

Tecnologias e comunicação nas interfaces mente-máquinas¹

Por

S.Squirra

Se no início uma ideia não soa absurda,
então não há esperança para ela
A. Einstein

Resumo

As tecnologias essencializam a história da civilização, da ciência e do homem. Isto, pois lentamente se integrou proteticamente ao corpo humano, constituindo na atualidade dimensão incorporada nas camadas tanto físicas quanto mentais dos seres humanos. Para estudá-las, os territórios definidos pelos cientistas levaram à esfera da mente, que delineou uma ciência própria, espaço próprio para análises sobre as infinitas formas do elemento primordial, a informação. Neste *paper* discutimos a trajetória e as bases científicas destes assuntos e, após descrição das referências teóricas e descobertas alcançadas sobretudo na neurociência, almejamos demonstrar os avanços concretos de a comunicação entre homens e entre estes e máquinas acontecerem com comandos desferidos pelos pensamentos, sem a mediação de qualquer forma de aparato físico.

Palavras-chave: Tecnologias humanas; hibridização orgânico-tecnológico; comunicação por pensamentos; relações homens-máquinas

Introdução

A história mostra que a humanidade evoluiu em sucessivos estágios, todos aderentes aos instrumentos e com enorme dependência das tecnologias. Incontestavelmente, desde quando o homem elaborou o primeiro ato racional para o convívio e sobrevivência, as tecnologias conferem as condições essenciais para sua existência. Bunch e Hellemans² apontam que “existe uma boa razão para acreditar que o uso de instrumentos, e desta forma, tecnologia, começou entre nossos ancestrais bem antes que algum instrumento fosse construído a partir da pedra”³. Ao definir que a idade da “pedra” vai de 2.400.000 a 4 mil anos antes de Cristo, os autores destacam que após o Homem de Neandertal (ou Homo Habilis)

¹ Texto publicado no livro *Ciberflex, cognições, disrupções, cerebrizações*. ISBN 1977974228, Cense Group. 2017

² Livro *The timetables of technology, a chronology of the most important people and events in the history of technology*. New York, Simon & Schuster, 1993.

³ No original: “*there is good reason to believe that tool use, and therefore technology, began among our ancestors well before any tools were made from stone*”.

desenhar nas paredes de cavernas este avançou na direção do fogo, recurso tecnológico fundamental introduzido pelo *Homo Erectus* que, em seguida, levou a humanidade “diretamente para a [...] cerâmica da Nova Era da Pedra e a fundição das Eras dos Metais”⁴. Os autores destacam que uma flauta e um tipo de apito datando 30 mil anos e feitos da costela de urso foram encontrados na França e o primeiro mapa foi descoberto em Mezhirich, na Ucrânia, com idade de 15 mil antes de Cristo. Pesquisadores reconhecem que os instrumentos ‘técnicos’ foram desenvolvidos e simbiotizaram-se com a humanidade há milhares de anos. Uma prova disto é que recentemente cientistas descobriram o Anticítera, uma forma rudimentar de computador, com 2 mil anos (CORREA, 2006, p. 88). Em 1972, cientistas encontraram na África o que poderia ser um reator nuclear com 2 bilhões de anos⁵.

Dadas a larga inserção e a robusta aderência ao homem, vários historiadores e filósofos dedicaram espaço, tempo e teorias para estudar, explicar e contextualizar a importância e valores das tecnologias. No livro *Filosofia da tecnologia*, Dusek lembra que estudos específicos sobre o papel das tecnologias surgiram com os primeiros filósofos modernos, nos séculos XVII e XVIII (2009, p.9). Ao reconhecer que se tornou frequente confundir técnica, ferramentas e máquinas e destacar o esforço de muitos cientistas em encarar as tecnologias como ciência aplicada, o autor indica as inúmeras definições que vieram de estudiosos consistentes como Francis Bacon, Karl Marx, Martin Heidegger, Jacques Ellul, Charles Darwin, David Hume, Auguste Comte, Bertrand Russell, Karl Popper, Mario Bunge, Leonardo Da Vinci, Thomas Kuhn, entre outros. Dusek aponta o conceito exarado por Lewis Mumford de que a “‘máquina’ mais antiga da história foi a organização de grandes números de pessoas para o trabalho manual de mover terra para represas ou projetos de irrigação nas civilizações mais antigas” (grifos no original, DUSEK, 2009, p. 48).

O acoplamento de aparatos externos ao corpo deu início à enorme sequência de equipamentos que o homem desenvolveu para realizar tarefas físicas, extrair vantagens do meio ambiente, proteger-se das intempéries, animais e inimigos e, sobretudo, tempos depois, organizar o cotidiano, produzir cultura, fazer contas e planejar o futuro. Dessa forma, turbinado por incessantes inovações tecnológicas, os seres vêm experimentando acréscimos cognitivos e sensoriais em volume avassalador e, por necessidade ou diletantismo, de forma consciente ou ingenuamente, estão mergulhados em inéditas – e narcotizantes - plenitudes tecnológicas. Especialmente nos últimos tempos, pois imergem em sistemas de redes o tempo todo conectadas onde, em infindáveis processos de trocas e diálogos, interagem compulsivamente com máquinas fazendo com que o conceito

⁴ No original: “*fire led directly to the creation of new technology.... to the pottery of the New Stone Age and the smelting of the Metal Ages*”.

⁵ Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2015/07/existe-um-reator-nuclear-natural-de-2-bilhoes-de-anos-na-africa.html>. Acessado em 24.08.2017

de “tecnologias em todas as coisas”⁶ seja experiência profunda, consistente e incontornável, já que estas compõem a experiência humana.

Este é um processo lento e gradual, pois em 1938 no livro *Cérebro mundial* o escritor H.G. Wells já vislumbrara uma *World Wide Web*, uma rede mundial de computadores (Wikipedia, 2015). Dados de 2017 revelam que a internet já alcança quase 52% da população mundial⁷, o que fez Klaus Schwab indicar a chegada da 4ª. Revolução Industrial (que surgiu na virada do século), pois esta é baseada na revolução digital. Para este autor, ela é caracterizada “por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizagem de máquina)” (2016, p. 16) e que, em breve, “o rápido progresso da robótica irá transformar a colaboração entre seres humanos e máquinas uma realidade cotidiana” (2016, p. 25). Após falar de “biomimetismo” e metais “com memória”, Schwab acredita que estamos aprendendo muito sobre “o funcionamento do cérebro humano e vendo progressos empolgantes no campo das neurotecnologias” (2016, p.31), e chega à questão do emprego ao indicar que “diferentes categorias de trabalho, particularmente aquelas que envolvem o trabalho mecânico repetitivo e o trabalho manual de precisão, já estão sendo automatizados” (2016, p.43). Na atualidade, ao ter mais recursos técnicos virtuais, parte significativa da humanidade vem libertando-se das atividades mecanizadas, destinando mais tempo para a cultura, lazer e conhecimento, o que abriu brechas para as questões filosóficas, despertando o ser para os temas antes intangíveis, como aqueles da espiritualidade. Apesar desta cativante possibilidade, ao chegar como um ‘tsunami’ a crescente maquinização dos processos produtivos vem fazendo com que contingentes enormes percam seus postos de trabalho, ocasionando a tendência de destinação de renda mínima ‘básica’ para os cidadãos manterem suas famílias. Este é o movimento que está sendo adotado em vários países, inclusive na Finlândia, onde por exemplo, foi implantada a forma local do *Universal Basic Income*⁸, um programa de renda mínima que, de início, vai beneficiar 2 mil finlandeses com 560 Euros mensais.

Inescapavelmente, as tecnologias expandem, consolidam e fortalecem enorme diversificação de equipamentos conectados, o que fez surgirem estruturas robustas de armazenamento e domínio das infindáveis formas do conhecimento. Agora, estocados nos extraordinários *Data Banks*, volumes inacreditáveis de dados e informação são fácil e dinamicamente acessados tonando-se a essência de tudo.

⁶ Ampliação conceitual de “internet das coisas”

⁷ O site da *Internet World Stats* (<http://www.internetworldstats.com/stats.htm>) tem dados interessantes. A Ásia tem 1 bilhão 938 milhões de usuários; a Europa 659 milhões; a América Latina/Caribe, 404 milhões; a África, 388 milhões; a América do Norte, 320 milhões; o Oriente Médio, 147 milhões e a Oceania/Austrália, 28 milhões de usuários.

⁸ Disponível em <https://futurism.com/finland-has-finally-launched-its-universal-basic-income-experiment/>

Tudo é informação

Em imensidão cósmica de plenitudes tecnológicas, a informação destaca-se como a matriz de tudo. Dos buracos negros às células que compõem o corpo humano; dos dados estocados nas sementes à evolução do sistema solar, tudo é informação. A informação caracteriza os multiversos, os minerais, o mundo subatômico, a natureza, pois como diz Charles Seife “cada criatura na Terra é uma criatura de informação; a informação está no centro de nossas células, e as informações matraqueiam em nossos cérebros” (2010, p.9). Seife avança dizendo que “cada partícula do universo, cada elétron, cada átomo e cada partícula ainda não descobertos estão abarrotados de informações – informações que são muitas vezes inacessíveis para nós, mas não obstante informações, que podem ser transferidas, processadas, dissipadas” (idem). E arremata:

cada estrela do universo, cada uma das inúmeras galáxias no espaço estão repletas de informação, informação que pode escapar e viajar. Esta informação está sempre fluindo, indo de um lado para outro, espalhando –se pelo cosmo (2010, p.9)

Na mesma direção, Armand Mattelart destaca Francis Bacon para quem “a palavra ‘informação’ significa o mesmo que *intelligence*” (grifo no original) (2002, p.9) e cita Daniel Bell que disse que “cada organismo é um organismo de informação. A informação é necessária para organizar e fazer funcionar tudo, desde a célula até a General Motors” (2009, p.86). James Gleick corrobora com o raciocínio afirmando que “a informação é aquilo que alimenta o funcionamento de nosso mundo: o sangue e o combustível, o princípio vital” (2013, p. 16). E adiciona: “o próprio corpo é um processador de informações” (idem). Robert K. Logan adiciona importante esclarecimento no livro *O que é informação?* ao pinçar Edward Fredkin que disse que “o universo é um computador e que a vida, inclusive a vida humana, é apenas um programa em execução no computador”(2012, p. 7) . O conceito se alarga quando Seife afirma que “tudo no universo deve obedecer às leis da informação, porque tudo no universo é moldado pela informação que contém” (2010, p.8).

Ao ampliar o conceito, assumimos que como órgão primordial do conjunto de elementos que compõem o corpo humano, a função fundamental do cérebro é receber dados e informações codificadas, dar-lhes sentido e elaborar significados com novas codificações e sentidos. De fato, todos os elementos que compõem o universo cientificamente conhecido realizam processo puramente comunicacional, pois constituem incessantes migrações de sentidos entre os seres vivos e entre estes e os artefatos e com as infinitas facetas da natureza. Focar neste alvo é importante para nós, pois analisaremos as possibilidades –cada vez mais concretas- de que o homem, que já pode se comunicar com máquinas usando exclusivamente os pensamentos, poderá eliminar as intermediações dos aparatos audiovisuais. Isto acontece num mundo de profusão de recursos tecnológicos digitais que, de um lado, se miniaturizam para a escala nanométrica com aumento

a eficiência de processamento e, de outro, estocam e transmitem dados e informações em altíssima velocidade, onde a simbiose homem-equipamentos tornou-se confiável e consistente, fatores que devem intensificar-se aritmeticamente em futuro próximo.

Simetrias corpo-máquinas

Uma avaliação histórica revela que o homem tem convivência cristalina com os equipamentos e com os processos da interação e troca de conteúdos com o uso de máquinas. Vários autores demonstram que as lógicas dos processos humanos foram replicadas nas máquinas informatizadas, sendo a troca de sentidos uma base muito importante para as tecnologias conectadas da atualidade. É o que, aponta Norbert Wiener no livro *Cibernética e sociedade*, para quem “a sociedade só pode ser compreendida através de um estudo das mensagens e das facilidades de comunicação de que disponha” (1954, p. 16) afirmando ainda que “o lugar ocupado pelos estudos da comunicação na história da Ciência não é nem trivial, nem fortuito, nem novo. Mesmo antes de Newton, tais problemas eram correntes em Física, especialmente no trabalho de Fermat, Huyghens e Leibnitz” (1954, p.18). Wiener aponta ainda que “Leibnitz [...] encarava o mundo todo como uma coleção de seres chamados ‘mônadas’” (grifo no original, idem) e, ao introduzir o conceito de entropia, afirma que “assim como a entropia é uma medida de desorganização, a informação conduzida por um grupo de mensagens é uma medida de organização” (1954, p.21). Aliás, ao afirmar que “Shannon analisou fontes de informação com uma ferramenta surpreendente: a entropia”, Charles Seife adiciona que “a entropia é, de fato, uma medida de informação” (2010, p. 84, 85). Ao apontar que a “tendência da entropia é aumentar em sistemas isolados, e é expressa pela Segunda Lei da Termodinâmica” (1954, p. 28), Wiener afirma que “o sistema nervoso e a máquina automática são, pois, fundamentalmente semelhantes...” (1954, p. 34) e arremata dizendo que “a sinapse, no organismo vivo, corresponde ao dispositivo comutador de máquina” (1954, p. 34). Wiener inclui conceitos muito elucidativos da relação homem-máquina ao dizer que “se pudéssemos construir uma máquina cuja estrutura mecânica reproduzisse a fisiologia humana, teríamos então uma máquina cuja capacidade intelectual seria uma reprodução da dos seres humanos” (1954, p. 57). Wiener devota reconhecimento especial ao Dr. W.Ross Ashby que no “livro *Design for a brain* (1952) faz analogias entre organismos vivos e máquinas” (1954, p.48). Nesse sentido, na introdução do livro *A vida do homem (Das leben des menschen)*, obra de 1920 do médico Fritz Kahn, que fez ilustrações incríveis exemplificando o funcionamento das máquinas com o corpo humano, Steven Heller tece comparações instigantes afirmando que

todas as partes do corpo tinham seu próprio avatar (antes que tal coisa fosse inventada), o olho é uma câmara de fole, o pulmão é feito de tubos

de cobre, o estômago e os intestinos são cinturões rápidos que se deslocam com hidráulica pressurizada.⁹ (2013, p.1)

Nas similaridades entre homens e entre estes e as máquinas informatizadas, as trocas simbólicas dos processos de apreensão das informações (que compõem as mensagens) são recebidas através das “portas” sensitivas do corpo e conduzidas ao cérebro, órgão para o qual convergem as codificações, que são construções que carregam significados. Assim, os estímulos configuram processos que transitam do mundo externo (apreensão da realidade natural ou assimilação da elaboração humana) para decodificação cerebral dos conteúdos absorvidos e canalizados pelos sentidos humanos. Os códigos imbuídos nas narrativas (os significados) são recebidos nos “canais de entrada” da sensibilidade humana (olhos, ouvidos, pele, nariz etc.) e, após serem detectados em suas particularidades, são enviados para o espaço “central” do corpo humano, que é o cérebro. Sabe-se que neste órgão estão alojados 86 bilhões de neurônios capazes de realizar 100 trilhões de conexões.

Na experiência cotidiana, os seres convivem com formas distintas de interações, normalmente mediadas por tecnologias (voz, imagens, sons, instrumentos, toques físicos etc.) sendo que, ao carregar as mensagens, estas alteram e desencadeiam comportamentos diferenciados de acordo os contextos onde se inserem. A recepção e elaboração entronizam compreensões ao decodificar as mensagens e as sensações, definindo estados de humor, ações e reações e posicionamentos quanto ao sentido original codificado. Dessa forma, caracterizam-se como puros processos comunicacionais, uma vez que replicam a relação direta emissor-canal-receptor, como originalmente proposto por Shannon em 1948 (MATTELART, 2002, p. 65).

Todavia, autores vêm advertindo para os possíveis problemas a partir da convivência humana com as tecnologias conectadas (TURKLE,1995), as dependências tecnológicas que viciam até à morte (BBC¹⁰), sedução para o consumo irrefreado ou a virtualização do amor etc., que projetam o tema para a realização de contínuos olhares quanto à abrangência dos processos presentes em todos os espaços. De qualquer forma, percebe-se que um campo enorme abre-se com a viabilidade concreta das dialogicidades entre humanos e aparelhos informatizados sofisticados, ultimamente sem a mediação de aparatos de visualização ou sonoros. A comunicação homem-máquinas dá-se sem movimentos ou comandos físicos fazendo com que a era de uma “ciência da mente” chegue de forma larga, consistente e convidativa. Importante conhecer a esfera das mentes.

Multisferas conduzem à uma ciência da mente

⁹ No original: *every part of the body had its own avatar (before such a thing was coined) the eye is a bellows camera, the lung is made of copper tubes, the stomach and intestines are fast moving conveyer belts doused with pressurized hydraulics*

¹⁰ Documentário *Chinese teenagers*, publicado em 2015 e disponível em https://www.youtube.com/watch?v=Fsor_FoHv7A. Acessado em 12.06,2017

Ao estudar os fenômenos naturais, cósmicos e biológicos, e se propor a explicar coisas complexas, filósofos e cientistas adotaram o conceito de *esferas*. Assim, na delimitação dos territórios analíticos, em várias épocas surgiram termos como barisfera (o núcleo metálico terrestre), litosfera (as camadas de rochas do globo), hidrosfera (água), biosfera (evolução biológica) e atmosfera (camada do ar), conforme definiu o paleontológico, filósofo e jesuíta francês Pierre Teilhard de Chardin ao falar que “os geólogos, de há muito tempo, concordam em admitir a composição zoneada de nosso planeta” (2006, p. 197). Os cientistas criaram ainda a antroposfera (onde recorta-se o ser humano), ecosfera (existência da vida), iconosfera (representação visual), blogosfera (comunidades virtuais), infosfera (entidades informacionais), ciberesfera (conhecimento) e midiosfera (meios de comunicação). E no livro *Mudança estrutural da esfera pública* (2014) Habermas cunhou o termo “esfera pública”. Estas definições se complementam com o conceito de ideosfera (evolução dos pensamentos, teorias e ideias), que circunscreve a “evolução mimética, aquela elaborada e residente no interior das mentes, com a seleção natural de pensamentos, teorias e ideias” (Wikipedia, 2014). Tal dimensão abre espaço para Milton Santos adicionar o termo psicofesfera, pois “o mundo das ideias, crenças, paixões e lugar da produção de sentido, também faz parte da produção deste ambiente, desse entorno da vida, fornecendo regras à racionalidade ou estimulando o imaginário” (Santos, 2008, p.256). No livro *A informação*, James Gleick lembra que “Margareth Atwood, [...] disse ter sido ‘tragada pela twittersfera’ como Alice caindo dentro do buraco do coelho” (grifos no original, 2013, p. 428) e Robert K. Logan resgata que “para a compreensão da natureza da informação surge a formulação de John Schumann [...] da noção de simbolosfera” (2012, p.11) adicionando, em seguida, o termo fisiosfera (2012, p.12). Nessa profusão semântica e após adicionar o conceito tecnosfera, alcançamos o termo noosfera, neologismo que nos interessa particularmente.

Pierre Teilhard de Chardin cunhou o termo noosfera como a “esfera do pensamento humano” (entre os anos 1938-1940), para quem este era o 4º degrau da evolução humana, em sequência à geosfera, a biosfera e a tecnosfera, estas últimas, teorias fundamentais no início do Século XX. Chardin defendeu que após a criação do universo (cosmogênese) adveio a esfera da vida (biogênese) e, a partir do momento em que tomou consciência de si mesmo, ao unir corpo e espírito, a humanidade adentrou a noogênese. (2006, p. 196, 197, 210). Contemporaneamente, Edgar Morin afirmou que “a noosfera não é apenas o meio condutor/mensageiro do conhecimento humano. Produz, também, o efeito de um nevoeiro, de tela entre o mundo cultural, que avança cercado de nuvens, e o mundo da vida” (2011, p.143), trazendo a questão da inteligência coletiva, característica que surge com os sistemas complexos, virtuais e globalizados. Como diz Morin (2011), as “coisas do espírito” (tradições, mitos, ideologias etc.) possuem autonomia, se reproduzem, se reconstituem, se reelaboram. Para ele, “as

ideias são dotadas de vida própria porque dispõem, como os vírus, de um meio (cultural/cerebral) favorável da capacidade de autonutrição e de autorreprodução” (MORIN, 2011, p.138). Pouco adiante, Morin aponta que a noosfera é a possibilidade de “uma ciência das ideias que seria, ao mesmo tempo, uma ciência da vida dos ‘seres de espírito’ uma noologia” (grifos no original, 2011, p.139).

Nos são muito úteis estes conceitos, pois no momento atual intensas hibridizações tecnológicas expandem-se em todas as direções da singularidade humana, e a mente se projeta como possivelmente a mais importante delas. Tal realidade instrumental é robusta e compulsória e vem alterando as características cognitivas humanas, pois amplia espacialidades e elimina distâncias, tendo mesmo desconstruído a sensação de tempo ao inserir a sociedade em experiência que tudo redimensiona continuamente. A imersão tecnológica reconfigurou, inclusive, as subjetividades, já que as inovações dos últimos tempos permitem que o ser se conecte em redes tecnológicas que, através de máquinas amigáveis, ligam “afetivamente” seres de todos os cantos do planeta. Neste trabalho focamos na relação das tecnologias com o cérebro humano e nas experiências da comunicação mente-máquina e máquina-mente para demonstrar que após interagir longa e intensamente com interfaces o homem está em vias de ter pleno acesso aos conteúdos através de comandos mentais, eliminando os aparatos técnicos que ainda mediam as trocas de significados.

Tornou-se fundamental delinear uma “ciência da mente”, uma vez que constantes transformações vêm reconfigurando os processos que acontecem no cérebro e na mente humanos e tais ampliações provocam alterações cognitivas significativas em número, diversidade e densidade. Multifacetado por profundas simbioses (dos campos interior e exterior humanos), os sentidos da sensibilidade humana, sejam materiais ou espirituais, coletivos ou individuais, estão sendo consistentes mediados por conexões elétricas múltiplas, intensas e infundáveis. Superando os estimulantes químicos, os eletrônico-virtuais da atualidade mergulham os seres em profundidades alucinantes na navegação à procura do prazer, da solução de questões, do conhecimento ou por pura diversão. Muitas vezes, proporcionam também o isolamento, a negação do real ou formas de conforto na reclusão e, como alucinógenos, provocam enorme dependência e mesmo morte¹¹. Estudar a mente tornou-se compulsório e isto vem sendo feito consistentemente há muitas décadas. Mais recentemente, analisar as relações destas com as máquinas informatizadas confirma-se como passo desafiador e inevitável.

Assim, ao espelhar-se nos processos biológicos, os cientistas transmutaram várias das habilidades racionais do cérebro para as máquinas, construindo algoritmos que reproduzem as formas de raciocínio destes. Wiener acredita que “se pudéssemos construir uma máquina cuja estrutura mecânica reproduzisse a fisiologia humana, teríamos então uma máquina cuja capacidade intelectual seria

¹¹ São muitas histórias de morte após longos períodos jogando videogames. Ver <http://edition.cnn.com/2015/01/19/world/taiwan-gamer-death/index.html>. Acessado em 24.08.2017

uma reprodução da dos seres humanos” (1954, p.57). Em base simples, os procedimentos lógicos “de máquina” cumprem tarefas em sequências de “se, então”, (KURZWEIL, 2013, p.183), modelo idêntico ao do universo biológico racional uma vez que, ao assimilar os processos lógicos da tomada de consciência dos fatos e, após análise das possibilidades, os cérebros liberam os “gatilhos” que efetivam as decisões concretas adotadas.

Tais teorias advieram de estudos que convergiram para um território investigativo que foi denominado “inteligência artificial”. Nesta questão, David Ritchie afirmou no livro *Le cerveau binaire* (1984, p. 21) que

em poucos anos, veremos um cérebro binário, uma síntese de inteligência humana e inteligência mecânica combinando a força de cada uma delas e dotada de um potencial intelectual tão avançado em relação ao nosso como estamos em relação a um gorila ou um chimpanzé¹² (1984, p.21)

Outros cientistas investiram nas similaridades do cérebro humano com as máquinas, destacando-se os trabalhos seminais de John von Neumann, que no livro *o Computador e o cérebro* (obra de 1958, mas republicada em 2005) convenceu-se das “possíveis atividades computacionais do cérebro” e, ao abordar o sistema nervoso humano, afirmou que seu “funcionamento, é, *prima facie*, digital” (2005, p. 74). Isto, pois “os impulsos nervosos podem ver-se nitidamente como marcadores” e onde “a ausência de impulso representa um valor (digamos o dígito binário 0), e a sua presença representa o outro (ou seja, o dígito binário 1)” (2005, p. 77). Mais à frente, von Neumann concluiu que “os neurônios podem ser vistos, se assim quisermos, como os órgãos lógicos básicos – e, portanto, também como os órgãos digitais básicos” (1958, p. 88). Zarkadakis lembra de Hermann von Helmholtz que, ao medir “a velocidade na qual um sinal viaja ao longo de uma fibra nervosa”¹³ (p.43), comparou o cérebro a um telégrafo. Quer dizer, algo que leva sinais elétricos de um lado para outro, alargando o conceito para cérebro eletrônico e chegando à internet. Neste sentido, Zarkadakis afirma que

de acordo com essa nova metáfora, a internet se assemelha a um cérebro humano, porque partes individuais (seu iPhone ou seu computador) se conectam com muitas outras peças individuais através de uma malha de conexões sem fio e com fios¹⁴ (2015, p.43)

¹² No original: *dans très peu d'années, nous verons peut-être apparaître un cerveau binaire, une synthèse de l'intelligence humaine et de l'intelligence mécanique conjuguant la force de chacune d'elles et dotée d'un potentiel intellectuel aussi avancé para rapport au nôtre que nous le sommes par rapport à un gorille ou à un chimpanzé*

¹³ No original: *he measured the speed at which a signal travels along a nerve fiber*

¹⁴ No original: *according to this new metaphor, the internet resembles a human brain because individual parts (your iPhone, or your computer) connect with many other individual parts through a mesh of wireless and wired connections*

Tal convicção aguçou o interesse de outros cientistas, como Marvin Minsky, que ao falar de Kurt Godel e Alan Turing, apontou que “na década de 1940, [...] Warren McCulloch e Walter Pitts começaram a mostrar como a máquina poderia ser feita para ver, raciocinar e lembrar” (1988, p. 19)¹⁵. Mais à frente, ao falar das concepções “enviesadas” que todos têm sobre as máquinas, Minsky convoca a comunidade a “deixar esses argumentos de lado e tentar entender o que o vasto e desconhecido mecanismo do cérebro pode fazer. Então, encontraremos mais autorrespeito em saber a maravilhosa máquina que nós somos”¹⁶ (1988, p. 30)

Além destes cientistas, Ray Kurzweil dedicou-se aos “segredos do pensamento humano” e no livro *Como criar uma mente* afirmou que “o cérebro armazena e processa informações e por causa da universalidade da computação [...] há um paralelo entre cérebro e computadores maior do que pode parecer” (2014, p.43). Indo na mesma direção, no livro *Mind over machine*, Dreyfus e Dreyfus resgatam Thomas Hobbes que, por volta de 1600, havia dito que “raciocinar é realmente computar em partes” (1986, p. 2) e definem que Edmund Husserl “pode ser considerado o pai do modelo de processamento de informações da mente” (1986, p. 4)¹⁷. Estes últimos autores apontam que, ao consensuar que computadores tinham capacidade de manipular símbolos e que estes poderiam ser entidades além de números, indicam que os cientistas “Newell e Simon estavam entre os primeiros a ver os símbolos para representar objetos do mundo real, como palavras, peças num tabuleiro de xadrez ou características de uma imagem” (1986, p.6)¹⁸.

No livro *Mentes e máquinas, uma introdução à ciência cognitiva* (1998), João de Fernandes Teixeira reconhece que Simon e Newell inventaram “uma máquina pensante” (1998, p. 9), revelando que o termo Inteligência Artificial foi cunhado por John McCarthy e que em muitas iniciativas que surgiram nos anos 1960 nos EUA, os cientistas almejavam “*simular* processos mentais humanos e usar o computador para fundar uma ciência da mente” (grifo no original, 1998, p.12). Para este autor foram os Cibernetistas que forneceram os alicerces para um modelo “computacional da mente”, pois estes “acreditavam que toda atividade psicológica humana poderia um dia ser estudada por meio de modelos matemáticos” (1998, p. 35). Dessa forma, ao assimilar conceitos da Ciência da Computação e estimulado pelos primórdios da Inteligência Artificial, aflorou a intenção da delimitação de uma “ciência da mente”. Nessa direção, João de Fernandes Teixeira aponta que

¹⁵ No original: “in the 1940s, when Warren McCulloch and Walter Pitts began to show how machine might be made to see, reason, and remember”

¹⁶ No original: *Let's put these arguments aside and try to understand what the vast, unknown mechanism of the brain may do. Then we'll find more self-respect in knowing what wonderful machines we are.*

¹⁷ No original: “Edmund Husserl, who can be regarded as the father of the information-processing model of the mind”

¹⁸ No original: “Newell and Simon were among the first to see the symbols to stand for real world objects such as words, pieces on a chess board, or features of a picture”

o momento em que surgiu a ideia de que o computador digital poderia ser um bom modelo para entender o funcionamento do cérebro humano marca o início da Inteligência Artificial, que, posteriormente, se expandiria para algo mais amplo, que hoje denominamos Ciência Cognitiva (1998, p. 11).

Assim, ao convergir teorias e experimentos que relacionavam os processos biológicos das mentes com os princípios matemáticos e algorítmicos dos computadores, surgiram as bases do termo Ciência Cognitiva que, conforme esclarece Teixeira, “passou a ser utilizado a partir de 1956 e, ao que tudo indica, foi criado pelo psicólogo George Miller” (grifo no original, 1998, p.13). Neste momento, nos dedicamos a convergir as bases construtivas das teorias da mente, lócus do repositório cognitivo humano, com os processos algorítmicos das máquinas e com os corolários das concepções sobre a comunicação humana para iluminar, um pouco que seja, as chances de as ideias serem transmitidas das mentes para aparelhos sem forma alguma de produção de códigos materiais.

Steve Wozniak, um dos criadores dos computadores Apple previu que “conversaremos com os computadores como se eles fossem pessoas” (2011), pois crê que

parte de nosso cérebro já está fora de nossas cabeças, porque a internet cresceu tanto e nós não a criamos para ser um cérebro. Criamos a internet para colocar as pessoas em contato individualmente – e quando havia bilhões de pessoas em contato entre si, ela criou essa capacidade de funcionar como um cérebro (WOZNIAK, 2011).

Teixeira aponta que com o desenvolvimento dos computadores, os cientistas visavam construir as bases de uma “ciência da mente” e focaram no que acontecia com a Psicologia, que se dividia em três correntes: “ora como estudo da mente, ora como estudo do comportamento, ou como estudo do cérebro” (1998, p. 10). Os teóricos da Psicologia de então tinham dificuldade de delinear as diferenças entre cérebro (parte física) e mente (elemento intangível), uma vez que uma característica tão comum ao homem, a linguagem “exigia algum tipo de planejamento, algo que não poderia ser concebido a não ser que se postulasse a existência de algum tipo de processamento de informação ou estados mentais no intervalo entre *inputs* e *outputs*” (grifos no original, 1998, p. 11). O autor descreve que “o momento em que surgiu a ideia de que o computador digital poderia ser um bom modelo para entender o funcionamento do cérebro humano marca o início da Inteligência Artificial, que posteriormente, se expandiria para algo mais amplo, que hoje denominamos de Ciência Cognitiva” (1998, p.11). E uma área científica se estruturou nos estudos de como o cérebro se comporta, ou seja, a partir do delineamento das instruções que os humanos “procedem quando efetuam uma computação” (1998, p. 20). O conjunto de instruções citado são os algoritmos, termo que “origina-se do nome de um matemático persa – al-

Khwarizm – que escreveu um importante manual de álgebra no século IX” (1998, p. 20). Teixeira arremata afirmando que “o algoritmo especifica de maneira não-ambígua exatamente o que deve ser feito” (1998, p.21). Exatamente como o cérebro faz quando toma uma decisão. Este autor define que “a máquina de Turing constitui a melhor formalização da noção de algoritmo de que se tem notícia na história da Matemática” (1998, p.23) e adiciona que “qualquer computador digital é, *em princípio*, uma máquina de Turing” (grifo no original, 1998, p. 25). Para este autor, foram os cibernéticos que advogaram que as atividades psicológicas dos seres humanos poderiam ser compreendidas como modelos matemáticos, sobretudo quando se olhasse o assunto a partir de uma “analogia entre sistema nervoso e circuitos elétricos” (TEIXEIRA, 1998, p. 35).

Outro segmento científico que se envolveu com essas questões foi o da Filosofia, quando postularam que se os computadores podem realizar tarefas lógicas e são compostos de componentes materiais e, uma vez que estes consigam “replicar” os princípios operacionais do cérebro humano, então “não haveria nenhuma razão para supor que mente e matéria são diferentes” (TEIXEIRA, 1998, p. 45). É necessário destacar que se fala de mente e não de cérebro, assunto que consumiu muito tempo, debates e reflexões científicas. De fato, o dilema de compreender o material e o imaterial é antigo, aparecendo de forma substancial com René Descartes, no século XVII, que propôs uma forte separação entre razão (o *res extensa*, a materialidade, ou corpo) e o intangível (o *res cogitans*, a mente, o espírito) na sua obra seminal *Meditations on first philosophy*, publicada em 1641. Nesta, Descartes fala das principais certezas que tinha, que eram sua mente e sua existência, que originou o famoso “penso, logo existo” (ZARKADAKIS, p.113). Zarkadakis lembra ainda que Descartes introduziu uma metáfora mecânica ao postular que “os corpos de pessoas e animais não são mais do que máquinas complexas, e que os ossos, músculos e órgãos podem ser substituídos por engrenagens, pistões e eixos de comandos”¹⁹ (2015, p.36). Descartes exerceu influência enorme nas ciências desde então, apesar das questões densas que surgiram, pois este questionava “como é possível que uma substância imaterial (a mente) possa influir causalmente numa substância material (o corpo) e determinar a ação consciente ou deliberada” (TEIXEIRA, 1998, p. 45).

Os estudos avolumaram-se e a segunda metade do século XX viu florescer a Filosofia da Mente, “um ramo específico da Filosofia que tem por objetivo estudar a natureza do mental, tomando como pano de fundo as descobertas das neurociências e as teorias propostas pela Ciência Cognitiva” (TEIXEIRA, 1998, p. 46). Surgem então a visão dualista, a visão mentalista e a visão materialista, destacando-se nesta última o Monismo, variação das “mônadas” já indicadas em outra parte. No livro *A Monadologia e outros textos*, Leibnitz define que “a mônada [...] não é senão uma substância simples”(p.25) e que “mônada é uma palavra grega que significa unidade ou aquilo que é único” (2009, p.43). Após

¹⁹ No original: the bodies of people and animals are nothing more than complex machines, and that the bones, muscles and organs could be replaced with cogs, pistons and camshafts

apontar que os “cartesianos se equivocaram ao desconsiderarem as percepções que não são apercebidas o [...] que os conduz a crer que apenas os Espíritos são Mônadas” (2009, p.27). Leibnitz afirma ainda que “se quisermos denominar Alma a tudo aquilo que possui percepções [...] todas as substâncias simples ou Mônadas criadas poder-se-iam denominar Almas” (2009, p. 29).

Para compreender o materialismo cartesiano e a interessante história dos pensadores que ajudaram a definir as teorias, os territórios e a evolução das ciências, uma obra se destaca, o excelente livro *Ciência sem dogmas* (2014), biólogo inglês Rupert Sheldrake. Na apresentação dos dez dogmas da ciência moderna, Sheldrake afirma que “a ciência contemporânea baseia-se na afirmação de que toda a realidade é material ou física. Só existe a realidade material” (2014, p. 14). Resgatando os primórdios, Sheldrake lembra de Francis Bacon, que ao defender que o “domínio tecnológico da natureza era a recuperação de um poder outorgado por Deus”(p.22), inspirou a criação da Royal Society em Londres, em 1660, tendo cunhado a expressão “conhecimento é poder” (p.23). De forma interessante este autor discorre sobre como a ciência sempre incluía a alma como integrante da vida e da matéria e, como exemplo, fala de Tomás de Aquino, para quem “a matéria no corpo das plantas e dos animais era moldada almas dos organismos” (p.42). Para Sheldrake, René Descartes (que viveu de 1596 a 1650) foi o “principal proponente da filosofia mecânica ou mecanicista da natureza” (p.40), afirmando que este importante cientista “comparou os nervos como canos de água, as cavidades cerebrais como reservatórios, os músculos como molas mecânicas e a respiração com os movimentos do relógio”(2014, p.43). Tudo era matéria e as questões da alma/espírito/mente ficaram em segundo plano durante longo tempo.

Todavia, ao estudar a integração do homem (mente) com as máquinas (matéria) e a internet, Outro autor, Michael Chorost, na instigante obra *World Wide Mind* discorre que “na década de 1940, o neurocirurgião Wilder Penfield tentou aplicar pequenos choques no cérebro de pacientes submetidos a cirurgia para crises epiléticas”²⁰ (2011, p. 33). Esta questão está presente também na excelente obra *A era das máquinas espirituais*, quando Kurzweil discorre que “neurocientistas da Universidade da Califórnia, em San Diego, descobriram o que chamam do módulo de Deus, um pequeno lócus de neurônios no lobo frontal, que parece ser ativado durante as experiências religiosas” (2007, p. 211). A questão da espiritualidade permeia boa parte das reflexões de Ray Kurzweil e também de Edgar Morin. No caso de Kurzweil, por exemplo, este autor afirma que “uma base neurológica para a experiência espiritual tem sido postulada há muito tempo pelos biólogos evolucionistas”, complementando mais à frente que

²⁰ No original: *in the 1940s the neurosurgeon Wilder Penfield tried applying tiny shocks to the brains of patients undergoing surgery for epileptic seizures*” o que provocou que “*the mind wasn't made of some ethereal 'soul' substance*

com o próximo estágio da evolução criando uma nova geração de seres humanos, que será trilhões de vezes mais capaz e complexa do que os humanos de hoje, nossa capacidade de experiência espiritual e de insight provavelmente também ganhará em potência e profundidade (KURZWEIL, 2013, p.211)

Ainda nesta direção, Kurzweil arremata que “as máquinas do século XXI – baseadas no design do pensamento humano – farão como seus progenitores humanos têm feito – visitar casas reais e virtuais de oração, meditação e adoração – para se reconectarem com sua dimensão espiritual” (2007, p. 211). Com tal convicção, de forma clara e corajosa, Kurzweil indica que as realidades que advirão com as fluentes e simbiotizadas tecnologias poderão libertar os seres para mais adensados momentos de reflexão íntima, variando dos tempos destinados à família, ao lazer, à cultura, mas também para as questões intangíveis. Parece-nos que esta é uma possibilidade concreta, uma vez que o homem tem características peculiares, como contar histórias. Nicolelis afirmou que “o cérebro é um grande simulador, ele simula a realidade completa, toda a história da nossa vida. E essa história tem que ter um começo, ela tem que ter uma explicação lógica de onde nós viemos. Nesse domínio vem a noção de Deus, a religião” (ANIZELLI, 2009). Chorost lembra o Chefe do Departamento de Neurociência da New York University, Rodolfo Llinás, que disse que “estamos falando sobre colocar-se no cérebro de outras pessoas para que você entenda a dor delas. Você entenda o anseio delas. Você entenda o medo delas” (apud CHOROST, p.29). Uma característica até então única do ser humano também está sendo replicada em máquina: a imaginação. É o que Libby Plummer relata ao afirmar que, com recursos da Inteligência artificial, o computador *Deep Mind* da Google conseguiu “ver as consequências de suas ações antes que ele as faça”²¹. Mesclar homens e máquinas e reproduzir comportamentos destes nas máquinas inteligentes tem sido desafio científico interessantíssimo.

Comunicações mentais conectam orgânico e silício

No mundo físico, numa intensa malha comunicativa transita-se por realidades absolutamente dependentes de conexões que buscam replicar a gigantesca velocidade dos processos cerebrais. Mesmo que os processos comunicacionais midiáticos atuais ainda se concretizem nas ondas hertzianas, nos cabos coaxiais ou nas fibras óticas, nas teias, correntes ou redes do mundo conectado e os cérebros ainda interajam com comandos hápticos, uma internet em todas as coisas²² se viabilizou nas últimas décadas. Assim, em ambiente de densa tecnofilia compulsória, as experiências do cotidiano são estruturadas e transitam em camadas digitais virtuais, aumentadas, misturadas e/ou holográficas, que acontecem no cérebro humano.

²¹ No original: *see the consequences of their actions before they make them*

²² Variação do conceito de “internet das coisas”...

Ao abordar a complexidade do cérebro, D. Chopra e R. Tanzi afirmam que “a rede neural do cérebro é o computador do corpo, mas também o computador da vida” (2013, p. 57). No mesmo raciocínio, os autores resgatam o biólogo Gerald Edelman que afirmou que

o número de possíveis circuitos neurais do cérebro é igual a um dez seguido de um milhão de zeros. Considere que o número de partículas no universo conhecido é estimado em apenas um dez seguido de 79 zeros! (apud CHOPRA e TANZI, 2013, p.58)

No presente, as avançadíssimas inovações tecnológicas parametrizam que, constituída por ingredientes altamente mediados por tecnologias (que se tornaram plenas e imperceptíveis), a dialogicidade homem-máquina não mais requererá a intermediação física de aparatos físicos, pois as delícias digitais que chegarão em futuro próximo consolidarão a constituição neurológica humana. Com a integração plena dos humanos com equipamentos *full time* conectados, miríade de aparatos permitem a troca de conteúdos por pensamentos na grande rede mundial digital. Isto, pois são processos que observam os atributos da lógica, que como lembra Kurzweil para o grande matemático George Boole “a lógica era pensamento” complementando que este “escolheu *As leis do pensamento* como título para sua obra prima de 1854” (grifos no original, 2013, p.174). Mais tarde este autor lembra que Bertrand Russel reconheceu que “a matemática pura foi descoberta por Boole” (idem)

Assumindo que a informação é o insumo básico dos cérebros, sabemos que cientistas trabalham há longo tempo para efetivar a transmissão de conteúdos entre estes órgãos e entre estes e máquinas. Espelham-se nos processos biológicos, pois isto é o que acontece rotineiramente quando falamos, pensamos ou intercambiamos informações com o mundo externo ao ver filmes, vídeos, ler livros, fazer ligações telefônicas ou decodificar o mundo quando andamos pela rua etc. Estas percepções ocorrem no cérebro, com ações que se desencadeiam com comandos físicos realizados após a ordem mental, mas pesquisas realizadas no segmento das neurociências revelam que é possível eliminar a parte física do processo de comando. É o que diz Michel Chorost no livro *World wide mind*, ao projetar a interação de cérebros e máquinas “com computadores implantados gerenciando os detalhes de cada fiação neural das pessoas” (2011, p.13)²³.

Michael Chorost resgatou o pensamento de Paul e Patricia Churchland que vislumbraram que “será possível, algum dia, que dois cérebros separados sejam ligados artificialmente ... e troquem pensamentos infinitamente mais rápido e mais claro do que podem agora, através do meio confuso do discurso do processamento em série”²⁴ (apud CHOROST, 2011, p.30). O assunto é desafiador,

²³ No original: *with implanted computers managing the specifics of each persons neural wiring*

²⁴ No original: *Presumably, it will be possible, someday, for two separate brains to be Linked artificially... and to exchanger thoughts infinitely faster and more clearly than they now can through the muddled custom-clotted, serially processed medium of speech*

mas interessantíssimo e, ao refletir sobre as comparações entre a internet e os sistemas biológicos, Chorost entende que esta tecnologia poderia

ser a espinha dorsal de um novo e sofisticado organismo se fisicamente integrado com a humanidade. A internet se tornaria um novo sistema nervoso para a humanidade, e a humanidade se tornaria um novo corpo e cérebro executivo para a internet²⁵ (2011, p.11-12).

Assim, este autor acredita que em inédita hibridização homem-máquinas “a humanidade e sua ferramenta, a internet, se tornaria um único organismo com poderes inteiramente novos. Não apenas um mero híbrido, mas uma nova espécie por direito próprio” (2011, p.11)²⁶. Paula Sibilia afirma que, em tal contexto, “o corpo humano, em sua antiga configuração biológica, estaria se tornando ‘obsoleto’” (grifo no original, 2015, p. 14). Mas, para superar isto, é preciso avançar com máquinas ainda mais evoluídas, na direção dos sistemas neuromórficos, pois como acredita o cientista Carlos Alberto dos Santos, “pesquisadores integram física, matemática, informática e neurociência para criar computadores inspirados no funcionamento do cérebro – um bilhão de vezes mais eficientes que o mais potente supercomputador já construído” (2014)²⁷. Santos vai mais adiante ao afirmar que

o cérebro humano tem cerca de 100 bilhões de neurônios, cada um conectado a outros 10 mil, comunicando-se por meio de sinapses com velocidade aproximada de 10 quatrilhões de operações complexas por segundo, ou seja, 10 petaflops. Para isso, o cérebro consome menos energia que a necessária para acender uma lâmpada caseira. Levando em conta velocidade e consumo de energia, pode-se dizer que o cérebro é um bilhão de vezes mais eficiente que o mais potente supercomputador já construído. Então, por que não criar um computador que use o mesmo mecanismo do cérebro? É justamente isso o que buscam cientistas e engenheiros envolvidos na engenharia neuromórfica (SANTOS, 2014)

Este parece ser o caminho que vem sendo adotado e vai na linha de estruturar algo consistente, pois como afirma Zarkadakis “em vez de simular um cérebro humano em um computador, estamos construindo uma réplica física de baixo para cima, usando hardware” (2015, p.298). As possibilidades realmente são muitas e este autor declara que

28

²⁵ No original: *it could be the backbone of a sophisticated new organism if physically integrated with humanity. The internet would become a new nervous system for humanity, and humanity would become a new body and executive brain for the internet*

²⁶ No original: *humanity and its tool, the internet, would become a single organism with entirely new powers. Not just a mere hybrid, but a new species in its own right*

²⁷ Engenharia neuromórfica. Disponível em http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2942/n/engenharia_neuromorfica, de 07.02.2014. Acessado em: 22.07.2017

²⁸ No original: *Perhaps new technologies in liquid electronics or quantum computers will allow us to use materials that can float in a solution. These ‘liquid’ neuristors could then be ‘pushed’ by complex computations*

talvez as novas tecnologias em eletrônicos líquidos ou computadores quânticos nos permitam usar materiais que possam flutuar em uma solução. Esses neuristores ‘líquidos’ poderiam então ser ‘empurrados’ por cálculos complexos para a borda do caos e adquirir recursos semelhantes aos neurônios biológicos interligados. Eles poderiam então formar estruturas neurais complexas hierárquicas, repletas de plasticidade e a capacidade de auto organizar, culminando em um cérebro artificial totalmente funcional (grifos no original, 2015, p. 298)

Nos dias atuais, os equipamentos informatizados replicam as lógicas humanas e transmitem conteúdos sem a interferência humana, no melhor modelo da comunicação por pensamentos entre o biológico e o silício. Isto é o que afirma Kurzweil: “a tecnologia também fornecerá comunicação sem fio de um cérebro para outro”²⁹, acrescentando que “bem antes do fim da primeira metade do século XXI será predominante pensar através de instrumentos não-biológicos”³⁰ (2005, p.316). Estes raciocínios pavimentam o caminho para as máquinas do conhecimento.

Máquinas cognitivas?

Ao estudar os processos lógicos da estruturação de conteúdos e ações, tanto no cérebro biológico quanto nos chips das máquinas informatizadas, procuramos entender se estas últimas conseguem replicar as construções realizadas pelas primeiras. A possibilidade de máquinas que aprendem com os processos e ações humanos é recente (campo das *Learning Machines*), e tem seduzido os pesquisadores pelas suas possibilidades de que, em algum momento, as máquinas consigam ter autonomia do homem, não ficando mais dependentes dos algoritmos inseridos pelos mesmos. Este assunto é interessantíssimo, mas transborda o objetivo central da presente reflexão e ficará para outra ocasião.

Retornando à trilha, entendemos que os exemplos de emissão de comandos mentais humanos (esfera do biológico) para ações no mundo físico (mundo da matéria) são muitos, sinalizando que esta forma de comunicação poderá atingir, de muitas formas, toda a sociedade. Neste sentido, em palestra para estudantes em S.Paulo, o jornalista Marcio Padrão relata que o CEO da Microsoft o indiano Satya Nadella disse que “chegou o dia não da ciência da computação, mas da computação do pensamento” (2016). Na mesma direção, o cientista brasileiro M. Nicolelis afirmou que

to the edge of chaos, and acquire capabilities similar to interconnected biological neurons. They could then be able to form hierarchical complex neural structures, replete with plasticity and the ability to self-organize, culminating in a fully functioning artificial brain

²⁹ No original: *the technology will also provide wireless communication from one brain to another*

³⁰ No original: *well before the end of the first half of the twenty-first century, thinking via nonbiological substrates will predominate*

vamos submergir em sistemas virtuais e nos comunicaremos diretamente com eles. No longo prazo, o corpo deixará de ser o fator limitante da nossa ação no mundo. Nossa mente poderá atuar com máquinas que estão à distância e operar dispositivos de proporções nanométricas ou gigantescas: de uma nave espacial a uma ferramenta que penetra no espaço entre duas células para corrigir um defeito. [...] Nosso cérebro roubará um pouco o controle que os genes têm hoje sobre a evolução. [...] A comunicação não será mediada pela linguagem, que deixará de ser o único ou principal canal de comunicação” (GONÇALVES, 2011)

Em outro depoimento, agora ao jornalista Eduardo Anizelli, Nicolelis afirmou que

o pensamento nada mais é do que uma onda elétrica pequenininha, se espalhando pelo cérebro, numa escala de tempo de milissegundos. O que fizemos [com primatas] foi descobrir que é possível ler esses sinais e extrair deles comandos motores capazes de reproduzir num braço mecânico ou numa perna robótica a intenção motora daquele cérebro” (2009)

E isto vem dando certo, pois o jornalista Nathaniel Scharping (2016) relata que

quatro músicos, incapazes de falar ou andar, usaram sinais elétricos de seu cérebro para selecionar passagens musicais, enquanto os músicos tocaram suas seleções em tempo real. A interface cérebro-computador dos pesquisadores permitiu que o quarteto expressasse sua criatividade musical sem cantar ou pegar um instrumento³¹

Reforçando tudo isso, Nicolelis estima que “o cérebro se libertou do corpo de vez. Isso quer dizer que, a longo prazo, nosso alcance como humanos vai mudar completamente. Você vai ter a chance de atuar voluntariamente em um ambiente a milhares de quilômetros da sua presença física” (UNIÃO..., 2009), pois estaremos em rede. É possível comunicar-se com máquinas através de equipamentos munidos de eletroencefalograma (EEG) e softwares aprendem a controlar aparelhos e computadores apenas pensando em comandos. O mais comum é o uso de “boinas” com eletrodos que escaneiam as áreas nas partes estimuladas. Zarkadakis fala dos novos métodos que estão sendo empregados baseados em fMRI, acrônimo inglês para Imagem funcional de ressonância magnética (2015, p. 115). Outra forma são as tatuagens eletrônicas que leem os

³¹ No original: *Four musicians, who are unable to speak or walk, used electrical signals from their brain to select musical passages while musicians played their selections in real-time. The researchers' brain-computer interface allowed the quartet to express their musical creativity without singing or picking up an instrument*

pensamentos, como é o caso da criada por James Norton que construiu um sistema de circuitos eletrônicos flexíveis na Universidade de Illinois, nos Estados Unidos. Elas são muito leves e este aparelho de “leitura da mente flexível gerou sinais tão bons quanto os dos equipamentos de EEG tradicionais” (TATUAGEM..., 2015)

A evolução computacional avança rapidamente e no caso específico da junção do computador como a mente fez surgir uma máquina informática neuronal. O primeiro neurocomputador foi denominado *BrainScales* e integra o projeto *Cérebro humano*, de pesquisadores da Universidade de Heidelberg, na Alemanha. Os neurocomputadores denominados de neuromórficos são compostos por neuroprocessadores, ou seja, com lógicas espelhadas no funcionamento do cérebro humano. Estes processadores não executam procedimentos baseados nos princípios de Alan Turing ou de John von Neumann, base de todas as máquinas informatizadas até agora conhecidas. O professor Karlheinz Meier, líder do grupo explicou que

Ele é mais uma imagem direta, feita sobre silício, das redes neuronais encontradas na natureza, imitando células, conexões e comunicações intercelulares por meio da mais moderna microeletrônica analógica e digital (PRIMEIRO..., 2016)

O professor Meier conseguiu produzir um neurocomputador com 20 chips chamados *Spikay*, alcançando um total de 4 milhões de neurônios e 1 bilhão de sinapses. Ao sublinhar os fatos que neurônios e sinapses estão em máquinas, revelamos que outra similar está sendo desenvolvida na Universidade de Manchester na Inglaterra pelo professor Steve Furber que planeja simular um cérebro com 1 bilhão de neurônios, utilizando 50.000 microprocessadores normais (CÉREBRO..., 2010). Os esforços dos cientistas em juntar o altíssimo poder de processamento dos supercomputadores para emparelhar a plasticidade do cérebro, que tem capacidade de processamento em paralelo, rumo na direção de imitar os procedimentos dos neurônios. Aliás, objetivando obter “uma visão mais clara de como uma rede tão imensa funciona para formar nossos pensamentos e ações”³² (RATNER, 2017), cientistas do *Blue Brain Project* (baseado na Suíça) descobriram que o cérebro constrói estruturas em 11 dimensões. Centrados nas descobertas do “modelo digital do neocortex, finalizado em 2015” e utilizando princípios de “topologia algébrica” (algebraic topology), em reportagem do site *BigThink*, a pesquisadora Kathryn Hess definiu que a “topologia algébrica é como um telescópio e um microscópio ao mesmo tempo. Pode ampliar as redes para encontrar estruturas escondidas - as árvores na floresta - e ver os espaços vazios - as clareiras - tudo ao mesmo tempo”³³ (RATNER, 2017).

³² No original: *a clearer vision of how such a immense network operates to form our thoughts and actions*

³³ No original: *algebraic topology is like a telescope and microscope at the same time. It can zoom into networks to find hidden structures – the trees in the forest – and see the empty spaces – the clearings – all O aparecimento de cavidades de alta dimensão quando o cérebro está processando informações significa*

Quanto a entender a plasticidade realizada no cérebro, o pesquisador Ran Levi declarou princípio impressionante:

o aparecimento de cavidades de alta dimensão quando o cérebro está processando informações significa que os neurônios da rede reagem aos estímulos de forma extremamente organizada. É como se o cérebro reagisse a um estímulo, construindo e depois destruindo uma torre de blocos multidimensionais, começando com varas (1D), depois placas (2D), então cubos (3D) e geometrias mais complexas com 4D, 5D etc. A progressão da atividade através do cérebro se assemelha a um castelo de areia multidimensional que se materializa fora da areia e depois se desintegra³⁴ (RATNER, 2017)

Ao construir máquinas que replicam intensamente o ser humano, estas poderão sutil ou decididamente provocar a reconfiguração da essência deste, pois alçarão a humanidade a patamar de comportamentos espelhados, por causa das simbioses que provocam. As incessantes inovações tecnológicas imergiram a sociedade em contorno epistemológico definido como pós-humanismo que, na velocidade e ubiquidade das simbioses cognitivas da atualidade, alargaram o conceito e o redefiniram como transhumanismo, situação na qual os seres assimilariam os processos lógicos, as funções comportamentais e as características constituintes das máquinas.

A forte aceleração dos avanços tecnológicos, que ensejou radical mudança nas formas de vida da sociedade, trouxe consigo o termo *singularidade*. Kurzweil realiza trabalho expressivo no livro *Singularity is near* e descreve que “a palavra foi adotada pelos matemáticos para denotar um valor que transcende qualquer limitação finita, como a explosão de magnitude que resulta ao dividir uma constante por um número que fica cada vez mais próximo de zero”³⁵ (2005, p.22). Como o termo tem sido adotado de forma intensa nos dias atuais, Kurzweil apontou que “a primeira referência à Singularidade como um evento capaz de romper o tecido da história humana foi John von Neumann”³⁶, raciocínio que o autor complementa dizendo que “Vernon Vinge, um matemático e cientista da computação [...] escreveu sobre

que os neurônios da rede reagem aos estímulos de forma extremamente organizada. É como se o cérebro reagisse a um estímulo, construindo e depois destruindo uma torre de blocos multidimensionais, começando com varas (1D), depois placas (2D), então cubos (3D) e geometrias mais complexas com 4D, 5D, etc. A progressão da atividade através do cérebro se assemelha a um castelo de areia multidimensional que se materializa fora da areia e depois se desintegra at the same time

³⁴ No original: *The appearance of high-dimensional cavities when the brain is processing information means that the neurons in the network react to stimuli in an extremely organized manner. It is as if the brain reacts to a stimulus by building then razing a tower of multi-dimensional blocks, starting with rods (1D), then planks (2D), then cubes (3D), and then more complex geometries with 4D, 5D, etc. The progression of activity through the brain resembles a multi-dimensional sandcastle that materializes out of the sand and then disintegrates*

³⁵ No original: *The word was adopted by mathematicians to denote a value that transcends any finite limitation, such as the explosion of magnitude that results when dividing a constant by a number that gets closer and closer to zero*

³⁶ No original: *The first reference to the Singularity as an event capable of rupturing the fabric of human history is John von Neumann*

uma ‘singularidade tecnológica’ que se aproxima rapidamente em artigo para a revista *Omni* em 1983 e no romance de ficção científica ‘Isolado em tempo real’, em 1986”³⁷ (grifos no original, 2005, p. 23). Nesta obra, Kurzweil desafia conceitos, justificativas, esclarecimentos etc. e por ser este um tema complexo e que requer reflexão dedicada, incluiremos mais uma passagem que nos parece esclarecedora:

a Singularidade representará o ponto culminante da fusão do nosso pensamento e existência biológicos com a nossa tecnologia, resultando em um mundo ainda humano, mas que transcende nossas raízes biológicas. Não haverá distinção, pós-Singularidade, entre homens e máquinas ou entre realidade física e virtual³⁸ (2005, p.9)

Nesta obra de fôlego, Kurzweil aponta que, como o poder do processamento cresce fortemente, seria possível definir o ano de 2030 com o ponto em que a capacidade humana será ultrapassada pelo poder das máquinas (2005, p.135), para declarar na sequência que “estabeleci a data para a Singularidade representando uma transformação profunda e perturbadora na capacidade humana, como 2045. A inteligência não-biológica criada naquele ano será um bilhão de vezes mais poderosa que toda a inteligência humana hoje”³⁹ (2005, p.136). De fato, fala-se da Singularidade tecnológica, relacionando este conceito ao crescimento da Inteligência Artificial e abrindo as possibilidades para um computador superar o ser humano e gerar máquinas poderosas que ultrapassariam a inteligência deste. A Wikipedia descreve que em *The Coming Singularity*, Vernon Vinge relaciona o “fim da era humana com o avanço tecnológico da superinteligência à taxas incompreensíveis”⁴⁰. Apesar desta e de outras previsões catastróficas, evolui de forma acelerada a criação de procedimentos de leitura e execução de comandos emitidos através de pensamentos, sinalizando que, de forma consistente, a morfofusão humano-máquinas continuará a trilhar caminho bem pavimentado e onde a velocidade das inovações só tende a aumentar.

O mais recente avanço aconteceu muito recentemente, na Wits University de Johannesburgo, na África (no mês de setembro de 2017, quando este *paper* ainda estava sendo escrito) e pela “primeira vez, pesquisadores desenvolveram uma maneira de conectar o cérebro humano à internet em

³⁷ No original: *Vernon Vinge, a mathematician and computer scientist ..wrote about a rapidly approaching ‘technological singularity’ in an article for Omni magazine in 1983 and in a science fiction novel, Marroned in Real time, in 1986*

³⁸ No original: *The Singularity will represent the culmination of the merger of our biological thinking and existence with our technology, resulting in a world that is still human but that transcends our biological roots. There will be no distinction, post-Singularity, between human and machine or between physical and virtual reality*

³⁹ No original: *I set the date for Singularity –representing a profound and disruptive transformation in human capability- as 2045. The nonbiological intelligence created in that year will be one billion times more powerful than all human intelligence today*

⁴⁰ Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Singularidade_tecnológica

tempo real”⁴¹, conforme relatou Patrick Caughill para o site *Futurism*. A conquista denominada Projeto *Brainternet* que, segundo notícia divulgada na revista especializada *Medical Express* “essencialmente transforma o cérebro ... “em um nó de Internet of Things (IoT) na World Wide Web”⁴². De acordo com a publicação, um cientista que participou da pesquisa afirmou que

Brainternet é uma nova fronteira nos sistemas de interface cérebro-computador. Há uma falta de dados facilmente compreensível sobre como um cérebro humano funciona e processa informações. Brainternet procura simplificar a compreensão de uma pessoa de seu próprio cérebro e dos cérebros dos outros. Faz isso através do monitoramento contínuo da atividade cerebral, além de possibilitar alguma interatividade⁴³ (CAUGHILL, 2017) .

No processo da conexão do carnal (cérebro) com o inorgânico (metal) uma descoberta recente trouxe ânimo aos pesquisadores: foi criada a primeira bateria iônica, que permitirá o fluxo de íons contínuos, exatamente como acontece no corpo humano. É o que pesquisadores da Universidade de Maryland conquistaram sob a liderança do professor Liangbing Hu (CRIADA..., 2017). Nessa direção, o jornalista Jolene Creighton relata que também com objetivos medicinais e empresa *Braintree* está criando “a primeira neuro prótese do mundo que pode imitar, reparar e melhorar nossa cognição. Em outras palavras, eles estão fazendo computadores para o nosso cérebro”. O fundador da Kernel, Bryan Johnson declarou para Creighton que “nossa conexão com nossas novas criações da inteligência é limitada por telas, teclados, interfaces gestuais e comandos de voz – modalidades de entrada/saída restritas. Temos muito pouco acesso aos nossos próprios cérebros, limitando nossa capacidade de coevoluir com máquinas baseadas em silício de maneiras poderosas”⁴⁴. E conclui afirmando que com todas as novas tecnologias de acesso baseado em conexões orgânico-mineral “tais avanços podem nos permitir combinar com máquinas, sim, mas também podem nos permitir literalmente programar nosso código neural, o que nos permitiria

⁴¹ No original: *for the first time ever, researchers have devised a way of connecting the human brain to the internet in real time*

⁴² No original: *It’s been dubbed the “Brainternet” project, and it essentially turns the brain “...into an Internet of Things (IoT) node on the World Wide Web”*

⁴³ No original: *Brainternet is a new frontier in brain-computer interface systems. There is a lack of easily understood data about how a human brain works and processes information. Brainternet seeks to simplify a person’s understanding of their own brain and the brains of others. It does this through continuous monitoring of brain activity as well as enabling some interactivity*

⁴⁴ No original: *Our connection with our new creations of intelligence is limited by screens, keyboards, gestural interfaces, and voice commands — constrained input/output modalities. We have very little access to our own brains, limiting our ability to co-evolve with silicon-based machines in powerful ways*

transformar-nos de maneiras que nem podemos imaginar”⁴⁵ (CREIGHTON, 2017).

Conclusões

Neste estudo refletimos sobre a evolução tecnológica que traz a questão das relações cérebro-máquinas a partir das instigantes inovações que conectam o biológico com o mineral. Concretamente, tal análise recorta o acesso às informações e a transmissão de comandos de ação através da força mental, pela leitura dos pensamentos. Este é um assunto instigante e muito interessante, mas espinhoso e difícil, requerendo outros investimentos científicos, uma vez que o tema é abrangente e compulsório para a raça humana. De fato, constatamos que pesquisadores da neurociência vêm avançando neste assunto nos últimos tempos, sinalizando aos demais cientistas as enormes possibilidades que se projetam para as múltiplas áreas do conhecimento. A nós interessa especificamente a reflexão sobre as possibilidades concretas da troca de conteúdos entre mentes e máquinas, e entre estas e os cérebros, o que abre expressivo campo investigativo para analisar se isto concretizará processo de acesso às informações culturais da humanidade (imagens, textos, animações, etc.) sem a mediação de aparatos físicos de qualquer ordem.

As inúmeras conquistas nos laboratórios acenam que isto se projeta, uma vez que a enorme base referencial já existente oferece os esteios suficientes para investigações que, ao paralelizar campos do saber, projetam avanços que poderão confirmar tais aberturas nos processos de oferta e absorção do conhecimento estocados nos grandes bancos de dados aninhados em bases nas nuvens. Este tema é o que miramos e aqui representa estuda embrionário, mas que nos encoraja a aprofundar outras investigações. Neste sentido, conclamamos investigadores, pois como pontua Richard Watson “devemos considerar o futuro como digital e humano, nunca digital *versus* humano” (grifos no original, 2016, p.236)

Referências

ANIZELLI, E. **União com máquinas vai libertar o cérebro do corpo** S.Paulo: UOL - 10.06.2009, Disponível em www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1006200901.htm. Acessado em 22.03.2017

⁴⁵ No original: *such advancements could allow us to merge with machines, yes, but they can also allow us to literally program our neural code, which would allow us to transform ourselves in ways that we can't even imagine*

- BUNCH, B. e HELLEMANS, A. **The timetables of technology**. New York: Touchstone, 1994
- IBANEZ, J. **Neoliberalismo, assexualidade e desejo de morte**. 27.01.2017. Disponível em <http://outraspalavras.net/posts/neoliberalismo-assexualidade-e-desejo-de-morte/>. Acessado em 04.09.2017
- CAUGHILL, P. **Researchers have Linked a human brain to the internet for the first time ever**. 14.09.2017. Disponível em <https://futurism.com/researchers-have-linked-a-human-brain-to-the-internet-for-the-first-time-ever/>. Acessado em 16.09.2017
- Cérebro eletrônico emula um bilhão de neurônios**. Disponível em <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=cerebro-eletronico&id=010180100524#.WbSTua3Oo9s>. Acessado em 02.08.2017
- CHARDIN, P.T. **O fenômeno humano**. S.Paulo: Cultrix, 2006
- CHOPRA, D. e TANZI, R. **Supercérebro**. S.Paulo: Alaude, 2013
- CHOROST, M. **World wide mind. The coming integration of humanity, machines and the internet**. 2011
- CORRÊA, R. **Computador de 2 mil anos**. S.Paulo: Veja, 06.12.2006, p.88
- CREIGHTON, J. **Elon Musk just launched a Company to merge your brain with a computer**. 27.03.2017. Disponível em <https://futurism.com/elon-musk-just-launched-a-company-to-merge-your-brain-with-a-computer/>. Acessado em 15.09.2017
- Criada primeira bateria iônica: interface entre humanos e máquinas**. Disponível em <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=bateria-ionica&id=010115170807>. Acessado em 14.09.2017
- DREYFUS, H. e DREYFUS, S. **Mind over machine**. New York: Free Press, 1986
- DUSEK, V. **Filosofia da tecnologia**. S.Paulo: Loyola, 2009
- GLEICK, J. **A informação. Uma história, uma teoria, uma enxurrada**. S.Paulo: Cia das Letras, 2013
- GONÇALVES, A. **Integração entre cérebro e máquina vai influenciar evolução**. 09.01.2011. Disponível em <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,integracao-entre-cerebro-e-maquinas-vai-influenciar-evolucao-imp-,663839>. Acessado em 02.09.2017
- KAHN, F. **Das leben des menschen**. Koln: Taschen, 2013
- KURZWEIL, R. **The singularity is near**. New York: Penguin, 2005
- KURZWEIL, R. **A era das máquinas espirituais**. S.Paulo: Aleph, 2007
- KURZWEIL, R. **Como criar uma mente. Os segredos do pensamento humano**. S.Paulo: Aleph, 2014
- LEIBNITZ, W. **A monadologia e outros textos**. S.Paulo: Hedra, 2009
- LOGAN, R.K. **O que é informação?** Rio de Janeiro: Contraponto, 2012

- MATTELART, A. **História da sociedade da informação**. S.Paulo: Loyola, 2002
- MINSKY, M. **The society of mind**. New York: Touchstone, 1988
- MORIN, E. **O método 4. As ideias**. Porto Alegre: Sulina, 2011
- NEUMANN, J. von. **O computador e o cérebro**. Lisboa: Relógio D'Água, 2005
- PADRÃO, M. **No Brasil, chefe da Microsoft defende era da "computação do pensamento"**. 30/09/2015. Disponível em:
<http://tecnologia.uol.com.br/noticias/redacao/2015/09/30/no-brasil-chefe-da-microsoft-defende-era-da-computacao-do-pensamento.htm>.
Acessado em: 12.08.2017
- PLUMMER, L. **Google's DeepMind creates an AI with 'imagination'**. Disponível em <http://www.wired.co.uk/article/googles-deepmind-creates-an-ai-with-imagination>. Acessado em 12.09.2017
- Primeiro cérebro eletrônico neuromórfico está online**. 23/03/2016
Disponível em
<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=primeiro-cerebro-eletronico-neuromorfico-online&id=010150160323&ebol=sim#.VvUrKcfZpc4>
Acessado em 02.09.2017
- RATNER, P. **The human brain builds structures in 11 dimensions, discover scientists**. Disponível em <http://bigthink.com/paul-ratner/our-brains-think-in-11-dimensions-discover-scientists>. Acessado em 10.09.2017
- RITCHIE, D. **Le cerveau binaire**. Paris: Robert Laffont, 1984
- SANTOS, C.A. **Engenharia neuromórfica**. Disponível em <http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2942/n/engenharia-neuromorfica>. 07.02.2014. Acessado em: 22.07.2017
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. S.Paulo: Edusp, 2008
- SCHARPING, N. **Disabled musicians make music with their minds**. 15. 02. 2016. Disponível em <http://blogs.discovermagazine.com/d-brief/#.Vsj62Mc6p8A>. Acessado em 01.09.2017
- SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. S.Paulo: Edipro, 2016
- SEIFE, C. **Decodificando o universo**. Rio de Janeiro: Rocco, 2010
- SHELDRAKE, R. **Ciência sem dogmas**. S.Paulo: Cultrix, 2014
- SIBILIA, P. **O homem pós-orgânico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2015
- Tatuagem eletrônica lê sua mente para controlar equipamentos**. New Scientist, 27.04.2015. Disponível em <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=tatuagem-eletronica-controla-equipamentos-poder-mente>. Acessado em 22.03.2017

- TEIXEIRA, J.F. **Mentes e máquinas. Uma introdução à ciência cognitiva.**
Porto Alegre: Artes Médicas, 1998
- TURKLE, S. **Life on screen.** New York: Simon&Schuster, 1995
- União com máquina vai libertar o cérebro do corpo.** Folha de S.Paulo/Ciência,
10.06.2009. Disponível em
<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1006200901.htm>. Acessado
em 12.09.2017
- WIENER, N. **Cibernética e sociedade. O uso humano de seres humanos.**
S.Paulo: Cultrix, 1954
- WATSON, R. **Digital vs human.** Melbourne: Scribe, 2016
- WOZNIAK, S. **Conversaremos com computadores como se fossem pessoas.**
OESP, Economia, 24.01.2011, p.B8
- ZARKADAKIS, G. **In our own image.** New York: Pegasus, 2015