

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
REPOSITÓRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INTELECTUAL DA UNICAMP

Versão do arquivo anexado / Version of attached file:

Versão do Editor / Published Version

Mais informações no site da editora / Further information on publisher's website:

<https://www.ie.unicamp.br/texto-para-discussao/a-teoria-da-informacao-na-primeira-fase-da-cibernetica-claude-shannon-e-norbert-wiener>

DOI: 0

Direitos autorais / Publisher's copyright statement:

©2020 by UNICAMP/IE. All rights reserved.

DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo

CEP 13083-970 – Campinas SP

Fone: (19) 3521-6493

<http://www.repositorio.unicamp.br>

A teoria da informação na primeira fase da cibernética: Claude Shannon e Norbert Wiener

Eduardo Barros Mariutti *

Resumo

Embora possa ser lido de forma independente, este breve artigo foi escrito para dar subsídio ao Texto para Discussão, n. 393. A proposta aqui é apresentar de forma sucinta a teoria da informação de Claude Shannon e compará-la com a noção de informação que lastreia a teoria cibernética de Norbert Wiener.

Palavras chave: Teoria da informação, Cibernética.

Abstract

Information theory in the first phase of cybernetics: Claude Shannon and Norbert Wiener

This brief article provides a subsidy to TD n. 393. The proposal here is to present Claude Shannon's theory of information and compare it with the notion of information that supports Norbert Wiener's cybernetic theory.

Keywords: Information theory, Cybernetics.

JEL D80.

Introdução

Até que ponto é possível marcar uma diferença entre a perspectiva de Claude Shannon e Norbert Wiener sobre a teoria da comunicação? A distinção é feita geralmente nos seguintes termos: a proposta do primeiro é fundamentalmente técnica, ou melhor, ela é pensada essencialmente como um problema de *engenharia*. Por conta disto a ênfase recai na *quantificação* – o *bit* como medida elementar e objetiva da informação – e no impacto dos ruídos na qualidade da transmissão das mensagens. Logo, para garantir o máximo de generalidade e de simplicidade, na medida em que o seu propósito é fundamentalmente prático, a dimensão semântica não deve ser levada em conta pela teoria. A quantificação da informação permite desenhar com mais eficácia os mais variados sistemas de comunicação que, com o mínimo de perdas, devem ser capazes de transmitir uma mensagem gerada em um ponto para outro mediante um canal apropriado. A perspectiva de Wiener, por sua vez, não pode ser indiferente ao significado das mensagens, pois a sua proposta é fomentar um campo interdisciplinar – a cibernética – destinado a pensar os mecanismos de controle sobre um conjunto heterogêneo de sistemas que se autorregulam. A cibernética é, deste ponto de vista, um campo de

* Professor Associado do Instituto de Economia da Unicamp e do Programa de Pós-Graduação *San Tiago Dantas*. Membro da Rede de Pesquisa em Autonomia Estratégica, Tecnologia e Defesa (PAET&D). E-mail: mariutti@unicamp.br.

convergência de saberes concernentes à *organização* de sistemas homeostáticos interligados pela comunicação que permeiam o humano, a máquina e os animais.

No plano formal esta distinção se sustenta, embora a zona de sobreposição entre as duas perspectivas seja muito grande. A explicação mais imediata para esta zona de convergência é bastante mundana. Desde o início de suas respectivas carreiras, Claude Shannon e Norbert Wiener estiveram diretamente envolvidos em ambiciosos programas de pesquisa militar criados no início da II Guerra Mundial. Embora ligados a projetos distintos, ambos tiveram experiência no desenho da artilharia antiaérea, um dispositivo nada trivial, dada a quantidade de variáveis dinâmicas que devem ser levadas em conta em uma curtíssima fração de tempo. O cálculo é bastante complexo. É necessário prever a posição futura do alvo levando em conta as informações sobre a sua trajetória prévia. E isto precisa ser feito considerando também o tempo de resposta do atirador e o intervalo entre o disparo e a posição presumida do objeto a ser abatido. Todo este procedimento poder ser traduzido como um problema de seleção, organização e processamento de informações relevantes que medeiam os homens e as máquinas envolvidas no processo.

Esta experiência prática exerceu uma influência significativa na formalização teórica de ambos. Wiener cunhou o termo “cibernética” no verão de 1947, um derivativo da raiz grega *kybernetes*, cujo tradução direta é timoneiro ou governador.¹ Foi esta imagem que Wiener usou: o timoneiro e seu navio formam, na prática, um servomecanismo, onde o navegador precisa corrigir sistematicamente a posição do navio levando em conta o vento, a maré e eventuais obstáculos na sua rota. Contudo, antes de criar o nome e ampliar as pretensões da cibernética, Wiener chegou a este princípio na prática, durante o seu esforço em criar um sistema preditivo para orientar o fogo da artilharia antiaérea. A chave era visualizar o avião de combate como uma integração radical entre o homem e a máquina. Para voar o piloto precisa fazer diversas micro regulagens onde ele se guia principalmente pela propriocepção (*kinaesthetic*). A informação visual é enganadora ou insuficiente. O piloto *percebe* as flutuações e, como no caso do timoneiro, por antecipação, ele ajusta o manche para corrigir as instabilidades e, deste modo, manter o curso. Logo, avião e aviador operam fundamentalmente como um servomecanismo. E o mesmo ocorre com o operador da artilharia antiaérea. Desta experiência prática ele passou a expandir os princípios da cibernética a ponto de culminar em uma nova percepção sobre o funcionamento do universo,² à qual deveria corresponder uma nova teoria universal do conhecimento.³

(1) O termo foi usado inicialmente por Platão no sentido de governo do povo. Na década de 1830 o físico André-Marie Ampère utilizou o termo em sentido similar ao original: a ciência do governo civil. cf. Dan C. MARINESCU *Complex Systems and Clouds: a self-organization and self-management perspective* Cambridge: Elsevier, 2017 p. 23-24 De qualquer modo, principalmente depois da publicação de *Cybernetics* em 1948, o termo ficou associado ao nome de Norbert Wiener e ao estilo de abordagem que ele ajudou a consolidar. Em 1954, ao publicar a segunda edição de *The Human use of Human Brings*, Wiener afirma que quando usou a expressão pela primeira vez ele não sabia que ela já havia sido empregada por Ampère.

(2) Esta ambição é explicitada em *The Human use of Human Beings*, livro comentado na seção 2 desse artigo. Sobre a “história” deste movimento de expansão dos princípios da cibernética na obra de Wiener, ver Peter GALISON “The Ontology of the Enemy: Norbert Wiener and the Cybernetic Vision” *Critical Inquiry*, v. 21, n. 1 (1994).

(3) Nancy Katherine HEAYLES explora com muita precisão este aspecto: “We can now understand on a deeper level Wiener’s view of cybernetics as a universal theory of knowledge. Such a universal perspective would succeed, he

A formalização da teoria da comunicação de Claude Shannon derivou principalmente da sua participação em projetos militares de pesquisa em criptografia. Mas a sua participação no time de especialistas do *Bell Labs* vinculados aos projetos de defesa antiaérea também foram bastante relevantes. Shannon percebia o problema essencialmente como uma questão de *comunicação* e manipulação de informações. Os canhões eram controlados por um potenciômetro que ajustava a mira mecanicamente de acordo com os sinais recebidos pelo módulo preditivo. O principal papel de Shannon envolvia a normalização e filtragem dos dados, em uma clara analogia com a redução dos ruídos e aumento da eficácia da comunicação por telefone. Isto o levou, tal como Wiener, a perceber o modo como máquinas muito diferentes poderiam ser articuladas pelo controle e processamento adequado do fluxo de informações em séries temporais. Além de prever as trajetórias mais prováveis de um alvo – relativamente simples no caso de mísseis balísticos, muito mais difícil no caso de aviões, onde os pilotos modificam o curso para tentar se esquivar do fogo antiaéreo – era necessário integrar os radares, o potenciômetro e os motores que movimentam os canhões antiaéreos de forma eficaz. Um problema típico da cibernética, tal como Wiener a concebia.

1 A teoria da informação de Claude Shannon

Em um famoso artigo publicado em 1948 Claude Shannon explicita a natureza da sua teoria da comunicação:

*The fundamental problem of communication is that of reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point. Frequently the messages have meaning; that is, they refer to or are correlated according to some system with certain physical or conceptual entities. These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem. The significant aspect is that the actual message is one selected from a set of possible messages. The system must be designed to operate for each possible selection, not just the one which will actually be chosen since this is unknown at the time of design.*⁴

Deste ponto de vista, a melhor saída é encontrar uma unidade abstrata de *medida* da informação, o bit. Trata-se, portanto, de uma unidade de conveniência na comunicação (*conveyance*) e não de significado que possibilita dissociar a informação tanto de seu veículo ou suporte quanto do seu eventual conteúdo semântico. A ênfase neste aspecto do problema marca a especificidade da teoria de Shannon frente aos seus antecessores.⁵

thought, because it reflects the way that we-as finite, imperfect creatures-know the universe. Statistical and quantum mechanics deal with uncertainty on the microscale; communication reflects and embodies it on the macroscale. Envisioning relations on the macroscale as acts of communication was thus tantamount to extending the reach of probability into the social world of agents and actors.” How we Became Posthuman Chicago: Chicago U. Press, 1999, p. 90

(4) Claude SHANNON “A Mathematical Theory of Communication” *The Bell System Technical Journal*, v. 27, Julho/Outubro (1948) p. 1

(5) Willian ASPRAY destaca dois precursores da teoria da informação desenvolvida por Shannon: Harry Nyquist e Ralph V. Hartley. Ambos também eram engenheiros do *Bell Labs* e são citados diretamente por Shannon. Nyquist estava empenhado em otimizar a velocidade de transmissão de dados pelo telégrafo com fio. Ele notou que o tipo de codificação utilizado influencia na qualidade da transmissão e, por conta disto, criou uma fórmula logarítmica para aferir a *inteligência* possivelmente transferida muito similar à de Shannon. Mas é importante notar a palavra que ele utiliza: *inteligência*. Um termo que, como frisa Aspray, ainda confunde informação com significado. Mas ele percebeu a conexão entre o número de

É importante destacar que o procedimento adotado não significa desprezar as questões de conteúdo. Pelo contrário. A questão é abordada de uma perspectiva fundamentalmente pragmática. A dimensão semântica da comunicação configura um *outro problema* que, contudo, pode ser abordado de forma mais eficaz partindo de uma teoria capaz de identificar e manipular as unidades informacionais mais elementares. Isto abriu um quadro novo de possibilidades que se manifesta até os nossos dias. Até então cada sistema de comunicação particular – telégrafo, rádio, telefone, televisão, teletipo etc. – plasmava um conjunto de práticas e saberes específicos que permaneciam separados. A grande implicação desta teoria da informação foi a possibilidade de criar uma *visão comum* sobre o fenômeno da comunicação. Logo, ao partir de uma unidade formal e totalmente abstrata da *informação*, Claude Shannon abriu a possibilidade de integrar *todos* os dispositivos que manipulam e transmitem informações e, deste modo, dissolver as fronteiras que até então separavam as suas respectivas áreas do saber.

O primeiro passo envolve, portanto, definir uma unidade geral para medir a informação. Mas isto não basta. Discriminar o conjunto das mensagens possíveis - que implica também discernir o seu grau de *organização*⁶ – é uma tarefa importante para que se possa dimensionar adequadamente a capacidade do sistema de comunicação evitando gargalos e desperdício de recursos. A teoria da informação – abstrata e geral – é pensada, portanto, tendo como referência um problema de *otimização*. De acordo com Claude Shannon, todo sistema de comunicação possui alguns elementos básicos. Uma fonte de informação *seleciona* uma mensagem dentre várias possíveis. O transmissor codifica a mensagem.⁷ Por meio de um canal apropriado – um cabo coaxial, uma banda de frequência de rádio etc. - o sinal chega ao receptor que decodifica os dados e reconstitui a mensagem ao seu

símbolos e o ganho relativo de informação transmitida. Hartley, por sua vez, queria estabelecer uma unidade de medida para poder comparar a capacidade de transferir informação de sistemas diferentes (ele queria formalizar uma teoria capaz de comparar sistemas de transmissão por rádio e por fios). E, portanto, ele deu um passo importante ao afirmar que, do ponto de vista “científico”, é necessário definir informação com base em considerações “físicas” e não “psicológicas”. Isto é, ele apontou a necessidade de separar a informação do significado. Também destacou a influência do ruído na qualidade das transmissões. A diferença é que Shannon propôs uma teoria realmente geral da comunicação: “What began as a study of transmission over telegraph lines was developed by Shannon into a general theory of communication applicable to telegraph, telephone, radio, television, and computing machines-in fact, to any system, physical or biological, in which information is being transferred or manipulated through time or space.” Willian ASPRAY “The Scientific Conceptualization of Information: a survey” *Annals of the History of Computing*, v. 7, n. 2 (1985) p. 122.

(6) Shannon explicitou a conexão entre a sua teoria da informação e o conceito de entropia. E, como comenta Aspray, ele levou essa ideia ao limite: “*This close relation of information to entropy is not surprising, for information is related to the amount of freedom of choice one has in constructing messages. This tie between thermodynamics, statistical mechanics, and communication theory suggests that communication theory involves a basic and important property of the physical universe and is not simply a scientific by-product of modern communication technology.*” Ibid, p. 124.

(7) É bastante comum afirmar que codificação é o aspecto central da teoria da informação, pois um sistema de codificação eficaz reduz muito o volume das informações transmitidas e aumenta a eficácia de armazenamento. O domínio avassalador da música digital só se tornou possível depois do desenvolvimento do sistema MP3 de compactação, que pode reduzir em quase 90% o tamanho dos arquivos a serem reproduzidos (ou transmitidos), sem que ocorram perdas significativas da qualidade do áudio para os ouvidos humanos. É o que afirma Erico GUIZZO “*Coding is at the heart of information theory. All communication processes need some sort of coding. The telephone system transforms the spoken voice into electrical signals. In morse code, letters are transmitted with combinations of dots and dashes. The DNA molecule specifies a protein’s structure with four types of genetic bases. Digital communication systems use bits to represent – or encode – information.*” *The Essential Message: Claude Shannon and the making of information Theory* Tese de Doutorado. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology (2003) p. 9.

formato original. Uma teoria abstrata e geral da informação é importante em todas as etapas, inclusive para dimensionar o impacto das fontes de ruído – estática no caso do rádio, interferências no caso de transmissão wi-fi etc. – que podem afetar o sinal transmitido.

Mas, ao contrário do que pode parecer, a questão não se esgota na dimensão técnica ou instrumental. Isto fica particularmente claro se levarmos em conta uma brochura publicada originalmente em 1963 por Shannon e Warren Weaver, onde o artigo de 1948 supracitado é republicado precedido por um artigo de Weaver (redigido em 1949) que funciona como uma espécie de introdução e esclarecimento às implicações da teoria formulada por Shannon.⁸ Neste texto o problema geral da comunicação é dividido em três níveis: i) O nível A, que corresponde à dimensão *técnica* do problema. Com que precisão os símbolos que viabilizam a comunicação são transmitidos? É neste nível que se situa a teoria de Shannon; ii) O nível B, que corresponde ao problema semântico: os símbolos transmitidos são fiéis ao *significado* da comunicação emitida pelo transmissor? iii) O nível C, a dimensão da *efetividade*. Supondo que a mensagem chegou sem perdas significativas e foi adequadamente compreendida pelo receptor, como ela afeta a sua conduta?⁹

Por situar-se exclusivamente no nível A a teoria proposta por Shannon é de escopo *geral e fundamental*:

*This is a theory so general that one does not need to say what kinds of symbols are being considered - whether written letters or words, or musical notes, or spoken words, or symphonic music, or pictures. The theory is deep enough so that the relationships it reveals indiscriminately apply to all these and to other forms of communication. This means, of course, that the theory is sufficiently imaginatively motivated so that it is dealing with the real inner core of the communication problem - with those basic relationships which hold in general, no matter what special form the actual case may take.*¹⁰

E é precisamente por conta disto – deste grau de generalidade – que ela está na base de diversos sistemas contemporâneos de *deep learning* e *Big Data*, como veremos logo à frente.¹¹

Mas mesmo neste nível de generalidade e efetividade, a teoria exerce um impacto significativo também nos níveis B e C, que são as dimensões privilegiadas pela teoria cibernética de Norbert Wiener. E, como explicita Weaver, há uma grande zona de sobreposição entre os 3 níveis. Em primeiro lugar, não seria correto afirmar que os aspectos da engenharia são irrelevantes para a dimensão semântica do problema. Isto porque o foco da teoria não é o que foi dito, *mas o que pode ser dito*. A questão é, precisamente, entender a informação como a medida da liberdade de escolha de uma mensagem particular frente um universo de mensagens possíveis. Tendo isto em mente, a teoria incide sobre o conjunto de relações elementares que preservam a sua generalidade e independência frente à forma particular de instanciação das informações manipuladas nos processos

(8) Claude SHANNON & Warren WEAVER *The Mathematical Theory of Communication* Urbana: University of Illinois Press, 1964.

(9) Cf. Warren WEAVER “Recent contributions to a mathematical theory of communication” Ibid p. 4-5.

(10) Ibid p. 25.

(11) Cf. David KAISER “Information for Wiener, for Shannon, and for us” in: John BROCKMAN *Possible Minds* Nova York: Penguin Press, 2019 p. 155.

efetivos de comunicação. Por isso esta teoria exerce impacto significativo no campo da criptografia, da tradução entre linguagens e na especificação da lógica dos computadores.¹² Isto é, a sua formalização impacta os níveis B e C e, de certo modo, é também uma teoria que abrange também estas dimensões.

Podemos agora destacar o impacto gigantesco que essa ideia geral de informação – fragmentos sem conteúdo ou sentido aparente, que formam uma unidade de *conveniência* e não de entendimento – exerce nos sistemas atuais de valorização do capital e de controle sobre a sociedade. Os algoritmos que mineram dados têm como fonte um gigantesco fluxo aparentemente sem sentido de cliques de *mouse*, *likes*, *retweets*, e padrões de navegação coletados das multidões que acessam computadores e celulares. Este fluxo gigantesco de dados é “peneirado” por algoritmos proprietários de *deep learning* que conseguem apreender padrões correlacionando dados de origens muito diversas e, sobretudo, *desagregados do seu significado imediato*. O que se garimpa são *bits* que, por meio dos algoritmos, definem perfis de comportamento e de gostos que, por sua vez, alimentam sistemas remunerados de propaganda e de oferta de conteúdos que fazem a fortuna de corporações como Google, Facebook, Amazon e Twitter.¹³ Estes padrões identificados pelos algoritmos também são utilizados por plataformas de *streaming* de conteúdo digital para sugerir novos produtos aos seus clientes, no intuito de cativá-los e aumentar o tempo de uso dos serviços.

2 Norbert Wiener: desencarnando e reencarnando a informação

Em *Cybernetics*, um livro icônico publicado originalmente em 1948, embora também reivindique a paternidade da ideia, Norbert Wiener cita Claude Shannon diretamente como um dos formuladores de uma teoria quantitativa e probabilística da informação.¹⁴ Neste mesmo livro ele defende com veemência a ideia que a informação *independe* de qualquer substrato. No intrigante capítulo V (“Computing Machines and the Nervous System”), onde é destacada a similaridade entre a operação dos computadores e do cérebro humano,¹⁵ Wiener é enfático:

(12) Cf. Warren WEAVER “Recent...” op. cit. p. 25-6.

(13) “While Google Books may help circulate hundreds of thousands of works of literature for free, Google itself – like Facebook, Amazon, Twitter, and their many imitators—has commandeered a baser form of “information” and exploited it for extraordinary profit. Petabytes of Shannon-like information – a seemingly meaningless stream of clicks, “likes,” and retweets, collected from virtually every person who has ever touched a networked computer – are sifted through proprietary “deep-learning” algorithms to microtarget everything from the advertisements we see to the news stories (fake or otherwise) we encounter while browsing the Web.” David Kaiser “Information...” op. cit. p. 159.

(14) “The transmission of information is impossible save as a transmission of alternatives. (...). The telegraph and the telephone can perform their function only if the messages they transmit are continually varied in a manner not completely determined by their past and can be designed effectively only if the variation of these messages conforms to some sort of statistical regularity. To cover this aspect of communication engineering, we had to develop a statistical theory of the amount of information, in which the unit amount was that transmitted as a single decision between equally probable alternatives. This idea occurred at about the same time to several writers, among them the statistician R. A. Fisher, Dr. Shannon of the Bell Telephone Laboratories, and the author”. Norbert WIENER *Cybernetics: or Control and communication in the Animal and the Machine* Cambridge: MIT Press, 1985 [1948] p. 10.

(15) “It is a noteworthy fact that the human and animal nervous systems, which are known to be capable of the work of a computation system, contain elements which are ideally suited to act as relays. These elements are so called neurons or nerve cells. (...) in their ordinary physiological action they conform very nearly to the “all-or-none” principle; that is,

*The mechanical brain does not secrete thought 'as a liver does bile', as the earlier materialists claimed, nor does it put it out in the form of energy, as the muscle puts out its activity. Information is information, not matter or energy. No materialism which does not admit this can survive at the present day.*¹⁶

Essa passagem – bastante citada – é muito ilustrativa e representa o ponto de contato mais direto com a teoria de Claude Shannon, na medida em que também pensa a informação como uma entidade divorciada dos substratos que a sustentam ou veiculam a sua propagação.

Mas, mesmo com este importante ponto em comum, as abordagens de Norbert Wiener e Claude Shannon tomaram rumos muito diferentes. Embora este tenha atuado em campos muito diversos tais como circuitos lógicos operados por relês (mestrado), genética (doutorado), criptografia e comunicação por telefone, por exemplo, Shannon não tinha pretensões filosóficas ou existenciais. Se tinha, elas não transpareciam nos textos que publicou. Ele sempre partia de problemas concretos, decompunha-os em elementos mais simples e tentava abordá-los do ponto de vista da sua teoria da informação. Norbert Wiener, um leitor voraz de Espinosa, era muito mais ambicioso. Ele acreditava que a cibernética seria a via para se completar a transição do universo teórico estruturado no determinismo newtoniano para um tipo novo de saber, marcado pela tensão entre a ordem e a desordem, isto é, um mundo *contingente*, nem totalmente determinista e nem totalmente aleatório. A cibernética teria como meta básica pensar mecanismos capazes de produzir o máximo de controle e previsibilidade possível em uma realidade marcada por estas características.

Por isto a ênfase de Wiener na ideia de homeostase e na sobreposição entre comunicação e controle. Sistemas cibernéticos são sistemas *descentralizados* de coleta e processamento de informações sujeitos a mecanismos de *feedback* negativo, isto é, que limitam as variações possíveis. Assim, frente a perturbações, com intervenções mínimas e microrregulações, um sistema cibernético tende a voltar ao seu estado regular de funcionamento.¹⁷ Mas o que realmente causou impacto foi o fato de a questão ser pensada levando em consideração a *articulação* entre o homem, as máquinas e os animais pelos processos cibernéticos. Isto pressupõe que, a despeito de suas particularidades, homens, máquinas e animais são tratados de forma homóloga, isto é, como unidades processadoras de informação.

As implicações políticas e existenciais desta constatação impactaram o próprio Norbert Wiener, que se viu em uma posição bastante difícil. Desde o projeto Manhattan ele reforçou o seu

they are either at rest, or when they 'fire' they go through a series of changes almost independent of the nature and intensity of the stimulus. (...) thus the nerve may be taken to be a relay with essentially two states of activity: firing and repose." Ibid p. 120. Logo, para Wiener, tanto o sistema nervoso dos animais como os computadores operam mediante uma lógica binária. Ele foi, portanto, um dos primeiros a comparar de forma explícita algumas características dos computadores com o cérebro humano. Cf. William ASPRAY "The Scientific Conceptualization..." op. cit. p. 124.

(16) Norbert WIENER *Cybernetics* op. cit. p. 132.

(17) Mas, como ficou evidente algumas décadas depois, esta concepção não abrangia os fenômenos marcados pelo *feedback* positivo, onde pequenas mudanças amplificam os seus efeitos e, desse modo, afastam o sistema dos padrões anteriores de reprodução. Antoine BOUSQUET explicita esta diferença com muita precisão: "*Negative feedback occurs in a system that responds to disturbances with a stabilizing adjustment in order to guide or return the system to the desired state. Positive feedback is present when disturbances are amplified and thus move the system rather away from its point of origin.*" *The Scientific Way of Warfare* Nova York: Columbia U. Press, 2009 p. 165.

pendor humanista e liberal e, simultaneamente, desenvolveu e consolidou a sua perspectiva cibernética. Dois esforços potencialmente contraditórios. A ideia de que a informação é capaz de perpassar diferentes substratos (orgânicos e inorgânicos) sem perdas significativas e, com isto, integra por meio de processos autorreguláveis homens, animais e máquinas abala os alicerces da subjetividade liberal. Com isto não se pode mais manter intacta a separação entre o homem – livre, autônomo e dotado de ação propositiva – e a natureza, um dos pilares do humanismo liberal. O fato é que mesmo antes de publicar *Cybernetics* Wiener já tinha borrado as fronteiras entre homem e máquina. O sistema de artilharia antiaérea que idealizou tentava prever as posições do inimigo entendendo-o fundamentalmente como uma *unidade servomotora* que mesclava o piloto ao avião.¹⁸ A cibernética, tal como divisada por Wiener, é uma ampliação deste princípio, dada a sua pretensão de unificar todas as dimensões da realidade por meio de laços de feedback negativo.

E, como se pode notar em *The Human Use of Human Beings*, publicado originalmente em 1950 e reeditado em 1954,¹⁹ Wiener estava ciente deste impasse. Nancy Catherine Hayles destaca com precisão a “saída” encontrada por ele:

*The revolutionary implications of this paradigm notwithstanding, Wiener did not intend to dismantle the liberal humanist subject. He was less interested in seeing humans as machines than he was in fashioning human and machine alike in the image of an autonomous, self-directed individual. In aligning cybernetics with liberal humanism, he was following a strain of thought that, since the Enlightenment, had argued that human beings could be trusted with freedom because they and the social structures they devised operated as self-regulating mechanisms. For Wiener, cybernetics was a means to extend liberal humanism, not subvert it. The point was less to show that man was a machine than to demonstrate that a machine could function like a man.*²⁰

Mesmo com este subterfúgio, o dano estava feito. A cibernética poderia, de fato, ampliar a capacidade de controle em um mundo contingente. Mas o homem não está mais sozinho no palco. Ele consiste apenas em mais um elo de uma complexa rede de relações que perpassa o meio “natural” e os objetos técnicos.

Este tipo de indagação o impeliu para questões diretamente políticas que o afastaram da ênfase na definição estrita de informação. Para poder preservar o humanismo liberal ele foi

(18) Peter GALISON desenvolve com muita precisão esta ideia: “*On the mechanized battlefield, the enemy was neither invisible nor irrational; this was an enemy at home in the world of strategy, tactics, and maneuver, all the while thoroughly inaccessible to us, separated by a gulf of distance, speed, and metal. It was a vision in which the enemy pilot was so merged with machinery that (his) human-nonhuman status was blurred. In fighting this cybernetic enemy, Wiener and his team began to conceive of the Allied anti-aircraft operators as resembling the foe, and it was a short step from this elision of the human and the nonhuman in the ally to a blurring of the human-machine boundary in general. The servomechanical enemy became, in the cybernetic vision of the 1940s, the prototype for human physiology and, ultimately, for all of human nature. Then, in a final move of totalization, Wiener vaulted cybernetics to a philosophy of nature, in which nature itself became an unknowable but passive opponent-the Augustinian devil.*” “The Ontology of the Enemy...” op. cit. p. 233.

(19) Estou usando a edição britânica de 1989, que se baseia na segunda edição (1954), mas inclui no apêndice as partes suprimidas da edição original e a famosa carta de 1947 publicada na *Atlantic monthly* onde ele se insurge contra a tutela militar sobre a comunidade científica. Cf. Norbert WIENER *The Human Use of Human Beings: cybernetics and society* Londres: Free Association Books, 1989.

(20) Nancy Catherine HAYLES *How we Became...* op. cit., p. 7.

praticamente forçado em deslocar o foco dos bits para a dimensão semântica da comunicação. Pensando tendo como referência o presente imediato de seu país, Wiener detecta duas tendências opostas, “até mesmo contraditórias”. De um lado temos a mais completa rede de comunicação nacional e internacional que a história já testemunhou. De outro, em parte por conta do “senador McCarthy e seus imitadores”, a tendência é bloquear o acesso do público às informações consideradas de um paranoico ponto de vista militar como confidenciais.²¹ E a isto se soma a mentalidade de mercado do americano médio: uma coisa só tem valor se puder ser vendida. Neste caso, como os produtos do pensamento humano são avaliados apenas do ponto de vista do seu eventual valor no mercado, a capacidade criativa do homem tende a ser degradada. Isto é, o segredo militar e a mercadorização do pensamento levam à uma incompreensão e a um uso indevido da informação e de seus conceitos associados.

Assim, para que possa contribuir para o entendimento geral e *criativo* da comunidade, a informação deveria estar livre do controle militar por parte do Estado e emancipada da tutela exclusiva do mercado:

*Property rights in information suffer from the necessary disadvantage that a piece of information, in order to contribute to the general information of the community, must say something substantially different from the community's previous common stock of information.*²²

O trecho é explícito. O que importa para a comunidade (humana) é o *significado novo* que se adiciona a um estoque prévio de informações. Isto é, o que importa é a *criatividade*. Como destaca elegantemente David Kaiser, já não estamos mais falando de *bits*, mas de corpo e espírito.²³

Este espírito criativo, para Wiener, seria a característica que nos protegeria da tendência à automação da produção que, como ele divisava já no início da década de 1950, estava prestes a invadir o espaço dos trabalhadores de colarinho branco. E a melhor forma de manter acesa a criatividade envolve combater a padronização da informação imposta pelo mercado – a nascente indústria cultural – e a atmosfera paranoica de uma sociedade crescentemente militarizada. A ameaça não vem diretamente das máquinas, mas da política despótica e de um mercado excessivamente invasivo. É esta combinação que estimula o embotamento do “comportamento independente e dotado de propósito do ser humano”. E, insiste um Wiener humanista e crítico do capital e do Estado,

*The great weakness of the machine – the weakness that saves us so far for being dominated by it – is that it cannot yet take into account the vast range of probability that characterizes the human situation. The dominance of the machine presupposes a society in the last stages of increasing entropy, where probability is negligible and where the statistical differences among individuals are nil. Fortunately we have not yet reached such a state.*²⁴

(21) Norbert WIENER *The Human use...* op. cit., p. 112.

(22) Ibid p. 119. Grifos meus.

23 “Wiener’s treatment of “information” sounded more like Matthew Arnold in 1869” [Culture and Anarchy] “than Claude Shannon in 1948—more “body and spirit” than “bit.”” David KAISER “‘Information’ for Wiener... op. cit. p. 158

24 Norbert WIENER *The Human use...* op. cit. p. 181 (grifos meus). Escrevendo na década de 1950, quando os computadores utilizavam válvulas e tinham uma capacidade de memória e de processamento limitadíssima para os padrões atuais, este argumento parecia correto. A máquina dificilmente poderia desempenhar papéis mais criativos. O risco era a

O homem não será dominado pelas máquinas enquanto for capaz de criar conteúdos inéditos, que enriqueçam o estoque existente de informações. E, em linha com o liberalismo clássico, isto depende da *preservação da individualidade*. A passagem é clara: somente quando as diferenças entre os indivíduos forem eliminadas é que estaríamos sujeitos ao domínio das máquinas. E, em seu julgamento, isto poderia ocorrer tanto por sociedades totalitárias quanto como sociedades democráticas lutando contra o totalitarismo usando armas totalitárias.²⁵

O problema é que estamos precisamente chegando neste estágio. E, mais uma vez, David Kaiser capta a ironia da situação. O desenvolvimento da inteligência artificial tem permitido aos computadores produzirem composições musicais e artes visuais próximas dos grandes mestres, gerando precisamente o tipo de informação que Wiener mais presava. Mas, por outro lado, prossegue Kaiser,

*Today's data-mining algorithms turn Wiener's approach on its head. They produce profit by exploiting our reptilian brains rather than imitating our cerebral cortexes, harvesting information from all our late-night, blog-addled, pleasure-seeking clickstreams—leveraging precisely the tiny, residual “statistical differences among individuals”.*²⁶

Aqui estamos nos domínios da teoria da informação de Claude Shannon. Os algoritmos só conseguem fazer isto porque deixam em segundo plano a dimensão semântica. Operam na própria estrutura formal dos processos de comunicação, buscando padrões em um conjunto heterogêneo de mensagens sem conexão evidente, explorando as diferenças estatísticas residuais entre indivíduos para poder lucrar com as informações que, no final das contas, não agregam nenhum valor criativo ao estoque de conhecimento existente.

3 Balanço final

Olhando de forma retrospectiva, a publicação de “A Mathematical Theory of Communication” representou um divisor de águas na teoria da informação. Por meio da criação do *bit* Claude Shannon abriu caminho para uma visão geral e unificadora dos diversos sistemas de comunicação. O estabelecimento de uma unidade abstrata e manipulável da informação aumentou a eficácia dos sistemas de codificação que, por sua vez, possibilitaram a otimização da comunicação e do armazenamento de informações. O ulterior desenvolvimento da computação digital – queda dos custos e aumento da capacidade de processamento – multiplicou as aplicações desta teoria, fundindo progressivamente linhagens tecnológicas que caminhavam paralelamente. Isto abriu o caminho para a consolidação dos padrões sociotécnicos que fundamentam a nossa vida contemporânea. As redes de captação e de comunicação instantânea da informação se tornaram praticamente ubíquas. Isto caminha a par com a capacidade de decompor imagens e sons em padrões digitais que está na base

degradação do homem que, ao perder a capacidade criativa, poderia ser superado por um sistema de máquinas interligadas. Os computadores, desde então, aumentaram radicalmente a sua capacidade de processamento. Mas, ao mesmo tempo, a neurociência tem apontado que o cérebro humano é muito mais complexo do que se imaginava na década de 1950.

(25) Cf. Seth LOYD “Wrong, but more relevant than ever” in: John BROCKMAN *Possible Minds* Nova York: Penguin Press, 2019 p. 24.

(26) David KAISER “Information for Wiener...” op. cit., p. 159.

dos sistemas de biometria e de reconhecimento de objetos que estão transformando a organização das cidades, a guerra e o combate à criminalidade de forma cada vez mais acelerada.

No entanto, a despeito de suas inequívocas potencialidades positivas, a “digitalização do mundo” foi instrumentalizada pelo capital e pelo Estado, fato que restringe em demasia o potencial emancipador da “sociedade da informação”. Neste sentido, as advertências de Norbert Wiener continuam pertinentes. O que não deixa de ser irônico, afinal, a sua obra favoreceu a consolidação dos padrões acima descritos. Não se pode esquecer também que Wiener desenvolveu a sua teoria cibernética com base nas experiências que teve ao participar de forma direta em projetos de pesquisa financiados e coordenados pelos militares. A cibernética é, neste sentido, “filha da guerra”. Não deixa de ser interessante notar como o próprio “pai” da cibernética se viu compelido a pisar no freio quando notou o potencial corrosivo de suas próprias ideias. Em um mundo contingente, coabitado por entidades que se relacionam principalmente pela troca e processamento de informação, a compreensão do homem como *o* ser criativo e autônomo está sob crescente ameaça.