

**Entre o nó que aperta e o laço que liga:  
cibernética, interação humano-máquina e ética tecnológica**

***Between the Knot that Tightens and the Bond that Connects:  
Cybernetics, Human-Machine Interaction and Technological Ethics***

Sushila Vieira CLARO<sup>1</sup>  
Vinícius Sarralheiro ALVES<sup>2</sup>  
Robson de Andrade GONÇALVES<sup>3</sup>  
Acácio Vinicius BIANCHI<sup>4</sup>

### Resumo

A cibernética, compreendida como ciência dos sistemas de controle e comunicação em organismos vivos e máquinas, deixou de ser um campo técnico para tornar-se matriz conceitual das tecnologias digitais. Este artigo revisita seus marcos históricos e fundamentos, refletindo sobre os impactos da interação humano-máquina em áreas como educação, saúde e trabalho. Ao articular aspectos técnicos, sociais e éticos, problematiza-se a opacidade algorítmica, os limites da autonomia humana e os riscos de governança invisível. Propõe-se uma abordagem crítica e ética para a construção de futuros tecnológicos mais justos e habitáveis.

**Palavras-chave:** cibernética. Interação humano-máquina. Inteligência artificial. Ética tecnológica. Algoritmos.

### Abstract

Cybernetics, understood as the science of control and communication in living organisms and machines, has evolved from a technical field into a conceptual framework for digital technologies. This article revisits its historical foundations and explores the impacts of human-machine interaction in education, health, and labor. By articulating technical, social, and ethical aspects, it questions algorithmic opacity, human autonomy limits, and the risks of invisible governance. A critical and ethical approach is proposed for the construction of more just and livable technological futures.

**Keywords:** cybernetics. Human-machine interaction. Artificial intelligence. Technological ethics. Algorithms.

---

<sup>1</sup> Doutora em Educação, Linguagem e Psicologia pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP). E-mail: sushila.claro@usp.br

<sup>2</sup> Doutor em Ciências da Comunicação pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA-USP). E-mail: vinicius.sarralheiro@gmail.com

<sup>3</sup> Doutorando em Cultura, Filosofia e História da Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP). E-mail: robson.ashtoffen@gmail.com

<sup>4</sup> Graduado em Relações Internacionais pelo Instituto de Relações Internacionais da Universidade de São Paulo (IRI-USP). E-mail: acaciovb@usp.br

## Introdução

A cibernética, concebida como a ciência do controle e da comunicação em sistemas vivos e artificiais (Vieira Pinto, 2005), ocupa um lugar estratégico para compreender a complexidade das tecnologias que moldam o presente. Não se trata apenas de um campo técnico e sim de uma matriz conceitual que conecta engenharia, biologia, matemática e ciências sociais. No centro dessa articulação está a interação humano-máquina, que ultrapassa a simples mediação por dispositivos e passa a envolver processos de aprendizado, adaptação e, em certa medida, autonomia (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016). Ao integrar essas capacidades, as máquinas respondem a comandos e também participam ativamente da produção simbólica, afetando a maneira como compreendemos trabalho, criatividade e comunicação. Nessa dinâmica, o humano deixa de ser o único agente da ação técnica: passa a coexistir com sistemas que o observam, interpretam e, em certos contextos, decidem por ele. É nesse ponto que a cibernética contemporânea se revela como lente crítica, capaz de iluminar tanto as potencialidades quanto as tensões do nosso tempo.

O avanço das tecnologias digitais e da inteligência artificial impulsionou a presença dos sistemas cibernéticos em múltiplas esferas — da robótica aos algoritmos de recomendação, das plataformas educacionais inteligentes à automação no cotidiano. Essa expansão não é neutra. Como observa Hui (2020), ela transforma tanto o que fazemos quanto o modo como percebemos e experienciamos o mundo. A educação, por exemplo, passa a operar com dispositivos que alteram as epistemologias do ensino, reorganizando o papel do professor e dos próprios saberes; no campo cultural, a lógica algorítmica desafia noções de autoria, curadoria e recepção. Trata-se de um cenário em que os humanos, muito além de usar as máquinas, passam a integrar circuitos de decisão compartilhada, marcados por retroalimentação, opacidade e vieses estruturais (Crawford, 2021). A cibernética, nesse contexto, deixa apenas de oferecer recursos e passa a transformar a própria arquitetura das interações sociais. É nesse movimento que suas promessas se misturam aos seus riscos: ampliar acessos e inteligências, mas também acentuar desigualdades e invisibilidades.

O desafio que se impõe, portanto, é compreender como essas tecnologias moldam — e desestabilizam — a relação entre controle humano e autonomia algorítmica. A interação com máquinas que operam em tempo real, aprendem com dados e tomam

decisões em rede já não é marcada por hierarquia simples, mas por negociações contínuas (Albino & Valente, 2023), o que exige atenção crítica aos efeitos éticos, sociais e políticos da integração cibernética, especialmente no que diz respeito à vigilância, à substituição da agência humana por protocolos técnicos e à centralização de decisões em infraestruturas invisíveis (Bruno, 2020). Esta reflexão, assim, propõe uma travessia conceitual: percorrer os marcos históricos da cibernética, suas aplicações na interação humano-máquina e os dilemas que emergem de sua presença ubíqua nas tecnologias emergentes. Ao final, busca-se pensar futuros possíveis em que a inovação tecnológica caminhe ao lado da ética, sustentando modos de vida múltiplos e reconhecendo que o humano, embora central por tanto tempo, já não é o único protagonista das relações tecnológicas.

### **Histórico da cibernética e sua evolução**

A cibernética não surge como consequência de um movimento histórico e interdisciplinar que atravessou o século XX. Em 1948, quando Norbert Wiener formalizou a cibernética como ciência dos sistemas de controle e comunicação em organismos vivos e máquinas, deu início a uma nova forma de pensar os processos técnicos e vitais (Vieira Pinto, 2005). A noção de feedback como princípio organizador de sistemas inaugurou uma lógica de causalidade circular, em que causas e efeitos se retroalimentam, redefinindo a engenharia, a biologia, a filosofia e a computação (Bruno, 2020). Essa interseção precoce entre neurociência e engenharia de controle já antevia um mundo onde circuitos e sinapses dialogariam em sintonia: com essa base conceitual, foram se estruturando os primeiros passos das redes neurais e dos mecanismos de aprendizado — ainda rudimentares, mas já nutridos por uma visão que cruzava o técnico com o orgânico, o maquínico com o humano (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016). A cibernética, desde então, deixou de habitar somente os laboratórios, adentrando o imaginário social e a infraestrutura das tecnologias que moldam o presente.

Nas décadas seguintes, a temática consolidou-se como eixo estruturante de transformações tecnológicas profundas. As conferências Macy, na década de 1950, reuniram pensadores de múltiplas áreas em torno de uma pergunta fundamental: seria possível criar máquinas capazes de aprender? (Romanini & Lacková, 2023). A resposta emergiu em sistemas de controle dotados de feedback, sensores e algoritmos que

operavam com base em dados contínuos (Albino & Valente, 2023). Esse modelo passou a informar a lógica de automação industrial e o desenho de arquiteturas computacionais orientadas ao reconhecimento de padrões — base para tecnologias que hoje incluem reconhecimento facial, deep learning e assistentes virtuais (Kazansky & Milan, 2021). À medida que essas tecnologias se enraizavam, a cibernética deixou de ser apenas uma linguagem de controle e passou a se configurar como o idioma comum da mediação digital contemporânea. O humano, nesse cenário, deixa de estar no comando exclusivo: passa a fazer parte de uma coreografia cibernética que envolve resposta, ajuste, adaptação — em um ciclo quase orgânico que dilui fronteiras entre sujeito e sistema.

Hoje, a cibernética se apresenta como ciência estruturante, como força vital da vida tecnomediada. Dispositivos como Siri, Alexa, sistemas biométricos, plataformas de recomendação e interfaces adaptativas operam com base em princípios de retroalimentação dinâmica — reorganizando-se continuamente a partir das ações dos usuários (Benfield et al., 2021). Ao passo que tal fluidez torna a interação mais imersiva, também a torna mais opaca: decisões são tomadas sem que saibamos exatamente onde terminam nossas intenções e onde começam as sugestões algorítmicas (Bruno, 2020). Na saúde, a presença cibernética se amplia com próteses inteligentes, exoesqueletos, marcapassos conectados e sistemas de telemedicina que respondem em tempo real (Kazansky & Milan, 2021; Terra & Raposo, 2023). Caminhamos rumo a uma integração ainda mais profunda: interfaces neurais, dispositivos implantáveis e comunicação cérebro-máquina já não pertencem apenas ao domínio da ficção científica. A cibernética, assim, deixa de ser apenas uma ferramenta de compreensão do presente para se tornar uma chave de leitura daquilo que estamos nos tornando. Com raízes conceituais sólidas e aplicações práticas crescentes, ela não apenas molda as tecnologias — molda, de certa forma, os modos possíveis de existência.

### **Fundamentos da interação humano-máquina**

A interação humano-máquina representa um território onde os contornos entre sujeitos e sistemas se tornam cada vez mais porosos, inaugurando novas formas de comunicação, controle e percepção no contexto tecnodigital. Trata-se de um processo que vai além do simples intercâmbio de comandos: envolve múltiplas camadas — técnicas, cognitivas, culturais e políticas (Bruno, 2020). Desde os fundamentos lançados pela

cibernética, com sua ênfase na retroalimentação e nos sistemas de resposta dinâmica (Vieira Pinto, 2005), essa relação passou a ser pensada como uma via de mão dupla, em que humanos e máquinas aprendem, ajustam e transformam-se mutuamente. As interfaces digitais operam como zonas de tradução entre o biológico e o computacional. Telas, sensores, comandos de voz — tudo isso compõe um vocabulário interativo em constante expansão. O design dessas interfaces não é apenas técnico, mas profundamente epistemológico, pois estrutura modos de agir, decidir e sentir diante de sistemas que já não apenas reagem, mas antecipam intenções. Com o avanço das tecnologias adaptativas, essa relação ganha complexidade: os sistemas aprendem com os usuários, ajustam-se em tempo real e tornam-se agentes ativos na construção da experiência — deslocando, com isso, as noções tradicionais de agência e autonomia.

Nesse novo ecossistema digital, as interfaces deixam de ser meras superfícies de acesso para se tornarem ambientes sensíveis, capazes de interpretar gestos, sons, toques e até sinais neurais. A experiência com a máquina passa a acontecer em múltiplas direções: interagimos por meio dela, através dela e, em certos casos, a partir de dela. A Internet das Coisas (IoT) exemplifica esse processo, ao distribuir sensores em objetos do cotidiano capazes de capturar comportamentos e ajustar respostas em tempo real — seja ao acender luzes, regular temperatura ou monitorar sinais vitais (Crawford, 2021). Assistentes virtuais, algoritmos de recomendação e tecnologias de reconhecimento facial operam com uma sensibilidade que aprende com padrões e inferências. No entanto, essa sensibilidade é construída sobre decisões que raramente são transparentes. Os critérios que orientam o aprendizado dos sistemas — o que é visto, priorizado, excluído — têm impactos diretos sobre a prática social e informacional. O design, nesse sentido, deixa de ser meramente utilitário: ele participa da organização do mundo, define o que é acessível e estabelece hierarquias de visibilidade, privilégio e exclusão.

À medida que nos aproximamos de uma era de integração quase total entre corpo e máquina — com interfaces neurais, IA embarcada e dispositivos implantáveis —, a interação humano-máquina passa a constituir uma extensão da sensorialidade e da cognição humanas (Crary, 2016; Albino & Valente, 2023). Não se trata de manipular a máquina, mas de pensar e sentir com ela. Tecnologias como computação tátil, controle gestual e resposta contextualizada criam situações mais responsivas, imersivas — e, simultaneamente, mais opacas e difíceis de auditar (Russell & Norvig, 2021). A coautoria entre humano e sistema se torna o novo paradigma, especialmente em áreas como

educação, saúde e acessibilidade. Contudo, essa fluidez não é isenta de custo: por trás da personalização e da responsividade há infraestruturas de poder, extração de dados e decisões automatizadas que muitas vezes escapam ao olhar do usuário comum: quem controla o que é aprendido? Quem define os critérios de resposta? O futuro da interação humano-máquina, portanto, exigirá mais do que refinamento técnico: dependerá da nossa capacidade coletiva de instaurar limites éticos, critérios de justiça e modelos de transparência que preservem a dignidade, a pluralidade e o direito à agência no interior dessas novas formas de vida conectada.

### **Aplicações práticas da cibernética e interação humano-máquina**

A presença cotidiana da cibernética se manifesta com força na maneira como ela reorganiza os sistemas técnicos e, por consequência, redefine os vínculos entre humanos e máquinas. O princípio de feedback, outrora restrito ao campo da engenharia ou da biologia, hoje estrutura tecnologias que habitam nossos lares, corpos e rotinas (Alves, 2020). O que se delinea é um novo tipo de relação: menos baseada no comando, mais sensível, adaptativa e responsiva. Na área da saúde, por exemplo, próteses inteligentes e dispositivos conectados pela IoT ampliam a noção de autonomia corporal, ao permitir monitoramento em tempo real e tratamentos personalizados (Bruno, 2020). A inteligência artificial aplicada à medicina oferece diagnósticos mais rápidos, terapias baseadas em dados históricos e decisões clínicas articuladas entre sensores, algoritmos e profissionais — deslocando o centro de decisão da autoridade individual para uma constelação de inteligências. Essas transformações nos convocam a rever as fronteiras entre clínica, técnica e cuidado, abrindo espaço para pensar a saúde como uma rede de interações dinâmicas entre corpos humanos e sistemas inteligentes.

Na educação, as implicações da cibernética são igualmente profundas, alterando tanto os meios quanto os sentidos da aprendizagem. Tecnologias adaptativas, plataformas baseadas em IA e ambientes imersivos vêm reformulando o papel dos sujeitos envolvidos no processo educacional (Crawford, 2021). Algoritmos capazes de mapear trajetórias de aprendizagem permitem uma personalização sem precedentes, enquanto ferramentas como a realidade aumentada e a gamificação introduzem o lúdico como elemento estruturante da experiência pedagógica (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016). Mais do que dinamismo, isso representa uma mudança epistemológica: o conhecimento passa a

ser vivido, simulado, experienciado. A gestão educacional também se transforma, com a automação de processos burocráticos e a ampliação da comunicação entre escola, estudantes e famílias (Benfield et al., 2021). Ao mesmo tempo, a indústria assimila esses princípios com os cobots — robôs colaborativos — que compartilham espaço de trabalho com humanos e operam de forma responsiva e segura (Bruno, 2020). Essa integração entre sensores, redes e algoritmos redefine a lógica produtiva, instaurando ambientes capazes de tomar decisões autônomas com base em dados contextuais, tornando os processos mais eficientes – e mais complexos, do ponto de vista ético.

As aplicações da cibernética avançam ainda sobre os domínios do entretenimento, da segurança e da criação artística, moldando um ecossistema tecnossocial altamente conectado. Nos jogos eletrônicos, algoritmos personalizados adaptam os desafios conforme o comportamento do jogador, enquanto sensores de movimento e reconhecimento facial tornam as interações mais imersivas (Russell & Norvig, 2021). Tecnologias como a realidade aumentada, antes confinadas à ficção, hoje simulam cenários reais com aplicações em educação, treinamento e saúde mental. A gamificação, nesse contexto, transcende o entretenimento e passa a ser estratégia de engajamento em plataformas educacionais, terapias digitais e programas institucionais. Na segurança digital, algoritmos operam como vigilantes contínuos, detectando anomalias e respondendo em tempo real às ameaças cibernéticas (Benfield et al., 2021). O que emerge é um espaço partilhado entre humanos e máquinas, onde decisões e responsabilidades são redistribuídas. Diante disso, torna-se indispensável refletir sobre os critérios éticos que orientam o design e a apropriação dessas tecnologias. O futuro da cibernética é também político e social: compreender suas práticas é garantir que seu desenvolvimento esteja ancorado na equidade, na dignidade e na liberdade.

### **Desafios éticos e sociais da cibernética e da interação humano-máquina**

A inserção da cibernética na vida cotidiana não pode ser compreendida apenas como um avanço técnico, mas como um deslocamento ético e político. A coleta massiva de dados por sistemas automatizados e processados por inteligências artificiais coloca em xeque noções como privacidade, autonomia e consentimento (Bruno, 2020). Diferentemente de contextos anteriores, essa coleta já não depende de escolhas explícitas dos usuários, mas se dá por meio de mecanismos opacos e normalizados, inseridos nas

lógicas de uso contínuo das plataformas (Alamu et al., 2020). A centralização desses dados em grandes corporações e aparelhos de Estado alimenta estruturas de poder que operam silenciosamente, definindo perfis, acessos e decisões por meio de inferências algorítmicas. A mineração de dados e a predição comportamental transformam nossas ações em capital — enquanto a soberania digital se dilui em contratos ininteligíveis e processos invisíveis (Alves, 2020). A vigilância algorítmica e a monetização da atenção já não são meras estratégias de mercado, mas formas de governança invisível. A urgência por regulamentações vai além da proteção de dados: trata-se da defesa do direito de existir sem ser permanentemente rastreado, interpretado ou manipulado (Crawford, 2021).

Paralelamente, a cibernética reorganiza o modo como nos relacionamos e trabalhamos, afetando dinâmicas sociais, afetivas e produtivas. No plano relacional, a mediação por plataformas e algoritmos substitui o encontro direto pela presença mediada, o diálogo pela hiperconectividade (Bruno, 2020). A arquitetura algorítmica dessas interfaces modela conteúdos e captura atenção e afeto, alimentando bolhas cognitivas e comprometendo o pensamento crítico (Crawford, 2021). No mundo do trabalho, os efeitos da automação cibernética se fazem sentir em múltiplos níveis: enquanto aumenta a eficiência produtiva, também elimina postos de trabalho e escancara desigualdades já existentes (Alamu et al., 2020). Trabalhadores com menos acesso à formação tecnológica são os mais impactados, evidenciando a necessidade de políticas públicas que garantam formação contínua e redistribuição de oportunidades (Benfield et al., 2021). A inteligência artificial, assim, não é neutra: ela catalisa transformações que beneficiam alguns e marginalizam outros. A pergunta central que se impõe é política e estrutural: quem lucra com a automação? E quem está sendo sistematicamente deixado para trás?

Por fim, os sistemas cibernéticos que operam com autonomia decisória introduzem dilemas sobre responsabilidade, transparência e justiça. Algoritmos que aprendem sozinhos — e que decidem sem supervisão clara — podem perpetuar discriminações históricas e tomar decisões ininteligíveis até mesmo para seus desenvolvedores (Crawford, 2021; Alves, 2020). Quando erros acontecem, quem responde? A ausência de auditoria eficaz e de supervisão humana torna a implementação de mecanismos de fiscalização e responsabilização pública algo inadiável (Bruno, 2020; Benfield et al., 2021). No campo político, os riscos se intensificam: algoritmos de recomendação, bots e deepfakes participam ativamente da manipulação informacional e da erosão do debate democrático (Raposo & Terra, 2020). A regulação, nesse contexto,

não é um entrave à inovação – e sim sua única via legítima. Precisamos de instituições comprometidas em garantir que a tecnologia seja instrumento de justiça, e não de controle. Pensar a cibernética hoje é refletir sobre quais valores queremos preservar frente à aceleração tecnológica. Como advertia McLuhan (1974), toda tecnologia estende o ser humano — mas toda extensão traz consigo uma amputação. A pergunta, portanto, é menos sobre os limites da máquina e mais sobre os limites éticos que estamos dispostos a estabelecer. E, como lembra Crary (2016), talvez o que importe seja menos o que os algoritmos podem fazer, e mais o que decidimos — coletivamente — que eles devem ou não fazer.

### **Futuro da cibernética e da interação humano-máquina**

O futuro da área se revela como uma trama em que biologia e tecnologia deixam de ser esferas separadas para se tornarem dimensões integradas de uma mesma experiência. A incorporação de interfaces neurais, inteligência artificial avançada e bioengenharia transforma a interação humano-máquina em uma condição existencial, não mais um experimento técnico (Alves, 2020). Dispositivos implantáveis conectados ao sistema nervoso, próteses com resposta elétrica orgânica e algoritmos capazes de interpretar emoções e ajustar comportamentos constroem um ecossistema em que corpo e máquina se coconstituem (Crawford, 2021). A medicina já opera com essa lógica: sensores neurais restauram funções motoras, assistentes digitais oferecem terapias personalizadas e sistemas de IA aceleram diagnósticos com precisão (Alamu et al., 2020). No entanto, quanto mais profundo esse entrelaçamento, mais intensos os dilemas: o que ainda é humano em um corpo mediado por tecnologia? Quem controla os dados que emergem desse corpo ampliado? A promessa de superação de limites cognitivos e físicos é sedutora, mas carrega o risco de transformar o sujeito em uma superfície de interface, cuja autonomia é constantemente modulada por lógicas externas.

Mas a expansão da cibernética ultrapassa o corpo e passa a estruturar cidades, economias e imaginários. As chamadas “cidades inteligentes” operam com sensores que regulam trânsito, energia, segurança — uma urbanidade algorítmica que promete eficiência, mas também vigia, armazena e intervém (Crawford, 2021). A personalização radical, promovida por assistentes e sistemas de recomendação, reorganiza o hábito cotidiano, reduzindo a abertura ao acaso e à diferença em nome da previsibilidade

(Benfield et al., 2021). Em projetos de alta complexidade, como a colonização espacial, sistemas cibernéticos assumem a manutenção da vida em condições extremas — robôs inteligentes, protocolos autônomos e redes de sensores definem o que é possível fora da Terra (Bruno, 2020). A convergência entre IA, sensores e biotecnologia projeta longevidade e comunicação expandida e, concomitantemente, traz novos riscos: manipulação algorítmica, dependência crítica, vulnerabilidades invisíveis (Raposo & Terra, 2020). A autonomia crescente da IA exige segurança cibernética à altura — e isso passa por políticas de transparência, auditabilidade e regulação. Proteger o sujeito num mundo hiperautomatizado não é frear a inovação e sim garantir que ela seja habitável.

Por isso, pensar o futuro da cibernética é assumir uma tarefa política, ética e ontológica. As fronteiras entre humano e máquina não estão dadas: estão em disputa, e essa disputa se define nos termos que escolhemos agora. A regulação das tecnologias emergentes precisa acompanhar sua velocidade, sem sacrificar valores fundamentais como liberdade, justiça e autonomia. A tecnologia deve expandir o humano, não reduzi-lo. Se as máquinas antecipam desejos, resta ao sujeito preservar o espaço da incerteza, do erro, da escolha: a radicalidade da humanidade reside justamente naquilo que escapa à lógica da previsão. Cabe às políticas públicas, às instituições e à sociedade civil construir uma ética da responsabilidade compartilhada. O futuro não se decide apenas pela capacidade dos circuitos, mas pela força dos princípios que os orientam.

### **Considerações finais**

A trajetória da cibernética, desde os primeiros escritos de Norbert Wiener até seus desdobramentos atuais em inteligência artificial, aprendizado de máquina e bioengenharia, acompanhou e moldou os modos de viver na sociedade tecnológica contemporânea (Alves, 2020). Mais do que um campo técnico, opera como uma matriz epistemológica que reorganiza radicalmente as relações entre humanos e máquinas, com impactos que atravessam áreas como saúde, educação, indústria e subjetividade. Entretanto, essa promessa de avanço não é neutra: ela carrega contradições estruturais e dilemas éticos que precisam ser reconhecidos, enfrentados e regulados (Bruno, 2020). O tratamento massivo de dados pessoais por sistemas autônomos, os impactos da automação sobre o trabalho, a hiperconectividade que altera ritmos, afetos e vínculos — todos esses elementos revelam que inovação tecnológica sem responsabilidade social é um caminho

para um futuro funcional, porém desumanizado. Quanto mais fluida a interação humano-máquina se torna, mais invisível ela fica, e isso reforça a urgência de políticas públicas, marcos regulatórios e espaços de escuta social. Avançar tecnicamente sem caminhar eticamente é escolher a eficiência à custa da dignidade.

Apesar dos riscos, é impossível ignorar o potencial transformador que a cibernética carrega. No campo da educação, sistemas inteligentes personalizados já demonstram sua capacidade de ampliar o acesso, adaptar conteúdos e criar práticas pedagógicas mais inclusivas e responsivas. Na saúde, a IA contribui para diagnósticos mais precisos, monitoramentos contínuos e tecnologias biomédicas que expandem as possibilidades de autonomia dos corpos. Em contextos mais extremos, como a exploração espacial, apenas sistemas cibernéticos autônomos serão capazes de sustentar operações em ambientes inóspitos, enquanto a bioengenharia associada à IA pode estender a vida humana por meio de suporte vital inteligente e interfaces neurais. Ainda assim, essas aplicações não são neutras: elas dependem de decisões políticas, prioridades econômicas e escolhas sociais. O que será financiado? Quem terá acesso? Quem será incluído nos sistemas de decisão e quem será deixado à margem? A cibernética, nesse sentido, é um espelho: reflete o mundo que estamos criando. E sem o compromisso de diversidade e justiça nos dados, nos algoritmos e nas infraestruturas, o futuro se torna apenas uma exclusão bem programada.

Por isso, pensar a cibernética exige muito mais do que apuro técnico: exige imaginação ética, projeto político e responsabilidade coletiva. A relação entre humanos e máquinas deve ser orientada não pela substituição, mas pela ampliação da liberdade, da dignidade e da capacidade de escolha — valores que não se codificam, mas que precisam orientar o próprio código. As aplicações futuras da cibernética, que vão da sustentabilidade ambiental à regeneração de tecidos, das cidades inteligentes à defesa digital, só poderão cumprir seu papel social se forem acompanhadas por uma boa ética pública, tecida a partir do diálogo entre ciência, sociedade civil e instituições democráticas. Governança algorítmica, decisões automatizadas transparentes e uso ético de dados não são delírios utópicos — são pré-condições para uma vida em comum na era da automação. Que a tecnologia seja meio, não fim. Que o futuro seja coescrito, não delegado. Que a cibernética nos lembre de que sistemas não servem para nos encerrar, mas para ampliar possibilidades. Entre o nó que aperta e o laço que liga, é hora de devolver à técnica sua tarefa primordial: estar a serviço da vida.

**Referências**

- ALAMU, O. F.; AWORINDE, O. H.; ISHARUFE, W. **Comunidades, algoritmos e ativismos digitais: olhares afrodiaspóricos**. São Paulo: Literarua, 2020.
- ALBINO, J.; VALENTE, V. **Inteligência artificial e suas aplicações interdisciplinares**. Rio de Janeiro: E-publicar, 2023.
- ALVES, L. **Inteligência artificial e comunicação**. São Paulo: Blucher, 2020.
- BENFIELD, D. et al. **Afetando tecnologias, maquinando inteligências**. Wayland: Center for Arts, Design and Social Research, 2021.
- BRUNO, F. **Máquinas de ver, modos de ser: vigilância, tecnologia e subjetividade**. Porto Alegre: Sulina, 2020.
- CRARY, J. **24/7: capitalismo tardio e os fins do sono**. São Paulo: Ubu Editora, 2016.
- CRAWFORD, K. **Atlas of AI: power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence**. New Haven: Yale University Press, 2021.
- GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning**. Cambridge: MIT Press, 2016.
- HUI, Y. **Tecnodiversidade**. São Paulo: Ubu Editora, 2020.
- KAZANSKY, B.; MILAN, S. **“Bodies not templates”**: contesting dominant algorithmic imaginaries. *New Media & Society*, v. 23, n. 2, p. 363-381, 2021.
- MCLUHAN, M. **Os meios de comunicação como extensões do homem**. São Paulo: Cultrix, 1974.
- ROMANINI, V.; LACKOVÁ, L. **Morphoesthetics in artificial intelligence: proteins versus machines**. *Semeiosis*, v. 11, n. 1, dez., p. 1-15, 2023.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial intelligence: a modern approach**. Londres: Pearson Education Limited, 2021.
- TERRA, C.; RAPOSO, J. **Relações públicas e comunicação orientadas aos dados: realidade ou necessidade contemporânea?** *Interfaces da Comunicação*, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2023.
- VIEIRA PINTO, A. **O conceito de tecnologia**. Vol. I. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.