

## DO ISOMORFISMO DA CIBERNÉTICA AO MITO DA IA: UMA ABORDAGEM USANDO O PENSAMENTO DE GILBERT SIMONDON

Helano de Sousa Castro<sup>1</sup>

“Às vezes fico pensando se os robôs não foram inventados para responder questões filosóficas” (John Sladek<sup>2</sup>)

### Resumo:

Os recentes avanços em Aprendizado de Máquina (AM), uma tecnologia usada na implementação de Inteligência Artificial (IA), já demonstraram a sua capacidade de impactar positivamente no avanço de várias áreas do conhecimento humano. Ao mesmo tempo, isso tem promovido uma transformação tão profunda, que é ela é comparada à Revolução Industrial do século XIX. Porém, diferentemente daquela, a revolução causada pela IA poderá extinguir postos de trabalho que exigem habilidades e capacidades cognitivas diferenciadas, além de afetar cada aspecto da vida humana de forma ainda mais intensa. Por outro lado, é crescente a difusão de uma crença que ela poderá se tornar uma espécie de *pós-humano* ou mesmo um “super-homem”, e que poderá também pôr em risco a existência humana. Embora as origens dessa crença talvez possam ser rastreadas ao antigo mundo grego, o desenvolvimento da Cibernética a partir dos anos 1940 teve papel decisivo nesse processo ao estabelecer uma analogia que equipara o ser vivo (incluindo o homem) a uma máquina. Ao surgir na metade dos anos 1950, a área de Inteligência Artificial não só encampou essa visão, mas a expandiu nas décadas seguintes, sobretudo na região da Califórnia (EUA) conhecida como Vale do Silício. A proposta desse artigo é refletir sobre essas questões lançando mão do pensamento do filósofo francês Gilbert Simondon, e demonstrar que essa crença faz parte de um mito que se inicia com o estabelecimento de uma analogia infundada, de acordo com o próprio filósofo, entre a máquina e o homem. Na verdade, a IA deve ser reconhecida pelo que realmente é, uma poderosa tecnologia que pode trazer grandes benefícios para humanidade, mas, como ocorreu em outras revoluções tecnológicas, e dependendo da velocidade das transformações e da forma que forem implementadas, seu uso poderá até mesmo esgarçar ainda mais o tecido social, com consequências imprevisíveis.

**Palavras-chave:** Gilbert Simondon; Cibernética; Inteligência artificial.

## FROM CYBERNETICS’ ISOMORFISM TO THE IA MYTH: AN APPROACH USING GILBERT SIMONDON ‘S THOUGHT

### Abstract:

Discussions about the relationship between man and artificial intelligence have been contaminated by a process of anthropomorphizing of the machine. Although the origins of this belief may be traced back to the ancient Greek world, the development of Cybernetics in the 1940s played a decisive role in shaping it by establishing an analogy that equates living beings (including humans) with machines. When the field of Artificial Intelligence (AI) emerged in the mid-1950s, it not only embraced this view but further expanded it in the following decades—particularly in the region of California (USA) known as Silicon Valley. This article seeks to reflect on these issues through the lens of French philosopher Gilbert Simondon’s thought, arguing that this belief is part of a myth rooted in what Simondon himself saw as a groundless analogy between machines and humans. In fact, AI should be recognized for what it truly is: a powerful technology with the potential to bring significant benefits to humanity. Yet, as with other technological revolutions—and depending on the speed of transformation and how it is implemented—its use may also stretch the social fabric even further, with unpredictable consequences.

**Keywords:** Gilbert Simondon; Cybernetics; Artificial intelligence.

<sup>1</sup> PhD em Engenharia Eletrônica (Space Instrumentation Group, University of Sussex, Inglaterra, 1992). Mestrado em Sistemas de Computação (Pontifícia Universidade Católica/Rio de Janeiro, 1985). Graduado em Engenharia Elétrica (Universidade Federal do Ceará UFC, 1982). Professor Titular aposentado da UFC. Professor colaborador do Grupo de Pesquisa Filosofia da Diferença, Educação e Tecnocultura do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da UFC (FILODITEC-EDUC/UFC). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1123-3219>. Endereço para contato: [helanoscastro@gmail.com](mailto:helanoscastro@gmail.com).

<sup>2</sup> Citação do livro de ficção científica de John Sladek (1985, p. 4), “Tik-Tok”.

**Deuses, máquinas e o humano**

É frequente se atribuir a René Descartes a primazia de ter lançado as bases do pensamento que atribui ao homem um status de máquina. Aparentemente, Descartes nutria um interesse por andróides e, em sua obra *Tratado do homem*, publicada postumamente, ele elabora, de acordo com Wood (2002, p. 7), uma comparação entre o homem e uma “estátua ou máquina” hipotética “que opera como um relógio”<sup>3</sup>. Wood prossegue afirmando que, nem “a ideia de homens como máquinas nem, inversamente, a de máquinas construídas para parecerem-se com homens, podem ser compreendidas sem ele (Descartes)” (*Ibid.*, p. 7). No que tange a IA, além do aspecto tecnológico, pode também ser identificado um certo temor presente no imaginário humano de ser subjugado por robôs<sup>4</sup>, fato bem representado pelos inúmeros filmes e obras de ficção científica que abordam o tema. A despeito disso, e é algo que surpreende, o próprio homem, sobretudo no mundo ocidental, tem buscado a realização de um ser tecnológico que não só incorpore suas capacidades cognitivas, mas que também as ultrapasse; e, talvez, seja possível, através de um processo genealógico, identificar as origens dessa motivação. Pode-se verificar algumas raízes dessa forma peculiar de pensar no antigo mundo grego, povoado por seus deuses e semideuses, que se propagaram no tempo e no espaço do mundo ocidental até nossa época. De fato, de acordo com Mayor (2018), existem registros, já no mundo helenístico, de relatos mitológicos de criaturas “tecnológicas” mais poderosas que a humanidade, bem como o desejo do próprio homem se tornar uma espécie de deus criador dessas criaturas. Como será visto nesse artigo, esse sonho aparentemente se propagou até os tempos atuais e, de forma mais contundente, no Vale do Silício - sobretudo no que se refere a pesquisas e produtos relacionados com a robótica e a IA- e contaminou sobremaneira as discussões sobre a relação do homem com a tecnologia. No entanto, é importante salientar que os principais ingredientes dessa discussão podem ser rastreados ao antigo mundo grego. Mayor, em sua obra intitulada *Deuses e Robôs* (2018, p. 212), descreve como essa relação é complexa, e pode-se facilmente reconhecer elementos citados por ela em no sociedade atual:

<sup>3</sup> Uma referência à fonte de energia mecânica empregada no mecanismo de um relógio, e que era muito usada nos andróides do século XVII e XVIII. Aproveito o ensejo para assinalar que todas as citações de referências em idiomas que não o português, são traduções minhas.

<sup>4</sup> De acordo com Alexander Meireles Silva (Silva, 2020, p. 10), o termo “robô” provém da palavra tcheca “robota”, significando “escravo”, “servidão”, “trabalho forçado”, e foi usada pela primeira vez pelo escritor tcheco Karel Capek em seu livro “Robôs Universais de Rossum” (RUR), publicado originalmente em 1920.

Pode parecer uma reação particular da nossa modernidade tecnológica a forma como reagimos ao rolo compressor do progresso científico, caracterizada por uma mistura de exuberância e ansiedade, as quais são despertadas pelas tortuosas linhas que separam o que é natureza do que é máquina. Mas a combinação de esperança e a apreensão em torno da ideia de vida artificial surgiu há milhares de anos no mundo grego antigo. Mitos permeados de imaginação se expressavam e se debatiam com admiração, pavor e esperança, provocadas pela criação de estátuas animadas, tentativas tanto de ultrapassar os limites humanos, como o da busca pela imortalidade. Esta é uma discussão que, pode-se dizer, foi iniciada pelos antigos gregos... A questão sobre o que significa ser humano era uma obsessão nos tempos dos gregos antigos. Suas histórias, repetidamente, exploravam as promessas e os perigos de se evitar o envelhecimento e a morte através do aumento das potencialidades dos mortais e da replicação das potencialidades natureza. A rede complexa de mitos sobre Prometeu, Jasão e os Argonautas, Medeia, Dédalo, Hefesto, Talos e Pandora levantou questões sobre os limites entre os seres biológicos e os fabricados.

Em um contexto mais atual, Hirsch-Kreinsen e Krokowski (Hirsch-Kreinsen *et al.*, 2024, p. 5) utilizam a expressão, *o mito da máquina inteligente*, que consiste em “imaginar uma máquina igual ou superior à inteligência humana”, identificando que o núcleo desse mito é a crença em uma necessidade de “serem criadas máquinas que superem as deficiências físicas e intelectuais do ser [humano] deficiente”. Uma reflexão filosófica da tecnologia pode nos servir como uma bússola para nos ajudar a navegar nas águas agitadas dessas discussões e, até mesmo, a superar o pensamento mitológico que ainda permeia essas águas. O projeto dos neocibernéticos<sup>5</sup> do Vale do Silício de nos vender a ideia de uma tecnologia de IA que “tudo sabe”, nos remete novamente ao pensamento mágico dos gregos antigos. Embora enunciado no contexto do enciclopedismo, talvez a seguinte observação de Simondon (2020b, p. 156) possa ser transportada para o status atual da IA: “Parte do sentimento de eficácia da magia primitiva transformou-se numa crença incondicional no progresso. O objeto moderno ou de aspecto moderno revestiu-se de um poder de eficácia quase sobrenatural.” Simondon conclui (*Ibid.*, p. 156) afirmando que o “sentimento do moderno encerrou algo da crença num poder ilimitado e polivalente de um objeto privilegiado.”

Ora, o que as grandes empresas de tecnologia do Vale do Silício querem nos fazer crer é exatamente nesse poder “sobrenatural” de suas IAs, uma tecnologia que seria indistinta da magia, em um cenário em que eles, obviamente, são os magos ou, pelo menos, aprendizes de feiticeiros. Entretanto, segundo Simondon (*Op. cit.*, 2020b, p. 188), para compreender a verdadeira relação do homem com a IA é preciso deixar de lado “as mitologias que assimilam

<sup>5</sup> Termo que será utilizado para se referir aos tecnocratas do Vale do Silício, que expressam a visão de IA criticada nesse artigo.

as funções vitais aos funcionamentos artificiais”.

### **Da Cibernética a IA: quando o homem se tornou uma máquina e máquina se tornou um super-homem**

A concepção de IA predominante no Vale do Silício foi profundamente influenciada pelas ideias da cibernética. De fato, o próprio nascimento da área de IA, no início dos anos 1950, incorporou a visão da equivalência homem-máquina, algo já presente na cibernética em seu início. Por esse motivo, é importante compreender como esses dois projetos surgem e se conectam, a fim de entender como essas ideias ecoaram até a atualidade na concepção de IA do neociberneticistas.

Considerado o “pai” da cibernética, Norbert Wiener (2017) a define como o campo de estudo da teoria do controle e comunicação nos animais e nas máquinas. A Cibernética remonta ao final da primeira metade do século XX, e se disseminou no meio de um grupo de pensadores, sobretudo norte-americanos, das mais diversas especialidades, incluindo engenharia, matemática, fisiologia, física, biologia, dentre outras. Isso explica como os conceitos-chaves da cibernética, tais como informação, entropia, mensagem, autorregulação e homeostase, dentre outros, foram utilizados na concepção de problemas de pesquisa nas mais diferentes áreas do conhecimento (Quin, 2019). Em sua versão inicial, os ciberneticistas defendiam o *isomorfismo*, uma visão que entende os animais, incluindo o humano, como máquinas, compondo uma espécie de *organismo cibernético*<sup>6</sup>. Como resultado, desde seu princípio inicia-se na cibernética um processo de *mecanização* do humano e de *antropomorfização* da máquina.

Quin (2019, p. 429) afirma que que Norbert Wiener usa o conceito de cibernética para definir sistemas (naturais ou artificiais) que são “capazes de autorregular seu comportamento graças à habilidade de processarem a informação que recebem do ambiente, e cuja ação, inversamente, tem impacto sobre esse ambiente”; isso corresponde a uma lógica de causalidade circular que é denominada de *retroalimentação negativa*. Na cibernética, o comportamento é usado para estabelecer analogias e se relaciona com um propósito, daí ele ser

<sup>6</sup> A palavra inglesa *cyborg* (ciborgue, em português) é uma abreviação de *Cybernetic Organism* (organismo cibernético). O termo foi proposto por Manfred E. Clynes e Nathan S. Kline em um artigo publicado em 1960 na revista *Astronautics* (Clynes *et al.*, 1960, p. 27).

## **DO ISOMORFISMO DA CIBERNÉTICA AO MITO DA IA: UMA...**

Helano de Sousa Castro

denominado *teleológico* (Rosenblueth *et al.*, 1943). Wiener concebe o esquema de realimentação como uma forma de garantir um comportamento teleológico, e ela seria a responsável pela autorregulação no indivíduo cibernético. O maior representante da visão isomorfista, Warren McCulloch, defendia que o cérebro era uma como uma máquina de calcular operada por mecanismos neuronais binários (Mills, 2016). Essa concepção foi incorporada não apenas por ciberneticistas, mas também pelos pioneiros da área de IA, e exerceu influência na crença, difundida no Vale do Silício, de que a inteligência humana pode ser reproduzida por uma IA. Assim, o homem, um ser primordialmente analógico, tornava-se um ser digital, em uma verdadeira *alquimia cibernética*. Nesse processo, o neurofisiologista Warren McCulloch e o lógico e cientista Walter Pitts deram o primeiro passo para uma concepção do que seria um neurônio artificial - unidade elementar das redes neuronais. Em um artigo seminal (McCulloch *et al.*, 1943), eles inspiraram-se no neurônio humano e propuseram um modelo simples que representava o seu funcionamento. Nessa época já se sabia que, na base da comunicação entre neurônios, estava o que se chamou de *potencial de ativação*. A saída de um neurônio que se conectava com a entrada de outro, só tinha efeito na entrada do segundo neurônio se o sinal eletroquímico estivesse um nível acima de um limiar (potencial de ativação), situação em que o neurônio “dispararia” e o sinal seria propagado pela rede neuronal. No modelo matemático de McCulloch e Pitts, as sinapses do neurônio são representadas como sinais de entrada. Uma função matemática faz o papel do potencial de ativação, exercendo o controle do disparo das entradas para a saída do neurônio artificial. Esse modelo causou grande impacto na comunidade ciberneticista e, como afirmou McCulloch (*Apud.* Hayles, 1999, p. 57), “colocou o pé da cibernética na carne”. Além disso, os ciberneticistas também propunham uma teoria computacional da mente que consistia na ideia, conforme afirma Gieblyn (2021, p. 12), de que a mente humana funcionava, em nível neuronal, “como uma máquina que incorpora laços de retroalimentação”<sup>7</sup>, funcionando como um mecanismo de autorregulação. De qualquer modo, como uma das principais formas de se implementar uma IA é pelo uso de redes neuronais, a dupla McCulloch-Pitts, ao transformar um modelo matemático, que representava uma *metáfora*, em um neurônio humano, talvez possa ser considerada como o elo que liga o isomorfismo cibernético aos sistemas de inteligência artificial. Como será visto, essa metáfora

<sup>7</sup> A teoria, no entanto, não explica como essa máquina computacional dá origem a habilidades, tais como ver, sentir e, sobretudo, a autoconsciência.

se amplificou cada vez mais, até chegar à ideia de que se pode construir uma máquina com nível de inteligência igual, ou até mesmo superior à do ser humano. A esse respeito, talvez seja pertinente mencionar um trecho da biografia de McCulloch escrita por Tara Abraham. O cenário é uma das famosas *Macy Conferences*<sup>8</sup>, nesse caso, a sétima conferência Marcy sobre cibernética, em 1950. Um dos participantes, o renomado neurofisiologista Ralph Gerard, criticou a abordagem digital (binária) com relação ao sistema nervoso, defendida por McCulloch e Pitts. Ao refletir retroativamente sobre o evento, ele lembra que as discussões sobre as analogias entre a máquina e o humano decorriam dentro de um espírito de *isso é como se fosse aquilo* e, subitamente, pareceu a ele que algo ali se transformou, passando-se a se exprimir, doravante, de acordo com a fórmula segundo a qual *isso é aquilo*. Nas palavras de Abraham (2016, p. 140): “Estávamos falando das mesmas coisas [que antes], só que agora era como se uma coisa **fosse** [realmente] a outra.” Ou seja, pode-se identificar aí o momento em que uma metáfora se transforma no real: o cérebro humano é um computador, e sua essência, que seria digital, é um software que pode ser transmitido e recebido. Abraham prossegue observando que o psicólogo Hans Kukas Teuber, presente na conferência, comentando a posição de McCulloch na discussão com Gerard, argumentou (*Apud.*, Abraham, 2016, p. 140) que “é lícito supor uma ação digital [do neurônio], contanto que nos lembremos que estamos tratando de um modelo.” Ocorre que, mesmo como um modelo, o neurônio, além de não se comportar puramente de maneira digital, é muito mais complexo que o modelo proposto. N. Katherine Hayles (*Op. cit.*, 1999, p. 12) descreve essa manobra epistemológica com o uso de dois conceitos citados por ela: *Platonic backhand* e *Platonic forehand*. O primeiro infere abstrações simplificadas, a partir da complexidade do mundo; foi o que McCulloch e Pitts fizeram, ao proporem um modelo simples do neurônio, a partir da complexidade do cérebro humano. O problema, segundo Hayles, aparece quando se busca executar a operação inversa, ou seja, quando a abstração, ou metáfora, tenta substituir o fenômeno original do qual ela derivou; a autora conceitua essa operação como *Platonic forehand*<sup>9</sup>, e foi justamente isso o que

<sup>8</sup> Eventos promovidos pela Fundação Josiah Macy Jr., que, sediada em Nova York (EUA), tinha como foco financiar pesquisas na área de assistência médica e medicina durante a II Guerra Mundial e nos anos de 1946 a 1953. Essa fundação enfatizava os estudos que incorporassem uma abordagem interdisciplinar do organismo (caso da Cibernética) (Abraham, 2006).

<sup>9</sup> Como Hayles (*Op. cit.*, 1999, p. 12) explica, ao introduzir esses conceitos, a operação de *Platonic backhand* (conhecida já pelos antigos gregos) é perfeitamente lícita e, de fato, é utilizada como uma ferramenta epistemológica na pesquisa científica. O problema reside na operação inversa, *Platonic forehand*, conceito introduzido por ela.



ocorreu com o neurônio de McCulloch e Pitts, assim como com as redes neurais computacionais.

De qualquer modo, esse passo dado pela cibernética foi, sem dúvida, o mais decisivo. Ora, da mesma forma que um sistema digital possui um software que pode ser copiado, armazenado e transmitido de um hardware para outro, ou mesmo “viver” nas “nuvens”<sup>10</sup>, a inteligência humana, ou sua consciência, quaisquer que sejam as definições dos neociberneticistas para isso, é vista agora como um software o qual comporta as mesmas operações dos programas de computadores. O próximo passo veio por meio do grande matemático inglês Alan Turing, que, apesar de não ser neociberneticista, publicou um artigo seminal (Turing, 1950) em que, de forma não intencional, estabeleceu uma meta para os futuros cientistas e engenheiros da área de IA, ainda nascente na época. Turing inicia este artigo já com uma pergunta que reverbera até hoje (*Ibid.*, p. 433): “As máquinas podem pensar?” Se a resposta for sim, ele complementa essa pergunta: “Será possível construir um computador tão sofisticado que poderíamos dizer que ele pensa, que é inteligente e que tem uma mente?” (*Ibid.*, p.433). Para respondê-la, propõe um experimento que ficou conhecido como o *teste de Turing* (ver *Op. cit.*, 1950). Como Hayles afirma (*Op. cit.*, 1999, p. xi), “o Teste de Turing firmou qual seria a agenda dos pesquisadores da área de inteligência artificial para as décadas seguintes: conceber e construir uma máquina tão inteligente quanto o homem”. É esse, atualmente, o objeto da competição entre as grandes companhias do Vale do Silício, com seus *chatbots*. Brynjolfsson (2022) deu um nome para essa agenda, *A Armadilha Turing*, ou seja, a obsessão abusiva em substituir o humano por uma IA com capacidades (sobretudo, cognitivas) maiores que as dele, em vez de usar a tecnologia para aumentar aquelas do homem.

Cerca de cinco anos após a publicação do artigo de Turing, surge, em 31 de agosto de 1955, a expressão *Inteligência Artificial*, proposta em um projeto cujo o principal objetivo era, de acordo com McCarthy (2006, p. 13) conceber uma máquina contendo “cada aspecto de aprendizado ou qualquer outra característica de inteligência”, constituindo, portanto, um esforço para implementar a agenda traçada pelas considerações teóricas de Turing; o projeto

<sup>10</sup> Tradução do inglês “cloud”, é mais uma tentativa de se abstrair o “corpo” (hardware) da internet. Na verdade, trata-se de *Data Centers*, enormes estruturas físicas contendo milhares de processadores e sistemas de armazenamento de dados, perfazendo um sistema que está conectado a internet. Esses sistemas consomem uma quantidade gigantesca de energia e água (usada no resfriamento dos processadores), causando grande impacto ambiental. Estima-se que mais de 95 % do tráfego global da internet não circula “nas nuvens”, mas no fundo dos mares, através de cabos submarinos de fibra óptica (Sherman, 2019).

previa ainda a realização de um *workshop* para discutir essas ações. Esse, ocorrido um ano depois, em julho/agosto de 1956, é considerado por alguns como o nascimento oficial da IA. De acordo com Mitchell (2020, p. 4), o nome *Inteligência Artificial* foi proposto pelo matemático John McCarthy, que queria distinguir esse novo campo de pesquisa do campo da Cibernética. McCarthy (*Apud. Mitchell, Ibid.*, p. 4) admitiu que ninguém gostou do nome, mas declarou “Eu tinha que dar um nome, daí eu chamei Inteligência Artificial.” Allen Newell e Herb Simon, que estavam nesse evento histórico, discordaram do termo, e propuseram, alternativamente, o nome *processamento de informação complexo*, continuando a utilizá-lo por anos<sup>11</sup>. Apesar desse desejo de se distanciar da cibernética, a nascente área de inteligência artificial incorporou muitas de suas ideias, incluindo o modelo de neurônio e a concepção do homem como uma máquina. Em 1957, Frank Rosenblatt, pesquisador do Cornell Aeronautical Laboratory, criou um modelo mais sofisticado que o de McCulloch, denominado *Perceptron*, que simulava uma rede de centenas de “neurônios”; o perceptron é considerado como o modelo a partir do qual evoluíram as atuais redes neuronais artificiais<sup>12</sup>. Como o computador na época já incorporava uma tecnologia mais avançada, as pesquisas focaram em utilizar seu hardware e software para atingir os objetivos de conceber e implementar uma IA com o uso do que viria a ser conhecido como *redes neurais computacionais*.

No início dos anos 2000 é lançada nos Estados Unidos a obra do transhumanista Ray Kurzweil - *A era das máquinas espirituais* (publicada no Brasil em 2005). Nessa obra, ele foi ainda mais longe que McCulloch, e defendeu que o Universo funciona como uma espécie de computador no qual tudo opera na base de processamento de informações. Além disso, ele concebe o ser humano como uma espécie da versão do ser informacional mais sofisticado produzido pelo universo, e seu cérebro, por seu turno, como o processador mais poderoso também produzido por ele. O ser humano, acredita Kurzweil, conceberá uma tecnologia de

<sup>11</sup> Ver *AI Myths Projects: the term AI has a clear meaning*, disponível em: <https://www.aimyths.org/the-term-ai-has-a-clear-meaning>.

<sup>12</sup> Em 1949, o Neuropsicólogo canadense Donald Hebb havia publicado um artigo que demonstrava que quanto maior a comunicação entre dois neurônios no cérebro, tanto mais reforçada é a ligação entre eles, sendo o contrário também verdadeiro. Essa descoberta implicava em um conceito importante sobre o aprendizado humano em nível cerebral. Fundindo o modelo de atividade do neurônio de Hebb com conceitos de aprendizado de máquina, Rosenblatt criou o *Perceptron Mark I*, voltado para reconhecimento de imagens. Para treinar seu perceptron, ele combinou uma estratégia de aprendizado por reforço das conexões dos neurônios, inspirada na descoberta de Hebb, com a ideia de *condicionamento* via *reforço positivo* ou *reforço negativo*, do psicólogo Burrhus Frederic Skinner. Ao longo do tempo, esse processo foi aperfeiçoado e é, atualmente, extensivamente utilizado, juntamente com outras técnicas, no treinamento das atuais redes neuronais artificiais.



## **DO ISOMORFISMO DA CIBERNÉTICA AO MITO DA IA: UMA...**

Helano de Sousa Castro

inteligência cada vez mais poderosa que, eventualmente, transcenderá a espécie humana, dando origem a um novo ser que ele denominou *pós-humano*: iniciava-se aí o movimento do *pós-humanismo digital*. Esse estágio evolutivo é frequentemente referido, pelos adeptos desse pós-humanismo, como *Singularidade*, o mesmo termo usado atualmente na área de inteligência artificial para designar o ponto em que uma IA ultrapassará a capacidade cognitiva do ser humano<sup>13</sup>, e a versão de IA com essa característica é referida pelos neociberneticistas como AGI<sup>14</sup>. Kurzweil publicou mais duas obras sobre o tema (2018, 2024) nas quais reforça sua profecia e afirma que, através de implantes, será possível fazer um “upload” da sua mente para supercomputadores. Como aponta O’Gieblyn (2021, 47), “se a era da informação tivesse um profeta<sup>15</sup>, Kurzweil é provavelmente ele... pois seu livro, além de um manifesto, é um trabalho de escatologia...” No entanto, essa era não possui apenas um profeta: de acordo com Mickle (2025, p. 2), Jensen Huang, proprietário da NVIDIA, a maior empresa que fabrica os processadores usados nessa tecnologia (IA), as GPUs (*Graphic Processing Units*), é conhecido no Vale do Silício como o “Jesus da IA<sup>16</sup>” Essa concepção de Kurzweil é uma “evolução” do ser cibernético e, como esse último, é baseado em um hilemorfismo, pois esse novo ser seria o encontro de um software, que supostamente abriga a consciência do ser, com uma matéria, um hardware, no qual ele habita ou para o qual será feito um eventual “download”; de fato, esse é o plano de muitos neociberneticistas do Vale do Silício<sup>17</sup>. Essa consciência digital se aproxima

<sup>13</sup> É frequente se atribuir o primeiro uso desse termo ao grande matemático húngaro-americano John Von Neumann, outro que também é considerado como um dos pais do computador, e teria dito (*Apud.* Labatur, 2023, p. 256 – destaque meu): “... parece que o progresso cada vez mais acelerado da tecnologia dá a impressão de se aproximar de alguma *singularidade* essencial, um ponto de virada na história da raça humana além da qual os assuntos humanos, como os conhecemos, não podem continuar.”

<sup>14</sup> Do inglês, *Artificial General Intelligence*. De acordo com Goertzel (2011), o termo surgiu de uma discussão sobre o título de um livro sobre IA que ele escreveu com um colega, Cassio Penachin. Ele então colheu algumas sugestões e um pesquisador da área, Shane Legg, sugeriu o termo. O livro foi publicado em 2005 pela Springer, com esse título.

<sup>15</sup> A propósito disso, a crença dos neociberneticistas no surgimento de uma AGI (*Artificial General Intelligence*), a *singularidade* na forma de uma IA, possui contornos de uma religião. Em 2017, em entrevista à publicação especializada em tecnologia *Wired*, o ex-engenheiro da Google, Anthony Levandowski, declara que fundou uma nova religião, a qual denominou *Caminho do Futuro* (*Way of the future*). A religião cultua uma natureza divina baseada em uma IA, da qual Levandowski se considera sacerdote. Ele declara (*Apud.*, Harries, 2007, p. 1): “O que será efetivamente criado é um deus... A ideia precisa ser disseminada antes da tecnologia... A igreja será o meio de disseminar para o mundo o evangelho.”

<sup>16</sup> Arthur Mensch, criador da *Mistral*, startup francesa, que desenvolveu um chatbot próprio, se diz desconfortável com a fascinação “religiosa” do Vale do Silício no que respeita *singularidade*, e sobre isso declara (Alderman *et al.*, 2024, p. 6): “Toda essa retórica sobre AGI é sobre um tipo de Deus criador. Eu sou um ateu convicto. Assim eu não acredito em AGI.” Ver nota 14 para esclarecimento sobre o termo AGI.

<sup>17</sup> Vários dirigentes de empresas de IA do Vale do Silício perseguem a imortalidade através desses processos. De acordo com Costandi (2022), Sam Altman, dirigente *OpenAI*, desenvolvedora do *ChatGPT*, desembolsou dez mil dólares para a startup *Nectome* preservar seu cérebro após sua morte para, posteriormente, fazer um *upload* de sua

## **DO ISOMORFISMO DA CIBERNÉTICA AO MITO DA IA: UMA...**

Helano de Sousa Castro

do que seria uma espécie de uma *alma digital*, e seu *download* em um novo hardware, ou até mesmo em um novo corpo físico, uma espécie de *reencarnação digital*, sendo essa a grande esperança deles viverem para sempre, caracterizando todo esse esquema como uma verdadeira *metafísica IA*! Esse passo consolidou uma nova realidade em que o ser humano perde o corpo: *ele se transforma, de um ser formado de carne e ossos, em um amontoado de “bits”*<sup>18</sup>.

Esse pequeno histórico da evolução e intersecção da cibernética com a área de IA mostra como a ideia de uma metáfora se transforma no real: a crença de que o ser vivo pode ser reduzido a um tipo de máquina digital que consiga, por sua vez, reproduzir espontaneamente seus atributos, incluindo inteligência e consciência humana, em um sistema IA. Essa ideia ressonou no pós-humanismo na construção de um ser que perde o corpo e se torna uma *essência digital*, sem que seja explicitado o que exatamente isso significa. Em todo caso, tratar-se-ia de uma essência que pode ser transmitida e recebida como uma informação cibernética, e que pode ainda, acoplar-se e desacoplar-se de máquina/corpo. Ora, o software, diferentemente do hardware, não pode ser manuseado fisicamente e, portanto, do ponto de vista físico, ele nem mesmo existe: *é uma abstração do hardware*. Também não existem nem mesmo os famosos “0” e “1”: *são meras abstrações de correntes e tensões elétricas que são interpretados como símbolos na base numérica binária*. O software é, na verdade, algo imanente ao hardware, e suas unidades elementares de representação existem em sua forma primitiva como correntes e tensões elétricas que podem, *por convenção*<sup>19</sup>, assumir dois valores lógicos distintos. É por isso que *ele pode ser considerado como um objeto técnico*, desde que imanente ao hardware - como o é na realidade - e são pertinentes aqui as considerações que Simondon faz em ILFI ao refletir sobre forma e matéria<sup>20</sup>. O erro em antropomorfizar a IA tem raiz no hilemorfismo de se pensar o software como algo distinto, uma realidade separada do hardware, algo, atualmente, tido por

memória e consciência para a nuvem.

<sup>18</sup> Nesse momento, como bem pontua N. Katherine Hayles (*Apud*. O’Gieblyn, 2021, p. 57): “A informação desencarnada torna-se a forma platônica definitiva.”

<sup>19</sup> De fato, além dos digitais, foram também implementados computadores analógicos. Por outro lado, é também possível conceber um computador que funcione na base decimal (ou em qualquer outra); nesse caso, cada unidade de informação poderia, portanto, assumir dez estados, de 0 a 9 (mais que os dois estados do sistema binário). Naturalmente que implementar um hardware que necessite apenas de dois estados, diminui a complexidade e os custos, dentre outras vantagens, apesar da base dez nos ser mais intuitiva. Provavelmente adotamos a base dez em nosso cotidiano pelo fato dos antigos haverem utilizado os dedos para contar.

<sup>20</sup> Por isso existe uma certa resistência em se caracterizar o software como um objeto técnico. O hilemorfismo presente na ideia do computador é tão forte (como o é na questão mente/cérebro), que muitos encaram o software como algo isolado, e até independente, do hardware. Ora, é impossível executar um software sem um hardware e, no exato momento de sua execução, “ele retira sua máscara” e volta a ser o que realmente é: tensões e correntes elétricas.

muitos como um “fato”. Apesar disso, nos últimos anos, aparentemente, tudo necessita incorporar uma IA. Com efeito, o termo IA se tornou uma *grife* que, lançada pelos *estilistas* neocibernéticos do Vale do Silício, deve *vestir* todos os produtos. Destarte, conceber esses produtos de forma a conter IA nos dias de hoje é algo mandatário, não apenas na indústria, mas também em diversas outras áreas da atividade humana (um fenômeno que ocorreu com o termo “quântico”, o qual, igualmente, se tornou uma *grife*); na verdade, até mesmo ser *humano* é algo que parece estar ultrapassado (pelo menos para alguns transhumanistas), e, ao que se leva a crer, o que “está na moda” é *ser* IA...

### **Repensando a cibernética e a IA com Simondon**

Simondon é contemporâneo ao período em que três acontecimentos marcaram seu trabalho: o surgimento da Cibernética, nos anos 1940; o da área de Inteligência Artificial nos anos 1950; e o da publicação do trabalho seminal de Claude Shannon em 1948, no qual ele desenvolve uma *teoria da informação*<sup>21</sup>. De fato, Simondon ficou bastante impressionado com a cibernética, chegando mesmo a participar da organização de um evento (o colóquio de *Royaumont* - 1962), que tinha como tema *Le concept d'information dans la science contemporaine*. Na ocasião, ele não só apresentou um trabalho<sup>22</sup>, como participou da preparação das atas do colóquio (publicadas três anos depois, em 1965), o qual contou com a presença de ninguém menos que Norbert Wiener<sup>23</sup>. Além disso, ele estudou em profundidade os anais das *Conferências Macy* sobre cibernética e, portanto, estava em posição de tecer uma análise crítica sobre ela. No entanto, apesar de Simondon ter sido profundamente influenciado pela cibernética, ele também foi seu crítico, sobretudo na versão inicial - que defendia o isomorfismo. Dentre outras críticas, a despeito de admitir a autorregulação no ser vivo, afirmava que ela atua de forma diferente daquela que concerne ao ser cibernético. Além disso,

<sup>21</sup> Robert Fano (*Apud*. Rioul, 2018, p. 43), professor emérito de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação do MIT (EUA) e que desenvolveu trabalhos junto com Shannon, fez uma interessante observação sobre essa expressão: “Eu não gosto do termo ‘teoria da informação’. Claude [Shannon] também não. O termo sugere que se trata de uma teoria sobre informação, mas não é. Ela é sobre a transmissão da informação, não informação. Muitas pessoas não entendem isso”.

<sup>22</sup> *L'Amplification dans les processus d'information*, artigo que foi incorporado a seu livro *Communication et information* (Simondon, 2015, p. 159-176). Em 1953, Simondon tentou criar um grupo de pesquisa em cibernética, estabelecendo uma relação entre a filosofia e a ciência e, para tanto, entrou em contato com professores da *École Normale Supérieure*, chegando, inclusive, de acordo com Nathalie Simondon (2015, p. 1), a abordar Michael Foucault, dentre outros filósofos, mas a ideia não chegou a prosperar.

<sup>23</sup> A esse respeito, c.f. Simondon, 2016, p. 35.

o filósofo também criticou o conceito de informação formulado pelos ciberneticistas. Conforme visto anteriormente, a concepção de informação na cibernética favoreceu a idealização de um ser cibernético hilemórfico, influenciando o entretenimento da ideia de uma IA que, além de desenvolver sua própria inteligência, deveria se tornar consciente, na opinião de muitos tecnologistas do Vale do Silício. Em minha opinião, a crítica que Simondon desenvolve sobre a informação cibernética é uma das chaves para rebater o mito da IA.

De acordo com Rantala (2018), na história ontológica e epistemológica da *informação*, esse termo deriva do conceito de forma (*in-forma*). No entanto, ainda conforme esse autor (*Ibid.*, p. 1), não demorou muito para essa “dimensão desaparecer do senso comum” e, a partir do surgimento da cibernética, uma nova dimensão de informação surgiu e terminou prevalecendo. A cibernética foi uma área que se comprometeu com essa nova dimensão e, para elaborar o conceito de informação, os primeiros ciberneticistas procuraram inspiração na termodinâmica estatística desenvolvida no XIX pelo físico-matemático Ludwig Boltzmann, que propôs uma expressão matemática para um conceito que permeava a teoria da termodinâmica: a *entropia*. Essa expressão, em termos gerais, reflete o fato de que a entropia na termodinâmica está associada ao conceito de *ordem* e *desordem* das moléculas de um corpo: quanto maior a desordem, maior a entropia e, inversamente, quanto maior a ordem, menor a entropia.

Norbert Wiener (*Op. cit.*, 2017, p. 33), o articulador do conceito de informação na cibernética, inspirado no seu entendimento da entropia da termodinâmica, inicia sua formulação da seguinte forma: “A noção de quantidade de informação liga-se muito naturalmente a uma noção clássica de mecânica estatística [Boltzmann]: a de entropia”. E ele prossegue (*Ibid.*, p. 33), concluindo, de forma surpreendente: “Assim como a quantidade de informação em um sistema é a medida de seu grau de organização, a entropia de um sistema é a medida de seu grau de desorganização; e uma é simplesmente o negativo da outra.” Wiener então propõe uma expressão matemática associada a informação que é similar àquela proposta por Boltzmann, mas com uma diferença significativa: *um sinal negativo* na frente da expressão, refletido seu raciocínio; é justamente acima essa “entropia negativa” que ficou conhecida como *neguentropia*<sup>24</sup>. Existe também uma significativa diferença contextual entre a entropia de

<sup>24</sup> O termo foi introduzido pelo físico francês Leon Brillouin em seu seminal artigo *Life, thermodynamics and cybernetics* (1949). Trata-se, entretanto, de um conceito polêmico, dado que, em termodinâmica, não existe entropia negativa, embora se possa falar de *variação negativa de entropia*.

## **DO ISOMORFISMO DA CIBERNÉTICA AO MITO DA IA: UMA...**

Helano de Sousa Castro

Boltzmann e a de Wiener, e que é importante no contexto da discussão sobre informação. O conceito de entropia de Boltzmann está atrelado a um fenômeno real, ou seja, ao movimento das moléculas de um corpo e, portanto, associado à matéria. Esse movimento, por sua vez, está relacionado com a mudança de fases dessa matéria, uma transformação que implica em uma *informação*, ou, uma informação *imanente* que afeta a matéria, e isso, por sua vez, significa que ela está ligada ao substrato termodinâmico, sendo assim, uma realidade física. A informação de Wiener, que está associada ao seu conceito de entropia, é puramente matemática, totalmente desacoplada da matéria e, portanto, *sem condição de afetá-la*; é, em uma palavra, *transcendente*. Como na teoria da informação de Shannon, ela representa algo sem significado ou ligado a uma realidade física, estando relacionada a um sinal assemântico que pode ser transmitido e recebido. Por isso, penso que o supracitado raciocínio de Wiener merece um certo cuidado epistemológico sempre que se pretenda aplicá-lo a entidades físicas (como no caso do ser humano). Em razão disso, é pertinente observar que, se McCulloch, ao equiparar a máquina ao ser vivo, declarou que a cibernética “colocou o pé na carne”; Wiener, por sua vez, ao abstrair o conceito de informação *retira da carne* o pé da cibernética, desacoplando-a da matéria.

Como resultado, tem-se uma teoria com um esquema antagônico entre matéria e informação, pois elas não estão relacionadas fisicamente e, além disso, a teoria não explica como uma pode se conectar (ou desconectar) uma à outra, sobretudo, no caso do ser vivo. Como visto, trata-se de uma versão da dicotomia matéria/forma, nesse caso hardware/software (o software entendido como mente ou informação). Esse é um ponto importante porque o mito IA, ao supor a isonomia com o ser vivo, assim o faz a partir dessa concepção cibernética, que influenciou os pioneiros da IA. A informação cibernética de Wiener está, portanto, contaminada por um hilemorfismo, algo que Simondon critica logo no início de sua obra ILFI (2020a). Além disso, essa definição de informação por Wiener (*Op. cit.*, 2017, p. 3) apresenta outro problema no trecho em que ele afirma: “Assim como a quantidade de informação em um sistema é a medida de seu grau de organização...” Ora, para elaborar sua definição de informação (em termos de entropia) ele já inicia definindo informação (em termos de sua quantidade), em um raciocínio circular. Além disso, no caso da informação cibernética, pelo fato dela estar desatrelada do real, associá-la com ordem é, em certa medida, algo arbitrário. Curiosamente, Shannon também propôs uma expressão matemática semelhante à de Boltzmann, denominada

entropia<sup>25</sup>, relacionando-a com seu conceito de informação. Essa definição é, geralmente, conhecida como informação de Weaver/Shannon, em referência a Warren Weaver, que ajudou a popularizar esse conceito. Ora, o raciocínio defendido nesse conceito é exatamente o oposto do de Wiener. Malaspina (2019) resume bem a diferença entre a informação em Wiener e em Weaver/Shannon. No caso de Wiener, o conceito de entropia, ao qual está associada a informação, se desacopla totalmente da termodinâmica em favor de pura probabilidade. Informação, pois, é o grau de organização em um sistema; entropia é o grau de desorganização: uma é o negativo da outra. Quanto mais organizado o sistema, maior sua quantidade de informação e menor sua entropia. Esse conceito de informação valoriza o que é previsível, o que é estável. Quanto mais estável, mais informação está agregada ao sistema. Informação é *neguentropia*, algo no sistema que luta contra a entropia, ou seja, luta para permanecer “estável”, organizado, se opondo à degradação de energia. No caso da informação em Weaver/Shannon, o que ocorre é exatamente o contrário; a informação é justamente concebida como na entropia termodinâmica, embora a informação, da mesma forma que em Wiener, seja abstrata, desacoplada da matéria. Nesse caso, quanto mais organizado o sistema, menor sua quantidade de informação e maior sua entropia. É um conceito de informação que valoriza o que é menos previsível, o instável, a incerteza, o que é aleatório. Quanto mais “instável” (imprevisível) o sistema, tanto mais informação está agregada a ele. A informação é o que pode surpreender, existindo assim, uma alta margem de indeterminação. Simondon, por sua vez, resgata a ideia original de informação enquanto *in-formar*, isto é, uma operação envolvendo o ser em processo de individuação, diferentemente da cibernética, na qual a informação envolve duas entidades já individuadas: transmissor e receptor. É importante ressaltar como os conceito de informação cibernética difere do estabelecido por Simondon. Diferentemente da informação do filósofo francês, que é imanente<sup>26</sup>, a informação cibernética é transcendente; a primeira, inerente ao seu substrato, a outra não. Além disso, a adoção da ideia de informação de Shannon e Wiener pela cibernética traz uma contradição, ou, no mínimo uma circularidade, como bem

<sup>25</sup> Quando Von Neumann (matemático húngaro-americano e um dos “pais” do computador) perguntou a Shannon como estava indo o desenvolvimento de sua teoria da informação, Shannon respondeu (*Apud. Kish et al.*, 2018, p. 43): “A teoria está em boa forma, mas eu preciso de um bom nome para ‘perda de informação’.” Von Neumann então sugeriu (*Apud. Kish et al., Ibid.*, p. 43): “Porque não chamar isso de entropia [?]. Em primeiro lugar, um desenvolvimento matemático como o seu já existe na estatística mecânica de Boltzmann, e em segundo lugar, como ninguém entende entropia muito bem, em qualquer discussão você estará em uma posição vantajosa.”

<sup>26</sup> Na verdade, para ser mais preciso, a informação é uma operação de comunicação que constitui a própria individuação, daí ele denominá-la de operação primeira (Simondon, 2020a, p. 471).



observa O’Gieblyn (*Op. cit.*, p. 14):

Shannon define informação de uma maneira que exclui a necessidade de uma mente [sujeito consciente]. Entrementes, McCulloch utilizou a lógica de processamento de informação para conceber o funcionamento dessa mesma mente. Como resultado, tem-se agora um modelo que pretende dar conta do mecanismo do pensamento, mas de uma forma puramente abstrata, em termos matemáticos [conforme concepção de Shannon], produzindo um cenário em que os computadores seriam agora capazes de executar funções mentais. Com efeito, se o pensamento consiste somente do processamento de informação, poder-se-iam atribuir a eles a capacidade de “aprender”, “raciocinar” e “compreender” – palavras que no início da cibernética eram usadas com *aspas*, para denotar uma metáfora. No entanto, à medida que cibernética evoluiu, a aplicação da analogia computacional foi se expandindo para uma maior variedade de sistemas lógicos e artificiais. Em consequência disso, os limites da metáfora começaram a se dissolver, de modo que se tornou cada vez maior difícil diferenciar a matéria da forma, o meio da mensagem, a metáfora da realidade. De um modo especial, ficou difícil explicar os aspectos da mente que a metáfora não conseguia dar conta.

O conceito de informação de Simondon incorpora os dois aspectos aparentemente “contraditórios” relacionados aos conceitos de informação tanto de Wiener quanto de Weaver/Shannon. Ele (*Op. cit.*, 2020b, p. 209) inicia sua definição de informação de uma maneira que se assemelha àquela de Weaver/Shannon: “A informação, em certo sentido, é aquilo que traz uma série de estados imprevisíveis, novos, que não fazem parte de nenhuma sequência que seja definível de antemão”. Note-se que essa definição privilegia o que possui uma alta margem de indeterminação. Ele (*Ibid.*, p. 209) prossegue acrescentando ainda mais elementos que reforçam essa semelhança: “Nesse sentido, a informação tem características em comum com os fenômenos puramente contingentes, sem lei, como os movimentos de agitação térmica molecular.” No entanto, Simondon (*Ibid.*, p. 209) dá andamento à sua definição de informação, agora incorporando características semelhantes à de Wiener: “Num sentido oposto, a informação se distingue do ruído porque a ela podemos atribuir... uma relativa uniformização... O que se reduz aqui é a margem de indeterminação temporal...”

Além disso, outra diferença marcante entre a informação cibernética e a de Simondon é que, enquanto Wiener e Weaver/Shannon absorvem da termodinâmica a ideia de entropia para formular suas ideias de informação, ele se inspira na metaestabilidade termodinâmica. Simondon (*Op. cit.*, 2020a, p. 33) deixa isso claro ao afirmar que “A noção de forma deve ser substituída pela de informação, a qual supõe a existência de um estado de equilíbrio metaestável que pode individuar-se...a informação é a significação que surge de uma disparidade.”; ou seja, a metaestabilidade é a condição primordial para haver informação e, portanto, individuação. No entanto, ele não contesta a ideia da informação cibernética como

## DO ISOMORFISMO DA CIBERNÉTICA AO MITO DA IA: UMA...

Helano de Sousa Castro

uma mensagem que pode ser enviada e transmitida; apenas considera-a de importância secundária, derivada do que ele denomina de *informação primeira*, da qual as informações de Weaver/Shanon e de Wiener derivam. A diferença conceitual é resumida por Simondon (*Ibid.*, p. 27 – destaques meus) da seguinte maneira:

Essa afirmação não implica contestar a validade das teorias quantitativas da informação e das medidas da complexidade, mas supõe um estado fundamental – o do ser pré-individual - anterior a qualquer dualidade do emissor e do receptor e, portanto, a qualquer mensagem transmitida. Desse estado fundamental, o que resta, no caso clássico da informação transmitida como mensagem, não é a fonte da informação, **mas a condição primordial sem a qual não há efeito de informação** – logo, nada de informação: **a metaestabilidade do receptor, seja ele ser técnico, seja indivíduo vivo. Podemos nomear essa informação de “informação primeira”**.

Esses aspectos diferenciais de informação foram alguns dos motivos que levaram o filósofo a considerar que a informação cibernética não tinha condições de explicar a verdadeira relação entre o homem e a máquina. Além do conceito de informação, a outra crítica de Simondon à cibernética reside no fato de ela colocar em foco, sobretudo, o *comportamento*, enquanto o filósofo prioriza a operação. Para apreciar essa crítica de Simondon à cibernética, é importante revisitar a sua distinção entre *pensamento analógico* e *pensamento analítico*. Essa concepção se situa no contexto do estabelecimento, pelo filósofo, de um novo programa de estudos que Simondon (*Ibid.*, p. 559) denominou *Alagmática*, ou, *a teoria das operações*, por ele a situada como simétrica à *teoria das estruturas*, associada ao pensamento analítico. A *alagmática* determina o relacionamento entre as duas teorias no processo de individuação, ou seja, entre o *conhecimento estrutural* (ciência analítica) e o *conhecimento da operação* (ciência analógica)<sup>27</sup>. Com isso, Simondon defende que, para um completo conhecimento do indivíduo, é necessário se entender a individuação como resultado de uma dinâmica desses dois conhecimentos complementares apesar de conceber a *operação* como tendo uma primazia ontológica<sup>28</sup> (ou, mais precisamente, ontogênica) à *estrutura*. Existe uma ligação direta da ideia de informação em Simondon e o binômio operação-estrutura. O aspecto de informação que privilegia o que é menos previsível, o instável, a incerteza, pode ser associado a uma operação que atua no sentido de impulsionar o processo de individuação, promovendo a possibilidade do surgimento do “novo”, ou seja, a passagem para um outro metaestado, e está também

<sup>27</sup> A descrição de Simondon sobre a Alagmática pode ser encontrada no capítulo de ILFI de mesmo nome (2020a, p. 559-571).

<sup>28</sup> Simondon concebe a individuação como uma operação de comunicação: a informação primeira. (2020a, p. 471)

relacionada com a parte do indivíduo que ainda não se individuou, rica em potenciais, correspondendo à metaestabilidade associada ao *milieu*. Por sua vez, o aspecto de informação que valoriza o que é previsível, o que está estável e organizado, e pode ser associado à estrutura, a parte do indivíduo que já se individuou (“energia individuada”). No entanto, como foi visto (*Op. cit.*, 2020a, p. 27), Simondon privilegia ontologicamente a operação, e considera a *informação metaestável* como a informação primeira.

Nas ciências “convencionais” prevalece o pensamento analítico, caracteristicamente reducionista, ao contrário da ciência analógica, de caráter holístico. Mills (*Op. cit.*, 2014, p. 24) assevera que Simondon, apesar de incorporar à sua teoria o pensamento de uma causalidade de inspiração cibernética, como já visto, também criticou a forma como ela é entendida pelos ciberneticistas, e por isso ele a situou como um pensamento analítico. Simondon (*Op. cit.*, 2020a, p. 565 – destaques meus) estabelece a validade (legitimidade) de uso do pensamento analógico de forma didática, ao observar que “... o **pensamento analógico** é aquele que **salienta identidades de nexos, e não nexos de identidade**, mas é necessário precisar que essas identidades de nexos são **identidades de nexos operatórios, e não nexos estruturais**.” Ele (*Id. Ibid.*, p. 465-466) conclui ensinando como uma semelhança é estabelecida: “Com isso, descobre-se a oposição entre a semelhança e a analogia: a semelhança é feita de nexos estruturais.”

Ao comentar sobre o uso incorreto do método analógico em diferentes áreas da ciência, Simondon (*Id. Ibid.*, p. 567 – destaques meus) aponta que como cada uma dessas áreas comporta algum tipo de teoria do conhecimento, a aplicação legítima do **método analógico** sobre o ser só é válida se o método “**incide sobre um mundo onde os seres são definidos por suas operações** e não por suas estruturas, **por aquilo que fazem e não pelo que são**: se um ser é o que ele faz, se ele não é independente do ele faz...” Em um sentido oposto, ele (*Op. cit.*, 2020a, p. 567 – destaques meus) fornece uma maneira de identificar se o método está lidando, realmente com estruturas: “**Se, enfim, é a estrutura, e não a operação, que é primordial, o método analógico é desprovido de sentido profundo e só pode ter um papel pedagógico ou heurístico...**” Por isso Simondon afirma que as supostas analogias de comportamento de estruturas realizadas na cibernética, em particular o isomorfismo entre o ser vivo e a máquina, não têm validade e, portanto, elas comportam, na verdade, uma teoria de conhecimento analítico; da mesma maneira, aqueles que querem estabelecer uma analogia do ser humano com a IA, estão lidando, em vez disso, com semelhanças, ou seja, estão estabelecendo nexos

## DO ISOMORFISMO DA CIBERNÉTICA AO MITO DA IA: UMA...

Helano de Sousa Castro

estruturais. Como enfatiza o filósofo, na realidade o que a cibernética faz é estabelecer semelhanças de estruturas (nexos estruturais), e não analogias<sup>29</sup>. Com efeito, como foi visto, na cibernética o que importa é o comportamento estrutural, sendo a operação de funcionamento interno “escondida” e situada no que alguns críticos denominam de *caixa-preta*. A esse respeito, Hayles (*Op. cit.*, 1999, p. 60) reproduz a resposta de McCulloch a uma crítica ao isomorfismo de seu modelo de neurônio<sup>30</sup> em que ele reconhece (*Apud.* Hayles, *Ibid.*, p. 60): “Exatamente porque a teoria é tão geral, a ponto de se adequar tanto ao robô como ao homem, falta-lhe as especificidades referentes aos mecanismos comuns a ambos”; ou seja, as “especificidades”, ou mais precisamente, as complexidades que distinguem a mente da máquina, foram abstraídas em uma *caixa-preta*. Hayles (*Ibid.*, p. 60) comenta essa “confissão” de McCulloch, afirmando que “a universalidade [da teoria, e daí o isomorfismo] é obtida pela abstração de toda suas especificidades [operações] em uma *caixa-preta*.” Simondon (*Op. cit.*, 2020b, p. 212 – destaque meu) descarta essa relação isonômica do homem com a máquina ao afirmar que “entre o homem que inventa e a máquina que funciona, existe uma relação de **isodinamia**, mais essencial que o... isomorfismo”, enfatizando o aspecto dinâmico da operação (informação), em detrimento do aspecto estático da estrutura (forma). A *caixa-preta* na cibernética nos remete à crítica que Simondon (*Op. cit.*, 2020a, p. 15) faz, no início de ILFI, tanto ao monismo atomista quanto ao dualismo do esquema hilemórfico, por *esconder*, em ambos os casos, a operação de individuação, no que ele chamou de *zona obscura*. Da mesma maneira, a cibernética, ao recorrer ao isomorfismo, abstrai a operação em uma versão da *zona obscura*, a *caixa-preta*, algo que também ocorre com os modelos atuais de IA<sup>31</sup>. Como visto, uma das críticas de Simondon à cibernética é a de considerá-la hilemorfista. Em uma referência

<sup>29</sup> Comentando essa questão em Simondon, Mills (2016, p. 25) exemplifica afirmando “Embora o cerebelo possa causar o mesmo tipo de comportamento no animal que um servomecanismo o faz em um autômato, isso é apenas uma semelhança, e pouco nos diz sobre suas diferentes realidades operativas.”

<sup>30</sup> A crítica foi feita por Hans-Lukas Teuber, em 1947. Conforme Hayles (*Op. cit.*, 1999, p. 59), Teuber argumenta que a similaridade de resposta de diferentes sistemas cibernéticos não implica necessariamente similaridade em estrutura ou processo. Teuber (*Apud.* Hayles, *Ibid.*, p. 59 - destaques meus) explicita sua crítica, afirmando “seu robô pode ser capaz de realizar os inúmeros truques que o sistema nervoso é capaz de realizar...[mas] é ainda improvável que o sistema nervoso use os mesmos métodos [operações] que o robô para produzir resultado iguais. **Seu modelo continua sendo (apenas) um modelo...**”

<sup>31</sup> Os atuais modelos de IA (LLM) também possuem sua *caixa preta*. De acordo com Mims (2025, p. 2), “Durante toda sua existência, o ChatGPT e seus concorrentes foram uma misteriosa caixa preta”. Embora parte da caixa preta possa esconder detalhes de implementação considerados como segredos do produto, o que é mais incrível é que os próprios desenvolvedores da tecnologia reconhecem que não entendem inteiramente como esses sistemas elaboram suas respostas. Ainda assim, e talvez pela primeira vez na história moderna de tecnociências, usa-se cada vez mais a tecnologia de IA em aplicações críticas, incluindo em saúde.

direta a ela, no contexto dos objetos técnicos, ele (2020b, p. 93) nos previne para evitar uma “assimilação abusiva do objeto técnico ao objeto natural, particularmente, ao ser vivo... as semelhanças externas devem ser rigorosamente banidas.” Sobre isso, ao fazer uma referência à questão dos autômatos na mesma obra, Simondon (*Ibid.*, p. 94) nos alerta igualmente para o fato de que “A meditação sobre os autômatos é perigosa, pois traz o risco de se limitar a um estudo das características externas.” O filósofo continua fazendo uma referência direta à cibernética, enfatizando que (*Ibid.*): “Não convém nem mesmo fundar uma ciência distinta que estude os mecanismos de regulação e de controle dos autômatos construídos para serem autômatos...”; por fim, Simondon (*Op. cit.*, 2020a, p. 94) conclui essa crítica com uma afirmação contundente: “... a tecnologia deve contemplar a universalidade dos objetos técnicos. Nesse sentido, a cibernética é insuficiente.” É importante frisar que esses autômatos se baseavam em tecnologia de eletrônica digital, a mesma tecnologia usada em computadores da época, e muitos eram uma espécie precursora dos robôs produzidos logo depois, todos equipados com algum tipo de processamento digital. A partir dos anos 1950, com o crescente uso de sistemas computacionais para realizar os algoritmos de IA e os chatbots modernos, essas advertências de Simondon soam talvez ainda mais válidas que em sua época.

Em resumo, sob a óptica de Simondon, a relação que McCulloch fez de seu modelo de neurônio artificial com o neurônio do homem é equivocada, pois não existe aí propriamente uma analogia, mas uma associação que foi feita com base em uma *semelhança* que “esconde” a *operação* e, ainda assim, foi estabelecida, apesar da imensa complexidade do cérebro humano. Essa semelhança de estrutura (nexo estrutural) que McCulloch estabelece entre os dois tipos de neurônios foi o que o levou a dar um passo além da metáfora, mas o fez, contudo, “escondendo” as operações do neurônio artificial em uma *zona obscura*. Hayles (1999) chama a atenção para a ocorrência de uma operação de *Platonic backhand* na cibernética, seguida de uma operação de *Platonic forehand*. De acordo com a autora (*Ibid.*, p. 57), a primeira operação ocorreu logo em seu início, quando havia “...uma tendência para usar o modelo metaforicamente para estabelecer conexões entre os circuitos neuronais simples com as complexidades da experiência em um corpo físico.” No entanto, em seguida, ocorreu uma operação de *Platonic forehand* pois, sem qualquer justificativa, a metáfora se transforma em uma realidade física, como Hayles conclui (*Op. cit.*, 1999, p. 57): “Nesse processo, a forma incorpórea da lógica do circuito eletrônico foi retoricamente transformada de um efeito para uma causa, como forma de tornar

o modelo eficaz.<sup>32</sup>”

Todos esses malabarismos epistemológicos na cibernética foram resultado da insistência em estabelecer uma relação isonômica da máquina com o ser vivo. Nesse sentido, Simondon (*Op. cit.*, 2020b, p. 94), mais uma, vez, explicita sua crítica à cibernética, afirmando que seu “postulado inicial da identidade entre os seres vivos e os objetos técnicos autorregulados arrisca tornar o trabalho desta ineficaz.” A abordagem inicial da cibernética de estabelecer uma equivalência de sistemas digitais com o ser vivo, sobretudo no que tange ao computador, foi não apenas absorvida pelas gerações seguintes, mas, como já realcei, ainda mais ampliada, acima de tudo, pelas grandes empresas de IA do Vale do Silício. Essa ampliação se deu, especialmente, por um processo de antropomorfização da máquina, representada pelo computador e pelo robô, incluindo aqueles que funcionam com IA, concebidos, geralmente, como humanoides, e é ainda percebida no “comportamento” dos atuais chatbots.

Como nos lembra Simondon (2014, p. 78 – destaques meus): “O autômato [robô] é uma **obra antropomórfica** que deriva seu **poder mágico** de sua semelhança com o homem.” Por isso, as empresas de IA do Vale do Silício se esmeram em projetar seus robôs e seus chatbots com semelhanças e/ou “comportamentos” similares ao do ser humano<sup>33</sup>. Isso é algo que o filósofo já identificava nos robôs de sua época, quando prossegue ele (*Ibid.* – destaques meus): “A **intenção mágica** está na própria origem da fabricação do objeto técnico como um autômato.” Em uma afirmação que pode ser diretamente transladada para esses produtos do Vale do Silício, Simondon (*Ibid.* – destaques meus) conclui asseverando que não é a tecnicidade que traz, de forma inevitável, a automação: “mas é o homem que exige da tecnologia um

<sup>32</sup> É surpreendente como as operações *Platonic backhand* e *Platonic forehand*, enunciadas por Hayle, apesar de distanciadas no tempo guardam relações com as ponderações do filósofo sobre semelhança e analogia. De fato, uma operação de *Platonic backhand* estabelece uma relação de semelhança entre duas coisas baseando-se em um conhecimento de *ciência analítica* (estrutural), e “esconde” o aspecto operacional em uma *caixa-preta*, ou *zona obscura* (como prefere Simondon). Por esse motivo, a operação inversa, *Platonic forehand*, apresenta problemas, sobretudo aqueles típicos do hilemorfismo, como na IA dos neociberneticistas. Como afirma o filósofo, é necessário utilizar o conhecimento da *ciência analógica* (operacional) para compreender os aspectos operacionais envolvidos em uma verdadeira analogia e, deste modo, ser capaz de identificar os problemas de uma operação de *Platonic forehand*. As duas operações citadas por Hayles também ocorreram com a IA dos neociberneticistas, e esse é um problema que surge ao tentar se aplicar um isomorfismo entre a IA e o ser humano, resultando no que estamos denominados “o mito da IA”.

<sup>33</sup> O efeito que a antropomorfização provoca no ser humano foi estudado por Masahiro Mori (2012), e foi definido por ele como *O Vale da Estranheza* (*The Uncanny Valley*). Ele expressou esse efeito através de uma função matemática que, de forma resumida, define como a semelhança dos robôs (no que acrescentamos, as IAs) modula nossa reação perante a elas, que pode incluir desde o deslumbramento até uma repulsa, e até mesmo o medo. O termo “vale” diz respeito a uma parte do gráfico que retrata essa estranheza que apresentamos perante esses objetos técnicos.



**automatismo mágico** que ela muitas vezes só pode fornecer de forma muito imperfeita e completamente ilusória.” Nesses termos, considerar a IA como uma espécie de ser vivo é, portanto, um erro, e essa foi, como vimos, uma das maiores ressalvas de sua parte com relação à cibernética. A esse propósito, Simondon (*Op. cit.*, 2020b, p. 94) esclarece que “só podemos dizer dos objetos técnicos é que eles tendem para a concretização, enquanto os objetos naturais, como os seres vivos, são concretizados”, uma advertência que pode também ser dirigida aos neociberneticistas, com sua obsessão de equiparar a IA com o homem. Simondon vai adiante (*Id. Ibid.*, p. 95 - destaques meus), nos alertando para algo que pode ser um antídoto para o mito da singularidade: “Não se deve confundir tendência para a concretização com condição de existência inteiramente concreta... **não devemos ultrapassar os limites e falar desses objetos como se fossem objetos naturais.**” Adverte-nos (*Id. Ibid.*) dando a ver o motivo de nossa abordagem ter privilegiado uma pequena história de como a ideia da *singularidade* surgiu - que os objetos técnicos devem ser estudados em sua evolução: “para que possamos deduzir daí o processo de concretização como tendência, mas não convém isolar o produto final da evolução técnica para declará-lo inteiramente concreto.”<sup>34</sup>

Ora, é exatamente o que está sendo feito com a IA e, para corrigir esse erro, devemos seguir a orientação de Simondon (*Id., Ibid.*): “Em vez de considerar uma classe de seres técnicos, os autômatos [e, em nosso estudo, a IA], devemos seguir as linhas de concretização através da evolução temporal dos objetos técnicos.” O mito da IA deve, portanto, ser banido ao considerarmos qualquer análise de sua relação com um ser humano, conforme dispõe Simondon (*Id. Ibid.* – destaques meus), ao concluir o trecho anterior de sua crítica: “Somente por esse caminho a aproximação de ser vivo e objeto técnico pode ter significação verdadeira, **fora de qualquer mitologia.**” Como foi visto, a cibernética, em seu início, transformou o ser vivo em uma máquina e, em seguida, os neociberneticistas transformaram a máquina (IA) em um humano; seguem agora com o intuito de transformar essa máquina em uma espécie de super-homem, uma AGI<sup>35</sup> (c.f., nota de rodapé 14), o *pós-humano*, a

<sup>34</sup> Julgo pertinente reproduzir aqui o arremate dessa sua afirmação (*Ibid.*, p. 95): “... ele [objeto] é mais concreto que os precedentes, mas continua a ser artificial.” Ou seja, cada geração de IA pode ser mais concreta que a anterior, mas, ainda assim, será sempre uma inteligência, que permanece, contudo, *artificial*!

<sup>35</sup> Apesar de preverem que a AGI poderá ser tão poderosa que apresenta o risco de destruir a humanidade, os neociberneticistas empreendem uma corrida entre si para ter a primazia de sua criação. A propósito dessa obsessão pela AGI, Evgeny Morozov (2023, p. 2 - destaques meus) criou o termo *AGismo* (*AG-ism*), e o definiu como “uma ideologia que **considera essa nova tecnologia como inevitável** e que, em uma versão mais segura, trará benefícios universais. Seus proponentes não conseguem conceber melhores alternativas para remediar a humanidade e

*singularidade!* A supervalorização da AI por eles concebida revela uma espécie de idolatria da máquina, algo que Simondon denuncia (*Op. cit.*, 2020b, p. 44) ao observar fenômeno idêntico em seu tempo por uma cibernética (e em nosso tempo, uma IA) que, supostamente, *tudo sabe*: “Por meio dessa idolatria, dessa identidade, nasce uma aspiração ao poder incondicional. O desejo de poder consagra a máquina. O homem que quer dominar seus semelhantes invoca a máquina androide.” Mais adiante, Simondon (*ibid.*, p. 44) continua com uma afirmação que impressiona, pois é como se estivesse comentando a atitude atual do homem perante a IA: “Então [homem] abdica diante dela e lhe delega sua humanidade<sup>36</sup>. Procura construir a máquina de pensar, sonha poder construir a máquina de querer, a máquina de viver.” Por fim, conclui (*Ibid.*, p. 45) com uma afirmação que pode nos orientar em como interpretar a atitude de muitos que confundem os avanços recentes em IA com qualquer *singularidade*: “Em geral, os idólatras das máquinas apresentam o grau de perfeição delas como proporcional ao seu grau de automatismo...”

Para nos contrapormos ao mito da IA, em primeiro lugar é importante atribuímos a ela um termo que melhor expresse sua relação como o ser humano, de modo a retirar sua carga de antropomorfização. Além disso, devemos enxergá-la como o que verdadeiramente ela é: não um ser cibernético inteligente e consciente, mas uma tecnologia extremamente poderosa e sofisticada, como assim foi considerado o computador no século XX. A filosofia da técnica de Simondon tem o poder de nos ajudar a refletir sobre o que realmente constitui essa tecnologia e do que ela trata, de forma a nos focarmos nos reais problemas que ela pode trazer, tais como,

---

expandir sua inteligência.” Ele argumenta (*Ibid.*, p. 11 - destaques meus), que na verdade, o que existe é uma disputa por poder, e que “**os verdadeiros riscos de uma A.G.I são políticos**. Apresentar o A.G.I-ismo como inevitável é **nos distrair de tentar encontrar melhores formas de aumentar a inteligência [da humanidade]**” (*Ibid.*, p. 1 – destaques meus). Morozov faz uma interessante articulação entre o *AGIsmo* e o neoliberalismo defendendo que o primeiro é um tipo de *neoliberalismo digital*.

<sup>36</sup> Cada vez mais as empresas de tecnologia de IA governam nossas ações em cada aspecto. Entregamos para suas IAs, de forma voluntária, não mais apenas nossos dados, mas agora também nossa história pessoal, nossos sentimentos e afetividade: a nossa agência; nós as utilizamos para nos aconselhar e decidir sobre nossas vidas, chegando mesmo a substituir, em nossas relações pessoais, humanos pelas IAs. Continuamente estamos delegamos a elas nossa agência de fazer, “pensar”, “raciocinar” e “sentir (capacidades humanas antropomorfizadas nessa tecnologia pelos neocibernetistas). Estamos presenciando uma verdadeira renúncia de nossa agência, algo talvez inigualável na história humana. Essa crescente dependência das IAs, até mesmo para articular nosso pensamento, pode estar afetando nossa capacidade cognitiva, a nossa inteligência, capacidades que possuem relação com o grau de conectividade neuronal. Os cientistas que estudam o cérebro humano definem um índice, denominado DDTF (*Dynamic Directed Transfer Function*), que é usado, de acordo com Brooks (2025, p. 3), para medir “a coerência e a direcionalidade das redes neuronais humanas e que pode ser interpretado no contexto das funções executivas e outros processos cognitivos relacionados [ao cérebro]”. Ele comenta (*Ibid.*) sobre pesquisas indicando que, em pessoas que utilizam IA para gerar seus próprios textos, esse índice é 55% menor que em pessoas que empregam apenas suas próprias capacidades cognitivas para esse fim.

para citar apenas alguns: a concentração de (ainda mais) poder nas empresas do Vale do Silício, que desenvolvem essas tecnologias<sup>37</sup>, aumentando nossa dependência delas; o desemprego massivo em diversas áreas; o desgaste de relações afetivas; e o potencial aumento de produção de inverdades nas redes sociais, provocando um desgaste do nosso tecido social. O filósofo já nos alertava (*Op. cit.*, 2020b, p. 230) para um problema que pode ser relacionado com o atual status da IA, tal como difundida pelo neocibernetistas do Vale do Silício: “Isoladamente, a tecnicidade tende a se tornar dominadora e a dar respostas a todos os problemas, como faz atualmente através do sistema da cibernética”. Ora, é justamente o que vemos na atitude deles em seus projetos de poder, com seus chatbots, apresentados como verdadeiros *oráculos*. Portanto, para assinalar como a tecnicidade associada à IA pode ser compreendida, devemos nos ater a conclusão de Simondon (*Ibid.*) quanto a esse dilema: “Para ser corretamente conhecida, de acordo com sua essência, e diretamente integrada à cultura, a tecnicidade deve ser conhecida em sua relação com outros modos humanos de ser no mundo.” Com intuito de mitigar o processo de alienação, resultante que é da insistência dos neocibernetistas em tornar o homem um ser obsoleto em face de uma *singularidade*, podemos adotar uma postura que contribua para se opor a isso, e Simondon (*Ibid.*, p. 147) nos fornece algumas pistas a esse respeito: “Assim, a primeira condição para incorporar os objetos técnicos à cultura estaria em o homem não ser inferior nem superior a esses objetos...” Ou seja, deve-se identificar seu processo de concretização como uma “co-individação” junto ao homem; portanto, a atitude em relação a esse processo, como indica Simondon (*Op. cit.*, 2020b, p. 147), deve ser a de: “poder abordá-los [objetos técnicos] e aprender a conhecê-los, mantendo com eles uma relação de igualdade, de reciprocidade nas trocas; de certo modo, uma relação social.”

Os neocibernetistas estão replicando algumas concepções religiosas que ainda permeiam a atualidade, imaginando-se até mesmo como uma espécie de deus criador de uma criatura superinteligente, a AGI, ela própria uma espécie de *Deus ex machina*. Por muito tempo afirmamos que fomos criados à imagem de Deus, quando na verdade o criamos à nossa imagem. Como afirma O’Gieblyn (*Op. cit.*, p. 12) “tão logo os computadores surgiram, começamos a ver nossa imagem refletida neles”. Agora, esses neocibernetistas, ao antropomorfizarem a IA, estão criando-a à imagem do homem. Por isso, lembrando que, para Simondon (*Op. cit.*, 2020b,

<sup>37</sup> A conduta dessas empresas pode ser relacionada ao que Simondon denomina, em MEOT, de uma lógica ou regime autocráticos, ou seja, uma busca e uma forma de exercício do poder através das técnicas.

## **DO ISOMORFISMO DA CIBERNÉTICA AO MITO DA IA: UMA...**

Helano de Sousa Castro

p. 212) “a máquina é um gesto humano depositado”, talvez a verdadeira metáfora que podemos estabelecer entre a IA e o homem seja a de que a maior função dessa tecnologia é a de servir como um grande espelho através do qual a humanidade possa nele vislumbrar uma imagem, e que, sem perceber que ela é seu próprio reflexo, passa a amá-la ou detestá-la, por amar ou detestar aquilo que na verdade é seu...

### **Referências bibliográficas**

ABRAHAM, Tara. **Rebel Genius: Warren McCulloch’s Transdisciplinary Life in Science**. London: MIT Press, 2016.

ALDERMAN, Liz; SANTARIANO, Adam. **Europe’s A.I. ‘Champion’ Sets Sights on Tech Giants in U.S.** In: *The New York Times* (jornal norte-americano): April 18, 2024. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2024/04/12/business/artificial-intelligence-mistral-france-europe.htmlhttps://us02web.zoom.us/j/86554334823?pwd=R3Y1b2laOG9pVUEzOGV3VmpYM0pBZz09>. Acessado em 3/05/2025.

BRILLOUIN, Louis. **Life, Thermodynamics and Cybernetics**. In: *American Scientist*, Vol. 37, No. 4, 1949, p. 554-568.

BROOKS, David. **Are We Really Willing to Become Dumber?** In: *The New York Times*, July 3, 2025.

BRYNJOLFSSON, Erik. **The Turing Trap: The Promise & Peril of Human-Like Artificial Intelligence**. In: *Daedalus*, Vol. 151, No. 2, 2022, p. 272-287.

CLYNES, Manfred E.; KLINE, Nathan S. **Cyborgs and space**. In: *Astronautics*, September 1960, p 26-27 e p 74-76.

COSTANDI, Mo. **Is the body key to understanding consciousness?** In: *The Guardian* (jornal inglês) 2 Oct. 2022. Disponível em: [https://www.theguardian.com/science/2022/oct/02/is-the-body-key-to-understanding-consciousness?CMP=Share\\_iOSApp\\_Other](https://www.theguardian.com/science/2022/oct/02/is-the-body-key-to-understanding-consciousness?CMP=Share_iOSApp_Other). Acessado em 3/05/2025.

GOERTZEL, Ben. **Who coined the term “AGI**. In *The New York Times*, August 28, 2011. Disponível em <https://goertzel.org/who-coined-the-term-agi/>

HARRIS, Mark. **Inside the First Church of Artificial Intelligence**. In: *Wired* (revista tecnológica norte-americana): November 15. 2017. Disponível em: <https://www.wired.com/story/anthony-levandowski-artificial-intelligence-religion/> Acessado em 4/05/2025.

HAYLES, N. Katherine. **How we became posthuman: virtual bodies in cybernetics**,

<i>Revista Dialectus</i>	Ano 14	n. 37	Maio – Agosto 2025	p. 26 - 51
--------------------------	--------	-------	--------------------	------------

**literature and informatics.** Chicago: The University of Chicago Press, 1999.

HIRSCH-KREINSEN, Hartmut; KROKOWSKI, Thorben. **Promises and Myths of Artificial Intelligence.** In: *Journal of The Digital Society*, Vol 4, Issue 1, 2024, p 1-8.

KISH, L.B.; FERRY, D.K. **Information entropy and thermal entropy: apples and oranges.** In: *Spring Nature*, Vol. 17, 2018, p 43-15.

KURZWEIL, Ray. **A Singularidade está mais próxima.** São Paulo: Goya, 2024.

KURZWEIL, Ray. **A Singularidade está próxima.** São Paulo: Itaú Cultural Iluminuras, 2018.

KURZWEIL, Ray. **A Era das máquinas espirituais.** São Paulo: Editora Aleph, 2005.

LABATUT, Benjamin. **Maniac.** São Paulo: Editora Todavia, 2023.

MALASPINA, Cecile. **Pure Information: on infinity and human in the technical object.** In: *Culture, Theory and Critique*, Vol 60, issue 3-4, 2019.

MAYOR, Adrienne. **Gods and Robots, Myths, Machines and ancient dreams of technology.** New Jersey: Princeton University Press, 2018.

MCCARTHY, John; MINSKY, Marvin; ROCHESTER, Nathaniel; SHANNON, Claude E. **A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence.** In: *AI Magazine*, Vol 27, N. 4, 2006, p 12-14.

MCCULLOCH, W.S.; PITTS, W.A. **A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity.** In: *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5, 1943, p. 115–133. Disponível em <https://home.csulb.edu/~cwallis/382/readings/482/mcculloch.logical.calculus.ideas.1943.pdf>. Acessado em 30/04/2025.

MICHAEL, Melanie. **Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans.** New Delhi: Pelican Books England, 2020.

MICKLE, Tripp. **Nvidia Is Hosting the Super Bowl of A.I.** In: *The New York Times*: March 18, 2025. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2025/03/18/technology/nvidia-gtc-conference-ai.html?smid=nytcare-ios-share&referringSource=articleShare&sgrp=g&pvid=E967D375-05E2-4B74-8BD4-94FC5782205D>. Acessado em 29/04/2025.

MILLS, Simon. **Gilbert Simondon: Information, technology and media.** Maryland: Rowman & Littlefield International Ltd, 2016.

MIMS, Christopher. **We Now Know How AI ‘Thinks’—and It’s Barely Thinking at All.** In: *The Wall Street Journal*, April 25, 2025. Disponível em: <https://www.wsj.com/tech/ai/how-ai-thinks->

356969f8?st=zTZxJY&reflink=article\_email\_share. Acessado em 29/04/2025.

MORI, Masahiro. **The Uncanny Valley**. In IEEE Spectrum, June 12, 2012. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2023/06/30/opinion/artificial-intelligence-danger.html?searchResultPosition=2>. Acessado em 25/04/2028.

MOROZOV, Evgeny. **The True Threat of Artificial Intelligence**. In: *The New York Times*, June 30, 2023. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2023/06/30/opinion/artificial-intelligence-danger.html?searchResultPosition=2>. Acessado em 04/05/2025.

O'GIEBLYN, Meghan. **God, Human, Animal, Machine: Technology, Metaphor and the search for meaning**. New York: Doubleday, 2021.

QUIN, Camilo Andrés Cifuentes. **The Platonic Forehand and Backhand of Cybernetic Architecture**. In: *Leonardo*, Vol 52, Issue 5, October 2019, p. 429-434.

RANTALA, Juho. **The Notion of information in early cybernetics and Gilbert Simondon's philosophy**. Presented at Doctoral Congress in Philosophy, 22-24, University of Tampere, Finland. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/337670231\\_The\\_Notion\\_of\\_information\\_in\\_early\\_cybernetics\\_and\\_in\\_Gilbert\\_Simondon's\\_philosophy](https://www.researchgate.net/publication/337670231_The_Notion_of_information_in_early_cybernetics_and_in_Gilbert_Simondon's_philosophy). Acessado em 06/05/2025.

RIOUL, Olivier. **This is IT: A Primer on Shannon's Entropy and Information**. In: *L'Information*, Séminaire Picaré XXIII (2018), 2018, p. 43-77.

ROSENBLUETH, Arturo; WIENER, Norbert; BIGELOW, Julian. **Behavior, Purpose and Teleology**. In: *Philosophy of Science*, vol. 19, no. 1, 1943, p. 18-24.

SHANNON, Claude. **A Mathematical Theory of Communication**. In: *Bell Labs Technical Journal*, Vol. 27, 1948 (publicado em dois números da revista), July issue, p. 379–423 e October issue p. 623–656.

SHERMAN, Justin. **Cyber defense across the ocean floor: The geopolitics of submarine cable security**. Setembro, 2021. Disponível em <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/cyber-defense-across-the-ocean-floor-the-geopolitics-of-submarine-cable-security/#executive-summary>. Acessado em 30/04/2025.

SILVA, Alexander Meireles. Prefácio para **RUR Robôs Universais de Rossum**, Karel Capek. Londrina: Editora Madre Pérola, 2021, p. 10.

SIMONDON, Gilbert (a). **A individuação à luz das noções de forma e de informação (ILFI)**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora 34, 2020.

SIMONDON, Gilbert (b). **Do modo de existência dos objetos técnicos (MEOT)**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Contraponto, 2020.

SIMONDON, Gilbert. **Sur la philosophie**. Paris: Presses Universitaires de France, 2016.



SIMONDON, Gilbert. **Communication et Information**. Paris: Presses Universitaires de France, 2015.

SIMONDON, Gilbert. **Sur la technique**. Paris: Presses Universitaires de France, 2014.

SIMONDON, Nathalie. **Gilbert Simondon et le Colloque de Royaumont, 1962: Information, cybernétique et philosophie**. Publié en anglais dans Philosophy and Technology, juin 2015, dans le « Book Symposium on Le Concept d'information dans la science contemporaine », traduction Andrew Iliadis. Disponible em [https://www.academia.edu/103908017/N\\_Simondon\\_Simondon\\_et\\_le\\_colloque\\_de\\_Royaumont\\_Information\\_cybern%C3%A9tique\\_et\\_philosophie](https://www.academia.edu/103908017/N_Simondon_Simondon_et_le_colloque_de_Royaumont_Information_cybern%C3%A9tique_et_philosophie). Acessado em 24/04/2025.

SLADEK, John. **Tik-Tok**. London: Victor Gollancz LTD, 2<sup>nd</sup> edition, 1985.

TURING, Alan. A. M. Turing. **Computing Machinery and Intelligence**. In: *Mind*, No 49, 1950, 433-460.

WIENER, Norbert. **Cibernética ou Controle e Comunicação no animal e na Máquina**. São Paulo: Perspectiva, 2017.

WOOD, Gaby. **Edison's Eve: a magical history of the quest for mechanical life**. New York: Alfred A. Knoff, 2002.