

Capítulo

1

Sistemas de Informação além do Sociotécnico: Explorando o Entrelaçamento entre IA e Humanos com Design Especulativo

Marcelo S. Loutfi¹, Gabriel M. G. Souza¹, Fabiano F. Ramos¹, Thaís S. D. Ferreira¹, Sean W. M. Siqueira¹

¹PPGI / Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

[marcelo.loutfi,gabriel.melo,fabiano.ramos,thais.deluca]@edu.unirio.br,
sean@uniriotec.br

Abstract

This chapter examines the foundations and practical applications of Speculative Design, emphasizing its potential to reimagine the relationship between technology, ethics, and social inclusion. Unlike traditional approaches such as Design Thinking, Speculative Design stands out by envisioning possible futures, fostering critical reflection on the social, cultural, and environmental impacts of technological innovations. The text presents a speculative design model, along with the tools used in a workshop to construct future scenarios, analyze their implications, and propose innovative and ethical IT solutions.

Resumo

Este capítulo examina os fundamentos e as aplicações práticas do Design Especulativo, enfatizando seu potencial para reimaginar a relação entre tecnologia, ética e inclusão social. Diferentemente de abordagens tradicionais, como o Design Thinking, o Design Especulativo se destaca por projetar futuros possíveis, promovendo uma reflexão crítica sobre os impactos sociais, culturais e ambientais das inovações tecnológicas. O texto apresenta um modelo de design especulativo, bem como as ferramentas utilizadas em um minicurso para a construção de cenários futuros, a análise de suas implicações e a proposição de soluções de TI inovadoras e éticas.

1.1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) não está mais confinada a sistemas externos: ela já se integra às nossas práticas, aos nossos sentidos e às nossas decisões. Está presente em terapias

digitais, na escrita de código, em relacionamentos mediados por algoritmos e em julgamentos judiciais. Essa presença íntima reconfigura o que entendemos por corpo, afeto, conhecimento e justiça. Diante desse cenário, uma questão se impõe: **Será que estamos preparados para projetar Sistemas de Informação (SI) que reconheçam e enfrentem os dilemas éticos e sociais dessa integração?**

Este minicurso convida alunos, professores, pesquisadores e profissionais da indústria a enfrentar esses dilemas por meio de uma experiência prática e colaborativa. Serão utilizadas ferramentas desenvolvidas em nossas pesquisas de Design Especulativo [Dunne and Raby 2024], como a Lousa Sociotécnica, que amplia a compreensão da realidade sociotécnica, possibilitando mapear cenários e especular sobre suas implicações. Complementarmente, será explorado o Cyborg AI, um chatbot desenvolvido para instigar reflexões críticas sobre os limites e os desdobramentos da tecnologia em sua complexidade, estimulando a formulação de soluções que ultrapassem as abordagens tradicionais.

O objetivo deste minicurso é sensibilizar os participantes para os dilemas éticos, sociais e técnicos decorrentes da utilização da IA em SI em diferentes contextos (“Terapia Mediada por IA”, “Produção de Código Mediada por IA”, “Companheiros Artificiais” e “IA e Justiça Algorítmica”), suscitando reflexões sobre futuros pós-humanos [Haraway 2013] e incentivando a elaboração de requisitos que transcendam a dimensão meramente sociotécnica, incorporando a complexidade do entrelaçamento entre humanos e tecnologias.

1.2. Fundamentação Teórica

1.2.1. Design Especulativo

O design, em seus diversos campos e práticas, dedica-se a projetar intervenções que transformam mundos possíveis, mobilizando conhecimentos técnicos, sociais e estéticos para orientar ações no presente. Trata-se de uma prática situada, relacional e orientada por intenções, que pode ser focada em resolver problemas imediatos, como no Design Thinking, ou dedicada a investigar possibilidades de transformação a longo prazo, como em algumas perspectivas de Design Orientado para o Futuro.

O design orientado para o futuro, parte do pressuposto de que todos os designs, em essência, moldam o futuro. No entanto, as abordagens de design são frequentemente heterogêneas, o que pode torná-las difíceis de compreender, pois variam em suas orientações e objetivos. As fronteiras entre as abordagens de design são flexíveis, pois práticas diferentes se sobrepõem e evoluem em conjunto [Mitrović et al. 2021]. Com isso, o design orientado para o futuro é um campo em constante revisão, no qual papéis, objetivos e métodos são continuamente reavaliados. A Figura 1.1 ilustra como diferentes abordagens de design se conectam nesse ecossistema.

O Design Especulativo ocupa uma posição central no conjunto das práticas de design orientado para o futuro. Essa abordagem explora possibilidades e provoca mudanças ao construir uma visão crítica sobre os impactos sociais, culturais, políticos e ambientais da interação entre humanos, tecnologia e o ambiente. Essa abordagem se nutre de múltiplas perspectivas teóricas, ampliando sua profundidade analítica e fortalecendo sua aplicabilidade. O resultado é um mosaico articulado de práticas, capaz de alimentar a es-

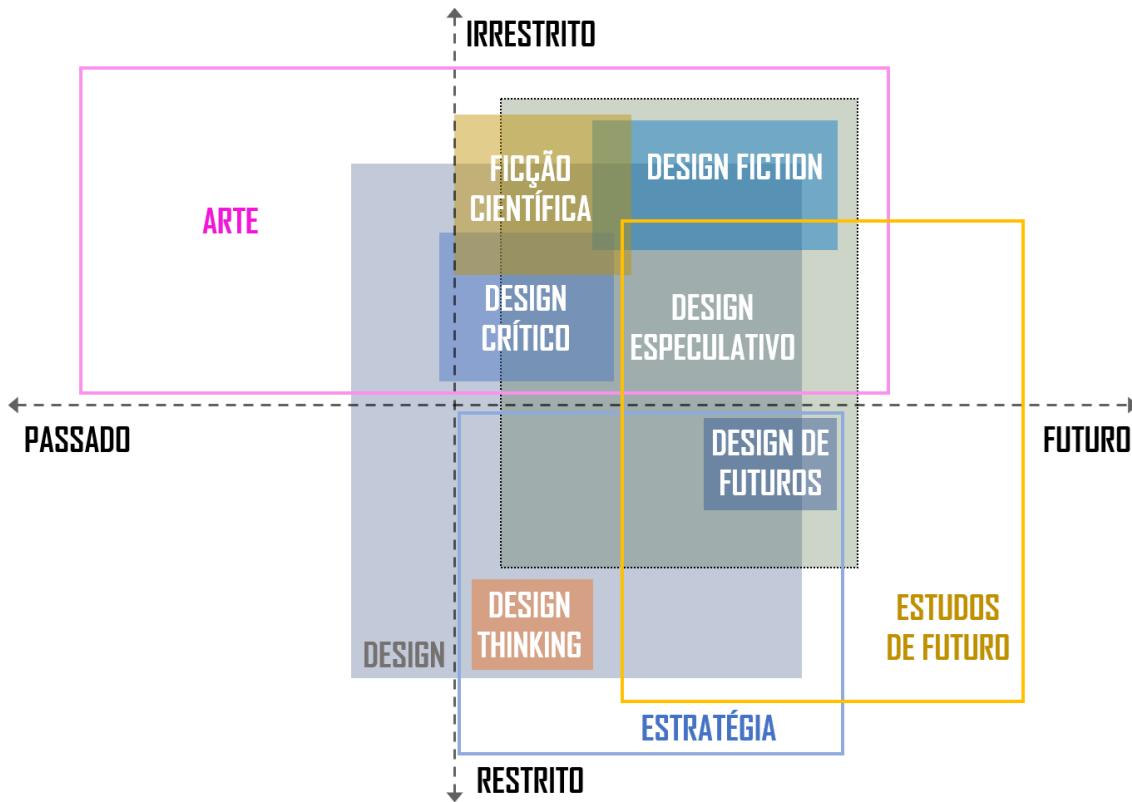


Figura 1.1. Perspectivas de Design Orientado para o Futuro

peculação sobre futuros possíveis e orientar reflexões sobre transformações sociotécnicas emergentes.

A Teoria Crítica [Bardzell and Bardzell 2013], por exemplo, apoia o Design Especulativo ao fornecer ferramentas para analisar e questionar estruturas sociais, culturais e tecnológicas dominantes [Malpass 2019]. Essa base teórica permite que o Design Especulativo crie artefatos que transcendem funções utilitárias, promovendo reflexões éticas e sociais sobre inovações tecnológicas. Ao adotar uma postura crítica, o Design Especulativo desafia normas sociais e convida o público a imaginar alternativas aos sistemas de poder e consumo estabelecidos. Além disso, ele propõe uma crítica ao *status quo* [Malpass 2019], utilizando o *design* como uma prática política que contesta as normas de consumo e produção, destacando como as tecnologias, quando moldadas por interesses capitalistas, frequentemente reforçam desigualdades sociais e econômicas [Forlano and Halpern 2023]. Dessa forma, o Design Especulativo oferece visões de futuros mais equitativos e sustentáveis [Pasa and Sinni 2024], como exemplificado no estudo de Rafael et al. (2023) sobre capitalismo de vigilância [Zuboff 2019].

Já a ficção é um componente essencial do Design Especulativo. Dunne e Raby (2024) utilizam narrativas especulativas para criar protótipos que atuam mais como experimentos de pensamento do que como soluções práticas, permitindo que futuros alternativos sejam explorados, expandindo a compreensão das implicações de tecnologias emergentes.

A interseção entre Design Fiction, Design Crítico e Design Especulativo permite articular imaginação artística e análise crítica, ampliando a capacidade de explorar cenários futuros e antecipar possíveis desdobramentos sociais e éticos das decisões tomadas no presente. No eixo menos restrito, o Design Especulativo aproxima-se de uma abordagem mais artística, na qual se imaginam cenários e estruturas incomuns para provocar, tensionar e desafiar pressupostos consolidados.

Quando se desloca para o eixo mais restrito, o Design Especulativo se apoia na projeção e na antecipação estratégica [Hines et al. 2006]. Nesse espectro, os Estudos do Futuro fornecem métodos para analisar tendências, incertezas e cenários potenciais [Candy and Dunagan 2017]. Tais métodos permitem extrapolar efeitos de longo prazo das tecnologias, construindo futuros plausíveis que evidenciam considerações éticas e potenciais consequências inesperadas. O propósito não é prever o futuro, mas estimular um diálogo crítico e estratégico de trajetórias possíveis [Milojević and Inayatullah 2015].

1.2.2. O paradigma da Bifurcação da Dimensão Moderna

O chamado paradigma da bifurcação da natureza resulta do dualismo cartesiano, no qual Descartes estabelece que a realidade e a existência são formadas por duas substâncias independentes: a res extensa, correspondente ao mundo físico e material, e a res cogitans, associada ao pensamento e à subjetividade. A ciência moderna herda essa cisão, atribuindo centralidade ao sujeito cognoscente e reduzindo a natureza a um domínio exterior, inerte e disponível para manipulação. A figura 1.2 apresenta a estrutura fundamental do paradigma moderno da bifurcação entre natureza e cultura.



Figura 1.2. Paradigma da Bifurcação Natureza / Cultura

Nessa visão, o mundo é dividido em dois domínios ontológicos distintos. De um lado, a natureza é associada ao objeto: um polo concebido como passivo, estático, físico e material. De outro lado, a cultura é vinculada ao sujeito: ativo, dinâmico, mental e imaterial. Essa separação estrutura a chamada “dimensão moderna”, sustentando a ideia de que existem esferas puras e independentes, uma referente aos fatos objetivos e outra às interpretações, significados e ações humanas. Esse arranjo conceitual moldou profundamente a ciência moderna e as formas de compreender o mundo, autorizando a noção de que o natural é exterior ao humano e que o sujeito cognoscente ocupa uma posição privilegiada para observar, conhecer e dominar esse mundo.

Whitehead (1920) comprehende que essa divisão é artificial, ainda que tenha sido aceita pela modernidade. Para ele, os fenômenos que compõem o mundo não podem ser

divididos em realidades matematicamente puras e experiências subjetivas relegadas ao domínio privado: ambos são aspectos de processos relacionais que compõem os eventos da existência.

Bruno Latour aprofunda essa crítica ao demonstrar que a modernidade jamais conseguiu sustentar a pureza da divisão entre natureza e sociedade. Para ele, ambos os domínios foram produzidos simultaneamente, por meio de práticas que, ao mesmo tempo, purificam e hibridizam o mundo [Latour 2012]. Essa mesma lógica de purificação e separação sustenta regimes de verdade e práticas institucionais que estabilizam certos fenômenos como naturais, enquanto relegam outros ao campo do social, do subjetivo ou do opinável [Latour 2012].

Esse efeito aparece, por exemplo, na própria organização das disciplinas acadêmicas: conteúdos como algoritmos e programação tendem a ser classificados como “técnicos” ou “exatos”, enquanto áreas como Informática e Sociedade ou ética são tratadas como campos externos, sociais ou complementares; como se não integrassem o mesmo ecossistema sociotécnico. Esse descompasso entre disciplinas técnicas e sociotécnicas reforça a bifurcação moderna ao isolar técnica e sociedade em domínios distintos, quando, na prática, estão intrinsecamente enredadas.

Latour critica a suposição moderna de que o mundo natural é exterior ao social e, por isso, seria inerte, desprovido de agência e ontologicamente neutro; uma compreensão que muitas vezes se estende à própria tecnologia. Nesse arranjo, a sociedade e, sobretudo, a excepcionalidade humana são tomadas como as únicas fontes legítimas de agência e transformação da realidade sociotécnica. Tanto para ele, quanto para Whitehead, a realidade é constituída por relações, composições e misturas; e não por domínios ontológicos isolados ou purificados.

Ao incorporar as críticas de Whitehead, Latour e de outros filósofos contemporâneos, torna-se possível rejeitar a ideia de neutralidade tecnológica e da separação artificial entre técnica, sociedade e natureza. É justamente por isso que adotamos deliberadamente a noção latouriana de **actante** em lugar das categorias tradicionais de “ator” humano, que costumamos utilizar na engenharia de software ou “personas” utilizadas em storytelling. Um actante é qualquer entidade (humana ou não humana) dotada de agência, isto é, capaz de produzir diferenças, interferências e transformações nos fenômenos que compõem a realidade. Portanto, ao rejeitarmos a ideia de neutralidade tecnológica e reconhecermos a tecnologia como parte constitutiva das redes sociotécnicas, entendemos que todo artefato tecnológico atua como um actante. Ele age em conjunto com outros elementos e participaativamente da configuração dos mundos que habitamos.

1.2.3. O Hibridismo com o Ciborgue da Haraway

A crítica ao modelo bifurcado que estruturou a Modernidade é radicalizada por Haraway (2013). Enquanto muitos autores evidenciam a artificialidade da separação entre natureza e cultura no plano epistemológico, Donna Haraway demonstra que essa bifurcação também se inscreve materialmente nos corpos. Uma vez que a modernidade cartesiana separou mente e corpo, sujeito e objeto, natureza e sociedade, Haraway revela que essa divisão tornou-se um dispositivo de produção de identidades e normatividades corporais. Para Haraway, a fronteira entre o natural e o artificial deixa de ser apenas uma explicação

sobre o mundo e passa a operar como um mecanismo de controle que determina quem pode existir, de que modo e sob quais condições.

A partir disso, Haraway questiona radicalmente o que chamamos de “natural”. E se o natural não fosse uma essência, mas uma narrativa criada para preservar determinadas fronteiras? A crença de que o natural é puro, fixo e intocado sustenta julgamentos cotidianos sobre corpos modificados; sejam próteses, hormônios, silicone, cirurgias, aparelhos dentários, implantes ou anabolizantes. Sempre que alguém altera o próprio corpo, surge o rótulo: “isso não é natural”. Mas essa distinção resiste ao escrutínio? Em que medida algum de nós poderia reivindicar uma condição genuinamente “natural” quando todo corpo é constantemente moldado por tecnologias, discursos, ambientes, medicamentos, normas sociais e práticas materiais?

Haraway inspira-se na ficção científica para apresentar ciborgues que dissolvem fronteiras entre gêneros, espécies, artefatos e materialidades. Por isso, ela os define como criaturas de realidade social e também de ficção. A metáfora do ciborgue rejeita a ideia moderna de que humanos pertencem exclusivamente ao domínio da “natureza”, enquanto máquinas habitam o território do “artificial”. Em sua leitura, essa divisão nunca descreveu adequadamente o mundo. Somos híbridos desde sempre: compostos por linguagens, ferramentas, próteses, medicamentos, algoritmos, bactérias domesticadas e sistemas técnicos que moldam nossos corpos e identidades.

O ciborgue, portanto, não deve ser compreendido como um organismo futurista, mas como uma lente analítica que evidencia o caráter fluido e composto de nossas identidades. Nada em nós permanece fixo: somos processos em contínuo acoplamento, devir e atualização. Assim, a pergunta deixa de ser sobre “o que somos?” e passa a ser sobre “com quem nos tornamos?”. Com esse movimento, Haraway transfere o foco da essência para a relação e da substância para a mediação, revelando identidades constituídas por interações, conexões e hibridizações permanentes. Essa inflexão nos leva a reconhecer que as tecnologias não atuam como elementos externos ao humano, mas como forças constitutivas que moldam e são moldadas nas relações que estabelecemos, sendo participantes ativos na produção de alianças, cocriação e formas de convivência que antes não existiam e produzindo arranjos multiespécies inéditos.

Assim como humanos coevoluem com cães, gatos, cavalos e outras espécies, formando aquilo que Haraway denomina espécies companheiras [Haraway 2003], também se constituem mutuamente a partir dessas relações. Nessas convivências, nenhum dos lados permanece o mesmo: hábitos, afetos, comportamentos e modos de existir são continuamente moldados pelas presenças recíprocas. Trata-se de uma co-constituição na qual humanos e outros seres se tornam quem são por meio das interações que mantêm. De modo análogo, as tecnologias que desenvolvemos não operam como meras ferramentas externas. Elas participam ativamente da formação de práticas, capacidades e modos de vida, transformando gestos, percepções, ritmos e formas de agir no mundo. Ferramentas, máquinas e sistemas técnicos integram redes de coevolução nas quais humanos e artefatos tornam-se mutuamente configurados, ampliando o horizonte do que significa “tornar-se com” em um mundo crescentemente mediado por tecnologias.

A computação ubíqua exemplifica esse cenário ao dissolver as fronteiras entre o ambiente, o corpo e a informação. Sensores, assistentes inteligentes e objetos computa-

cionais infiltram-se na rotina cotidiana, compondo ecologias híbridas em que humanos, algoritmos, dispositivos e infraestruturas atuam como parceiros interdependentes. Da mesma forma, a inteligência artificial generativa introduz modos de coautoria distribuída, em que textos, imagens e decisões emergem de processos compartilhados entre humanos e sistemas não humanos. Trabalhar, comunicar, criar ou aprender passa a envolver negociações contínuas com agentes algorítmicos que respondem, influenciam e redirecionam a ação humana, ampliando ainda mais o horizonte das formas de tornar-se com, que Haraway convoca.

Mas Haraway não romantiza essa condição híbrida. Ela insiste que toda tecnologia é também um campo de disputa. Quem projeta e controla os aparatos mais avançados? Quem se beneficia deles e quem fica exposto às suas formas de vigilância, extração e controle? Que futuros se tornam possíveis, e quais são interditados, quando certos corpos têm acesso desigual a tecnologias emergentes?

1.2.4. Porque precisamos refletir sobre o Entrelaçamento Entre IA e Humanos

Estudos recentes demonstram que a IA desafia concepções tradicionais de agência e autonomia. Na educação superior, agentes de IA integrados ao cotidiano acadêmico têm gerado tensões éticas relacionadas à autoria, à distribuição da agência e à preservação da criticidade [Chaabán 2025]. Ao operarem como sistemas opacos, esses agentes exigem novos parâmetros de responsabilidade e transparência, evidenciando a necessidade de rever os pressupostos sobre o controle humano em ambientes mediados por algoritmos.

Os debates sobre aprimoramento humano reforçam esse cenário. O transumanismo aposta no aperfeiçoamento das capacidades humanas por meio de intervenções neurotecnológicas, enquanto perspectivas pós-humanistas sustentam que tais estratégias não enfrentam os limites estruturais da condição humana [Neubauer 2021]. Nesse quadro, ganha força a tese de que apenas formas avançadas de IA, frequentemente chamadas de “superinteligências”, poderiam lidar com desafios planetários complexos, deslocando a centralidade humana na tomada de decisões. Como discute Bolter (2016), isso requer superar pressupostos clássicos da cultura ocidental e abandonar fronteiras rígidas entre humano, animal e máquina, permitindo um regime epistemológico não antropocêntrico.

No campo da filosofia da mente e da emoção, Larrivee (2020) argumenta que dispositivos afetivos baseados em IA, ao simular ou modular emoções humanas, produzem uma ontologia da adaptação contínua, na qual o sujeito é concebido como maleável e permanentemente ajustável às demandas tecnológicas. Essa dinâmica reforça premissas pós-humanistas, mas também fragiliza a estabilidade conceitual do “anthropos”, tornando mais difícil delimitar o que caracteriza a vida humana em meio a ambientes híbridos.

Diante desses processos, torna-se insuficiente analisar separadamente a ótica da máquina, do indivíduo ou a oposição natural/artificial. O fenômeno exige uma abordagem emaranhada, pois práticas intelectuais, emocionais e sociais são moduladas por algoritmos que reorganizam a experiência de maneira discreta, contínua e altamente eficaz. A IA não opera à margem da subjetividade; ela co-participa de sua constituição e, em determinados contextos, orienta ou captura modos de sentir, pensar e agir [Loutfi 2024].

Refletir sobre esse entrelaçamento significa reconhecer que a IA codifica valores,

pressupostos e estruturas de poder. Ela redefine critérios de visibilidade, risco, eficiência e normalidade, moldando possibilidades de ação individuais e coletivas.

A figura do ciborgue revela que os humanos sempre foram seres híbridos, produzidos em redes de práticas, dispositivos, discursos e tecnologias. Haraway (2020) mostra que “onde termina o humano e onde começa a máquina” é uma pergunta cada vez mais sem sentido, dada a promiscuidade entre corpos, artefatos, fluxos informacionais e sistemas técnicos que nos constituem. A IA radicaliza essa condição ao levar a hibridização para o campo cognitivo, comunicacional e decisório, aproximando-se de funções que tradicionalmente sustentavam a singularidade humana, como: interpretação, criação, previsão, aconselhamento, julgamento.

A figura do ciborgue também nos leva a considerar que a IA não ameaça o humano a partir de fora; ela revela a artificialidade das noções que sustentavam o próprio humano. Em vez de perguntar o que a IA fará conosco, é necessário perguntar que tipo de humanidade estamos dispostos a construir quando parte da cognição, do cuidado, da criação e da tomada de decisão ocorre em sistemas híbridos. O entrelaçamento nos obriga a enfrentar a distribuição de responsabilidades em redes sociotécnicas, a reconhecer dependências mútuas e a problematizar os regimes de autoridade que emergem quando algoritmos participam da definição do que conta como verdadeiro, relevante ou legítimo.

Finalmente, refletir sobre esse entrelaçamento é uma tarefa ética e epistemológica [Barad 2007]. Ética, porque as decisões inscritas em sistemas de IA incidem diretamente sobre vidas humanas, corpos vulneráveis e coletividades historicamente marginalizadas. Epistemológica, porque a IA remodela os modos de conhecer e interpretar o mundo, alterando as condições de produção do próprio saber. Nesse cenário, o ciborgue torna-se não um símbolo de um futuro distante, mas a descrição mais fiel do presente: um presente em que humanos e máquinas não coexistem como unidades separadas, mas coemergem em arranjos instáveis que exigem vigilância crítica, imaginação política e responsabilidade compartilhada [Haraway et al. 2000].

1.2.5. Temas de Interesse relacionados ao Ciborgue

A Tabela 1.2.5 apresenta uma síntese estruturada dos principais temas trabalhados por Donna Haraway em sua reflexão sobre tecnologia, humanidade, política e ontologias híbridas. Para cada tema, são fornecidos dois tipos de exemplos: um exemplo cotidiano, que demonstra como o fenômeno se manifesta em situações comuns da vida diária, e um exemplo envolvendo tecnologia, evidenciando como tais questões emergem em ecologias tecnocientíficas contemporâneas. A última coluna oferece um resumo sobre a relevância de cada tema.

Compreender os temas desenvolvidos por Donna Haraway é reconhecer que vivemos em arranjos sociotécnicos nos quais nenhuma fronteira moderna permanece estável. Haraway mostra que categorias que por séculos sustentaram nossa compreensão do mundo já não conseguem organizar a experiência contemporânea. Logo no início de sua análise, ela afirma que:

“a fronteira entre o humano e o animal está completamente rompida” (p. 42, L1–2)

ID	Tema	Exemplo Cotidiano	Exemplo com Tecnologia	Por que Devemos Entender Isso?
1	Crítica às fronteiras modernas	A pessoa alimenta micro-organismos e, ao mesmo tempo, depende deles para a saúde digestiva.	A pessoa edita seu rosto com filtros, gera versões de si idealizadas com IA e as usa socialmente.	Mostra que humano, organismos e máquina não são esferas separadas; nossa vida é coconstruída com tecnologias e espécies companheiras.
2	Identidades como efeitos sociotécnicos	No trabalho, alguém é rígido e assertivo. Em casa é sensível e tímido.	Usuário que só se expressa bem quando escreve com apoio da IA.	Ajuda a compreender que identidades não são naturais; são moldadas por interfaces, plataformas e arranjos sociotécnicos.
3	Alianças por afinidade	Ciclistas, pais e entregadores unidos por mobilidade urbana.	Criadores, professores e motoristas unidos contra ranqueamentos injustos.	As lutas políticas hoje surgem de problemas compartilhados, não de identidades fixas; amplia possibilidades de solidariedade.
4	Crítica ao militarismo e capital tecnocientífico	Brinquedos que coletam dados das crianças.	IA para currículos usada também para selecionar alunos militares.	Evidencia como tecnologias comuns estão conectadas a redes de vigilância, lucro e controle, revelando suas inscrições políticas.
5	Saberes situados	Mãe percebe febre do filho antes do termômetro.	IA treinada só com inglês exclui populações inteiras.	Demonstra que conhecimento nasce de corpos e contextos; reconhecer isso evita vieses e injustiças tecnológicas.
6	Ciborgue como liberação	Pessoa com deficiência usa prótese inteligente e amplia autonomia.	Pessoa com dislexia usa IA para ler e estudar com autonomia.	Revela que corpos e capacidades podem ser reinventados; tecnologias podem ampliar vidas marginalizadas.
7	Ciborgue como imaginação política	Artista cria performance com sensores corporais.	Escritor imagina futuros com IA generativa.	Abre espaço para imaginar mundos alternativos, mais inclusivos e criativos, rompendo limites herdados.
8	Desmontagem do “natural”	Mulheres fortes desafiam mito da fragilidade com apps de treino.	IA gera imagens enviesadas (mulheres delicadas, homens fortes), revelando viés cultural.	Ajuda a desmontar desigualdades justificadas como “naturais”, mostrando que gênero é prática sociotécnica.
9	Política do não-retorno ao Natural	Pessoa tenta viver sem celular e não consegue acessar serviços essenciais.	Escola ou empresa exige uso de IA, excluindo quem tenta evitar tecnologia.	Mostra que não há retorno ao pré-tecnológico; precisamos habitar criticamente a tecnocultura.
10	Hibridismos inesperados	Agricultura orgânica com sensores e drones.	Chef usa IA para criar receitas híbridas personalizadas.	Revela que “natural” e “tecnológico” sempre estiveram misturados; exige novas formas de pensar responsabilidade e prática.
11	Construção material do poder	Escada rolante parada exclui pessoas com mobilidade reduzida.	Portaria com biometria controla quem entra e quem é barrado.	Mostra que poder está inscrito em infraestruturas e códigos; injustiças aparecem no material, não só no discurso.
12	Multiespécies e coabitAÇÃO	Plantas definem organização da casa e rotinas.	IA ajusta irrigação, temperatura e luz para plantas e animais domésticos.	Ensina que vivemos com outras espécies; decisões, rotinas e espaços são coconstruídos, sustentando ética de cuidado.

Tabela 1.1. Temas abordados por Haraway

indicando que elementos tradicionalmente usados para diferenciar espécies não oferecem mais justificativas sólidas.

A autora reforça esse argumento ao afirmar que

“a linguagem, o uso de instrumentos, o comportamento social, os eventos mentais” já não conseguem “estabelecer, de forma convincente, a separação entre o humano e o animal” (p. 42, L4–12).

Essa mudança revela uma transformação profunda da forma como pensamos o estatuto do humano e suas relações com outras formas de vida.

A instabilidade das fronteiras aparece também na relação entre organismos e máquinas. Haraway observa que as tecnologias contemporâneas tornaram

“completamente ambígua a diferença entre o natural e o artificial, entre a mente e o corpo” (p. 42, L25–28).

Elá descreve de maneira ainda mais radical a circulação de “bits e bytes [...] entre corpos humanos e corpos elétricos”, criando “corpos humano-elétricos” (p. 13, L27–29).

Esses trechos mostram que a modernidade não é capaz de sustentar fronteiras nítidas entre natureza e técnica, pois a vida contemporânea é constituída por fluxos híbridos que atravessam materiais, práticas culturais e infraestruturas digitais. Com isso, o ciborgue emerge como figura que revela a composição de mundos nos quais o orgânico e o maquinico se tornam inseparáveis.

A partir dessa instabilidade ontológica, torna-se evidente que identidades não podem ser compreendidas como essências naturais. Haraway explica que aquilo que chamamos de

“experiência das mulheres”

é

“tanto uma ficção quanto um fato do tipo mais crucial, mais político” (p. 36, L7–15).

Essa formulação evidencia que identidades são produzidas em redes de práticas, discursos e tecnologias. O manifesto reforça essa ideia ao afirmar que “a imagem do ciborgue nos estimula a repensar a subjetividade humana” (p. 13, L13–14) e ao descrever criaturas tecno-humanas que “agem como um humano”, embora não possam ser atribuídas a “nenhuma interioridade” (p. 13, L28–31). Essa análise torna visível que identidades são efeitos sociotécnicos, configurados pela interação entre corpos, artefatos e instituições.

Ao perceber identidades como efeitos históricos e materiais, torna-se possível compreender novas formas de coletividade. Haraway discute movimentos feministas que produzem ficções políticas capazes de unir sujeitos diversos em torno de objetivos comuns (p. 36, L7–15). Essa proposta permite pensar alianças por afinidade, em vez de alianças baseadas em pertencimentos supostamente naturais. Para a autora, essas alianças emergem de problemas compartilhados e de relações situadas que conectam humanos,

máquinas, ambientes e outras espécies. Essa política é pragmática, criativa e voltada à formação de coalizões capazes de enfrentar desafios sociotécnicos complexos.

Haraway também apresenta uma crítica contundente ao militarismo e ao capital tecnocientífico. Quando afirma que “a guerra moderna é uma orgia ciborguiana” sustentada pelo complexo C3I de comando, controle, comunicação e inteligência que movimenta bilhões de dólares (p. 37, L30–34), evidenciando como tecnologias estruturam dinâmicas de vigilância, violência e controle. Além disso, ao mencionar “máquinas de guerra melhoradas” e “soldados e astronautas quase ‘articiais’” (p. 13, L23–25), Haraway mostra que o desenvolvimento tecnocientífico redefine corpos e capacidades humanas. Esses elementos revelam que o poder opera materialmente por meio de infraestruturas, códigos e artefatos que moldam as condições de vida.

Outro ponto central do manifesto é a crítica à noção de naturalidade. Haraway discute clonagens, próteses, enxertos, realidades virtuais e outros processos que produzem seres híbridos e desafiam qualquer distinção entre o que seria natural e artificial. Ela menciona “seres portadores de órgãos ‘articiais’” e “seres geneticamente modificados” (p. 13, L18–20). Essa multiplicidade de práticas evidencia a necessidade de abandonar expectativas de pureza e de reconhecer que a vida contemporânea é feita de composições materiais sempre em transformação. Dessa perspectiva decorre a ideia de que não há retorno a um estado anterior à tecnocultura. Vivemos entre artefatos, códigos e infraestruturas que contribuem para definir rotinas, valores e relações sociais.

O manifesto também amplia a forma como pensamos as relações multiespécies. Haraway descreve um “estreito acoplamento” entre humanos e animais (p. 42, L26–29), revelando que a convivência entre espécies é constitutiva de nossas práticas sociais e que pensar o ciborgue implica reconhecer a presença de múltiplas formas de vida na produção do mundo. Essa perspectiva convida a imaginar uma ética de responsabilidade compartilhada entre humanos, máquinas e outras espécies.

Com todos esses elementos, fica claro que os temas apresentados por Haraway são fundamentais para compreender ecossistemas sociotécnicos em que fronteiras são instáveis, identidades são construídas e tecnologias operam como agentes de poder, cuidado, exclusão e criação. O ciborgue, entendido como figura conceitual e política, abre caminhos para imaginar futuros possíveis e para analisar criticamente o presente em que humanos, máquinas e outras espécies constroem o mundo conjuntamente.

1.3. Sociotechnical Entanglement Framework

O *Sociotechnical Entanglement Framework* (SEF) é um framework teórico-metodológico, desenvolvido no contexto da tese de doutorado de Marcelo Loutfi, defendida em outubro de 2025. Este framework vem sendo aplicado em oficinas de Design Especulativo, apoiado por um conjunto de ferramentas elaboradas para atender às demandas específicas de cada oficina.

A finalidade do SEF é promover um engajamento crítico com os futuros possíveis das redes sociotécnicas, orientando intervenções sensíveis aos impactos éticos, sociais e materiais das tecnologias.

As bases teóricas do SEF dialogam com metodologias de prospectiva estratégica,

como o *Futures Triangle* [Cruz et al. 2023], mas ampliam tais abordagens ao incorporar uma perspectiva sociotécnica centrada na relação entre actantes e não centrada no humano. Esse enquadramento reconhece que humanos, tecnologias, instituições e outros atores estão entrelaçados na coconstrução dos futuros possíveis, o que exige refletir sobre a tecnologia enquanto mediadora da nossa relação com o mundo e sobre como a tecnologia ressignifica essa mediação. Mais detalhes sobre o embasamento teórico do SEF podem ser encontrados na tese.

As três perguntas fundamentais que estruturam o SEF (Onde estamos? Para onde estamos indo? Para onde queremos ir?), ilustradas na Figura 1.3, compõem o seu eixo conceitual e orientam o processo de especulação e planejamento. Elas servem como dispositivos reflexivos que permitem situar o presente, apreender dinâmicas de futuro e projetar intervenções mais responsáveis.

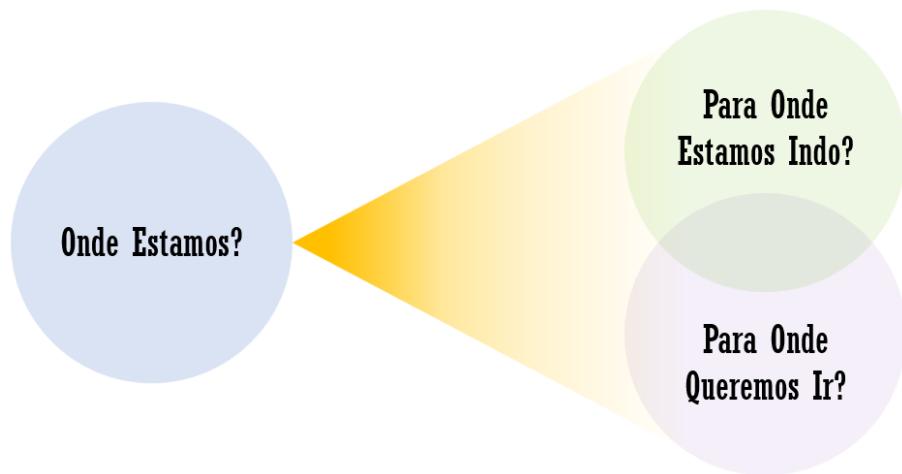


Figura 1.3. Esquema das Três Perguntas Fundamentais

Essas perguntas orientam a retirada da centralidade no humano, promovendo um design centrado nas relações e alinhado à perspectiva do design-mais-que-humano (DMqH) [Giaccardi et al. 2025].

A primeira pergunta, “**Onde estamos?**”, situa o presente a partir de uma perspectiva relacional, assumindo que o fenômeno analisado emerge de redes sociotécnicas e ecologias emaranhadas. Precisamos, portanto, entender o cenário em curso, pois ele é o ponto de partida para o processo especulativo.

A segunda pergunta, “**Para onde estamos indo?**”, direciona o olhar para uma projeção de futuro que não se limita às necessidades humanas. O interesse recai também sobre outros atores envolvidos, e sobre as dinâmicas e forças que impulsionam, resistem, convergem ou divergem em múltiplas direções. As tendências são compreendidas como efeitos emergentes das relações mapeadas no ponto de partida, e não como vetores externos ao sistema.

A terceira pergunta, “**Para onde queremos ir?**”, é formulada como uma questão de *design*: quais valores devem orientar as transformações futuras e de que modo esses valores podem ser incorporados, de forma situada e relacional, ao design dos sistemas so-

ciotécnicos? Essa abordagem convoca princípios éticos e mais-que-humanos como guias para imaginar e construir mundos possíveis.

Em muitos contextos, há uma interseção entre o futuro delineado pelas tendências e o futuro desejado: certos sinais do presente podem apontar para direções compatíveis com valores éticos. Contudo, essa convergência nem sempre ocorre. Quando as trajetórias emergentes indicam futuros indesejáveis ou desalinhados com princípios mais-que-humanos, torna-se necessária uma intervenção deliberada para reorientar o curso das transformações. É à partir disso, que as três perguntas norteadoras consolidam a formulação final do SEF, apresentada na Figura 1.4.

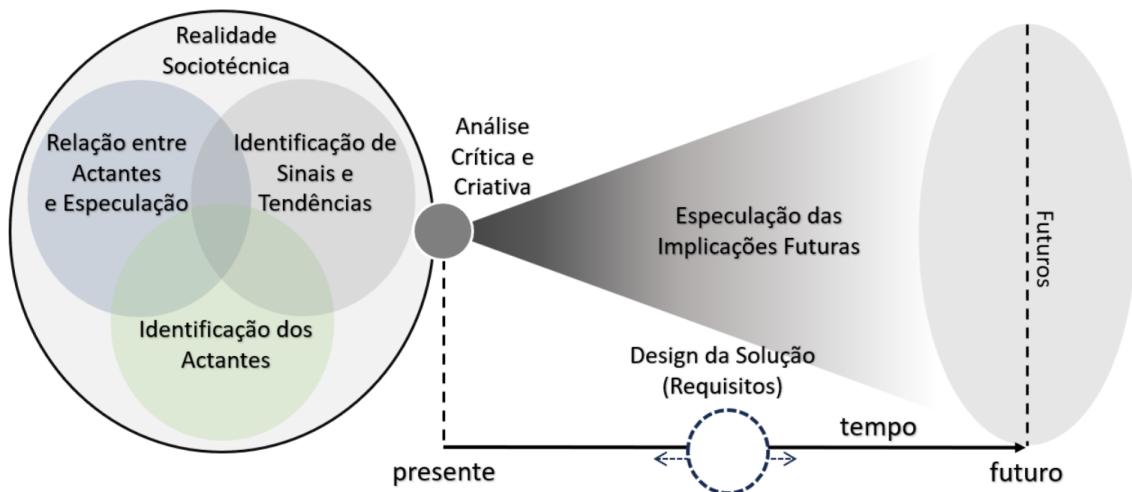


Figura 1.4. Sociotechnical Entanglement Framework (SEF)

A presente tese não busca ignorar a relevância de outras abordagens de *design*, como o Design Centrado no Humano (DCH) [Aitken et al. 2025], que buscam compreender profundamente as necessidades e os contextos dos usuários, promovendo a cocriação de valor social e econômico. Contudo, o que se defende aqui, é que os desafios da sociedade contemporânea exigem uma escala e um escopo mais amplos, que extrapolam os paradigmas centrados no humano.

Tomando as três perguntas centrais como âncoras estruturais, a primeira, “Onde estamos?”, é representada pelo círculo mais à esquerda. Os sub-círculos internos representam tanto a identificação quanto o rastreamento dos actantes que compõem a rede sociotécnica. Esse mapeamento combina a coleta de evidências objetivas, derivadas de comportamentos observáveis, com a interpretação especulativa de como esses actantes se articulam no fenômeno analisado. Elementos incertos ou não diretamente acessíveis são preenchidos por inferências especulativas, permitindo explorar lacunas e zonas de incerteza que estruturam o cenário atual.

A partir desse mapeamento inicial, o modelo avança para a identificação de tendências emergentes, integrando dados objetivos com inferências especulativas. O Cone de Futuros se abre na segunda etapa: “Para onde estamos indo?”. Aqui, a análise se expande para examinar múltiplos domínios de impacto, explorando criticamente as implicações futuras de redes sociotécnicas caso as trajetórias atuais se concretizem.

Ao introduzir uma nova tecnologia em um cenário especulativo, emergem questões decisivas: que relações ela ativa ou transforma? Como interage com outros actantes para moldar um futuro desejável? Que tensões éticas surgem dessa nova configuração? De que maneiras essa tecnologia nos molda? É a partir desse conjunto de indagações que se configura o design da solução (tecnológica ou não) conforme as necessidades e especificidades de cada caso. Os requisitos elaborados devem emanar diretamente dessas perguntas, refletindo tanto as transformações sociotécnicas vislumbradas quanto os compromissos éticos que orientam o futuro projetado.

1.4. Ferramentas de Design Especulativo

A organização das ferramentas no SEF, acompanha o movimento das três perguntas orientadoras do framework: Onde estamos? Para onde estamos indo? e Para onde queremos ir?; distribuindo-se ao longo do eixo temporal entre presente e futuro. A Figura 1.5 ilustra como cada ferramenta ocupa uma posição no SEF e contribui para transformar o entendimento inicial do cenário em requisitos que orientam o design sociotécnico.

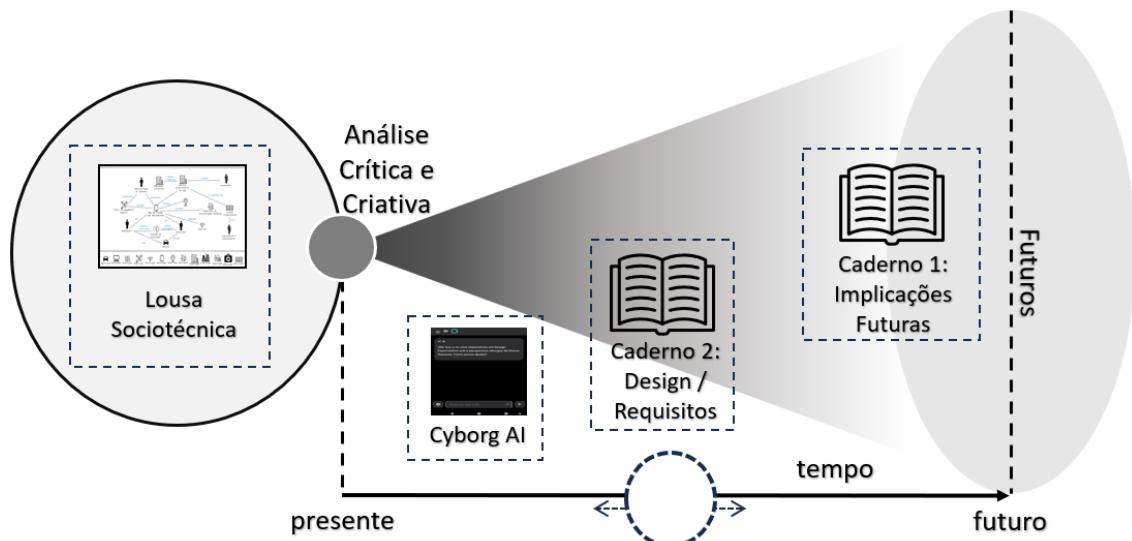


Figura 1.5. Organização das Ferramentas no SEF

No presente, situa-se a “Lousa Sociotécnica”, dedicada ao mapeamento das relações entre humanos e não humanos (actantes). Essa ferramenta revela tensões, dependências e pontos de inflexão do ecossistema sociotécnico. Ao tornar visível o cenário de partida, ela fundamenta o plano descritivo do SEF e inicia o plano especulativo, uma vez que nem sempre se conhece o cenário completo, sendo necessário inferir sobre ele para compreender possíveis dinâmicas ocultas ou emergentes.

A partir desse ponto de partida, o SEF avança em direção ao futuro, onde entram em ação os dois cadernos. No “Caderno 1: Implicações Futuras”, registram-se as tendências identificadas a partir da exploração da “Lousa Sociotécnica”, bem como as implicações possíveis caso essas tendências se manifestem até a data especulada.

O “Caderno 2: Design / Requisitos” reúne as informações relativas ao protótipo da solução de TI. Nele também são incorporadas as reflexões produzidas após o uso do

chatbot Cyborg AI, além dos requisitos que emergem dessas reflexões e das análises realizadas com o uso das demais ferramentas.

Já o Cyborg AI atua como uma ferramenta de reflexão inspirada diretamente na abordagem pós-humanista de Donna Haraway. Sua função é provocar questionamentos sobre o design tecnológico proposto como se o participante estivesse dialogando com a própria autora.

Desse modo, as ferramentas se articulam em um fluxo contínuo: do presente descrito, ao futuro especulado, até o futuro desejável, traduzido em requisitos que orientam o design tecnológico. A seguir, apresenta-se o detalhamento de cada uma das ferramentas que compõem esse percurso.

1.4.1. Lousa Sociotécnica

A Lousa Sociotécnica é o ponto de partida do processo de Design Especulativo. Trata-se de uma ferramenta concebida para mapear o ecossistema sociotécnico atual a partir de um ponto de entrada que pode assumir diversas formas: uma breve descrição do cenário em questão, um tema de pesquisa, o estado da arte de uma tecnologia emergente, um processo organizacional, o esboço de uma política pública ou qualquer outro elemento que sirva como âncora inicial para a análise. Com a lousa, é possível identificar, posicionar e relacionar os múltiplos actantes que compõem a rede, evidenciando as interações, mediações e controvérsias que estruturam o ambiente analisado.

A Figura 1.6 apresenta uma Lousa Sociotécnica aplicada ao contexto do ensino mediado por IA generativa.

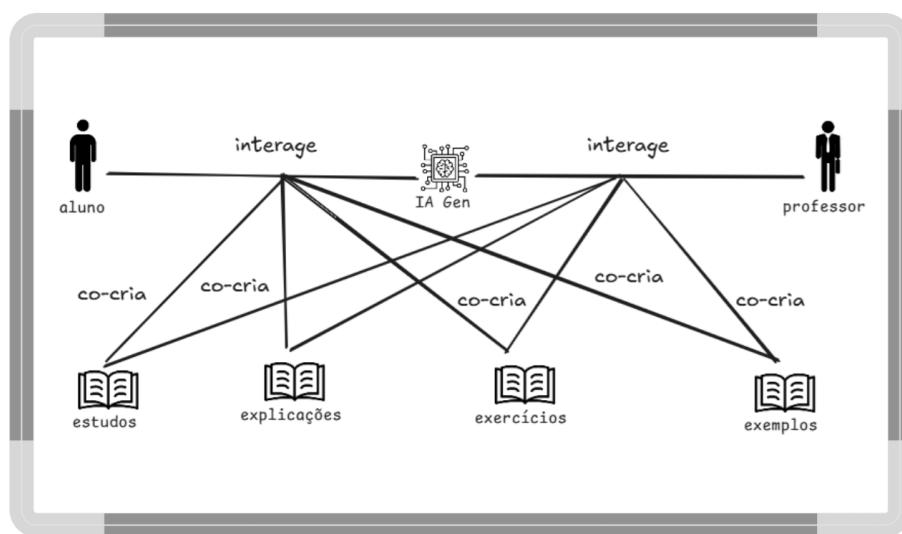


Figura 1.6. Lousa Sociotécnica

No eixo superior, aparecem aluno, professor e IA generativa, conectados por relações de interação. O aluno e o professor se relacionam diretamente com a IA, que atua como mediadora na construção de diferentes recursos educacionais. Na parte inferior, encontram-se quatro tipos de artefatos pedagógicos como: estudos, explicações, exercícios e exemplos. Eles são representados como resultados de processos de co-criação,

indicando que não são produzidos por um único actante, mas emergem da colaboração entre humanos e IA.

As setas; propositalmente sem direção, pois parte-se do princípio de que todos os actantes afetam e são afetados de algum modo; conectam aluno, professor e IA aos artefatos pedagógicos, indicando que cada um contribui, à sua maneira, para a produção desses materiais. O aluno demanda e ajusta conteúdos; o professor orienta, valida e regula seu uso; e a IA gera, adapta e reorganiza informações conforme os insumos recebidos.

É importante ressaltar que não existe uma forma “correta” ou “incorrecta” de realizar esse mapeamento. O que realmente importa é tornar visíveis as conexões entre os actantes, seja por meio de setas, agrupamentos, círculos, proximidades espaciais ou qualquer outro recurso gráfico que contribua para revelar o enredamento sociotécnico em análise.

Os actantes não correspondem apenas às partes interessadas, mas a todos aqueles implicados direta ou indiretamente no ecossistema. Um actante pode ser um documento, uma lei, uma tecnologia, uma instituição, outros seres vivos ou ainda humanos que exercem agência no cenário ou que são afetados por ele de algum modo.

Além disso, a Lousa Sociotécnica não se limita ao mapeamento descritivo do cenário nem à simples explicitação de como os actantes participam do enredamento da realidade sociotécnica. Ela incorpora também uma camada especulativa. A intenção não é explicar exaustivamente cada relação, mas tornar os elementos visíveis em sua singularidade, de modo que possam provocar questionamentos. Nessa perspectiva, especular não significa adivinhar; trata-se de imaginar possíveis arranjos, tensões, alianças e conflitos que podem emergir do ecossistema sociotécnico.

Dessa forma, a Lousa Sociotécnica desafia uma crença persistente na ciência moderna, criticada por autores como Petronio (2023), que parte do pressuposto de que um fenômeno só pode ser compreendido quando todas as suas variáveis são conhecidas e controladas. Essa lógica, enraizada no reducionismo e no indutivismo, ignora o caráter contingente, emergente e relacional dos fenômenos. A compreensão não exige totalização, mas sim o reconhecimento das relações situadas entre elementos heterogêneos. A Lousa, portanto, opera com uma racionalidade situada, que valoriza a incompletude não como falha, mas como condição epistemológica e motor para a especulação criativa.

Assim, a Lousa torna-se um dispositivo capaz de produzir entendimento compartilhado do cenário e, a partir dele, tornar visíveis os sinais e tendências emergentes associados a esse ecossistema sociotécnico.

1.4.2. Caderno de Apoio 1

Após o mapeamento do ecossistema sociotécnico na Lousa, utiliza-se o Caderno de Apoio 1 para registrar as tendências identificadas no cenário e as implicações caso as tendências se confirmem para a data especulada:

Página 1 - Tendências Emergentes: A primeira página do caderno, apresentada na Figura 1.7, é dedicada exclusivamente à sistematização dessas tendências, cada uma acompanhada de um identificador (ID Tendência) e associada a uma data especulada; isto é, o horizonte temporal no qual se supõe que tal tendência possa se consolidar.

Caderno 1

Transfira para este caderno todas as tendências identificadas durante a elaboração do cenário na Lousa Sociotécnica.

Grupo:	Data especulada:
A	2030

ID Tendência	Tendência
T 1	Ambientes educacionais terão modelos preditivos capazes de: detectar risco de evasão; identificar queda de engajamento; propor intervenções personalizadas no ensino
T 2	Com o uso cotidiano de IA para tarefas básicas e avançadas, muitos estudantes tenderão à dependência cognitiva e redução da autonomia

página 1 de 2

Salt

Figura 1.7. Caderno 1 - página 1

As tendências descritas não possuem caráter determinista: elas podem ou não se confirmar no futuro. Entretanto, para fins de especulação orientada ao design, o exercício assume que essas tendências se concretizam na data indicada. Esse pressuposto permite explorar seus desdobramentos e compreender de que modo podem reconfigurar o ecossistema sociotécnico.

No exemplo ilustrativo da Educação Mediada por IA Generativa, duas tendências principais foram identificadas:

- **Tendência T1** - Sistemas educacionais com modelos preditivos avançados: há uma tendência de que ambientes educacionais passam a contar com modelos de IA capazes de detectar risco de evasão, identificar queda de engajamento e propor intervenções personalizadas.
- **Tendência T2** - Dependência cognitiva e redução da autonomia estudantil: há uma tendência de que o uso cotidiano da IA, tanto para tarefas básicas quanto avançadas, pode levar parte dos estudantes a desenvolver uma relação de dependência, diminuindo sua autoconfiança e sua capacidade de resolver problemas sem assistência algorítmica.

Página 2 - Implicações Futuras: A segunda página do Caderno de Apoio 1, apresentada na Figura 1.8, é dedicada ao registro das implicações futuras decorrentes da

consolidação dessas tendências. Cada implicação possui sua própria ID e é vinculada ao ID da tendência correspondente e classificada como positiva ou negativa. Além disso, é atribuída uma magnitude, que expressa o grau de impacto esperado, podendo ser alto, médio ou baixo.

Caderno 1

O ecossistema sociotécnico atual apresenta tendências que, caso se confirmem até a data especulada, gerarão implicações futuras. Elabore uma lista dessas implicações, considerando os possíveis impactos decorrentes da consolidação dessas tendências no futuro.

A **ID Tendência** corresponde à tendência à qual a implicação futura está vinculada.

A **Classificação** categoriza cada implicação como **positiva** ou **negativa**.

A **magnitude** categoriza o grau de impacto, que pode ser **baixo**, **médio**, ou **alto**.

ID Implicação	Implicação
i 1	A evasão passará a ser tratada como um processo monitorável e passível de intervenção. Professores, tutores e a própria instituição podem atuar de forma antecipada, oferecendo suporte necessário ao aluno.
i 2	O ensino se torna mais responsável às necessidades reais do estudante, aumentando motivação, retenção de conhecimento e satisfação com o percurso formativo.
i 3	Classificações preditivas podem rotular estudantes como “propensos à evasão” ou “de baixo engajamento”, influenciando a forma como professores e gestores passam a vê-los.
i 4	A dependência vai diminuir as habilidades dos alunos de resolverem problemas sem assistência da IA.
i 5	Convergência para padrões discursivos, estéticos e argumentativos similares

ID Tendência	Classificação	Magnitude
T 1	POSITIVO	MÉDIO
T 1	POSITIVO	MÉDIO
T 1	NEGATIVO	MÉDIO
T 2	NEGATIVO	ALTO
T 2	NEGATIVO	ALTO

página 2 de 2

Figura 1.8. Caderno 1 - página 2

Este artefato permite enxergar, de forma estruturada, os possíveis efeitos que emergem quando tendências sociotécnicas se consolidam, tornando visíveis oportunidades, riscos, deslocamentos de agência e tensões que precisam ser consideradas no processo de design.

Com base no exemplo ilustrativo da “Educação Mediada por IA Generativa”, as implicações registradas na Página 2 evidenciam como a consolidação das tendências T1 e T2 pode reorganizar o ecossistema educacional no ano de 2030.

A tendência **T1**, voltada ao uso de modelos preditivos para monitorar engajamento, risco de evasão e propor intervenções personalizadas; gera implicações de natureza ambígua. A implicação **i1** (positiva, magnitude média) indica que a evasão passa a ser tratada como um processo monitorável e passível de intervenção, permitindo que professores, tutores e instituições atuem de forma antecipada e ofereçam suporte mais eficiente ao estudante. Na mesma direção, **i2** (positiva, magnitude média) aponta para um ensino mais responsável às necessidades reais do aluno, aumentando motivação, retenção de conhecimento e satisfação com o percurso formativo.

Contudo, a mesma tendência produz repercussões críticas. A implicação **i3** (ne-

gativa, magnitude média) evidencia o risco da rotulagem algorítmica: classificações preditivas podem categorizar alunos como “propensos à evasão” ou “de baixo engajamento”, influenciando a forma como professores e gestores passam a percebê-los. Esse processo não apenas reforça vieses preexistentes, mas também pode afetar trajetórias acadêmicas e oportunidades de forma sutil e persistente.

Já a tendência **T2**, relacionada ao aumento da dependência cognitiva decorrente do uso contínuo da IA para tarefas básicas e avançadas, produz implicações negativas de impacto alto. A implicação **i4** (negativa, magnitude alta) indica que essa dependência tende a reduzir a capacidade dos estudantes de resolver problemas sem assistência da IA, enfraquecendo habilidades cognitivas fundamentais para a autonomia intelectual. Já a implicação **i5** (negativa, magnitude alta) revela uma convergência para padrões discursivos, estéticos e argumentativos similares, sugerindo que o uso intensivo de ferramentas generativas pode homogeneizar a produção textual, reduzir a diversidade expressiva e limitar a pluralidade de perspectivas no ambiente educacional.

Assim, o Caderno de Apoio 1 funciona como um dispositivo de transição entre o presente mapeado na Lousa Sociotécnica e os futuros possíveis, articulando tendências e implicações para informar os passos seguintes do SEF. Ao tornar explícitos essas oportunidades, riscos, tensões e redistribuições de agência.

1.4.3. Caderno de Apoio 2

O Caderno de Apoio 2 é utilizado após a etapa de identificação das tendências e implicações, funcionando como o artefato responsável por transformar especulações sociotécnicas em soluções de design. Ele conduz o grupo por três movimentos articulados: (1) elaboração do protótipo conceitual da solução; (2) reflexão crítica por meio da interação com o Cyborg AI; e (3) derivação dos requisitos da solução tecnológica. Cada uma dessas etapas está distribuída em páginas específicas, que sistematizam a evolução da proposta.

Página 1 - Protótipo da Solução: A primeira página do Caderno de Apoio 2 é dedicada à formulação do protótipo conceitual da solução tecnológica, conforme ilustrado na Figura 1.9. Diferentemente de um protótipo visual ou interativo, trata-se de um protótipo descritivo, cujo objetivo é registrar como a tecnologia operará no cenário futuro especulado (neste caso, o ano de 2030).

Nesta página apresenta-se, de forma ilustrativa, o design da solução, que pode ser descrito por imagem ou por texto. No exemplo exibido, a proposta busca mitigar implicações futuras negativas ao estabelecer um ambiente no qual o estudante recebe uma atividade, registra uma tentativa inicial (ainda que incompleta) e somente então obtém acesso ao apoio da IA. O sistema bloqueia pedidos diretos por respostas completas, respondendo com a mensagem “Mostre sua ideia primeiro para que eu possa te ajudar melhor”. Assim, a solução é estruturada para incentivar o esforço cognitivo, reduzir comportamentos de consumo passivo e garantir que o feedback da IA seja sempre ancorado na produção do estudante.

Esse protótipo serve como ponte entre as implicações levantadas no Caderno de Apoio 1 e o processo de design, permitindo visualizar como a tecnologia pode minimizar riscos (como dependência cognitiva) e potencializar benefícios (como geração de reflexão

Caderno 2

Elabore o protótipo da solução tecnológica, destacando como ela minimiza as implicações negativas identificadas e potencializa as implicações positivas.

Grupo:	Data especulada:
A	2030

Protótipo da Solução

O estudante recebe a atividade.

Antes de pedir ajuda à IA, precisa registrar sua tentativa inicial, mesmo que incompleta. A IA só libera apoio depois dessa tentativa

Toda vez que o aluno tenta pular direto para a solução completa, a IA devolve "Mostre sua ideia primeiro para que eu possa te ajudar melhor." (minimiza a implicação i 4)

Assim, o estudante é forçado a pensar, arriscar hipóteses e tentar resolver o problema sem depender imediatamente da IA.

A IA não entrega respostas prontas, ela sempre trabalha em cima daquilo que o estudante produziu. (minimiza a implicação i 5)

página 1 de 4

Salt

Figura 1.9. Caderno 2 – página 1

e engajamento qualificado).

Página 2 - Reflexões do Grupo (Cyborg AI): Após a elaboração do protótipo, deve ser realizada uma interação com o Cyborg AI, no qual submetemos uma pergunta relacionada ao protótipo. Em sua resposta, o Cyborg AI formula uma reflexão de caráter filosófico, geralmente explorando os modos pelos quais a IA e as formas humanas de ser e agir se entrelaçam. Ao evidenciar essa condição híbrida, na qual nossas práticas, decisões e modos de existir são co-configurados por sistemas algorítmicos, o Cyborg AI produz um questionamento que nos convoca à reflexão crítica. Para o exemplo ilustrativo de Educação Mediata por IA, a Figura 1.10 apresenta uma instância dessa interação.

Nesta interação, é apresentado ao Cyborg AI a solução proposta para fortalecer a autonomia do estudante no contexto da educação mediada por IA. O mecanismo de “tentativa inicial” exige que o aluno registre seu próprio raciocínio antes de solicitar qualquer apoio algorítmico. A resposta do Cyborg AI tensiona esse pressuposto ao problematizar os efeitos dessa hibridização que mistura a agência do aluno com a validação algorítmica, abrindo espaço para uma reflexão mais profunda sobre os limites, riscos e potencialidades dessa hibridização e interferência algorítmica na agência do aluno. O detalhamento sobre este artefato está melhor descrito na seção seguinte.

Ao explorar o Cyborg AI, os participantes precisam discutir e refletir sobre os questionamentos levantados dessa interação. Essas reflexões alimentam as etapas subsequentes do processo especulativo. A título de exemplo, a segunda página ilustrada na

Cyborg AI

Você

Eu estou tentando resolver o problema da educação mediada na IA. Na minha solução, antes de o aluno pedir ajuda à IA, precisa registrar sua tentativa inicial, mesmo que incompleta. A IA só libera apoio depois dessa tentativa.

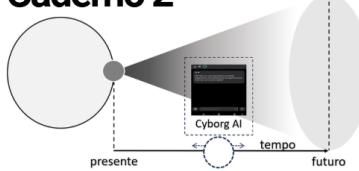
Cyborg AI

Essa abordagem de "tentativa inicial" é intrigante. Ela estabelece uma fronteira clara entre a autonomia do aprendiz e a intervenção da máquina, mas também hibridiza o processo de pensamento. O que se perde ou se ganha na fusão da cognição humana com a validação algorítmica? Como essa mediação molda a agência do aluno?

Figura 1.10. Interação com o Cyborg AI

Figura 1.11 apresenta uma possível reflexão humana derivada do diálogo com o Cyborg AI.

Caderno 2



Elabore prompts que articlem as implicações identificadas e as características do protótipo, aplique-o ao Cyborg AI, discuta com o grupo os resultados obtidos e registre, no quadro abaixo, as principais reflexões decorrentes dessa análise.

Reflexões do Grupo

Ao exigir uma tentativa inicial, o aluno é obrigado a pensar antes de pedir ajuda. Isso cria um momento de reflexão que melhora o aprendizado.

Como o aluno precisa tentar primeiro, ele entra mais engajado na atividade e faz perguntas melhores.

Por outro lado, mesmo tentando sozinho no início, o aluno pode começar a acreditar que só está correto quando a IA confirma. Isso pode reduzir sua autoconfiança.

Há o risco de o aluno confiar mais no julgamento da IA do que no próprio raciocínio.

Figura 1.11. Caderno 2 – página 2

Nesta etapa, o grupo avalia como o protótipo responde às implicações do cenário e identifica duas reflexões positivas:

- A obrigatoriedade da tentativa inicial cria um momento de reflexão, fortalecendo processos de pensamento antes da busca por ajuda;
- A exigência de produzir algo antes de consultar a IA aumenta o engajamento ativo e incentiva perguntas mais consistentes.

Por outro lado, surgem reflexões que iluminam riscos importantes:

- Ao depender da validação da IA, o estudante pode desenvolver uma autoestima acadêmica fragilizada, acreditando estar correto apenas quando a IA confirma;
- Há risco de transferência de agência cognitiva para o sistema, caso o aluno passe a confiar mais no julgamento algorítmico do que em seu próprio raciocínio.

Tais reflexões devem ser consideradas no momento de levantar os requisitos da solução proposta.

As páginas 3 e 4 são destinadas à formalização dos requisitos da solução tecnológica. Nessa etapa, o protótipo conceitual é traduzido em especificações funcionais, incorporando tanto as implicações levantadas quanto as reflexões produzidas após a exploração do Cyborg AI. Cada requisito apresenta uma descrição objetiva e uma explicação que explicita sua relação com os questionamentos emergidos da interação, garantindo que o design da solução considere os elementos discutidos.

No exemplo ilustrativo, é elaborado um conjunto de seis requisitos funcionais. Contudo, não se estabelece que os requisitos devam, necessariamente, pertencer a uma categoria específica. A Figura 1.12 apresenta os três primeiros requisitos registrados no caderno.

Em algumas situações, estabeleceu-se a relação entre os requisitos e as reflexões levantadas na página 2 do mesmo caderno de apoio. Por exemplo, O RF02 está diretamente relacionado à reflexão de que exigir uma tentativa inicial cria um “momento de reflexão” que melhora o aprendizado. Durante a exploração do Cyborg AI, identificou-se que, ao registrar sua primeira ideia, o estudante é levado a organizar pensamentos, arriscar hipóteses e engajar-se cognitivamente antes de receber qualquer apoio algorítmico. Esse espaço de elaboração própria reduz o uso impulsivo da IA e favorece perguntas mais qualificadas. Assim, o RF02 transforma essa reflexão em uma regra técnica que assegura que o aprendizado permaneça ativo e autoral desde o início da interação.

Já o RF03 está relacionado à reflexão que alerta para o risco de o estudante desenvolver dependência cognitiva e confiar mais no julgamento da IA do que no próprio raciocínio. Ao bloquear pedidos diretos de respostas completas e devolver a mensagem “Mostre sua ideia primeiro”, o requisito atua como mecanismo de contenção pedagógica, impedindo o comportamento de consumo passivo da IA identificado nas reflexões com o Cyborg AI. Assim, RF03 protege a autonomia intelectual do aluno e evita que a IA ocupe

Caderno 2

Elabore os requisitos da solução tecnológica levando em conta as implicações, o protótipo desenvolvido e as reflexões produzidas pelo grupo durante a exploração do Cyborg AI.

Não é necessário classificá-los como funcionais ou não funcionais. Considere que a exploração do Cyborg AI pode ter transformado sua percepção sobre o protótipo. Assim, explique de que maneira cada requisito se conecta às reflexões produzidas durante a exploração do Cyborg AI.

Requisito

RF01 – Registro de atividade e objetivos de aprendizagem
O sistema deve permitir que professores cadastrem atividades com:
a) enunciado do problema;
b) objetivos de aprendizagem;
c) critérios de avaliação (conceituais, procedimentais, atitudinais).

RF02 – Obrigatoriedade de tentativa inicial
Antes de acessar qualquer apoio da IA para uma atividade, o estudante deve obrigatoriamente registrar uma tentativa inicial (texto, código, esboço, resposta parcial etc.).
Relação com minhas reflexões: garante que o aluno pense antes de pedir ajuda e crie o "momento de reflexão".

RF03 – Bloqueio de pedidos diretos de solução
Se o estudante tentar solicitar diretamente a resposta completa sem registrar tentativa (ou sem atualizar sua tentativa), o sistema deve bloquear o pedido e retornar a mensagem padronizada: "Mostre sua ideia primeiro para que eu possa te ajudar melhor."
Relação com minhas reflexões: reduz o comportamento de consumo passivo de respostas prontas.

página 3 de 4

Salt

Figura 1.12. Caderno 2 – página 3

o papel de autoridade absoluta, reforçando a necessidade de participação ativa e produção própria em todas as etapas do processo.

A Figura 1.13 apresenta os requisitos adicionais que compõem o exemplo ilustrativo.

O RF05 está diretamente relacionado à reflexão de que a aprendizagem não deve ser entendida como uma checagem única de certo ou errado, mas como um processo contínuo de elaboração. Durante a exploração do Cyborg AI, emergiu a percepção de que o estudante pode se engajar de forma mais profunda quando revisa sua resposta, elabora novas versões e solicita novos feedbacks; esse movimento iterativo fortalece o desenvolvimento do raciocínio e reduz a dependência de uma validação imediata da IA. O RF05 incorpora essa reflexão ao permitir múltiplos ciclos de tentativa e revisão, registrando o histórico de versões e promovendo uma aprendizagem progressiva, situada e autoral.

O RF06 responde diretamente à reflexão que evidenciou o risco de o estudante confiar excessivamente no julgamento da IA, em detrimento de sua própria agência cognitiva. A exploração com o Cyborg AI mostrou que, sem estímulos para questionar, discordar ou justificar posicionamentos, o aluno pode aceitar passivamente as sugestões oferecidas. O RF06 operacionaliza essa preocupação ao introduzir perguntas que provocam o juízo crítico como: “Você concorda? Por quê?”, incentivando o estudante a avaliar as sugestões da IA e a se posicionar. Com isso, o requisito atua como contrapeso à dependência algorítmica, reforçando a autonomia intelectual e promovendo uma postura reflexiva

Caderno 2

Elabore os requisitos da solução tecnológica levando em conta as implicações, o protótipo desenvolvido e as reflexões produzidas pelo grupo durante a exploração do Cyborg AI.

Não é necessário classificá-los como funcionais ou não funcionais. Considere que a exploração do Cyborg AI pode ter transformado sua percepção sobre o protótipo. Assim, explique de que maneira cada requisito se conecta às reflexões produzidas durante a exploração do Cyborg AI.

Requisito

RF04 – IA responde sempre com base na produção do estudante
A IA deve gerar feedback somente a partir do conteúdo produzido pelo estudante (tentativa inicial e revisões), evitando fornecer uma solução completa pronta. O feedback deve:

- a) apontar caminhos, não respostas finais;
- b) destacar trechos da resposta do estudante;
- c) sugerir revisões, exemplos, perguntas guias.

RF05 – Múltiplos ciclos de tentativa–feedback
O sistema deve permitir que o estudante:

- a) revise sua resposta após o feedback;
- b) registre uma nova versão;
- c) peça novo feedback da IA com base nessa versão.
O histórico de versões deve ser armazenado.

Relação com minhas reflexões: reforça o processo iterativo de aprendizagem, e não uma checagem única de certo/errado.

RF06 – Mecanismo de divergência saudável (encorajar juízo próprio)
A IA deve, em parte das interações, devolver perguntas do tipo:

- a) "Você concorda com essa sugestão? Por quê?"
- b) "Você vê algum problema nessa abordagem que eu propus?"

O sistema deve registrar quando o estudante concorda ou discorda, incentivando que ele se posicione.

Relação com minhas reflexões: combate a confiança cega na IA e reforça a agência do aluno.

página 4 de 4

Salt

Figura 1.13. Caderno 2 – página 4

e argumentativa.

Embora os requisitos ilustrativos estabeleçam relação direta com as reflexões produzidas, essa vinculação não é obrigatória. Os requisitos também podem ser fundamentados nas implicações positivas e negativas identificadas no Caderno 1, ou ainda no próprio design da solução. Contudo, as reflexões geradas a partir da interação com o Cyborg AI oferecem um respaldo argumentativo mais robusto, fortalecendo a justificativa e a consistência dos requisitos elaborados.

1.4.4. Cyborg AI

1.5. Conclusão

Referências

[Aitken et al. 2025] Aitken, J., Böhme, T., and McAsh, E. (2025). Co-creation of societal benefits through human-centered design and management of dynamic capabilities in oyster farm communities. *Strategic Change*, 34(1):93–101.

[Barad 2007] Barad, K. (2007). *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. duke university Press.

[Bardzell and Bardzell 2013] Bardzell, J. and Bardzell, S. (2013). What is "critical" about critical design? In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in com-*

puting systems, pages 3297–3306.

[Bolter 2016] Bolter, J. D. (2016). Posthumanism. *The international encyclopedia of communication theory and philosophy*, pages 1–8.

[Candy and Dunagan 2017] Candy, S. and Dunagan, J. (2017). Designing an experiential scenario: The people who vanished. *Futures*, 86:136–153.

[Chaaban 2025] Chaaban, Y. (2025). Exploring research ethics through the lens of critical posthumanism in the age of artificial intelligence. *Teaching in Higher Education*, pages 1–16.

[Cruz et al. 2023] Cruz, S., Moura, N. A., Lim, J. M., Bulatao, M. N. A., Aguirre, G. A., and Dela Paz Jr, J. (2023). From insight to foresight: The transformative potential of the futures triangle. *World Futures Review*, 15(2-4):156–169.

[Dunne and Raby 2024] Dunne, A. and Raby, F. (2024). *Speculative Everything, With a new preface by the authors: Design, Fiction, and Social Dreaming*. MIT press.

[Forlano and Halpern 2023] Forlano, L. E. and Halpern, M. K. (2023). Speculative histories, just futures: From counterfactual artifacts to counterfactual actions. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 30(2):1–37.

[Giaccardi et al. 2025] Giaccardi, E., Redström, J., and Nicenboim, I. (2025). The making (s) of more-than-human design: introduction to the special issue on more-than-human design and hci.

[Haraway 2013] Haraway, D. (2013). A cyborg manifesto: Science, technology, and socialist-feminism in the late twentieth century. In *The transgender studies reader*, pages 103–118. Routledge.

[Haraway et al. 2000] Haraway, D., Kunzru, H., and TaDeu, T. (2000). Antropologia do ciborgue. *Belo Horizonte: Autêntica*.

[Haraway 2003] Haraway, D. J. (2003). *The companion species manifesto: Dogs, people, and significant otherness*, volume 1. Prickly paradigm press Chicago.

[Hines et al. 2006] Hines, A., Bishop, P. J., and Slaughter, R. A. (2006). *Thinking about the future: Guidelines for strategic foresight*. Social Technologies Washington, DC.

[Larrivee 2020] Larrivee, D. (2020). Techne in affective posthumanism and ai artefacts: More (or less) than human? *Open Journal of Philosophy*, 10(01):66–87.

[Latour 2012] Latour, B. (2012). *We have never been modern*. Harvard university press.

[Loutfi 2024] Loutfi, M. S. (2024). Perdemos o direito de errar? reflexoes sobre ia gerativa e a autenticidade no processo de aprendizagem. In *Workshop Uma Tarde na Urca: Encontro Filosófico sobre Informática na Educação (URCA)*, pages 22–26. SBC.

- [Malpass 2019] Malpass, M. (2019). *Critical design in context: History, theory, and practice*. Bloomsbury Publishing.
- [Milojević and Inayatullah 2015] Milojević, I. and Inayatullah, S. (2015). Narrative foresight. *Futures*, 73:151–162.
- [Mitrović et al. 2021] Mitrović, I., Auger, J., Hanna, J., and Helgason, I. (2021). *Beyond speculative design: past–present–future*. SpeculativeEdu; Arts Academy, University of Split Split.
- [Neubauer 2021] Neubauer, A. C. (2021). The future of intelligence research in the coming age of artificial intelligence—with a special consideration of the philosophical movements of trans-and posthumanism. *Intelligence*, 87:101563.
- [Pasa and Sinni 2024] Pasa, B. and Sinni, G. (2024). Democracy in outer space: Speculative design for future citizenship. In *For Nature/With Nature: New Sustainable Design Scenarios*, pages 965–980. Springer.
- [Petronio 2023] Petronio, R. (2023). Introdução à teoria gerativa—parte 1:: Conhecimento, cosmologia e emergência a partir da obra de david deutsch. *TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas*, 1(27).
- [Rafael et al. 2023] Rafael, S., Silva, B., Anjos, H., Meintjes, L., and Tavares, P. (2023). Data surveillance in capitalism society: The globule app, a speculative design to control the algorithm. In *Proceedings of the 2023 ACM International Conference on Interactive Media Experiences Workshops*, pages 27–31.
- [Whitehead and Douchement 1920] Whitehead, A. N. and Douchement, J. (1920). *The concept of nature*, volume 190. Springer.
- [Zuboff 2019] Zuboff, S. (2019). Surveillance capitalism and the challenge of collective action. In *New labor forum*, volume 28, pages 10–29. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.