uma cena em três dimensões.

IA MULTIMODAL – IA que pode entender, interpretar e processar mais de um tipo de entrada de dados, como texto, áudio e imagens, simultaneamente.

IA SIMBÓLICA – Também conhecida como IA baseada em conhecimento, é uma abordagem da IA que usa símbolos e regras lógicas para criar representações de problemas e raciocinar sobre eles.

IA SUB-SIMBÓLICA – Também conhecida como IA baseada em dados, é uma abordagem de IA que não usa símbolos explícitos ou regras lógicas, mas sim padrões de dados para aprender e tomar decisões. As redes neurais são um exemplo.

INICIAÇÃO CIENTÍFICA (IC) – Projeto de pesquisa científica voltada para estudantes universitários em conjunto com um professor orientador que seja qualificado acerca da temática escolhida, sendo assim uma oportunidade de introdução dos estudantes ao mundo da pesquisa acadêmica.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) – Sem uma definição definitiva, a IA pode ser considerada como um campo de conhecimento o qual abarca um conjunto de

tecnologias que podem realizar tarefas complexas quando atuam em condições de incerteza, incluindo percepção visual, reconhecimento de fala, processamento de linguagem natural, raciocínio, aprendizado a partir de dados e uma variedade de problemas de otimização.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DAS COISAS (AIoT) – Combinação de Inteligência Artificial com a Internet das Coisas (IoT), integrando capacidades de IA em dispositivos IoT.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (IA GENERATIVA) – Subárea da IA que se concentra na criação de recursos computacionais capazes de gerar conteúdo original, como textos, imagens, sons e diálogos, de forma automatizada.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GERAL (*ARTIFICIAL GENERAL INTELLIGENCE* - AGI) – Conceito que engloba o desenvolvimento de sistemas inteligentes capazes de executar uma ampla gama de tarefas e se adaptar a novas situações tal qual os seres humanos. A AGI é frequentemente considerada o objetivo final da pesquisa em IA, pois visa criar máquinas que possam pensar, aprender e raciocinar no mesmo nível apresentado por humanos.

INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR (IHC) – Campos de estudos multidisciplinar que se preocupa com o design, o desenvolvimento, a avaliação e a implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano, bem como com a forma com que as pessoas interagem com essas tecnologias.

INTERNET DAS COISAS (*INTERNET OF THINGS* - IoT) – Conceito que representa a conexão entre a Internet e os elementos do dia a dia, de forma que atividades rotineiras tornam-se automáticas e sejam simplificadas.

MODELOS DE IA – Modelos de IA são modelos matemáticos que utilizam algoritmos de aprendizado de máquina para realizar tarefas específicas, como reconhecimento de padrões, classificação de dados, previsão de resultados e tomada de decisões. Esses modelos são treinados com grandes quantidades de dados e, a partir desse

treinamento, são capazes de identificar padrões e fazer previsões com base em novos dados.

OPEN SOURCE – Software com código-fonte que pode ser livremente acessado, modificado e redistribuído por qualquer pessoa.

PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL (NATURAL LANGUAGE PROCESSING - NLP) – Subcampo da IA que se concentra na interação entre computadores e linguagem humana, trabalhando para que os computadores entendam, interpretem e manipulem a linguagem humana.

PROMPT – Em IA, refere-se a um comando ou instrução dada a um sistema para realizar uma tarefa ou iniciar uma ação. Também pode ser uma entrada de dados para um modelo de linguagem.

REALIDADE AUMENTADA (AUGMENTED REALITY - AR) – Tecnologia que permite a sobreposição de elementos virtuais, como imagens, sons e outros dados, ao ambiente real, por meio de dispositivos tecnológicos, como smartphones, tablets e óculos especiais.

REDES ADVERSÁRIAS GENERATIVAS (GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS - GAN) – Modelo de arquitetura de aprendizagem de máquina onde duas redes neurais (uma gerativa e outra discriminativa) são treinadas simultaneamente, com uma gerando dados e a outra avaliando sua autenticidade. Alguns exemplos de sua aplicação são processamento de imagens, geração e previsão de vídeo, síntese de dados sintéticos e para super resolução de imagens médicas.

REDES NEURAIIS (NEURAL NETWORKS) – Modelos computacionais compostos por unidades de processamento interconectadas e organizadas em camadas (em alusão ao funcionamento do cérebro humano), sendo utilizados em diversas aplicações para simular o modo como os seres humanos aprendem.

REDES NEURAIAS PROFUNDAS (*DEEP NEURAL NETWORKS* - DNN) – Redes neurais com múltiplas camadas, permitindo um aprendizado mais complexo e profundo. Elas são usadas em uma variedade de tarefas, como reconhecimento de padrões, processamento de linguagem natural, visão computacional e muito mais.

TRANSFORMER – Modelo de arquitetura de aprendizado de máquina profunda, muito utilizado para Processamento de Linguagem Natural (PLN) por sua capacidade de compreender e gerar texto de forma mais eficaz. Ele processa sequências de dados de forma paralela, tornando-o adequado para lidar com tarefas complexas de PLN, como tradução automática, sumarização de texto e geração de linguagem natural.

UNIDADE DE PROCESSAMENTO GRÁFICO (*GRAPHICS PROCESSING UNIT* - GPU) – Dispositivo de hardware especializado em processamento de gráficos e imagens, mas também usado em IA para processamento de dados em grande escala.

WEARABLES – Dispositivos tecnológicos que podem ser usados no corpo, como relógios inteligentes, pulseiras para exercícios e óculos de realidade aumentada.

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética da PUC

- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA	
Título da Pesquisa: Uso da Inteligência Artificial Generativa na Iniciação Científica: um exercício de Design Especulativo	
Pesquisador Responsável: MATHEUS PETRONI BRAZ	
Área Temática:	
Versão: 1	
CAAE: 70982423.4.0000.5482	
Submetido em: 23/06/2023	
Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo-PUC/SP	
Situação da Versão do Projeto: Aprovado	
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável	
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio	
Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_2167300	

ANEXO B – Roteiro de perguntas do primeiro ciclo de entrevistas

Tempo proposto: 45 minutos

Introdução da gravação: Antes mesmo de começarmos, gostaria de te perguntar se tudo bem a reunião ser gravada. A gravação ficará guardada comigo e servirá apenas para fins de consulta pessoal, não ficando vinculada à dissertação ou sendo publicada em nenhum tipo de canal.

Introdução do pesquisador: Olá! Meu nome é Matheus Petroni Braz, eu sou mestrando do programa Tecnologias da Inteligência e Design Digital (TIDD) da PUC-SP, e hoje estamos aqui para realizar uma entrevista qualitativa como parte da etapa de desenvolvimento da minha dissertação. Vamos falar sobre questões gerais acerca de Iniciação Científica - dificuldades, oportunidades - e em especial sobre o impacto do uso de novas tecnologias no processo de fazer ciência. Vale ressaltar que não há certo ou errado em nenhuma das respostas, e que essa conversa não é de nenhuma forma uma avaliação. Estou aqui apenas para coletar percepções que alimentem o escopo da minha pesquisa.

Introdução da entrevista: A ideia é que hoje a gente possa ter uma conversa semi-estruturada de mais ou menos 45 minutos, com algumas perguntas prévias que preparei. Ao final, vou deixar um espaço em aberto para quaisquer outras contribuições que você queira fazer para além das perguntas pré-estabelecidas. Além disso, gostaria de entender sua disponibilidade para uma segunda conversa, de também meia hora no máximo, a ser realizada entre o mês de Dezembro e Janeiro. O escopo seria o mesmo, porém com a apresentação de um protótipo para análise e discussão. Você topa?

Perguntas iniciais demográficas simples

- Seu nome completo
- Sua idade
- Com qual raça/etnia você se identifica
- Com qual gênero você se identifica

- Onde você mora (Cidade/Estado)

Perguntas iniciais acerca do trabalho

- Qual a sua formação?
- Qual a sua área de atuação profissional hoje?
- Em qual ou quais instituições de ensino você está vinculado?
- (Estudantes) Você está realizando um projeto de Iniciação Científica hoje? Se sim, sobre o que é o projeto?
- (Professores) Você tem algum projeto de pesquisa principal hoje? Se sim, quais são os recortes que você vem pesquisando?

Perguntas específicas para estudantes

- Quais são as principais dificuldades que você enfrenta hoje para realizar sua pesquisa? Se possível, cite todos os exemplos que você se recordar.
- Como se dá a relação com seu professor orientador? Cite o que você gosta e o que poderia melhorar.
- Dentre todos os procedimentos que você realiza no andamento do fazer científico de suas pesquisas, quais você gostaria que fossem automatizados? Cite quantos exemplos quiser.

Perguntas específicas para professores

- Na sua visão, quais são as principais dificuldades que os estudantes que você orienta apresentam para desenvolver suas pesquisas científicas?
- Quais são as principais dificuldades que você enfrenta hoje para realizar as orientações dos estudantes em seus projetos de iniciação científica?
- Dentre todos os procedimentos que você realiza no andamento do fazer científico de suas pesquisas, quais você gostaria que fossem automatizados? Cite quantos exemplos quiser.

Sobre Inteligência Artificial Generativa, para ambos os grupos:

- O que você entende por Inteligência Artificial Generativa? (Caso não saiba, o entrevistador irá explicar o termo)

- Você já usou alguma ferramenta de Inteligência Artificial Generativa? Se sim, cite quais foram e para qual finalidade.
 - (Se poucas) Você conhece outras ferramentas? Quais?
- Quais são os impactos que você acredita que ferramentas desse tipo terão no fazer científico?
- Tenho algumas áreas específicas anotadas aqui e gostaria de saber se você consegue imaginar quais são os impactos que as ferramentas de IA Generativa podem causá-las:
 - A educação de alunos de graduação ou pós-graduação em sua área? (Apenas para professores)
 - O aprendizado sobre trabalhos relacionados em sua área ou em outras disciplinas?
 - A maneira pela qual você identifica questões de pesquisa, desenvolve e testa hipóteses?
 - Práticas de projeto experimental, coleta ou análise de dados?
 - A comunicação ou a divulgação dos resultados da pesquisa?
- O que é necessário para que você confie em uma ferramenta de IA generativa a ponto de utilizá-la no fazer científico?
- Dentre as vantagens que esse tipo de ferramenta apresenta, quais são as mais interessantes para você?
- Você tem alguma preocupação sobre o uso dessa tecnologia? Cite todas que vierem à sua mente.
- Você tem algum comentário adicional que gostaria de compartilhar?

Muito obrigado pela participação. Nos vemos na próxima conversa!

ANEXO C – Resultados de sinais obtidos por meio do ChatGPT

 **You**

You're an expert in scientific research for undergraduate students. In the past few years, students started to use Generative AI tools to help them to review and propose changes in their scientific writing. This is a signal of how these tools are changing and will change the scientific research area in the future. What are some other signals we can observe about how AI will impact the future of science for new scientists? Ask me for clarifications if you need them.

 **ChatGPT**

Certamente, observar o comportamento dos novos cientistas hoje pode fornecer insights sobre a trajetória futura da IA gerativa na ciência. Aqui estão algumas tendências atuais que podem nos ajudar a extrapolar desenvolvimentos futuros:

1. **Adoção Precoce de Novas Tecnologias:** Novos cientistas geralmente estão mais dispostos a experimentar e adotar novas tecnologias. Sua integração da IA gerativa nas práticas diárias de pesquisa sugere um futuro em que ferramentas de IA se tornem instrumentos científicos padrão.
2. **Redes Colaborativas:** Há uma tendência à formação de redes globais e interdisciplinares facilitadas por plataformas digitais. A IA gerativa poderia melhorar essas redes, permitindo uma colaboração mais eficiente através de fronteiras e disciplinas.
3. **Movimento de Ciência Aberta:** A pressão pelo acesso aberto a publicações científicas e dados ganhou ímpeto. A IA pode desempenhar um papel crucial na curadoria e síntese de conhecimento de fonte aberta para novas pesquisas, apoiando uma comunidade científica mais inclusiva.
4. **Desenvolvimento de Software Personalizado:** Novos cientistas frequentemente têm habilidades de programação e podem desenvolver ferramentas de IA customizadas para atender às suas necessidades específicas de pesquisa. Essa tendência pode levar a uma proliferação de aplicações especializadas de IA na ciência.
5. **Pesquisa Ética e Responsável:** Há uma consciência crescente sobre as implicações éticas da pesquisa entre novos cientistas. À medida que a IA se torna mais prevalente, podemos ver um aumento correspondente no desenvolvimento de diretrizes éticas e uso responsável de IA na pesquisa.

6. **Educação Interdisciplinar:** O treinamento científico moderno muitas vezes inclui elementos interdisciplinares, preparando novos cientistas para aplicar ferramentas de IA em um contexto interdisciplinar, o que pode levar a inovações inesperadas.
7. **Alfabetização em Dados:** A ênfase atual na alfabetização em dados no treinamento científico sugere que cientistas futuros estarão bem equipados para alavancar a IA para pesquisa intensiva em dados, levando a novos insights e descobertas.
8. **Autoaprendizagem e Educação Online:** O uso de plataformas online para aprendizado e desenvolvimento é prevalente entre novos cientistas. A IA gerativa poderia personalizar ainda mais as experiências de aprendizado e fornecer conteúdo educacional direcionado.
9. **Ciência Faça-Você-Mesmo e Ciência Cidadã:** Há uma tendência crescente de projetos de ciência faça-você-mesmo e ciência cidadã. Ferramentas de IA poderiam capacitar cientistas amadores a conduzir pesquisas sofisticadas e contribuir com dados valiosos.
10. **Automação no Laboratório:** O uso crescente de sistemas automatizados em laboratórios é um prenúncio de uma integração mais avançada de IA, onde a IA poderia gerenciar experimentos inteiros, da hipótese à análise.

Essas tendências sugerem um futuro em que a IA gerativa se torne profundamente integrada ao processo científico, potencialmente levando a uma abordagem de pesquisa mais eficiente, colaborativa e inovadora.

ANEXO D – Resultados de sinais obtidos através do Bard

 You're an expert in scientific research for undergraduate students and are leading a research to think how new scientists will use Generative AI technologies in 10 years. For this, you are using foresight techniques, and now are in the stage of looking for trends and weak signals that could impact this scenario in the future.

What did you find?

Acessar outros rascunhos  

 A Inteligência Artificial Generativa (GAI) está transformando rapidamente o cenário científico, oferecendo novas ferramentas e capacidades que têm o potencial de revolucionar a pesquisa em várias disciplinas. Ao olharmos para a próxima década, várias tendências e sinais fracos sugerem que a GAI desempenhará um papel cada vez mais proeminente no trabalho de cientistas, incluindo estudantes de graduação.

Principais tendências que moldam o futuro da GAI na pesquisa científica

1. **Descoberta baseada em dados:** A GAI está permitindo aos cientistas analisar grandes quantidades de dados com mais eficiência, descobrindo padrões ocultos e insights que seriam difíceis ou impossíveis de detectar com métodos tradicionais. Essa abordagem aprimorada baseada em dados está levando a novas descobertas e avanços em vários campos, desde medicina e ciência de materiais até astronomia e ciências sociais.
2. **Experimentação acelerada:** A GAI está acelerando o ritmo da descoberta científica ao automatizar e otimizar o design experimental e os fluxos de trabalho. Ferramentas baseadas em GAI podem auxiliar na formulação de hipóteses, design de experimentos, seleção de parâmetros ideais e análise de resultados, reduzindo significativamente o tempo e os recursos necessários para a exploração científica.
3. **Ciência personalizada e de precisão:** A GAI está permitindo que os cientistas adaptem suas pesquisas a pacientes, células ou moléculas individuais. Ao alavancar a GAI para analisar dados biológicos complexos, os pesquisadores podem desenvolver planos de tratamento personalizados, identificar novos alvos de medicamentos e compreender os mecanismos subjacentes da doença em um nível mais granular.
4. **Modelagem generativa e geração de hipóteses:** A GAI está permitindo que os cientistas gerem novas hipóteses e modelos, expandindo os limites da investigação científica. Ferramentas baseadas em GAI podem gerar novas moléculas, projetar materiais com propriedades desejadas e simular sistemas complexos, levando a novos insights e descobertas.
5. **Democratização da pesquisa científica:** A GAI está tornando a pesquisa científica mais acessível e inclusiva, principalmente para estudantes de graduação. Ferramentas e plataformas GAI fáceis de usar estão reduzindo a barreira de entrada, permitindo que alunos com experiência limitada em programação ou análise de dados participem de pesquisas de ponta.

Sinais fracos apontando para direções futuras

1. **Escrita científica baseada em IA:** A GAI está prestes a transformar a escrita científica, ajudando os pesquisadores a gerar resumos, escrever resumos e até mesmo redigir manuscritos inteiros. Isso poderia liberar o tempo dos cientistas para se concentrarem em aspectos mais criativos e estratégicos de seu trabalho.

2. **Colaborações científicas impulsionadas por IA:** A GAI está facilitando a colaboração entre cientistas, permitindo o compartilhamento perfeito de dados, a troca de modelos e a comunicação em tempo real. Isso poderia levar a pesquisas mais interdisciplinares e um progresso mais rápido em desafios científicos complexos.
3. **Educação científica aprimorada por IA:** A GAI está transformando a educação científica ao fornecer experiências de aprendizado personalizadas, feedback em tempo real e simulações interativas. Isso poderia revolucionar a forma como os estudantes de graduação aprendem ciências, promovendo uma compreensão mais profunda e um maior engajamento.
4. **Considerações éticas impulsionadas por IA:** À medida que a GAI se torna mais integrada à pesquisa científica, as considerações éticas se tornarão cada vez mais importantes. Os pesquisadores precisarão considerar cuidadosamente questões como privacidade de dados, viés e transparência para garantir que a GAI seja usada de forma responsável e ética.
5. **Ciência cidadã baseada em IA:** A GAI poderia democratizar ainda mais a ciência, permitindo que cientistas cidadãos participem de projetos de pesquisa. Ferramentas de IA podem orientar os voluntários na coleta de dados, análise de resultados e contribuição para descobertas científicas.

Essas tendências e sinais fracos sugerem que a GAI desempenhará um papel cada vez mais transformador na pesquisa científica ao longo da próxima década. À medida que as ferramentas de GAI se tornam mais sofisticadas e acessíveis, os estudantes de graduação terão acesso a novos recursos poderosos que lhes permitirão fazer contribuições significativas para a descoberta científica.

ANEXO E – Narrativa do cenário 1 intitulada “Coautores, membros de comitês, avaliadores: IA Generativa e humanos em parceria mútua”

Em 2033, produtos de IA Generativa atuam de maneira amplamente autônoma e integrada nos processos de pesquisa científica. Mais do que isso, deixam de ser apenas meras ferramentas e passam a se tornar agentes ativos da comunidade científica, tendo, por exemplo, co-autoria em projetos de pesquisas, participação em comitês para avaliação de pares e para aprovação em periódicos, entre outros.

Os agentes de IA, como são chamados, apresentam plenas capacidades para participar na formulação de perguntas de pesquisa, geração de hipóteses e interpretação qualitativa e quantitativa de dados diversos. Uma série de tarefas do processo científico podem ser automatizadas pelos agentes, principalmente no que diz respeito à escrita científica, à busca de referências e à validação, interpretação e consolidação de dados e experimentos.

Os trabalhos científicos apresentam altos níveis de qualidade, uma vez que os agentes permitem tanto a avaliação de originalidade de temas como também a identificação de lacunas nos saberes vigentes, sugerindo e incentivando novos projetos. Referenciais teóricos tem sua coleta e mensuração de qualidade automatizadas pelos agentes, permitindo aos cientistas grande otimização de tempo e conexões facilitadas com outras pesquisas de mesma temática.

Não obstante, a colaboração da IA reduziu drasticamente o tempo necessário para se obter resultados com as pesquisas, gerando um fortalecimento da relevância científica na sociedade e suas aplicações no bem estar da população. O custo da realização de um projeto científico também foi reduzido, democratizando o acesso a mais laboratórios, graduações e iniciativas científicas ao redor do mundo.

Os programas de graduação e pós-graduação integraram as evoluções tecnológicas dentro de sua própria estrutura. Estudantes são capacitados a trabalhar em parceria com agentes de IA em todas as disciplinas e trabalhos acadêmicos, permitindo um processo de aprendizagem dinâmico e efetivo. Agentes simulam cenários e atuam como objetos de pesquisa e/ou estudo do estudante, gerando interações mais ricas e com vasto conhecimento aplicado.

Essa aceleração científica permitiu, inclusive, que o tempo necessário para se obter um título de bacharel, de mestre ou de doutor seja cada vez menor, com

programas de mestrado de seis meses e doutorado de um ano. Nesse cenário, jovens que queiram ingressar na carreira científica já carregam consigo plenos conhecimentos acerca de como as tecnologias de IA operam, suas potencialidades e as precauções que são necessárias para sua utilização.

Entretanto, há também desafios e preocupações acerca do fazer científico no ano de 2033. O vasto avanço tecnológico da IA ainda reside na mão de poucas corporações privadas ao redor do mundo, concentrando o poder sobre avanços científicos e fortalecendo monopólios na comunidade. Alguns domínios de conhecimento, inclusive, são profundamente aparelhados por tais instituições.

Essa situação acaba agravando cenários de desigualdade, onde países com menos recursos financeiros e estrutura educacional mais frágil acabam ficando de fora dos importantes avanços que essa tecnologia possibilita. A internalização de pesquisas realizadas no sul global, por exemplo, acaba perdendo espaço para o alto número de produções realizadas no norte global com o auxílio de agentes de IA em sua máxima potencialidade.

Há, também, questões sociais importantes acerca dessas novas dinâmicas de interação. Estudos feitos no tempo vigente constatam que cientistas, principalmente os mais jovens em início de carreira, têm realizado cada vez mais trabalhos solos em parceria com agentes de IA. A colaboração entre cientistas diminui uma vez que agentes de IA fornecem muito do suporte científico necessário, gerando um cenário de mais isolamento e menor interação social. Ainda em relação aos jovens cientistas e estudantes ingressantes na graduação, é possível encontrar indícios de desestímulo à criatividade e ao pensamento crítico da pesquisa científica, uma vez que grande parte pode ser feita por agentes de IA. Manter o espírito de descoberta e de investigação científica nos jovens tem sido um desafio constante por parte dos docentes e cientistas com mais experiência.

Fortes manifestações populares ocorrem em paralelo a esse cenário de desenvolvimento, os quais reivindicam menor participação da IA na ciência e uma valorização política da participação humana nas pesquisas. Muitos jovens cientistas que não são tão inclinados a esse tipo de uso da tecnologia acabam abandonando o caminho científico onde esse uso é majoritário. Há, inclusive, instituições de ensino alinhadas com esse discurso que abordam um estilo "*vintage*" de ciência, reduzindo a permissão de utilização de IA em seus projetos.

ANEXO F – Narrativa do cenário 2 intitulada "Ferramentas de IA Generativa enquanto guias científicos para novos cientistas"

Em 2033, produtos de IA Generativa são capazes de atuar em diversas etapas da pesquisa científica, resultando em uma transformação radical no cenário da ciência. Esses produtos são vistos como "guias científicos", uma vez que são muito utilizados para auxiliar na definição de caminhos de pesquisa, para sugerir experimentos e hipóteses, para realizar observações, dentre outros exemplos.

Essa tecnologia tornou-se parte criativa fundamental para se realizar pesquisas científicas das mais diversas áreas de conhecimento. Suas respostas detêm alta acurácia e se adaptam às necessidades individuais dos cientistas que as utilizam, aprofundando os objetos de estudos e propondo novas perspectivas para lidar com os problemas propostos.

Para além disso, é possível delegar aos produtos de IA Generativa a execução prática de qualquer etapa do processo: levantamento bibliográfico, análise de qualidade das referências, proposta e execução de experimentos bem como análise de seus resultados. Há indícios de uma série de pesquisas conduzidas do início ao fim por meio dessa tecnologia.

Muitos produtos de IA Generativa estão disponíveis no mercado, porém quase todos utilizam tecnologias provenientes de poucos fornecedores globais. Uma característica marcante dos modelos vigentes é a falta de transparência sobre seu funcionamento interno, uma vez que rápidas evoluções e lançamentos de novas funcionalidades ocorrem a todo momento.

O conhecimento necessário para operar essas ferramentas em sua máxima potencialidade e de maneira ética e consciente ainda é escasso. Instituições acadêmicas e centros de pesquisa passaram a integrar produtos de IA Generativa como mentores de programas educacionais, com o objetivo de guiar os jovens cientistas através das complexas paisagens de dados e teorias. Ela não só auxilia nas pesquisas, mas também se estabelece como uma ferramenta educacional indispensável, apoiando o aprendizado e o desenvolvimento dos estudantes.

A quantidade de trabalhos científicos disponíveis é sem precedentes. Por mais que parte desses trabalhos gerem grandes avanços científicos, esse aumento de produção vem acompanhado de uma preocupante diminuição na qualidade. Muitos

pesquisadores, especialmente jovens cientistas ou aqueles com acesso limitado a ferramentas de IA Generativa mais avançadas, começam a produzir uma enxurrada de estudos e publicações que muitas vezes carecem de profundidade, de rigor metodológico e de relevância prática. Diversos cientistas têm discutido sobre o real valor agregado desse fenômeno, o qual parece mais deturpar o significado científico e contribuir com sua obsolescência do que agregar para uma expansão de saberes.

Há ainda uma centralização de poder visível em relação às instituições e empresas que disponibilizam as principais ferramentas do mercado. Dado que essa tecnologia é amplamente utilizada para realização de pesquisas científicas por todo o mundo, muitas vezes de maneira indiscriminada e sem o senso crítico adequado para filtrar seus resultados, tais instituições acabam conseguindo moldar os principais direcionamentos de pesquisa e, até mesmo, influenciar os resultados gerados para interesses próprios. Há fortes movimentos contrários a essa situação dentro da comunidade científica vigente.

Esse processo também acaba por gerar desigualdade de acesso: enquanto poucas instituições e cientistas detêm as informações para aproveitamento total dessa tecnologia, outros com recursos e acesso limitados ficam cada vez mais para trás. Cria-se assim um campo de pesquisa cada vez mais polarizado, onde as oportunidades e os avanços são desigualmente distribuídos.

Por conta da baixa literacia sobre como utilizar essas ferramentas da maneira mais adequada, observa-se uma supervalorização dos resultados obtidos por IA, levando à aceitação acrítica de suas conclusões como verdades incontestáveis. Esse contexto é marcado por uma crescente alienação dos métodos científicos tradicionais e pela potencial propagação de desinformação. Não obstante, a facilidade com que esse conteúdo é gerado criou uma série de dependências por parte dos cientistas - principalmente os jovens -, os quais muitas vezes acabam em desestímulo com o processo científico e com o espírito de descoberta.

Em um momento tecnológico de alta capacidade, mas com cientistas sem o preparo adequado para aplicá-lo, percebe-se um momento onde os efeitos negativos desse uso indiscriminado ocorrem de maneiras mais frequentes e escaláveis, ao mesmo tempo em que há um sub uso dos reais potenciais dessa tecnologia.

ANEXO G – *Prompt* e resultados obtidos no ChatGPT para primeira versão de capa da revista 1



You

Crie uma ilustração de um qubit estilizado e geométrico em dourado sobre fundo preto



ChatGPT



Aqui está a ilustração de um qubit estilizado e geométrico em dourado sobre um fundo preto, destacando sua complexidade e design futurista.

< 2 / 2 >

ANEXO H – *Prompt* e resultados obtidos no ChatGPT para primeira versão de capa da revista 2

You

I want a illustration following this description:

- A black background
- At the middle, a human brain in the right side and a machine brain (Artificial Intelligence) in the left side. A sparse glow is under them.
- Irradiating from the center of the image and going on until the edges in different layers of the image (as a 3D effect), tons of scientific papers are flying to the edges.

ChatGPT



The illustration you requested is ready, depicting a human brain on the right and a machine brain on the left against a black background, with a 3D effect of scientific papers flying towards the edges.



< 2 / 2 >

ANEXO I – Prompt e resultados obtidos no ChatGPT para segunda versão de capa da revista 1

MA

You

I want a simple illustration with a 3D-aspect and a black background following the next briefing:

- It needs to represent a human fertilization happening outside the body.
- It need to be simple without a lot of elements;
- It could have a tone fo scientific research, laboratory, etc

GPT

ChatGPT

Here is a simple 3D-style illustration representing human fertilization happening outside the body, set against a black background. The design focuses on the fertilization process within a petri dish.



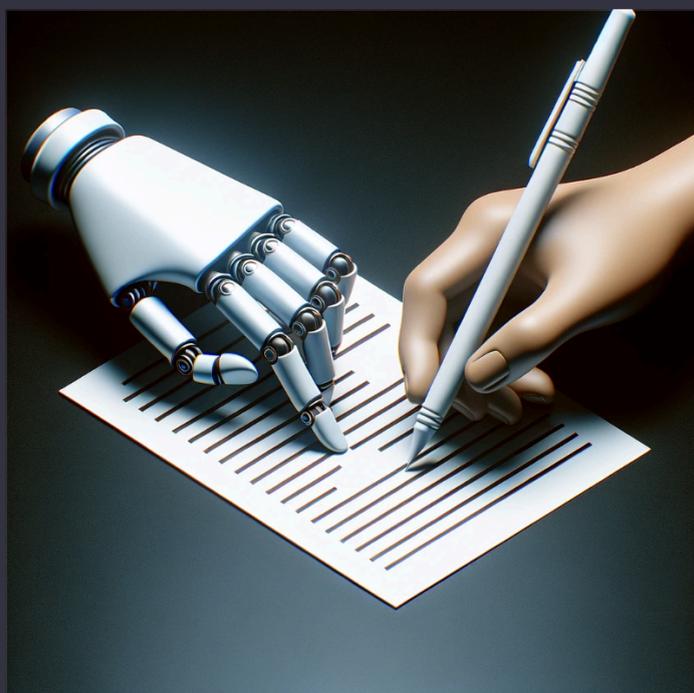
ANEXO J – *Prompt* e resultados obtidos no ChatGPT para segunda versão de capa da revista 2

MA

You

I want a simple illustration with a 3D-aspect and a black background following the next briefing:

- Two hands writing down an article: one is a human hand and the other one is a robot hand supporting the human.

**ChatGPT**

The illustration is ready, featuring a human hand and a robotic hand working together to write an article, set against a black background with a 3D aspect.

< 2 / 2 >



ANEXO K – Roteiro de perguntas do segundo ciclo de entrevistas

Tempo sugerido: 45 minutos

Introdução da gravação: Antes mesmo de começarmos, gostaria de te perguntar se tudo bem a reunião ser gravada. A gravação ficará guardada comigo e servirá apenas para fins de consulta pessoal, não ficando vinculada à dissertação ou sendo publicada em nenhum tipo de canal.

Introdução geral: Olá! A ideia é que hoje a gente dê continuidade na conversa sobre IA Generativa no fazer científico. Os insights que obtive no ciclo anterior foram muito valiosos, e serviram para que eu criasse dois artefatos especulativos simulando uma capa da revista Science no ano de 2033. Cada capa representa um cenário que caminhou para direções diferentes, e a ideia é mapear quais são as suas percepções sobre elas. O que acha? Vale ressaltar que não há certo ou errado em nenhuma das respostas, e que essa conversa não é de nenhuma forma uma avaliação. Estou aqui apenas para coletar percepções que alimentem o escopo da minha pesquisa.

Sobre a capa 1

- Quais são as suas primeiras impressões sobre a capa?
- Qual matéria te chamou mais atenção? Por quê?
- Você consegue descrever como é o cenário geral da época desta revista?
- O que você imagina de vantagens nesse cenário?
- O que te preocupa nesse cenário?

Sobre a capa 2

- Quais são as suas primeiras impressões sobre a capa?
- Qual matéria te chamou mais atenção? Por quê?
- Você consegue descrever como é o cenário geral da época desta revista?
- O que você imagina de vantagens nesse cenário?
- O que te preocupa nesse cenário?

Finalização:

- Qual o sentimento que fica após o exercício?
- O que achou comparando os dois ciclos de entrevistas nos quais participou?
- Você tem algum comentário adicional que gostaria de compartilhar?

Muito obrigado pela participação nos dois ciclos de entrevistas. Te desejo um ótimo final de ano e um 2024 repleto de realizações.