

Capítulo

1

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

*Information Systems Beyond the Sociotechnical:
Exploring the Entanglement Between AI and
Humans through Speculative Design*

Marcelo Soares Loutfi, Gabriel de Melo Guedes Souza, Fabiano da Fonseca Ramos, Thaís de Souza Deluca Ferreira, Sean Wolfgang Matsui Siqueira

Abstract

This chapter presents a critical reflection on the limits of the traditional understanding of Information Systems grounded in the classical sociotechnical paradigm, arguing that this perspective becomes insufficient in the face of the increasingly deep integration of Artificial Intelligence into human practices. The text shows how the separation between technology and society tends to obscure the relational, hybrid, and politically situated nature of contemporary technologies. In this context, Donna Haraway's figure of the cyborg is mobilized as a central conceptual lens to challenge modern dichotomies and to provide a critical basis for understanding humans, technologies, and other actors as co-constitutive entities within sociotechnical contexts. Speculative Design, in turn, is mobilized as an approach capable of critically exploring possible futures, allowing the ethical, social, and political implications of technologies to be problematized before they stabilize in the social world. Based on this theoretical framework, the Speculative Entangled Design (SpED) approach is presented, grounded in Entanglement Theories and making explicit its ethical, epistemological, and ontological commitments. SpED is operationalized through the Sociotechnical Entanglement Framework (SEF) and its set of tools, highlighting how these tools support the formulation of theoretically informed and ethically situated technological requirements.

Resumo

Este capítulo apresenta uma reflexão crítica sobre os limites da compreensão tradicional dos Sistemas de Informação, fundamentada no paradigma sociotécnico clássico, argumentando que essa perspectiva se torna insuficiente diante da integração da Inteligência Artificial às práticas humanas. O texto demonstra como a separação entre tecnologia e sociedade tende a obscurecer a natureza relacional, híbrida e politicamente situada das tecnologias contemporâneas. Nesse contexto, a figura do ciborgue, de Donna Haraway, é mobilizada como uma lente conceitual central para desafiar as dicotomias modernas e fornecer uma base crítica para a compreensão de humanos, tecnologias e outros atores como entidades coconstitutivas em contextos sociotécnicos. O Design Especulativo, por sua vez, é mobilizado como uma abordagem capaz de explorar criticamente futuros possíveis, permitindo que as implicações éticas, sociais e políticas das tecnologias sejam problematizadas antes de se estabilizarem no mundo social. Com base nesse arcabouço teórico, apresenta-se a abordagem do Speculative Entangled Design (SpED), fundamentada nas Teorias do Emaranhado, explicitando seus compromissos éticos, epistemológicos e ontológicos. A SpED é operacionalizada por meio da Sociotechnical Entanglement Framework (SEF) e de seu conjunto de ferramentas, destacando como essas ferramentas apoiam a formulação de requisitos tecnológicos teoricamente informados e eticamente situados.

1.1. Introdução

Já parou para refletir sobre como a Inteligência Artificial (IA) está, silenciosamente, redefinindo nossas decisões, relações e modos de existir? Este minicurso parte justamente dessa inquietação para convidar você a sair do lugar comum e explorar, de forma crítica e criativa, os futuros possíveis dos Sistemas de Informação (SI). Em vez de tratar a tecnologia como neutra ou inevitável, a proposta é provocar questionamentos, ampliar repertórios e experimentar novas formas de pensar o *design* de tecnologia em um mundo profundamente atravessado pela IA.

Durante muito tempo, aprendemos a ver o mundo dividido em duas partes bem separadas. De um lado, a perspectiva dos fatos objetivos, daquilo que pode ser medido, calculado e observado. Do outro, a perspectiva da sociedade, dos valores, das interpretações e das decisões humanas. Essa forma de organizar o pensamento faz com que o mesmo fenômeno seja frequentemente analisado de maneiras distintas, como se as dimensões objetiva e social existissem independentemente.

Nessa forma de separar a realidade, a mudança climática, por exemplo, pode ser analisada por meio de dados mensuráveis, como o aumento da temperatura média global, a concentração de CO₂ na atmosfera, a elevação do nível do mar e modelos matemáticos de previsão climática. Por outro lado, a mudança climática também pode ser vista como um problema político, econômico e moral, envolvendo disputas entre países, impactos desiguais sobre populações vulneráveis, negação científica e o conflito entre crescimento econômico e sustentabilidade.

Por sua vez, na Computação, um algoritmo costuma ser estudado como um artefato técnico, fundamentado em estatísticas, aprendizado de máquina, métricas de pre-

cisão, desempenho e eficiência computacional. Já nos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), o algoritmo é analisado em termos de seus efeitos sociais, como a criação de bolhas informacionais, o reforço de vieses, a manipulação da atenção e os impactos culturais e políticos.

Essa forma de pensar, conhecida como paradigma da bifurcação, tem origem no dualismo cartesiano, segundo o qual a realidade é composta por duas substâncias independentes. A *res extensa* corresponde ao mundo físico e material e a *res cogitans* compreende o pensamento, a consciência e a subjetividade. A ciência moderna herdou essa cisão ao atribuir centralidade ao sujeito cognoscente e ao tratar a natureza como um domínio exterior, passivo e disponível à observação, ao controle e à manipulação.

No século passado, Whitehead (1920) já adotava uma postura crítica em relação ao paradigma da bifurcação. Para ele, essa divisão é artificial; os fenômenos que compõem o mundo não podem ser separados em realidades matematicamente puras e experiências subjetivas confinadas ao domínio privado. Ambos constituem aspectos inseparáveis de processos relacionais que dão forma à natureza dos fenômenos. Bruno Latour aprofunda essa crítica ao demonstrar que a modernidade nunca conseguiu sustentar a suposta pureza da divisão entre natureza e sociedade. Para ele, a ideia de purificação dos campos é uma falácia, pois esses domínios são produzidos simultaneamente por práticas que hibridizam o mundo [Latour 2012].

O paradigma da bifurcação 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.

Esse cenário torna-se ainda mais crítico com o crescimento da IA. Diferentemente de tecnologias computacionais anteriores, a IA deixa de operar apenas como uma ferramenta externa de apoio à decisão para integrar-se às práticas cotidianas, aos sentidos e às formas de agir. Sistemas baseados em aprendizado de máquina já participam da escrita de textos, da produção de imagens, da mediação de relacionamentos, da tomada de decisões médicas, jurídicas e administrativas, bem como da organização da informação que consumimos diariamente. Nesse contexto, a IA passa a atuar como um agente ativo na constituição da experiência humana, influenciando percepções, escolhas e modos de existência.

Essa integração desafia o paradigma da bifurcação. Fica mais difícil tratar a IA apenas como um artefato técnico neutro (e passivo), definido por modelos matemáticos, bases de dados e métricas de desempenho, bem como analisá-la apenas a partir de seus impactos sociais posteriormente. A IA emerge como parte de arranjos sociotécnicos complexos, nos quais decisões técnicas, valores, interesses econômicos, vieses culturais e formas de poder são produzidos simultaneamente. Separar esses elementos implica ignorar a própria natureza do fenômeno.

Para os profissionais de SI, essa perspectiva impõe uma responsabilidade particu-

lar. Projetar, implementar e manter sistemas baseados em IA exige abandonar uma visão bifurcada que separa técnica e sociedade, eficiência e ética, funcionalidade e impacto social. Em seu lugar, torna-se necessário adotar um olhar integrado, capaz de reconhecer que toda decisão de design é também uma decisão política, ética e socialmente situada.

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 participa ativamente da configuração dos mundos que habitamos.

Esta visão sociotécnica é complementada pela figura do ciborgue, proposta por Haraway (2013). O ciborgue é uma crítica direta às separações construídas na modernidade, como a de humano e máquina, natureza e cultura, organismo e artefato, fato e valor. Ao afirmar que somos todos ciborgues, Haraway evidencia que essas fronteiras nunca foram estáveis ou naturais, mas produzidas historicamente por práticas científicas, tecnológicas e políticas.

A partir dessa compreensão, o ciborgue deixa de ser apenas uma metáfora descritiva da condição contemporânea e passa a operar como um dispositivo conceitual orientado ao futuro. Em Haraway, o ciborgue não serve para explicar como as tecnologias são, mas para tensionar como elas podem vir a ser. Trata-se de uma figura que recusa narrativas deterministas sobre o progresso tecnológico e desafia tanto o **tecnoutopismo** quanto o **tecnopessimismo**. Ao assumir a hibridização como condição, o ciborgue possibilita imaginar futuros em que tecnologia, valores, corpos, instituições e ecossistemas são concebidos de forma relacional, situada e responsável.

A partir dessa dimensão emaranhada articulada por Latour e Haraway, além de outras correntes filosóficas trazidas na tese de Loutfi (2025) é que desenvolvemos o “Speculative Entangled Design” (SpED), um design especulativo que integra as Teorias do Emaranhado [Frauenberger 2019] ao Design Especulativo [Dunne and Raby 2024].

Diferentemente das abordagens tradicionais de design, orientadas à otimização de soluções para problemas previamente delimitados, e também do design especulativo, que se dedica à criação de artefatos, cenários e narrativas voltados à exploração de futuros possíveis, plausíveis e desejáveis [Dunne and Raby 2024], o SpED ancora-se explicitamente em teorias contemporâneas que incorporam valores pós-antropocêntricos. Nessa abordagem, as teorias do emaranhado oferecem um fundamento teórico sólido para orientar o processo especulativo, garantindo que a especulação não se reduza a exercícios de futurologia técnica nem a projeções abstratas dissociadas das dinâmicas sociotécnicas concretas, mas se constitua como uma prática crítica voltada à problematização e à intervenção nas questões urgentes do nosso tempo.

Este minicurso convida alunos, professores, pesquisadores e profissionais da indústria a enfrentar esses dilemas por meio de uma experiência prática e colaborativa. São utilizadas ferramentas desenvolvidas em nossas pesquisas no âmbito do SpED, como a Lousa Sociotécnica, que amplia a compreensão da realidade sociotécnica, possibilitando o mapeamento de cenários e a especulação 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. A Figura do Ciborgue da Haraway

Para Donna Haraway (2013), os ciborgues são entendidos como entes constituídos por elementos artificiais, fazem parte do cotidiano e constituem elementos centrais das práticas sociotécnicas contemporâneas. Nesse contexto, ela propõe um conjunto de temas analíticos que permitem compreender como as fronteiras entre humano, máquina e tecnologia são continuamente produzidas e reconfiguradas, tendo a figura do ciborgue como eixo articulador. A Tabela 1.1 apresenta esses temas centrais, reunindo reflexões sobre tecnologia e humanidade por meio de exemplos do cotidiano, exemplos tecnológicos e a relevância analítica de cada tema.

ID	Tema	Exemplo Cotidiano	Exemplo com Tecnologia	Relevância
1	Desmontagem do “natural”	Mulheres fortes desafiam mito da fragilidade.	IA gera imagens enviesadas (mulheres delicadas, homens fortes), revelando viés cultural.	Ajuda a desmontar desigualdades justificadas como “naturais”, mostrando que gênero é prática socio-técnica.
2	Hibridismos como Condição Contemporânea	Lentes de contato.	Integração entre IA, cérebro humano e neuropróteses.	Revela que “natural” e “tecnológico” sempre estiveram misturados; exige novas formas de pensar responsabilidade e prática.
3	Multiespécies e coabitação	Plantas definem organização da casa e rotinas.	O ar-condicionado que proporciona conforto e modula a permanência e circulação no espaço.	Ensina que vivemos com outras espécies; decisões, rotinas e espaços são coconstruídos, sustentando ética de cuidado.
4	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.
5	Ciborgue como libertação e imaginação política	Pessoas organizam mobilizações políticas por meio de aplicativos de mensagem.	Escritor imagina futuros com IA generativa.	Abre espaço para imaginar mundos alternativos, mais inclusivos e criativos, rompendo limites herdados.
6	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.

Tabela 1.1: Temas abordados por Haraway

1.2.1. A Desmontagem do Natural

Este tema consiste em uma crítica, a partir do *Manifesto Ciborgue* [Haraway 2013], àquilo que costumamos tratar como “natural”, fixo ou essencial ao falar do ser humano, do corpo, do gênero e da tecnologia. Para Haraway, não somos sujeitos “puros” que apenas utilizam ferramentas neutras, mas seres fluidos e constituídos por relações contínuas com dispositivos técnicos, discursos e práticas sociomateriais.

Diversos autores contemporâneos aprofundam essa discussão, como Stojanović (2023), que argumenta que a figura do ciborgue explicita a crise da dicotomia entre natureza e cultura, evidenciando como essas separações sustentaram projetos políticos e ideológicos específicos ao longo da modernidade. Nessa perspectiva, o ciborgue deixa de ser uma figura restrita à ficção científica e passa a operar como uma metáfora analítica potente para a compreensão da vida cotidiana em sociedades intensamente mediadas por tecnologias.

Aplicativos de treino físico, por exemplo, tendem a reforçar representações bastante específicas de corpo. Essas ferramentas costumam ser segmentadas por gênero e projetadas para enfatizar características historicamente tratadas como “naturais” para cada um deles. No entanto, tais atributos corporais não derivam de uma essência biológica, mas de expectativas socialmente produzidas e continuamente reforçadas por discursos técnicos e culturais.

A ideia de naturalização também aparece em sistemas baseados em IA. Modelos de IA voltados à geração de imagens, como o apresentado na Figura 1.1, produzida pelo Gemini 3.0, tendem a reproduzir padrões enviesados, representando mulheres de forma delicada, homens como fisicamente fortes e corpos hegemonicamente padronizados.

O que Haraway questiona é a própria existência do mito do “natural”. Esse mito foi historicamente produzido e estabilizado por discursos científicos, culturais e tecnológicos que associaram determinados corpos a expectativas sociais específicas. Nessa perspectiva, o humano deixa de ser compreendido como uma entidade autônoma e separada da técnica. Luo e Shi (2025) mostram que humanos e tecnologias passam a ser constituídos relacionalmente, na medida em que algoritmos e sistemas de IA participam de processos de “incorporação algorítmica”. Nesses processos, autonomia, percepção e ação humanas são continuamente moldadas pela interação com sistemas computacionais.

1.2.2. Híbridismos como Condição Contemporânea

Ao reconhecer a impossibilidade de retornar a uma suposta condição do natural, Haraway argumenta que somos seres híbridos, o que torna insuficientes as categorias fixas e imutáveis para explicar o funcionamento efetivo da realidade. O conceito de ciborgue emerge justamente para tornar visível essa condição híbrida, evidenciando que vivemos em um mundo no qual humanos, tecnologias, organismos vivos e sistemas informacionais sempre estiveram profundamente imbricados.

Esse entendimento ajuda a tornar visível algo que já ocorre no cotidiano. Por exemplo, a lente de contato, frequentemente apresentada como um acessório discreto ou meramente corretivo, evidencia como o corpo humano já opera de forma híbrida. Sua presença reconfigura a experiência sensorial de modo tão integrado que, em muitos mo-

gere a imagem de uma mulher e um homem na academia.



Figura 1.1: Prompt e imagem gerada pelo Gemini 3.0, reforçando estereótipos tecnoculturais

mentos, deixa de ser percebida como tecnologia.

O mesmo raciocínio se aplica a exemplos diretamente relacionados à IA. Um *chef* que utiliza sistemas de IA para criar receitas personalizadas não está substituindo sua criatividade por uma máquina.

Esse debate se torna ainda mais concreto quando observamos pesquisas recentes sobre sistemas ciborgues. Estudos que investigam a integração entre IA, cérebro humano e neuropróteses mostram como os limites entre corpo e sistema informacional se tornam porosos[Qi et al. 2023].

Para Donna Haraway, exemplos como esses materializam a ideia de que o ciborgue não é uma figura futurista, mas uma condição contemporânea. A distinção entre natureza e tecnologia perde sentido quando o funcionamento do sistema depende justamente da mistura entre essas dimensões.

1.2.3. Multiespécies e Coabitação

Precisamos reconhecer que “humanos nunca vivem sozinhos”. Essa afirmação destaca o caráter relacional da existência humana, pois vivemos continuamente em interação com outras espécies e também com tecnologias que atravessam, medeiam e reorganizam essas relações.

Quando observamos esse argumento a partir dos SI, o impacto é direto. Sistemas registram dados sobre humanos e cada vez mais medeiam relações entre espécies. Um exemplo cotidiano ajuda a tornar isso concreto: em uma casa, plantas influenciam a organização do espaço, os horários de abertura de janelas, a quantidade de luz e até a rotina de rega. Elas “participam” silenciosamente da vida doméstica. Quando tecnologias entram em cena, essa participação se torna ainda mais explícita. Em ambientes domésticos, o ar-condicionado deixa de ser apenas um equipamento funcional e passa a influenciar diretamente o conforto térmico de pessoas, animais e até plantas, modulando ritmos de permanência, circulação e repouso no espaço. Quando o sistema falha, especialmente em períodos de calor intenso, sua ausência se torna um elemento central da experiência compartilhada da casa, exigindo atenção, cuidado e reorganização das rotinas. De modo semelhante, dispositivos como a Alexa integram-se às dinâmicas domésticas como presenças constantes, mediando interações, oferecendo companhia a pessoas solitárias e participando da organização do tempo, da informação e do ambiente sonoro.

É exatamente nesse ponto que os estudos recentes em SI dialogam com Haraway. Pesquisas sobre *interspecies information systems* mostram que dados produzidos por outros atores como: animais, tecnologia e instituições, passam a orientar ações humanas [Solhjoo 2024, van der Linden 2021]. Um *wearable* em um animal de estimação, por exemplo, coleta dados de saúde e influencia decisões do tutor sobre alimentação, atividade física e cuidados veterinários. Esse processo reforça a ideia de coabitação defendida por Haraway: humanos, animais e tecnologia e outros atores passam a “pensar juntos” por meio da mediação tecnológica.

Outro desdobramento importante está no *design* desses sistemas. Abordagens recentes em *multispecies interaction design* propõem que tecnologias sejam pensadas considerando as atividades e necessidades de diferentes seres envolvidos, e não apenas do usuário humano [Chamaidi and Stavrakakis 2024]. Isso muda o foco tradicional dos SI, que historicamente priorizaram eficiência humana, para uma visão mais ampla, onde plantas, animais e ambientes também contam como partes legítimas do sistema.

1.2.4. Saberes Situados

Todo conhecimento nasce de corpos, posições sociais, histórias, interesses e contextos específicos. Isso significa que conhecer é sempre conhecer “a partir de algum lugar”, e não a partir de um ponto de vista supostamente objetivo e universal. Isso não é um problema, mas é justamente o que torna o conhecimento mais responsável, pois exige que quem o produz deve reconhecer de onde fala, para quem fala e quais efeitos suas produções podem gerar.

Uma mãe que percebe a febre do filho antes mesmo do uso de um termômetro mobiliza um saber construído na experiência, no cuidado e na convivência contínua com aquele corpo específico. Por outro lado, sistemas de IA treinados exclusivamente com dados em inglês produzem um tipo de conhecimento que exclui populações inteiras, invisibilizando línguas, culturas e modos de vida que não fazem parte do conjunto de dados considerado. Esses exemplos evidenciam que o conhecimento emerge de corpos e contextos concretos, e que ignorar essa condição gera vieses, exclusões e injustiças tecnológicas.

Para a área de SI, o impacto deste entendimento é profundo. Tradicionalmente,

muitos sistemas foram projetados com a ambição de representar a informação de forma universal. Haraway mostra que essa universalidade é ilusória: todo sistema carrega contextos moldados por escolhas, valores e exclusões, mesmo quando isso não é explicitado. Assim como o saber materno ou os limites linguísticos de uma IA, os SI também incorporam perspectivas específicas sobre o mundo. Em vez de tentar eliminar o contexto, o desafio passa a ser assumir e justificar os contextos envolvidos no *design*, tornando-os visíveis, discutíveis e passíveis de contestação. Essa mudança de postura transforma o *design* de SI em uma prática ética e política, além de técnica.

O estudo de Suchman (2002) dialoga diretamente com esse argumento ao discutir a noção de responsabilidade situada na produção tecnológica [Suchman 2002]. Neste estudo, é criticada a ideia de que o *design* seja feito a partir de um “lugar de lugar nenhum”, onde *designers* criam tecnologias para usuários abstratos. Em vez disso, ela mostra que sistemas são produzidos em redes sociotécnicas concretas, compostas por pessoas, instituições, práticas, rotinas e artefatos. Reconhecer essas redes significa admitir que todo sistema reflete um recorte do mundo e que esse recorte tem efeitos reais sobre quem é incluído, quem é excluído e como o sistema será apropriado no uso cotidiano. Portanto, um sistema não se encerra na implementação, mas continua a ser configurado, reinterpretado e tensionado nas práticas cotidianas, à medida que os diferentes atores negociam seus usos, significados e efeitos.

1.2.5. Ciborgues como Libertação e Imaginação Política

Haraway mostra que as tecnologias podem ampliar possibilidades de ação, especialmente para corpos e sujeitos historicamente marginalizados. Essa ampliação não deve ser entendida como um simples acréscimo funcional, mas como a reconfiguração das próprias capacidades humanas, que passam a emergir das relações entre corpos, artefatos técnicos e contextos específicos [Lupton 2015].

No cotidiano, essa perspectiva torna-se visível quando pessoas organizam mobilizações políticas por meio de aplicativos de mensagem, articulando ações coletivas, compartilhando informações e coordenando protestos em tempo real. Esses ambientes digitais passam a mediar a formação de vínculos, a circulação de narrativas e os processos de decisão, reconfigurando a maneira como a ação política se organiza e se manifesta no espaço público.

Um segundo exemplo, em que a tecnologia se faz ainda mais presente, ocorre quando pessoas utilizam sistemas de IA generativa para imaginar, narrar e explorar futuros possíveis. Ao empregar essas tecnologias para construir cenários sociais, políticos ou culturais alternativos, esses sujeitos ampliam sua capacidade de reflexão crítica e de experimentação simbólica, ensaiando formas de mundo que não se limitam às estruturas políticas e institucionais já herdadas.

Nesse sentido, a tecnologia não atua apenas como meio de reprodução de modelos políticos existentes, mas como um elemento que pode ampliar o engajamento cívico e a imaginação política, criando novas possibilidades de organização coletiva, expressão pública e reinvenção do comum.

1.2.6. Construção Material do Poder

Há mais de quarenta anos, já se discutia o poder das tecnologias em moldar a vida política. Langdon Winner (1986) cristaliza esse debate ao formular a pergunta provocativa: “Artefatos têm política?”. Para o autor, tecnologias materializam interesses, valores e relações de poder em sua própria configuração. Seu exemplo clássico refere-se aos viadutos projetados por Robert Moses em Nova York, construídos com altura reduzida para impedir a circulação de ônibus em direção às praias de Long Island. À primeira vista, essa decisão poderia ser interpretada como uma escolha estética ou funcional, coerente com a valorização da cultura do automóvel nos anos 1950. Entretanto, uma análise mais atenta evidencia que tal opção técnica incorporava uma política racial e de classe, ao excluir do acesso a esses espaços populações que dependiam do transporte público.

Esse mesmo raciocínio pode ser observado em cidades brasileiras, como o Rio de Janeiro, por meio de práticas contemporâneas de arquitetura hostil. Um exemplo emblemático é a instalação de grandes pedras, blocos de concreto ou obstáculos embaixo dos viadutos, conforme apresentado na Figura 1.2, com o objetivo explícito de impedir que pessoas em situação de rua utilizem esses espaços para abrigo.



Figura 1.2: Viaduto com pedras no Rio de Janeiro para impedir a ocupação de moradores de rua

Haraway converge com o pensamento de Winner ao defender que a tecnologia deve ser compreendida como uma forma de materialização do poder. Tecnologias não apenas executam funções, mas organizam a vida social ao definir quem pode agir, circular e pertencer a determinados espaços. Uma escada rolante quebrada, por exemplo, não é apenas uma falha técnica: ela produz exclusão ao impedir o deslocamento de pessoas com mobilidade reduzida. De modo semelhante, uma portaria baseada em biometria exerce poder ao decidir quem pode atravessar um limite e quem deve ser barrado. Nesses casos, o poder não se expressa principalmente em discursos institucionais ou leis formais, mas está inscrito nos artefatos, no código e nas infraestruturas que orientam silenciosamente as práticas cotidianas.

Essa lógica não se restringe a dispositivos visíveis, como sistemas de reconhecimento facial. Ela também se manifesta em sistemas de recomendação, algoritmos de decisão e infraestruturas de dados que operam de maneira opaca no cotidiano. O “Capita-

lismo de Vigilância”, descrito por Zuboff, evidencia como essas tecnologias transformam a experiência humana em matéria-prima para previsão e modulação de comportamentos, deslocando o poder de decisão para sistemas automatizados que escapam ao controle direto dos usuários [Zuboff 2022]. Esse ecossistema se sustenta na coleta massiva de dados e na vigilância contínua, frequentemente em tensão com valores como privacidade, autonomia e acesso equitativo à informação [Chisita et al. 2025].

Nesse contexto, plataformas digitais constroem o que vem sendo chamado de *persona digital*: um retrato informacional composto por dados comportamentais, históricos de navegação, interações sociais e registros biométricos. Essa *persona* não é uma representação passiva do indivíduo, mas um objeto ativo de cálculo, previsão e intervenção. Como argumenta Paulichi, ela passa a funcionar como uma extensão existencial do sujeito, cuja personalidade é explorada economicamente em ambientes digitais [da Silva Paulichi 2025].

Tal dinâmica vai do setor privado a democracias liberais. Em contextos nos quais empresas de tecnologia mantêm forte articulação com o Estado, os SI assumem funções quase governamentais, influenciando políticas públicas, comportamentos sociais e até formas de cidadania [Østbø 2021].

Da mesma forma, sistemas de IA desenvolvidos para fins educacionais, como plataformas de recomendação de currículos ou avaliação de desempenho, podem ser facilmente reaproveitados para contextos militares, como a seleção de alvos ou a automação de decisões estratégicas. Esse reaproveitamento não é acidental, mas estrutural. Estudos recentes mostram como dados, algoritmos e infraestruturas computacionais circulam entre contextos civis e militares, diluindo fronteiras éticas e reforçando uma lógica tecnocientífica orientada ao controle e à letalidade [Fitzgerald 2025].

A partir de Haraway, torna-se possível reconhecer que projetar um sistema é também reforçar ou questionar assimetrias de poder. Em um cenário marcado por IA, vigilância algorítmica e economia de dados, essa compreensão deixa de ser apenas teórica e passa a ser uma condição fundamental para o desenvolvimento responsável de SI.

1.3. 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 1.3 ilustra como diferentes abordagens

de design se conectam nesse ecossistema.

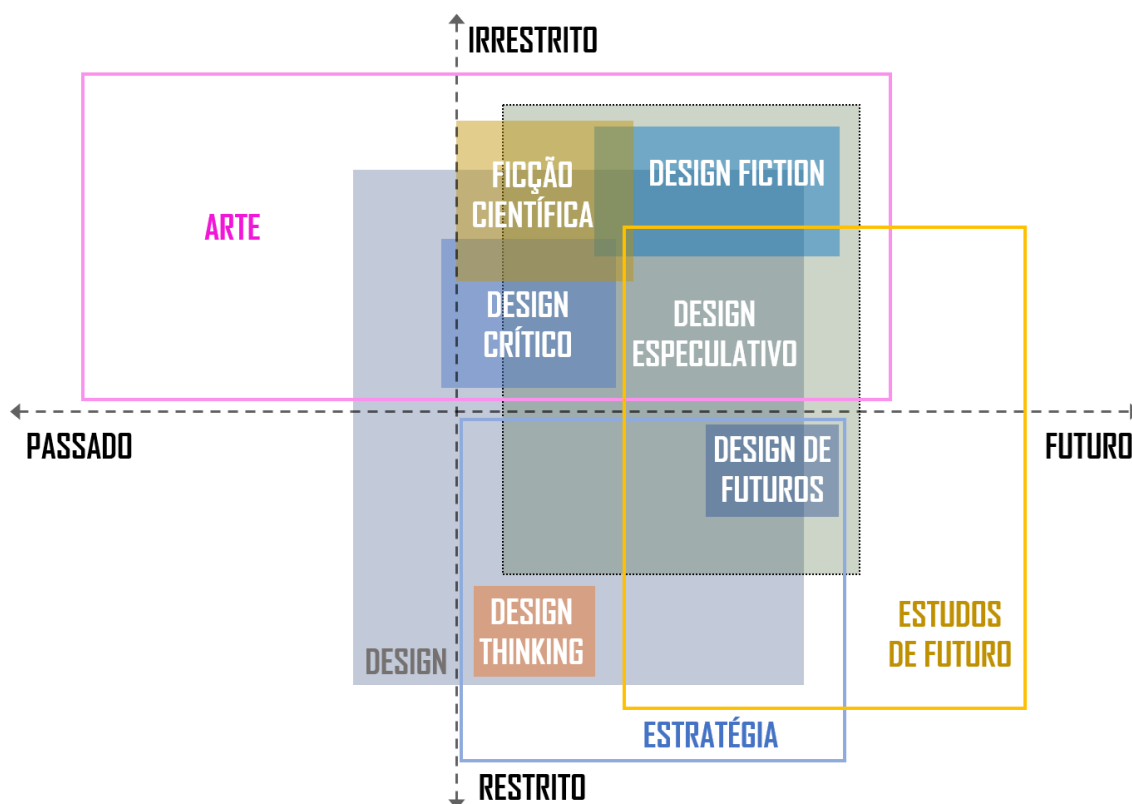


Figura 1.3: Perspectivas de Design Orientado para o Futuro [Loutfi 2025]

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 especulação 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

o capitalismo de vigilância.

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.

Ao se deslocar 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. Tais métodos permitem extrapolar efeitos de longo prazo das tecnologias, construindo futuros plausíveis que evidenciam considerações éticas e potenciais consequências inesperadas [Candy and Dunagan 2017]. O propósito não é prever o futuro, mas estimular um diálogo crítico e estratégico de trajetórias possíveis [Milojević and Inayatullah 2015].

1.4. Speculative Entangled Design (SpED)

A proposta de design especulativo denominada *Speculative Entagled Design* (SpED) [Loutfi 2025], permite uma reconfiguração da forma como as redes sociotécnicas são compreendidas, conduzindo a uma redefinição explícita dos actantes e suas relações mediadas por tecnologia. Sob essa perspectiva, as redes deixam de ser entendidas como estruturas estáveis de relações para serem concebidas como emaranhados dinâmicos, continuamente produzidos por mediações e transformações recíprocas entre observador, artefatos, práticas sociais e ambiente. A Figura 1.4 ilustra essa abordagem, evidenciando como tais emaranhados emergem de processos relacionais que reconfiguram simultaneamente os elementos envolvidos.

Ao introduzir o conceito de actante, Latour (2005) amplia a noção de agência ao incluir entidades não humanas, reconhecendo que elas também são capazes de exercer influência em uma rede sociotécnica e de atuar como potenciais stakeholders.

Latour (2005) nos convida a seguir os actantes, acompanhando seus rastros e interações para compreender o papel que desempenham e as relações que estabelecem com os demais elementos da rede sociotécnica. Nesse processo, podem emergir as chamadas caixas-pretas. Um sistema social ou uma tecnologia, por exemplo, quando incorporado ao cotidiano, tende a ser percebido apenas por sua funcionalidade, sem que questione-mos seu funcionamento interno. O risco dessa naturalização é que, ao tomar algo como certo, deixamos de perceber as conexões, controvérsias e negociações que possibilitaram sua existência. Por isso, Latour propõe o exercício contínuo de abrir as caixas-pretas, revelando as redes e mediações que as sustentam.

Entretanto, mesmo quando se busca mapear o papel dos actantes, descrever suas

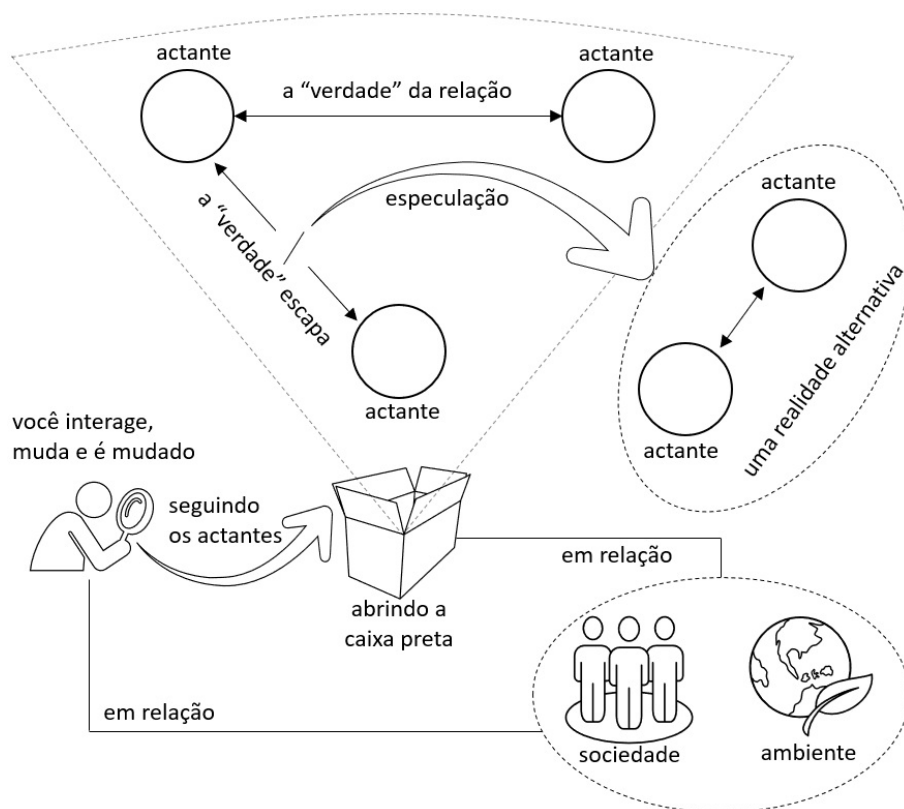


Figura 1.4: Entendendo as redes sociotécnicas pela lente do SpED. [Loutfi 2025]

relações ou abrir uma caixa-preta, o acesso à realidade é sempre parcial. A realidade em si permanece inacessível, pois todo ato de descrição ou observação apreende apenas uma parte de suas manifestações possíveis [Harman 2018]. Além disso, há situações em que a abertura das caixas-pretas é inviável, tornando a realidade ainda mais opaca. Um exemplo é o das empresas que, por motivos de propriedade intelectual, restringem o acesso às informações sobre o funcionamento interno de seus sistemas, impedindo uma compreensão plena de suas dinâmicas tecnológicas e sociotécnicas.

Nesses casos, busca-se preencher a lacuna deixada pela inacessibilidade da realidade por meio da especulação, que possibilita a construção de realidades alternativas. Esse processo não é estranho à prática científica ou cotidiana, pois mesmo quando se tem acesso ao que se denomina realidade objetiva, há sempre uma camada de subjetivação envolvida na sua interpretação [Harman 2018]. A diferença é que, ao adotar essa perspectiva, torna-se explícito que toda compreensão das redes sociotécnicas é atravessada por mediações, interpretações e imaginações que também participam da constituição da realidade [Verbeek 2012]. O plano especulativo constrói hipóteses críticas que desnaturalizam os discursos estabilizados, sobretudo em contextos marcados por interesses estratégicos e opacidade deliberada, como redes sociais e sistemas de IA.

Assim, diante da infinitude de actantes e das múltiplas possibilidades projetadas, o plano especulativo não busca esgotar a realidade em suas partes ou efeitos. Parte-se do reconhecimento de que, mesmo com o mapeamento das relações e a incorporação de processos especulativos, a incerteza permanece como uma característica constitutiva das

redes sociotécnicas.

Por meio deste entendimento, alguns princípios sustentam o SpED enquanto abordagem de design e orientam o *Sociotechnical Entanglement Framework* (SEF). Esses princípios não devem ser compreendidos como regras normativas ou etapas prescritivas, mas como lentes analíticas e orientações conceituais que explicitam compromissos ontológicos, epistemológicos e éticos do SpED. A seguir, esses princípios são apresentados, evidenciando como cada um deles contribui para uma compreensão relacional, situada e emaranhada das redes sociotécnicas.

1.4.1. Atores Não Humanos devem ser visibilizados

Este princípio afirma que os ecossistemas sociotécnicos não podem ser compreendidos a partir de uma centralidade exclusiva do humano. SpED e SEF se baseiam em teorias que demonstram que artefatos técnicos, infraestruturas, códigos, dados e entidades materiais participam ativamente da constituição das práticas sociais. Ao reconhecer os não humanos como actantes, desloca-se a compreensão da tecnologia como mero instrumento passivo para uma visão em que ela coproduz ações, significados e efeitos. Visibilizar os atores não humanos é, portanto, uma condição fundamental para revelar as dinâmicas de poder, mediação e coprodução que estruturam as redes sociotécnicas contemporâneas.

1.4.2. A Agência humana não é autônoma, mas mediada

A agência humana não emerge de uma vontade isolada, mas é constituída em relações mediadas por tecnologias. Artefatos técnicos moldam percepções, orientam decisões e delimitam possibilidades de ação, tornando a intencionalidade humana um fenômeno relacional. Sob essa perspectiva, agir é sempre agir-com, em arranjos sociotécnicos que distribuem a agência entre humanos e não humanos. Esse entendimento torna-se especialmente relevante diante da IA generativa, que participa de processos cognitivos, criativos e organizacionais, reforçando a ideia de que subjetividade e ação são efeitos emergentes de redes emaranhadas.

1.4.3. A Realidade é relacional e irreduzível à totalidade

A realidade sociotécnica é relacional, mas não plenamente acessível ou totalizável. Embora o rastreamento de redes permita compreender associações entre actantes, nenhuma descrição esgota o real. Há sempre dimensões opacas, retraídas e irreduzíveis que escapam à observação e à representação. Reconhecer essa incompletude impede que a análise relacional seja confundida com neutralidade ou equidade, alertando para o risco de naturalizar relações assimétricas sob a aparência de redes funcionais. A realidade é produzida nas relações, mas permanece aberta, contingente e parcialmente indeterminada.

1.4.4. Devemos especular diante da incerteza

A incerteza não constitui uma falha epistemológica, mas um elemento constitutivo do real. As abordagens especulativas reconhecem que o conhecimento não se dá pela apreensão total dos objetos, mas pela exploração dos hiatos entre o que se manifesta e o que permanece oculto. Especular, nesse sentido, é uma prática responsável de imaginação informada, que permite lidar com aquilo que excede a previsão, a mensuração e o controle.

O design especulativo, ancorado nesse princípio, opera como um espaço de investigação crítica das possibilidades e consequências de futuros ainda indeterminados.

1.4.5. Em defesa de uma cosmopolítica dos híbridos

Este princípio propõe uma ruptura com a lógica moderna da purificação, que separa artificialmente natureza e cultura, ciência e política, humano e não humano. A cosmopolítica dos híbridos reconhece que a realidade é composta por entidades sociotécnicas inseparáveis, cujas agências coexistem e entram em negociação. A figura do ciborgue sintetiza essa condição ao evidenciar que viver, projetar e decidir são práticas inevitavelmente híbridas. No *design*, essa perspectiva implica assumir responsabilidade pelas alianças que se constroem entre humanos, tecnologias e outros seres, orientando projetos sensíveis à pluralidade de mundos e modos de existência.

1.4.6. Ética e Responsabilidade emergem nas relações sociotécnicas

A ética não precede as relações sociotécnicas, mas emerge delas. Projetar tecnologias é configurar modos de existência, ação e convivência, o que torna a responsabilidade uma dimensão intrínseca ao *design*. Com base nas teorias que fundamentam o SpED e SEF, significado, agência e ética são continuamente produzidos em práticas discursivo-materiais. Assim, a responsabilidade não se limita à avaliação posterior de impactos, mas envolve a atenção às condições de possibilidade que os artefatos instauram no presente. A encenação especulativa dessas relações torna visível como decisões técnicas redistribuem agência, poder e cuidado nas redes sociotécnicas.

1.5. Sociotechnical Entanglement Framework

O *Sociotechnical Entanglement Framework* (SEF) é um framework teórico-metodológico, desenvolvido no contexto da tese de doutorado de Loutfi (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.

O SEF reconhece que humanos, tecnologias, instituições e outros atores estão entrelaçados na co-construção 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.

As três perguntas fundamentais que estruturam o SEF (Onde estamos? Para onde estamos indo? Para onde queremos ir?), 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. 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 sociotécnicos? 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 a partir disso que as três perguntas norteadoras consolidam a formulação final do SEF, apresentada na Figura 1.5.

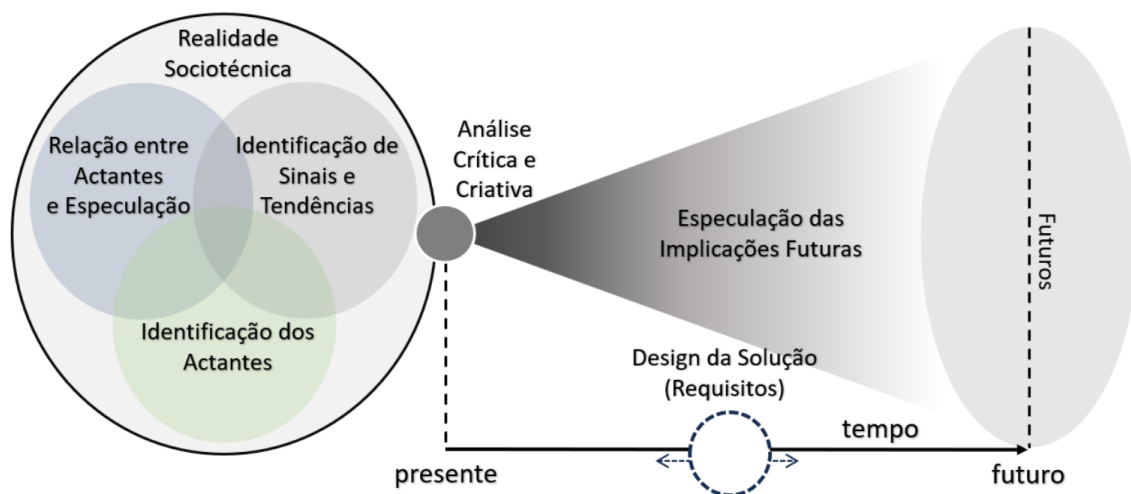


Figura 1.5: Sociotechnical Entanglement Framework (SEF) [Loutfi 2025]

Tomando as três perguntas centrais como âncoras estruturais, a primeira, “Onde estamos?”, é representada pelo círculo mais à esquerda. Os 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 ten-

dências 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.

1.6. 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 1.6 ilustra como cada ferramenta ocupa uma posição no SEF.

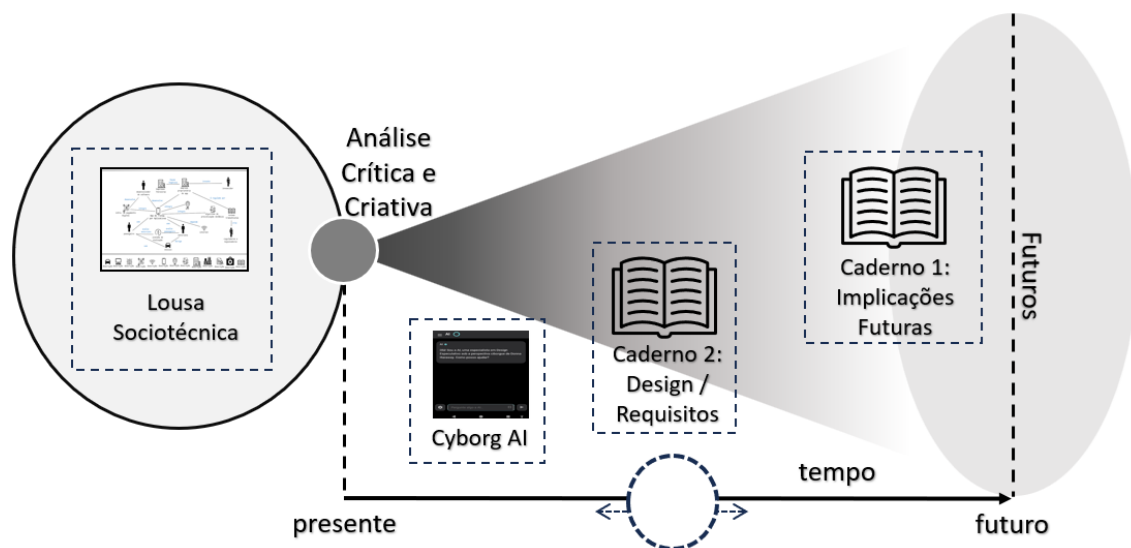


Figura 1.6: Organização das Ferramentas no SEF [Loutfi 2025]

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 Tecnologia da Informação (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 é um chatbot concebido como uma ferramenta de reflexão crítica, inspirado diretamente na abordagem pós-humanista de Donna Haraway. Seu papel não é oferecer respostas normativas ou soluções técnicas, mas provocar deslocamentos conceituais por meio de questionamentos sobre os pressupostos incorporados no *design* tecnológico proposto. Ao interagir com o chatbot, os participantes são convidados a refletir sobre fronteiras tradicionalmente naturalizadas, como humano e máquina, natureza e cultura, sujeito e objeto, em um diálogo que simula uma interlocução com a própria autora, estimulando a problematização ética, política e ontológica das escolhas de *design*.

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. O material utilizado no minicurso realizado no SBSI 2026, incluindo os temas abordados e os dois cadernos de apoio, encontra-se disponível no Zenodo.¹

A seguir, apresenta-se o detalhamento de cada uma das ferramentas que compõem esse percurso.

1.6.1. Lousa Sociotécnica

A Lousa Sociotécnica é o ponto de partida do processo de Design Especulativo seguindo o SpED/SEF. Trata-se de uma ferramenta desenvolvida 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 1.7 apresenta uma Lousa Sociotécnica aplicada ao contexto do ensino mediado por IA generativa.

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 actantes que são artefatos pedagógicos: estudos, explicações, exercícios e exemplos. Eles são representados como resultados de processos de cocriação, indicando que não são produzidos por um único actante, mas emergem da colaboração entre humanos e IA. Por outro lado, também participam da cocriação na rede.

As setas, propositalmente sem direção, indicam que todos os actantes afetam e são afetados. Elas conectam aluno, professor e IA aos artefatos pedagógicos, mostrando que cada um contribui para sua produção. O aluno demanda e ajusta conteúdos; o professor orienta, valida e regula o uso; e a IA gera, adapta e reorganiza informações a partir dos

¹Material do minicurso: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969583>

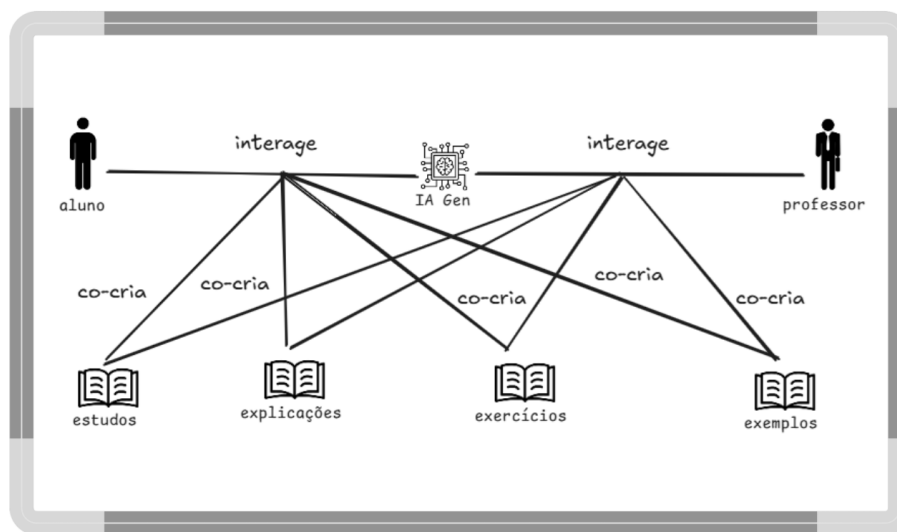


Figura 1.7: Lousa Sociotécnica [Loutfi 2025]

insumos recebidos.

É importante ressaltar que não existe uma forma “correta” ou “incorreta” 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 vai além do mapeamento descritivo ao incorporar uma dimensão especulativa, tornando visíveis os elementos do ecossistema para provocar questionamentos e imaginar possíveis arranjos, tensões e conflitos.

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.

1.6.2. 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 1.8, 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:

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 1.8: 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.

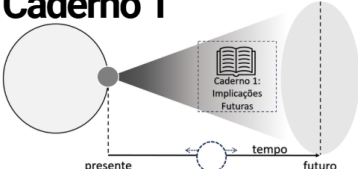
No exemplo ilustrativo da Educação Mediada por IA Generativa, duas tendências principais foram identificadas:

- **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 1.9, 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



presente ← tempo → futuro

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	ID Tendência	Classificação	Magnitude
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.	T 1	POSITIVO	MÉDIO
i 2	O ensino se torna mais responsivo às necessidades reais do estudante, aumentando motivação, retenção de conhecimento e satisfação com o percurso formativo.	T 1	POSITIVO	MÉDIO
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.	T 1	NEGATIVO	MÉDIO
i 4	A dependência vai diminuir as habilidades dos alunos de resolverem problemas sem assistência da IA.	T 2	NEGATIVO	ALTO
i 5	Convergência para padrões discursivos, estéticos e argumentativos similares	T 2	NEGATIVO	ALTO

página 2 de 2


Figura 1.9: 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 natu-

reza 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 responsivo 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** (negativa, 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 explícitas oportunidades, riscos, tensões e redistribuições de agência.

1.6.3. 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 1.10. O 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,

Caderno 2

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

Grupo: Data especulada:

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

Figura 1.10: Caderno 2 – página 1

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 e engajamento qualificado).

Página 2 - Reflexões do Grupo (Cyborg AI): Após a elaboração do protótipo, deve ser realizada uma interação com o Cyborg AI, à 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 1.11 apresenta uma instância dessa interação.

Nesta interação, é apresentada 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,

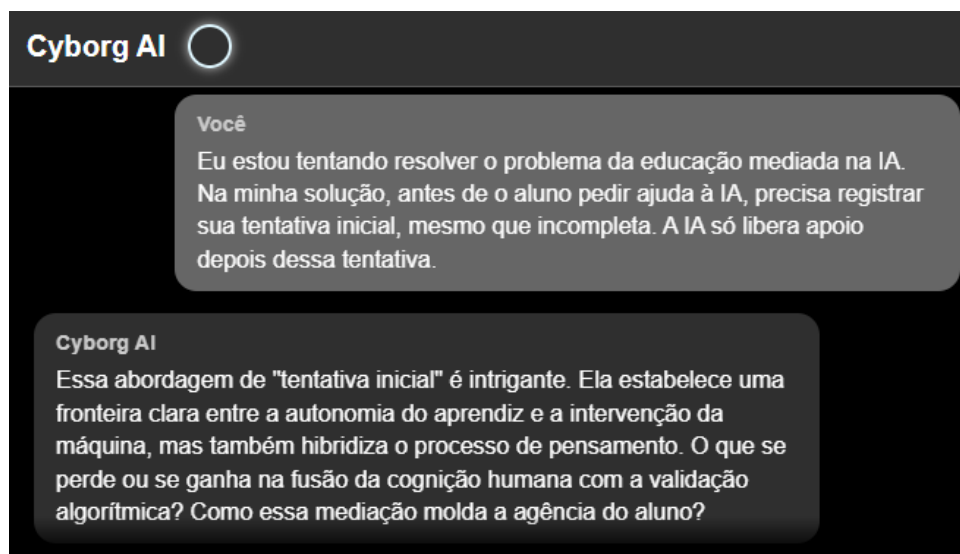


Figura 1.11: Interação com o Cyborg AI

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. Por exemplo, a segunda página ilustrada na Figura 1.12 apresenta uma possível reflexão humana derivada do diálogo com o Cyborg AI.

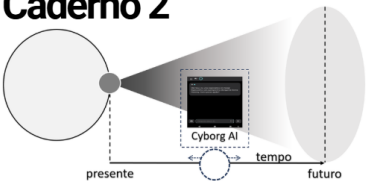
Nesta etapa, o grupo avalia como o protótipo responde às implicações do cenário e identifica duas reflexões positivas: (i) A obrigatoriedade da tentativa inicial cria um momento de reflexão, fortalecendo processos de pensamento antes da busca por ajuda; (ii) A exigência de produzir algo antes de consultar a IA aumenta o engajamento ativo e incentiva perguntas mais consistentes.

Por outro lado, surgem reflexões que iluminam riscos importantes: (i) Ao depender da validação da IA, o estudante pode desenvolver uma autoestima acadêmica fragilizada, acreditando estar correto apenas quando a IA confirma; (ii) 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 1.13 apresenta os três primeiros requisitos registrados no caderno.

Caderno 2



Elabore prompts que articulem 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.

página 2 de 4



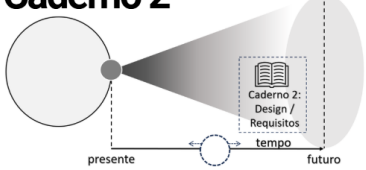
Figura 1.12: Caderno 2 – página 2

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 o papel de autoridade absoluta, reforçando a necessidade de participação ativa e produção própria em todas as etapas do processo. A Figura 1.14 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 con-

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 cria 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



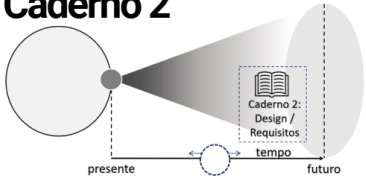
Figura 1.13: Caderno 2 – página 3

tínuo 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 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 consis-

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



Figura 1.14: Caderno 2 – página 4

tência dos requisitos elaborados.

1.6.4. Cyborg AI

O Cyborg AI é uma ferramenta desenvolvida para apoiar a reflexão sobre requisitos de software para além das abordagens tradicionais de elicitación e especificação. Seu objetivo é favorecer a construção de requisitos mais socialmente conscientes, por meio de interações baseadas em *prompts* nos quais o usuário descreve características de design consideradas em sua proposta. A partir dessas informações, o Cyborg AI gera respostas orientadas por um conjunto de temas centrais do pensamento de Donna Haraway.

Entre esses temas destacam-se a problematização do que é tomado como natural, a compreensão dos hibridismos como condição constitutiva da contemporaneidade, a necessidade de considerar relações multiespécies e de coabitação, a valorização dos saberes situados e a figura do ciborgue como instrumento de libertação e imaginação política na projeção de futuros desejáveis. A ferramenta também incorpora uma perspectiva crítica sobre a construção material do poder, evidenciando como decisões técnicas participam da produção de assimetrias sociotécnicas.

Dessa forma, o Cyborg AI atua como um dispositivo reflexivo que amplia o espaço de problematização ética, política e social no processo de definição de requisitos de software.

1.7. Considerações Finais

Neste minicurso argumentamos que o paradigma da bifurcação, herdado da modernidade, limita a capacidade de compreender e intervir criticamente em ecossistemas sociotécnicos cada vez mais complexos, híbridos e opacos. Neste sentido, propomos uma reorientação conceitual e prática sobre como projetamos, analisamos e avaliamos tecnologias.

O contato direto com as ferramentas do *Speculative Entangled Design* (SpED) / Sociotechnical Entanglement Framework (SEF) possibilita vivenciar, de forma coletiva e situada, a mudança de uma lógica instrumental para uma lógica relacional de *design*. Essa vivência permite perceber, na prática, como decisões técnicas materializam valores e produzem efeitos éticos e políticos.

O acesso a este material por quem não pôde participar do minicurso é relevante. O texto organiza os fundamentos teóricos, metodológicos e conceituais do SpED/SEF combinados com temas explorados por Donna Haraway, oferecendo um percurso claro para compreender por que abordagens tradicionais de design e engenharia de software são insuficientes frente à IA e a sistemas sociotécnicos avançados. Ao apresentar os princípios que fundamentam o SpED/SEF, as ferramentas e exemplos de aplicação, o material atua como um guia reflexivo que permite ao leitor realizar, de forma autônoma, parte do exercício crítico desenvolvido no minicurso.

O participante do minicurso (ou leitor deste material) é convidado a questionar a neutralidade dos sistemas, a reconhecer a agência dos não humanos, a lidar com a incerteza por meio da especulação e a assumir a responsabilidade inerente a toda prática de *design*. Em um cenário marcado pela crescente automação de decisões, pela opacidade algorítmica e pela intensificação das assimetrias sociotécnicas, essa reflexão deixa de ser opcional e passa a ser uma condição fundamental para a atuação responsável em SI.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do Processo nº 313783/2025-0, pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), Processos nº E-26/210.792/2024 e nº 316006, e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no âmbito do Programa de Apoio à Disseminação de Informação Científica e Tecnológica (PADICT) e do Portal de Periódicos da CAPES. O aluno Gabriel participou desta pesquisa como bolsista de Iniciação Científica do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

Referências

- Bardzell, J. and Bardzell, S. (2013). What is "critical" about critical design? In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, pages 3297–3306.
- Candy, S. and Dunagan, J. (2017). Designing an experiential scenario: The people who vanished. *Futures*, 86:136–153.
- Chamaidi, T. and Stavrakis, M. (2024). A multispecies interaction design approach:

- Introducing the beings activities context technologies (bact) framework. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(9):77.
- Chisita, C. T., Durodolu, O. O., and Rusero, A. M. (2025). Data capitalism in the milieu of the surveillance economy: What can libraries do? *IFLA Journal*, 51(2):339–349.
- da Silva Paulichi, J. (2025). The digital persona and surveillance capitalism: contemporary challenges to the protection of personality rights in cyberspace1. *Pensar*, 30:1–20.
- Dunne, A. and Raby, F. (2024). *Speculative Everything, With a new preface by the authors: Design, Fiction, and Social Dreaming*. MIT press.
- Fitzgerald, A. (2025). Death by data: Abstraction and the political economy of computationally driven state violence. *Media Theory*, 9(1):169–200.
- 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.
- Frauenberger, C. (2019). Entanglement hci the next wave? *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 27(1):1–27.
- 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. *Human-Computer Interaction*, 40(1-4):1–16.
- 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.
- Harman, G. (2018). *Object-oriented ontology: A new theory of everything*. Penguin UK.
- Hines, A., Bishop, P. J., and Slaughter, R. A. (2006). *Thinking about the future: Guidelines for strategic foresight*. Social Technologies Washington, DC.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oxford university press.
- Latour, B. (2012). *We have never been modern*. Harvard university press.
- Loutfi, M. S. (2025). *Entanglement Theories and Speculative Design in the Co-Constitution of Sociotechnical Realities*. Tese de doutorado, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Luo, H. and Shi, D. (2025). Algorithmic embodiment and the posthuman condition: Reframing human autonomy in n. katherine hayles’ media culture theory. *Convergence*, page 13548565251403045.
- Lupton, D. (2015). Donna haraway: The digital cyborg assemblage and the new digital health technologies. In *The Palgrave handbook of social theory in health, illness and medicine*, pages 567–581. Springer.

- Malpass, M. (2019). *Critical design in context: History, theory, and practice*. Bloomsbury Publishing.
- Milojević, I. and Inayatullah, S. (2015). Narrative foresight. *Futures*, 73:151–162.
- Mitrović, I., Auger, J., Hanna, J., and Helgason, I. (2021). *Beyond speculative design: past–present–future*. SpeculativeEdu; Arts Academy, University of Split.
- Østbø, J. (2021). Hybrid surveillance capitalism: Sber’s model for russia’s modernization. *Post-Soviet Affairs*, 37(5):435–452.
- 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, 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).
- Qi, Y., Sun, Y., Liu, Q., Zhang, Q., Cai, H., and Zheng, Q. (2023). The intersection of artificial intelligence and brain for high-performance neuroprosthesis and cyborg systems. *Frontiers in Neuroscience*, 17:1133002.
- 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.
- Solhjoo, N. (2024). Knowing within multispecies families: An information experience study. *Journal of Information Science*, page 01655515241268845.
- Stojanović, Đ. (2023). From cyborg to cybernantrope: Basic political, cultural and philosophical dimensions of the concepts. *Politika nacionalne bezbednosti*, 25(2):139–153.
- Suchman, L. (2002). Located accountabilities in technology production. *Scandinavian journal of information systems*, 14(2):7.
- van der Linden, D. (2021). Interspecies information systems. *Requirements Engineering*, 26(4):535–556.
- Verbeek, P.-P. (2012). Expanding mediation theory. *Foundations of science*, 17(4):391–395.
- Whitehead, A. N. and Douchement, J. (1920). *The concept of nature*, volume 190. Springer.
- Winner, L. (1986). *Computer Ethics*, chapter Do artifacts have politics? The University of Chicago Press.

Zuboff, S. (2022). Surveillance capitalism or democracy? the death match of institutional orders and the politics of knowledge in our information civilization. *Organization Theory*, 3(3):26317877221129290.