

COMENTÁRIOS A UMA ENTREVISTA DE MIGUEL NICOLELIS PARA O JORNAL FOLHA DE SÃO PAULO PUBLICADA EM 9/7/23

Valdemar W. Setzer
Depto. de Ciência da Computação da USP
Membro da Academia de Ciências do E.S. Paulo
Esta versão: 24/7/23 – 6

1. Introdução

Neste artigo faço comentários às declarações de Miguel Nicolelis em entrevista com o jornalista Pedro Teixeira da Folha de São Paulo. Transcrevo cada pergunta, que será numerada, e comento o conteúdo da resposta de Nicolelis, tudo transcrito aqui na íntegra. Devo agradecer à Gláucia Dias Pinheiro ter me enviado a entrevista como texto.

Estou de acordo com várias afirmações de Nicolelis, mas não concordo com outras, como ficará claro pelo que segue.

Quero deixar claro que se Nicolelis der importância aos meus argumentos e quiser rebater alguns, vou transcrever o que ele me enviar, completando este texto. Mas talvez ele prefira ter uma conversa comigo; estou totalmente à disposição, seja ela em particular ou pública, remota ou presencial.

2. A entrevista e meus comentários

No que segue, as perguntas do jornalista foram numeradas e colocadas em negrito, e as respostas do Nicolelis em itálico. Os textos do jornal, fora das perguntas, também foram colocados em negrito. Meus comentários seguem cada resposta dele em fonte normal. O texto abaixo não contém os *links* que estavam no artigo original, pois não constaram do texto enviado pela Gláucia.

++++

Publicada no jornal Folha de São Paulo 9/7/23, p. A22.

mercado



Miguel Nicolelis, 62

Chefou o Centro de Neuroengenharia da Universidade de Duke, antes de se aposentar como professor emérito em 2021. Médico, ele é referência no estudo da interface entre cérebro e máquina e coordenou comitê científico do Consórcio Nordeste. Foi o primeiro brasileiro a publicar um artigo na capa da revista científica Science.

Miguel Nicolelis IA não é inteligência, e sim marketing para explorar o trabalho

Para neurocientista, a mente humana resulta de milhões de anos de evolução; 'Quero ver o ChatGPT sobreviver a um jogo do Palmeiras', diz

ENTREVISTA

Pedro S. Teixeira

se passa O ChatGPT funciona como uma ferramenta de marketing por gerar desigualdade na relação entre empregador e força de trabalho, diz o neurocientista Miguel Nicolelis. Para ele, a inteligência é o resultado de milhões de anos de evolução, que não podem ser computados em código binário.

Nicolelis trabalha há 30 anos com redes neurais, mecanismo por trás dos atuais algoritmos de aprendizagem de máquina. Referência em interfaces entre cérebro e máquina, atuou no desenvolvimento de neuropróteses capazes de restaurar movimentos do corpo. Na abertura da Copa de 2014, no Rio, um cadeirante chutou a bola com o auxílio de um equipamento desenvolvido por ele.

O neurocientista afirma, em entrevista à Folha, que é um absurdo dizer que os modelos de linguagem como o ChatGPT são dez vezes mais inteligentes que um ser humano por escreverem de forma veloz ou se comunicarem em diversos idiomas, como fez Geoffrey Hinton, cientista da computação que inventou as redes neurais e foi sócio e conselheiro do Google por mais de uma década.

"A tartaruga é extremamente inteligente, só é lenta",

tem exércitos de evangelistas. Nunca gostei dessa palavra, porque ela denota que a vasta maioria dos movimentos humanos viraram religiões. Tudo parece religião. Do ponto de vista científico, digo isso há anos, e agora Noam Chomsky usa a mesma frase, a inteligência artificial não é nem inteligente nem artificial. Não é artificial porque é criada por nós, é natural. E não é inteligente porque a inteligência é uma propriedade emergente de organismos interagindo com o ambiente e com outros organismos. E um produto do processo darwiniano de seleção natural. Os algoritmos podem andar e fazer coisas, mas não são inteligentes por definição. Se estivesse vivo, Charles Darwin teria um infarto com isso.

Chamar de aprendizado de máquina é melhor? Aprendizado de máquina, deep learning, machine learning, são grandes nomes que usam palavras que nos acostumamos coloquialmente a usar, relacionadas ao cérebro humano ou de qualquer animal, para definir coisas que fazemos com lógica binária. A inteligência humana não é binária. Por isso, é um nome impróprio.

O pesquisador das redes neurais Geoffrey Hinton diz que é lenta similar a estrutura do neurônio, para pensar es-

ses algoritmos. Ele comenta um monte de absurdo também. Ele falou que a inteligência artificial já é dez vezes superior à inteligência humana, o que é um absurdo. Temos esses margateiros dessas áreas de tecnologia que alegam coisas que parecem verdade. Mas eles não têm a prova.

Ele trabalha com resultados. Ele fala da velocidade com a qual ele entrega respostas, vários idiomas. A tartaruga é extremamente inteligente, mas ela é lenta. O que nós estamos falando é tentar usar a linguagem do mercado para definir o que a vida faz. O mercado quer coisas rápidas, eficientes, com lucro infinito e gasto zero. A inteligência não tem esse compromisso. A inteligência do organismo tem o compromisso de fazer o sobreviver o máximo possível em um ambiente em contínua mudança.

Só porque um computador joga xadrez mais rápido e ganha de um campeão mundial não indica que ele é inteligente. Ele só é mais eficiente, porque o xadrez é um jogo com regras predeterminadas. Esse computador não consegue sobreviver no estádio do Palmeiras em uma noite de jogo, não entende os motivos de uma briga, porque não tem a capacidade de generalizar sua inteligência.

Ajeza Cotra, pesquisadora do Instituto Open Philanthropy, estimou que, no atual modelo de sociedade, a mente humana corre o risco de estar obsoleta até 2037 em termos de produção para o mercado de trabalho. Faz sentido? Depende do que você chama de produção e do que chama de obsolescência. Existe um limite da lógica digital. Acabei de ler um livro de um dos melhores intelectuais da área de IA, Michael Waldridge, da Universidade de Oxford. Saiu em 2021. No livro, ele fala: sabemos que existe um limite determinado por fenômenos não computáveis, nos quais não há um algoritmo, não há uma fórmula matemática solucionável com um programa.

Só que ele põe dois parágrafos sobre a coisa mais importante do livro e comenta que os pesquisadores não prestam muita atenção nisso por que têm muita coisa para fazer. Mas a mente humana é repleta de fenômenos não computáveis: inteligência, intuição, criatividade, senso estético, definições de beleza, de criatividade, tudo isso é não computável. Qual é a fórmula para a beleza?

Uma jovem publicou no Twitter que o tio dela foi acusado de plágio porque um professor pegou um trecho do trabalho e perguntou se havia sido feito pelo ChatGPT para o chatbot. A plataforma não é feita para reconhecer se um texto foi feito por inteligência artificial e sempre responde que é o autor de qualquer texto. De certa maneira, o ChatGPT é um grande plagiador, porque pega o material feito por um monte de gente, mistura e gera algo que chama de produto novo, mas, na realidade, é em grande parte influenciado pelo produto intelectual de milhares e milhares de seres humanos. Para o sistema capitalista atual, moderno, a inteligência artificial é a grande ferramenta de marketing, porque gera uma total desigualdade no relacionamento com a força de trabalho.

Um patrão pode dizer: tenho um aplicativo de inteligência artificial, se o trabalhador não aceitar o salário que estou disposto a pagar, que é 10% do que ganha hoje, demito e uso o aplicativo. Existe toda uma ideologia de substituição do trabalho humano, que não pode ser feita 100%, não há como.

Dá para dizer que ganha espaço na sociedade um pensamento mais utilitarista? Esse é o problema, isso não tem nada a ver com a máquina. O que

está se fazendo é forçar a biologia humana a seguir regras de mercado. As regras de mercado não são divinas, elas são abstrações criadas pela mente humana. O que elas produziram na história da humanidade? Uma estrondosa desigualdade de distribuição de renda.

Nos temos gente gastando dinheiro para mergulhar para ver o Titanic explodindo no meio do oceano. Se alguém andar da avenida Paulista até aqui, como eu fiz, vê dezenas de milhares de pessoas morrendo de fome nas ruas. Tudo isso está sendo ignorado porque esses sistemas são convenientes. Eles aumentam a nossa produtividade e nosso alcance como ser humano.

O sr. está mais alinhado com o pensamento de que hoje esses modelos de linguagem são mais como papagaios estatísticos? Totalmente. Deep learning nada mais é do que redes neurais com múltiplas camadas, mais camadas, mais neurônios e mais conexões entre essas camadas. O cérebro faz isso também. Todavia, é impossível simular os mecanismos biológicos que o cérebro usa para tomar essa decisão.

O cérebro gasta muito menos energia do que supercomputadores de IA para entregar o mesmo processamento. É um processo de otimização de milhões de anos. Não é a toa que nós descemos das árvores, levou 4 milhões de anos para sairmos andando. É uma coisa muito mais elaborada: 20% da energia que seu corpo produz vai para cá [aponta para a cabeça]. A energia do cérebro não para acordar uma lâmpada, mas os meus. É um troço extremamente otimizado que sofreu modificações brutais desde que a vida apareceu na Terra. E não é computável.

O próprio Alan Turing sabia disso, depois de propor sua tese, disse: há certos problemas que essa minha máquina teórica, que já virou máquina de Turing e gerou os computadores, não vai conseguir resolver. E, quando eu tiver esse impasse, só tem uma solução. Tenho que chamar um oráculo para tomar uma decisão. O oráculo é um ser humano.

Mas, dentro dessa lógica de concorrência entre máquina e ser humano, o senhor concorda com os riscos para espécie aumentados por pesquisadores e gente da indústria de tecnologia? Os riscos são tremendos. Essas ferramentas têm de ser usadas sob supervisão humana. Na programação de um sistema de IA, a pessoa pede algo, mas pode não considerar que os meios para alcançar o objetivo são indesejados.

E o que ocorre com o computador HAL, do filme "2001 - Uma Odisseia no Espaço", de Stanley Kubrick. A missão dele era chegar com a tripulação a um local. Só esqueceram de falar que HAL não podia matar a tripulação. Esqueceram os cenários em que a missão seria completa, mas não sobriaria gente para ver. Quando alguém delega para algo fazer uma missão em seu nome, não vai ser possível oferecer para essa coisa todas as restrições que temos de imediato por causa da evolução.

Esses mecanismos podem ser úteis, em termos de pesquisa, como são seus estudos em neurociência? Uso redes neurais para interpretar padrões de atividade neural reais desde os anos 1990. Não as mesmas redes de hoje, mas mais simples. É um método estatístico de reconhecimento padrão.

Não concordo com transformar uma ferramenta estatística em um novo Deus e construir embasos dele toda uma religião, como está acontecendo. Eu chamo a igreja da tecnologia.

Marcos Lishoia

Excepcionalmente hoje a coluna não é publicada.

IA não é inteligência e sim marketing para explorar trabalho humano, diz Nicolelis

Neurocientista diz que a mente humana resulta de milhões de anos de evolução: 'quero ver ChatGPT sobreviver a um jogo do Palmeiras'

Pedro Teixeira

O ChatGPT funciona como uma ferramenta de marketing por gerar desigualdades na relação entre empregador e força de trabalho, diz o neurocientista Miguel Nicolelis. Para ele, a inteligência é o resultado de milhões de anos de evolução, que não podem ser computados em código binário.

Nicolelis trabalha há 30 anos com redes neurais, mecanismo por trás dos atuais algoritmos de aprendizado de máquina. Referência em interfaces entre cérebro e máquina, atuou no desenvolvimento de neuropróteses capazes de restaurar movimentos do corpo. Durante a abertura da Copa de 2014, na capital paulista, um cadeirante chutou a bola ao gol com o auxílio de um equipamento desenvolvido por ele.

Miguel Nicolelis pesquisou exoesqueletos que ajudam pacientes, antes em cadeiras de rodas, a dar primeiros passos. Nicolelis é um homem branco, veste camisa azul, sob suéter preto.

Nicolelis afirma à Folha que é absurdo dizer que os modelos de linguagem como o ChatGPT são dez vezes mais inteligentes que um ser humano por escreverem de forma veloz ou se comunicarem em diversos idiomas, como fez Geoffrey Hinton, cientista da computação que inventou as redes neurais e foi sócio e conselheiro do Google por mais de uma década. "A tartaruga é extremamente inteligente, só é lenta."

2.1 O sr. criticou o escritor Yuval Harari. Por quê?

Ele mistura coisas de outras áreas sem ter conhecimento profundo. No Sapiens, ele mistura as referências e interpreta os nossos resultados de uma maneira que não tem absolutamente nada a ver com o que fizemos. É um trabalho que gastei 30 anos da minha vida. Quando ele fala que no futuro vamos colocar essa coisa chamada interface cérebro-cérebro, que era algo experimental que fiz entre ratos, fiz entre macacos e fizemos entre seres humanos, para reabilitação. Mas não é que eu vou trocar meus sentimentos com outras pessoas. É uma troca de comandos motores, coisas apropriadas para reduzir a lógica digital. Ele fez uma interpretação disso como se eu estivesse lendo a mente de alguém, o que nunca vai acontecer. Ele fala: 'nós vamos viver até os 200 anos', 'vamos acabar com o envelhecimento'. Tudo isso é fantasia.

Pelo que consta em seu livro *Muito além de nosso Eu* [2011] Nicolelis fez em sua pesquisa um trabalho puramente empírico (o que não diminui seu valor). Ele foi pioneiro em implantação de matrizes de sensores em cérebros de macacos, conseguindo transformar os impulsos assim detectados em funções

matemáticas que acionavam geradores de impulsos elétricos que, por sua vez, acionavam dispositivos, tanto para mover cursores em uma tela de computador, como para acionar pernas de robôs, e exoesqueletos forçando as pernas de uma pessoa a fazerem certos movimentos. Provavelmente, na época do seu livro ainda não haviam os chamados "Sistemas de aprendizado de máquina" (SAM) com grande capacidade como existem hoje; minha dedução é que na época ele usava uma técnica estatística denominada Regressão Linear Múltipla para transformar os impulsos dos sensores cerebrais nas citadas funções matemáticas. O puramente "empírico" da frase acima refere-se ao fato de ele não saber por que e como o cérebro gerava os impulsos detectados pela matriz de sensores. Ele conseguiu, por exemplo, (1) fazer um macaco mover um cursor numa tela apenas detectando sua atividade cerebral; (2) fazer um macaco mentalizar o movimento de suas pernas e com isso acionar um robô a mover as suas pernas em movimentos semelhantes. Foram resultados realmente impressionantes.

Quanto a Harari, que provocou grande impacto com seus livros, prevendo a "algoritmização" do ser humano e da sociedade, eu vou mais longe do que Nicolelis: pelos livros, concluí que o Harari não tem uma ideia precisa do que é um algoritmo, um conceito matemático bem definido. Parece-me que Harari confundiu programas de computadores com algoritmos. Nem todo programa de computador é a implementação de um algoritmo. Independente da nomenclatura, Harari está correto em se preocupar com a dependência cada vez maior dos seres humanos e da sociedade, em relação a programas de computadores. Mas tanto ele quanto Nicolelis não chamam a atenção para um fator essencial: computadores fazem escolhas lógicas, não tomam decisões. Somente o ser humano é capaz de tomar decisões. As decisões humanas podem ser tomadas conscientemente, e nesse caso diferem das decisões tomadas por animais, que sempre seguem instintos e condicionamentos. Ou de robôs, que seguem inexoravelmente as instruções de seus programas. Parto aqui de um princípio fundamental, com o qual nem todas as pessoas concordam: o ser humano tem livre-arbítrio, isto é, pode tomar decisões que são conscientes e não são baseadas em instintos, sentimentos, impulsos inconscientes ou determinadas por condições externas.

Computadores são máquinas estritamente deterministas. A menos de raras falhas, cada instrução de um programa é executada exatamente, matematicamente, como diz o manual. Assim, fora a situação de falha, $2+3$ sempre dá 5. Seria um desastre se às vezes desse 4 e outras vezes desse 6. Nesses casos, a máquina seria imprestável. É uma fantástica maravilha da técnica ter-se usado materiais naturais imprecisos que, manipulados industrialmente, passaram a compor componentes deterministas, tornando possível construir uma máquina matemática determinista.

Os seres humanos não são deterministas. Se o fossem, os economistas sempre acertariam o futuro da economia, ao contrário do que normalmente acontece... Os seres humanos são imprevisíveis, portanto a sociedade

também o é. A propósito, isso contraria a teoria do determinismo histórico de Marx.

Passemos à interface máquina-cérebro. É totalmente indevida a especulação de que um dia será possível descarregar nossa memória em uma unidade de armazenamento de dados de um computador (erradamente chamada de 'memória', pois não se sabe cientificamente como nossa memória funciona, e sabe-se muito bem como a 'memória' dos computadores funciona) ou carregar os dados dessa 'memória' para a nossa. Não se pode afirmar que no futuro isso será possível (parte do que se denomina de "trans-humanismo"), simplesmente pelo fato de que para isso seria necessário conhecer o código digital usado pelo cérebro. Esse código não é conhecido, e vou aqui formular uma de minhas hipóteses mais fortes: ele não existe, de modo que jamais será cientificamente descoberto. Isso não significa que alguma interação máquina-cérebro não seja possível. Nicoletis mostrou que isso é possível, mas ele não descarregou dados do cérebro para um computador. Como citei, o que ele fez foi transformar impulsos elétricos gerados misteriosamente pelo cérebro, em dados de entrada para funções matemáticas usadas para controlar ações de computadores. De qualquer modo, mesmo que minha hipótese não seja válida, no estado atual do conhecimento não se pode afirmar cientificamente que será possível descarregar nossa memória em um computador e vice-versa. Isso não é ciência, é ficção científica.

É interessante salientar que a frase de Nicoletis indicando que ler "a mente de alguém... nunca vai acontecer" combina perfeitamente com minha ideia exposta acima.

A afirmação de Harari de que "vamos viver até os 200 anos", citada por Nicoletis, é mais uma das especulações sem nenhuma base científica. A constituição humana é de uma sabedoria infinita. Seria um desastre para a humanidade se a longevidade chegasse a esse ponto. Haveria muito menos renovação na sociedade, e ninguém garante que pessoas com mais de 100 anos seriam produtivas, e se não forem a carga para a sociedade seria inviável. Cá entre nós, imagine-se os brasileiros tendo que aguentar nossos políticos por 200 anos. Todos nós enlouqueceríamos...

2.2 E sobre o que Harari diz da inteligência artificial?

Ele vive de lacração em lacração. Ele escreveu que a inteligência artificial sequestrou o sistema; ela não sequestrou nada. A espécie humana está sequestrando sua própria evolução.

Nicoletis tem razão em um ponto. A IA, inteligência artificial (nome totalmente errado, pois não se sabe cientificamente o que é a inteligência humana; minha denominação melhor é "simulação digital de processos cognitivos", mas vou usar a nomenclatura errada por simplicidade) não sequestrou. O ser humano introduziu a IA nas máquinas e agora elas sequestram funções humanas, isto é, substituem funções que antigamente exigiam seres humanos para serem executadas. O exemplo atual são os GGLs, geradores gerais de linguagem (*general language generators*), como o ChatGPT. Esses sistemas estão gerando textos tão perfeitos que somente pessoas com muito

bom domínio do vernáculo seriam capazes de gerar. Novamente, uma maravilha da técnica: há cerca de uns 10 anos atrás, digamos em 2013, nenhum cientista da computação diria que seria possível alcançar esse feito. Se um GGL é usado para gerar algum texto ou responder alguma pergunta em lugar de um ser humano, uma função humana foi sequestrada.

Em lugar da frase do Nicolelis, eu diria que o ser humano está fazendo as máquinas sequestrarem parte de sua humanidade. Por exemplo, a internet é altamente 'distrativa', como demonstrou muito bem Nicholas Carr em seu livro *A geração superficial* (Carr 2011). Isso faz com que as pessoas queiram se distrair mais e mais, e acabam se viciando em, por exemplo, consultar o seu celular a qualquer momento. Nesse caso, houve um sequestro: a pessoa não consegue ter um momento de silêncio, de calma interior, precisa estar permanentemente sendo 'puxada' para fora. Ela não se tolera mais. Ela deixa de ser ela mesma.

A frase "a espécie humana está sequestrando sua própria evolução" tem um certo fundamento. Isso ocorre quando as decisões humanas são delegadas às máquinas, o que está sendo cada vez mais comum. Somente o ser humano pode ser criativo, isto é, introduzir novas ideias no mundo – e por isso o mundo está mudando tanto, infelizmente para pior, em média. Os computadores apenas armazenam dados, e geram novos dados combinando os já existentes, o que eu poderia denominar de "criatividade combinatória".

Várias pessoas acham, ao contrário, que também o ser humano apenas combina fatos e ideias já conhecidos para gerar novas ideias. Como dois exemplos, parece-me que a invenção do zíper e dos computadores foram ideias totalmente novas, não baseadas em conhecimentos anteriores. Nada parecido existe na natureza ou já tinha sido inventado pelo ser humano.

2.3 Por trás da inteligência artificial, existem exércitos de pessoas que anotam dados.

E tem exércitos de evangelistas. Nunca gostei dessa palavra, porque ela denota que a vasta maioria dos movimentos humanos viraram religiões. Tudo parece religião. Do ponto de vista científico, digo isso há anos, e agora Noam Chomsky usa a mesma frase, a inteligência artificial não é nem inteligente nem artificial. Não é artificial porque é criada por nós, é natural. E não é inteligente porque a inteligência é uma propriedade emergente de organismos interagindo com o ambiente e com outros organismos. É um produto do processo darwiniano de seleção natural. O algoritmo pode andar e fazer coisas, mas não são inteligentes por definição. Se estivesse vivo, Charles Darwin teria um infarto com isso.

Não estou de acordo com Nicolelis, em sua frase de que a IA não seria artificial pois é criada por nós. Se Nicolelis consultasse qualquer dicionário, veria que qualquer criação humana é artificial; somente o que existe por si na natureza é natural. Segundo a caracterização dele, um trator seria algo natural. Uma monocultura de soja seria natural. Assim como o milho transgênico, que eu procuro evitar, por pura desconfiança de possíveis efeitos adversos no

organismo humano, talvez sutis ou lentos demais para serem detectados e não confundidos com outros efeitos.

O desenvolvimento da inteligência foi um processo emergente, mas não posso de modo algum concordar com duas afirmações: que ele foi devido apenas a interações "com o ambiente e com outros organismos" e ela ser "um produto do processo darwiniano de seleção natural". Esses não são fatos científicos, não são nem mesmo especulações científicas, pois ninguém examinou aquele desenvolvimento ao longo da história, pesquisando as interações citadas, ou pesquisou os casos de seleção natural para comprovar o que afirmou Nicolelis.

Há vários desenvolvimentos humanos que não podem se afirmar serem devidos a processos darwinianos de seleção natural. É impressionante como muita gente, inclusive cientistas, apelam indevidamente para esses processos para justificar o aparecimento de seja lá o que for. Enfatizando, ninguém examinou a tal emergência da inteligência para constatar isso como fato científico. Não há explicação razoável do ponto de vista de teoria darwiniana para justificar o aparecimento da fala e do pensamento. Sem o pensamento não há inteligência, sem a fala não há possibilidade de comunicar pensamentos. Isto é, antes de se especular sobre o desenvolvimento da inteligência, é necessário abordar o desenvolvimento do pensamento, aquilo que a humanidade mais desenvolveu, principalmente depois do início do séc. XV. A respeito de o desenvolvimento da fala não ter sido devido à seleção natural, veja-se o artigo do conhecido paleontologista Ian Tattersall [2006], em que ele escreve, literalmente, "we have to conclude that the appearance of language and its anatomical correlates was not driven by natural selection".

Por outro lado, não há conhecimento científico para se compreender o que é o pensamento e como ele se forma no cérebro. Outra de minhas hipóteses muito fortes é que ele não é produzido pelo cérebro, havendo várias evidências nesse sentido. Uma evidência que pode ser vivenciada (mas não provada) por qualquer pessoa é a capacidade de determinar o próximo pensamento – se eu não fosse capaz de me concentrar mentalmente, afastando outros pensamentos, pensando apenas no que vou escrever, não seria capaz de produzir estas linhas coerentemente, pois o meu pensamento iria pipocar com outras ideias. Nenhuma pessoa seria capaz de fazer uma soma armada, com números de vários Algarismos: a falta de concentração nesse processo daria resultados errados. Por exemplo, se ao somar $2+3$ eu pensasse no Algarismo mais à direita do número de meu prédio, o resultado seria 7 e não 5.

Nicolelis diz que os algoritmos "não são inteligentes por definição". Isso nos leva ao problema de caracterizar o que é inteligência. Certamente todas as pessoas vão reconhecer que a natureza comporta-se inteligentemente. Por exemplo, veja-se o desenvolvimento de uma planta, desde a semente até a floração e a formação de frutos com novas sementes. Isso revela uma inteligência que se poderia denominar de infinita, pois é incompreensível cientificamente, por exemplo, por que numa planta desenvolvida começa a aparecer um novo broto de um galho em um determinado local, porque em

determinada região todas as árvores de uma mesma espécie iniciam a floração praticamente na mesma época etc. etc. Animais comportam-se inteligentemente. Insetos, apesar de não terem cérebro ou o terem extremamente diminuto, têm comportamentos altamente inteligentes – o que é uma evidência de que a inteligência não provém do cérebro. Até mesmo a Terra tem inteligência: se a atmosfera não tivesse mais nitrogênio do que oxigênio os seres vivos não estariam aqui; se ela estivesse um pouco mais perto ou longe do Sol, idem. Se o seu eixo de rotação não fosse inclinado em relação à eclíptica, não haveria estações do ano, ibidem.

Mas a inteligência humana é diferente: ela introduz novidades no mundo. Afinal, quem mudou e está mudando o mundo (infelizmente, em vários aspectos para pior), os animais? Por isso em meu artigo e livro [2021] eu caracterizei dois tipos de inteligência: a incorporada e a criativa. Plantas, animais, a Terra e todos os instrumentos e máquinas têm inteligência incorporada. Mas apenas o ser humano tem inteligência criativa, capaz de introduzir novas ideias no mundo. Assim, ao contrário de Nicoletis, afirmo que programas de computador têm inteligência, sim, mas a do tipo incorporada. O programador, inteligentemente, certamente com inteligência criativa, produziu pensamentos imaginando o que o computador devia executar, exprimiu inicialmente de maneira abstrata, em forma de um algoritmo e, em seguida, converteu esse algoritmo em comandos em alguma linguagem de programação. Em seguida, o computador converteu esses comandos no código na denominada 'linguagem de máquina', que ele foi construído para interpretar ('executar' não é uma expressão correta). Isto é, o computador é um simulador dos pensamentos do programador. Isso sofreu uma grande alteração, como descrito a seguir.

2.4 Chamar de aprendizado de máquina é melhor?

Aprendizado de máquina, deep learning, machine learning, são grandes nomes que usam palavras que nós nos acostumamos coloquialmente a usar, relacionadas ao cérebro humano ou de qualquer animal, para definir coisas que nós fazemos com lógica binária. A inteligência humana não é binária. Por isso, é um nome impróprio.

Examinemos o que se denomina, erradamente, de 'aprendizado de máquina', que vou abreviar por AM. (Aqui há mais uma denominação errada: computadores não aprendem, armazenam dados e no caso do AM calculam parâmetros para modificar o comportamento de um programa e gerar resultados.) Vou interpretar a última frase do Nicoletis como se referindo à AM; nesse sentido, estamos plenamente de acordo. Mas eu explico. A denominação está errada pois não sabemos como o ser humano aprende. Se soubéssemos, o curso de medicina no Brasil não duraria 6 anos, seguido de especialização em vários anos de residência em hospitais. Portanto, como nos casos indevidos de antropomorfização de nomenclaturas ('memória', 'inteligência artificial') a denominação AM devia ser outra, como por exemplo 'sistemas digitais adaptativos'. O AM é hoje essencialmente baseado em 'redes neurais', como se os componentes de redes formadas por dados (que apontam uns para os outros, isto é, cada um contendo uma parte com o

'endereço', a localização de outros dados na 'memória' do computador, assim formando uma rede de dados) fossem semelhantes às redes de neurônios do cérebro. Ocorre que não se sabe exatamente como funcionam essas redes neurais naturais, não se sabe exatamente como os neurônios funcionam (por exemplo, com a mesma entrada, um neurônio às vezes dispara, produzindo sinais de saída, às vezes não dispara) e não se sabe exatamente como as sinapses, as ligações entre os neurônios, funcionam e o que representam. Conjectura-se que a nossa memória está armazenada nas sinapses, mas não se sabe como. Não se sabe nem mesmo onde está localizada a imagem da representação 2 do numeral (isto é, do conceito) 'dois', e como essa imagem é usada. A esse respeito, veja-se meu artigo "Conceitos e o cérebro" [2022], onde mostro que conceitos não podem estar armazenados no cérebro, pois não têm representação simbólica. Os especialistas em IA deveriam ser mais precisos e pelo menos se referir a 'redes neurais artificiais', mas mesmo assim haveria o erro de associar com nossas redes de neurônios. Novamente, nessas nomenclaturas erradas está se elevando indevidamente a máquina ao nível humano e degradando este último a nível das máquinas, que são subnaturais. De fato, compare-se a complexidade de um seixo de rio e seus milhões de anos de formação com a complexidade de uma máquina e o tempo que levou para sua concepção e construção. Essa degradação da imagem que se deveria ter do ser humano pode ter consequências desastrosas, pois é uma aberração psicológica ter dó de uma máquina, por exemplo ter pena de desligar um computador – e não se terá pena de "desligar" um ser humano, como fizeram nazistas, fascistas e comunistas. Aliás, os nazistas trataram seres humanos como animais; será muito pior tratá-los como máquinas, como aconteceu, por exemplo, no taylorismo. Os especialistas em computação deveriam ter mais cuidado e não antropomorfizar suas nomenclaturas ('coloquizar', segundo Nicoletti).

Ainda uma observação sobre a expressão "A inteligência humana não é binária." Concordo plenamente, mas vou muito mais longe. Ela não usa nenhum sistema numérico, não só o binário. Não se sabe cientificamente o que é a inteligência, de modo que não se pode dizer que ela é quantizada, passível de ser expressa em um código numérico. Em minha concepção de ser humano, a inteligência não reside no cérebro, mas mesmo se residisse, não se conhece qual o código usado pelo cérebro e, como foi especificado em 2.1, em minha hipótese esse código, digital ou analógico, não existe.

Já que citei um código analógico, é interessante fazer uma ressalva. Hoje em dia, costumou-se a denominar de analógico tudo o que não é digital, por exemplo, "uma aula analógica". Ocorre que a expressão 'analógico' surgiu com computadores analógicos, que existiram antes dos digitais. Neles, implementava-se por meio de circuitos eletrônicos parâmetros de equações matemáticas (equações diferenciais), e esses circuitos, ao se estabilizarem geravam tensões elétricas ('voltagens') que eram as soluções das tais equações. Essas equações podiam simular certos sistemas naturais, desde que modeladas por equações diferenciais. As correntes e tensões desses computadores eram contínuas, e não digitais. Esses computadores analógicos desapareceram pois começaram a ser simulados em computadores digitais

com precisão muitíssimo maior. Assim, é indevido usar a nomenclatura 'analógico' para tudo o que não é digital. Uma aula é presencial, e não analógica. Se ela é uma aula gravada, ou gerada em um computador, o conteúdo pode ser digitalizado, mas não é isso que a torna digital.

2.5 O criador das redes neurais Geoffrey Hinton diz que ele tenta simular a estrutura do neurônio, para pensar esses algoritmos.

Ele comenta um monte de absurdo também. Ele falou que a inteligência artificial já é dez vezes superior à inteligência humana, o que é um absurdo. Nós temos esses marqueteiros dessas áreas de tecnologia que alegam coisas que parecem verdade. Mas eles não têm a prova.

Totalmente de acordo com Nicolelis. Já foi especificado no item 2.4 que não se sabe como a rede de neurônios e sinapses funciona, de modo que não se pode simular seu funcionamento. É impressionante como certos cientistas exageram, tentando vender suas ideias, como bem diz Nicolelis. Mas com isso passam uma imagem errada do que estão pesquisando e, com isso, podem criar uma imagem errada do ser humano, o que pode ser muito ruim.

2.6 Ele trabalha com resultados. Ele fala da velocidade com a qual ele entrega respostas, vários idiomas.

A tartaruga é extremamente inteligente. Ela é lenta. Mas o que nós estamos falando é tentar usar a linguagem do mercado para definir o que a vida faz. O mercado quer coisas rápidas, eficientes, com lucro infinito e gasto zero. A inteligência não tem esse compromisso. A inteligência do organismo tem o compromisso de fazê-lo sobreviver o máximo possível em um ambiente em contínua mudança. Só porque um computador joga xadrez mais rápido e ganha de um campeão mundial, não indica que ele é inteligente. Ele só é mais eficiente, porque o xadrez é um jogo com regras predeterminadas. Esse computador não consegue sobreviver no estádio do Palmeiras em uma noite de jogo, não entende os motivos de uma briga, porque não tem a capacidade de generalizar sua inteligência.

Estou parcialmente de acordo com Nicolelis. No caso de plantas e animais, de fato "a inteligência do organismo tem o compromisso de fazê-lo sobreviver..." Trata-se da sobrevivência do indivíduo e da espécie, o que pode, inteligentemente, envolver simbiose com outras espécies. Mas esse não é o caso dos seres humanos. Estes transcendem a natureza, por exemplo na capacidade de falar e de pensar, que não existem fora do gênero humano. Essas capacidades são devidas ao fato de o ser humano não ser um ente puramente natural, e por isso tem inteligência criativa, como introduzida no item 2.3.

Interessante Nicolelis citar o jogo de xadrez eletrônico. O computador é capaz de jogar melhor do que o ser humano pois se trata de um jogo puramente matemático: o tabuleiro é uma matriz 8x8, cada peça tem movimentos matematicamente bem definidos e a finalidade do jogo – dar um cheque mate, isto é, o rei ser atacado e não poder se mover, ou se chegar às condições para um empate – também é matematicamente bem definido. No

entanto, é essencial se reconhecer que computador joga xadrez de uma maneira totalmente diferente da maneira que um grande mestre joga. O computador calcula as probabilidades de ganho de cada movimento seu e possível resposta do adversário, e assim por diante, ao passo que o grande mestre não calcula, não prevê todas as possibilidades de seu lance, pois não haveria tempo para isso. Ele usa intuição para pensar em um possível lance, e aí testa mentalmente se ele será válido.

Essa diferença entre pensamento lógico, racional, e o pensamento intuitivo é uma das diferenças fundamentais entre o pensamento humano e o cálculo, sempre matemático – dentro de uma matemática bem particular, a matemática discreta, que só usa números –, feito pelos computadores. Certos conceitos matemáticos não podem ser introduzidos no computador, como o de infinito, de infinitésimo e de contínuo.

Mas há outra característica do pensamento que as máquinas jamais vão ter: a liberdade de se determinar o próximo pensamento, como já foi descrito no item 2.3. Essa possibilidade mostra que o ser humano tem livre arbítrio. Estou ciente de que certas pessoas vão dizer que o livre arbítrio é uma ilusão, e que o cérebro é que determina o que vamos pensar, mas isso é uma especulação que não se pode provar. Estou ciente das experiências de B. Libet em 1983, que usou reações motoras; se ele tivesse usado apenas o pensamento, não teria chegado às suas conclusões – se bem que ele próprio afirmou que suas experiências não eliminavam o livre arbítrio, como foi alardeado. Sobre essa controvérsia, ver [Clarke 2013] No entanto, qualquer pessoa tem a vivência de poder determinar o seu próximo pensamento, por exemplo ao fazer uma soma armada com vários algarismos, como foi visto em 2.3. Sem essa concentração o resultado seria errado. Essa é uma vivência do livre arbítrio que, como o nome indica, na verdade não está no pensamento, mas na *decisão* de concentrá-lo. Rudolf Steiner fez uma profunda análise do pensamento em seu livro seminal *A filosofia da liberdade* [Steiner 2023]. O pensamento pode ser um instrumento para se vivenciar pessoalmente o livre arbítrio. Ora, as máquinas estão inexoravelmente sujeitas a seus programas, no caso de computadores, ou às 'leis' da natureza, no caso de outras máquinas. Se assim não fosse, eles e elas seriam imprestáveis, pois não fariam o que se espera deles e delas.

Assim, a diferença entre seres humanos e máquinas não está, como diz correta mas parcialmente Nicoletti, somente na incapacidade da máquina de "generalizar a inteligência".

Mas vamos usar outro tipo de generalização: além dos pensamentos, outra capacidade mental dos seres humanos é de terem sensações e sentimentos. Vou caracterizar uma diferença que faço entre eles com um exemplo. Suponha que uma pessoa coma uma maçã. Ao mastigar a maçã, essa pessoa tem a sensação do gosto da maçã, que é bem diferente do gosto de uma laranja ou de uma banana. Ao sentir esse gosto, a pessoa vai ter um sentimento: gostar ou não dele (por exemplo, pode ser uma maçã azeda, e a pessoa não gosta disso). Assim, no caso do sabor, a sensação do gosto

precede o sentimento que essa sensação suscita. Outras sensações são a dor, o medo e algumas bem sutis, como as das cores.

O importante aqui é que sensações e sentimentos são absolutamente individuais e subjetivos. Se uma pessoa come uma maçã e tem a sensação de seu gosto, é impossível ela fazer outra pessoa ter a sensação que ela está sentindo. Além disso, é impossível descrever uma sensação para alguém que não tenha tido a mesma experiência. Experimente-se descrever o gosto das maçãs para alguém que nunca tenha comido maçãs. Idem para os sentimentos, que também são individuais e subjetivos. Note-se que o gosto em si também tem um caráter objetivo; de fato, dando-se um pedaço de maçã para alguém que já tenha comido maçãs, essa pessoa dirá que se trata de uma maçã, sem ter dúvidas a respeito. O que é subjetivo é a reação interior da pessoa, o fato de sentir a sensação.

Ora, computadores são máquinas universais (isto é, qualquer um pode simular qualquer outro, dada capacidade e tempo suficientes) e objetivas (pode-se descrever perfeitamente como funcionam no nível lógico). Portanto, computadores jamais terão sensações e sentimentos. Os filmes *Artificial Intelligence* de Spielberg e *Bicentennial Man* de Columbus cometem o erro de representar robôs que têm sentimentos, passando ao público incauto que isso pode vir a acontecer, isto é, robôs terão essa capacidade humana e os seres humanos são máquinas.

Já falamos do pensar e do sentir. E quanto ao querer, à vontade? Ocorre que a determinação do próximo pensamento é inicialmente uma decisão, um ato de vontade, por exemplo "vou me concentrar em fazer esta soma com vários algarismos, e não vou pensar em outra coisa". Ora, o pensar pode ser totalmente consciente e claro; os sentimentos são meio obscuros, pode-se não ter certeza do que se está sentindo, eles têm um grau de semiconsciência. Já o querer vem do profundo inconsciente. Por exemplo, sugiro ao leitor levantar um braço. Houve uma decisão nesse sentido. Mas por que o braço levantou? Não adianta dizer que vieram impulsos elétricos de alguma área nervosa do corpo. Não se tem a sensação da geração desses impulsos, tudo se passou no profundo inconsciente. Pior ainda, como surgiu a decisão de levantar o braço, de onde ela veio? Qualquer pessoa que aprendeu a andar de bicicleta sabe que enquanto os movimentos não se tornaram inconscientes, ela não tinha ainda aprendido isso. A conscientização de movimentos, frutos da vontade, leva à paralisia. Se um pianista pensar em cada movimento que deverá fazer com cada dedo, e o movimento dos braços, ele simplesmente não conseguirá tocar. Se um tenista pensar na direção que a bola está vindo, se ele deve dar algum passo para ir ao encontro dela, qual movimento deverá fazer com o braço, ele simplesmente não joga.

Um computador pode mover o cursor na tela, um robô pode mexer suas pernas e andar, mas nada disso se passa como o ser humano executa essas funções. Trata-se da simulação de ações humanas, que não têm nada em comum como o ser humano as executa.

2.7 A pesquisadora do instituto Open Philantropy, Ajeya Cotra, estimou que, no atual modelo de sociedade, a mente humana corre o risco de estar obsoleta até 2037 em termos de produção para o mercado de trabalho. Isso faz sentido?

Depende do que você chama de produção e do que chama de obsolescência. Existe um limite da lógica digital. Acabei de ler um livro de um dos melhores intelectuais da área de IA, o Michael Wildridge, da Universidade de Oxford. Saiu em 2021. No livro ele fala: sabemos que existe um limite determinado por fenômenos não computáveis, nos quais não há um algoritmo, não há uma fórmula matemática solucionável com um programa. Só que ele põe dois parágrafos sobre a coisa mais importante do livro, e comenta que os pesquisadores não prestam muita atenção nisso porque têm muita coisa para fazer. Mas a mente humana é repleta de fenômenos não computáveis: inteligência, intuição, criatividade, senso estético, definições de beleza, de criatividade, tudo isso é não computável. Qual é a fórmula para a beleza?

Interessante Nicolelis ter usado o sendo estético. Quando se olha para um quadro, temos uma sensação estética, seguida de um sentimento de gostar ou não dela. Ora, no item anterior foi mostrado que máquinas jamais terão sensações e sentimentos, portanto jamais terão um senso estético. Além do senso estético, estou de acordo com Nicolelis sobre a existência de muitos fenômenos no ser humano que não são computáveis. Voltando ao querer, à vontade, se não é possível descrever como ela se passa em nós, pois vem do profundo inconsciente, como será possível colocar nossos impulsos de vontade em um computador?

A autora citada mencionou, segundo o entrevistador, que a mente humana poderá se tornar obsoleta. Em primeiro lugar, ela fez a bobagem de colocar uma data, 2037; não se deve fazer previsões de como a tecnologia irá se desenvolver, muito menos em termos de datas. Em segundo lugar, mostrei aqui funções mentais humanas que jamais poderão ser introduzidas em um computador. Isso me faz retornar ao xadrez eletrônico. Jamais se conseguiu extrair de grandes mestres de xadrez como eles chegavam ao lance correto, de modo que jamais se conseguiu colocar essas estratégias em um computador.

É possível que o mercado de trabalho futuro continue a prestigiar ideias inovadoras, de novos produtos, de organização da empresa e de interação com os clientes (é incrível que muitas empresas ainda não perceberam que em geral os clientes detestam interagir com assistentes virtuais). Se esse for o caso, funcionários com essas habilidades não serão substituídos. Serão substituídos funcionários que se comportam hoje como máquinas, como os burocratas; ou os que executam funções de risco, como por exemplo limpar centrais nucleares; ou os que cometem muitos erros.

Falando em erros, tanto a Organização Mundial da Saúde, como relatórios de vários estados dizem que 90% dos acidentes de trânsito são devidos a falhas humanas. Se os carros autônomos diminuirmos esse número, haverá grande vantagem em sua utilização.

2.8 Uma jovem publicou no Twitter que seu tio foi acusado de plágio porque um professor pegou um trecho do trabalho dele e perguntou se havia sido feito pelo ChatGPT para o ChatGPT. A plataforma não é feita para reconhecer se um texto foi feito por inteligência artificial e sempre responde que é o autor de qualquer texto.

De certa maneira, o ChatGPT é um grande plagiador, porque pega o material feito por um monte de gente, mistura e gera algo que chama de produto novo, mas, na realidade, é em grande parte influenciado pelo produto intelectual de milhares e milhares de seres humanos. Para o sistema capitalista atual, moderno, a inteligência artificial é a grande ferramenta de marketing, porque gera uma total desigualdade no relacionamento com a força de trabalho.

Um patrão pode dizer: tenho um aplicativo de inteligência artificial, se o trabalhador não aceitar o salário que estou disposto a pagar, que é 10% do que ganha hoje, demito e uso o aplicativo. Existe toda uma ideologia de substituição do trabalho humano, que não pode ser feita 100%, não há como.

Concordo com Nicolelis. É interessante acrescentar que o ser humano, em seus impulsos de vontade, está voltado para o futuro. Por exemplo, um jovem que tem um impulso de ser um artista, estuda e se torna um bom artista, introduziu algo novo no mundo. Note-se que neste caso, o futuro determinou o que ele ia fazer: a causa de seu estudo foi a sua visão de ser um artista; a causa foi posterior ao efeito!

Como foi visto em 2.2, computadores só usam dados do passado, e seus resultados são transformações ou combinações matemáticas desses dados, totalmente previstas no programa. Não há exercício da inteligência criativa, como visto em 2.3. Isso significa que, ao se basear o desenvolvimento humano ou da sociedade nos resultados fornecidos pelos computadores, há um congelamento desse desenvolvimento. Os seres humanos virarão robôs.

2.9 Dá para dizer que ganha espaço na sociedade um pensamento mais utilitarista?

Esse é o problema, isso não tem nada a ver com a máquina. O que está se fazendo é forçar a biologia humana a seguir regras de mercado. As regras de mercado não são divinas, elas são abstrações criadas pela mente humana. O que elas produziram na história da humanidade? Uma estrondosa desigualdade de distribuição de renda. Nós temos gente gastando dinheiro para mergulhar para ver o Titanic explodindo no meio do oceano. Se alguém andar da avenida Paulista até aqui, como eu fiz, vê dezenas de milhares de pessoas morrendo de fome nas ruas. Tudo isso está sendo ignorado porque esses sistemas são convenientes. Eles aumentam a nossa produtividade e nosso alcance como ser humano.

Já vimos que a natureza humana não é só sua biologia. As regras de mercado impõem também um condicionamento psicológico. Se uma empresa lança um produto para o qual não há nenhuma necessidade, por exemplo uma Coca-Cola verde, ela pode fazer uma propaganda enorme e criar essa necessidade,

como a Coca-Cola criou para seu produto. Ou o MacDonald's para seus produtos supérfluos. Aliás, Susan Linn, em seu excelente livro *Crianças do consumo* na p. 132 cita que o MacDonald's gastou, só em 2002, só nos EUA, só em propaganda pela TV, a bagatela de 510,5 milhões de dólares (mais de 2,5 bilhões de reais ao câmbio atual). Uma empresa desse tamanho iria jogar essa fábula no lixo? Não, gastou-a pois isso proporcionou lucros muito maiores, induzindo pessoas a comerem lá, eventualmente sem nem mesmo estarem com fome, e não saberem que poderiam comer algo muito mais nutritivo. Note-se que a TV tem por si só um efeito subliminar condicionador.

2.10 O sr. está mais alinhado com o pensamento de que hoje esses modelos de linguagem são mais como papagaios estatísticos?

Totalmente. Deep learning nada mais é do que redes neurais com múltiplas camadas, mais camadas, mais neurônios e mais conexões entre essas camadas. O cérebro faz isso também. Todavia, é impossível simular os mecanismos biológicos que o cérebro usa para tomar essa decisão.

No item 2.4 já critiquei o uso indevido do nome 'redes neurais'. Ao dizer que "é impossível simular os mecanismos biológicos que o cérebro usa para tomar [decisões]", Nicoletis está corroborando minha afirmação de que as redes 'neurais' artificiais não têm nada a ver com as redes neurais naturais. Provavelmente Nicoletis acha que o funcionamento do cérebro não é computável. Meu enfoque é diferente, pois não acho que o pensar, o sentir, o querer, a memória, a consciência e o sono são fenômenos puramente biológicos. Os fenômenos biológicos são consequência, e não a causa, daí a imprevisibilidade do ser humano, cujas ações em geral não são casuais, aleatórias. Por isso é impossível simular o comportamento humano.

Gostei da expressão do entrevistador, "papagaios estatísticos".

2.11 O cérebro gasta muito menos energia do que supercomputadores de IA para entregar o mesmo processamento.

É um processo de otimização de milhões de anos. Não é à toa que nós descemos das árvores, levou 4 milhões de anos para sairmos andando. É uma coisa muito mais elaborada: 20% da energia que seu corpo produz vai para cá [aponta para a cabeça]. A energia do cérebro dá para acender uma lâmpada, mais ou menos. É um troço extremamente otimizado que sofreu modificações brutais desde que a vida apareceu na Terra. E não é computável. O próprio Alan Turing sabia disso, depois de propor sua tese, disse: há certos problemas que essa minha máquina teórica, que já virou máquina de Turing e gerou os computadores, não vai conseguir resolver. E quando eu tiver esse impasse, só tem uma solução. Tenho que chamar um oráculo para tomar uma decisão. O oráculo é um ser humano. @@@

Discordo de Nicoletis quando ele diz que a evolução humana deveu-se a um "processo de otimização". Não foi devido à otimização que o ser humano desenvolveu a fala e o pensamento, como foi exposto em 2.3. Inclusive em termos de capacidade de pensar, nota-se com o desenvolvimento deu-se por saltos, e não continuamente. De fato, na Grécia antiga, o aparecimento da

filosofia e da matemática formal (como no livro *Elementos* de Euclides), mostrou que o ser humano tinha obtido uma capacidade de conceituar abstratamente que não tinha existido antes em nenhum lugar. No entanto, essa capacidade era propriedade de poucos indivíduos. O início do séc. XV trouxe uma outra grande novidade, uma separação da natureza como não tinha existido antes. Isso foi muito bem exemplificado pela aparição generalizada da perspectiva na pintura, praticamente inexistente na Idade Média. Isso ficou claro com a experiência pública da perspectiva linear feita por Filippo Brunelleschi entre 1412 e 1425, como descrito pelo físico quântico Arthur Zajonc em seu magnífico livro [Zajonc 1993], p. 60. Antes, pintava-se o que era a realidade, por exemplo uma viela com guias ou árvores em paralelo; com a perspectiva, o ser humano passa a representar a natureza não como ela é, mas como é vista. A separação em relação à natureza é que levou ao sistema heliocêntrico pois, afinal, vê-se o Sol, a Lua e as estrelas moverem-se no céu. É preciso muita abstração para imaginar que nós nos movemos com a rotação da Terra em torno de seu eixo. E daí vem toda a ciência e os descobrimentos. Essas bruscas alterações não foram devidas a otimizações biológicas, que seriam muito lentas, pois não foram realmente devidas a alterações biológicas significativas, mas a alterações na psique humana (que, em minha opinião, não é física). Nesses dois casos, o ser humano mudou, mas não biologicamente.

Estudei bastante a biografia do Turing, e não conhecia essa frase citada pelo Nicolelis. Não sei se o Turing estava sugerindo que o "oráculo" fosse um dispositivo formal da lógica, na qual se usa essa denominação, ou se ele estava se referindo a um ser suprassensível. Ou mesmo, como diz Nicolelis, a atividades humanas transcendentais. Não sei o que ele quer dizer com "tese de Turing". Conheço a Tese de Church-Turing, de que qualquer procedimento matemático bem formulado pode ser implementado em uma Máquina de Turing (que é o arquétipo abstrato dos computadores, segundo Rogério Y. Santos me sugeriu numa de minhas palestras).

Talvez Nicolelis se refira ao fato de Turing ter dito que, já que não se conseguia definir inteligência, ele propôs o seu teste [Teste de Turing], que é um teste comportamental linguístico, para saber se um computador tinha adquirido uma capacidade linguística equiparável à de seres humanos, já que, segundo Turing, não se pode definir inteligência. Um dos problemas de seu teste é que ele não especificou qual o nível de habilidade linguística e cultura que deveria ter a pessoa que executa o teste, isto é, distinguir respostas de um computador das respostas dadas por um ser humano. Em termos de geradores gerais de linguagem como o ChatGPT, é muito possível que uma pessoa com muita habilidade linguística e vasta cultura consiga descobrir que o ChatGPT é um programa e não uma pessoa. Isto é, nesse caso, para essa pessoa o ChatGPT não passaria o Teste de Turing.

Que o ser humano pode ser comparado com um oráculo é uma afirmação interessante. Tenho um exemplo disso: qualquer dicionário é circular. No entanto, o ser humano é capaz de quebrar essa circularidade, seja conceitualmente, seja observando a natureza.

2.12 Mas dentro dessa lógica de concorrência entre máquina e ser humano, o senhor concorda com os riscos para a espécie aventados por pesquisadores e gente da indústria de tecnologia?

Os riscos são tremendos. Essas ferramentas têm de ser usadas sob a supervisão humana. Na programação de um sistema de IA, a pessoa pede algo, mas pode não considerar que os meios para alcançar o objetivo são indesejados. É o que ocorre com o computador HAL do filme "2001 - Uma Odisseia no Espaço", de Stanley Kubrick. A missão dele era chegar com a tripulação a um local. Só esqueceram de falar que HAL não podia matar a tripulação. Esqueceram os cenários em que a missão seria completa, mas não sobraria gente para ver. Quando alguém delega para algo fazer uma missão em seu nome, não vai ser possível oferecer para essa coisa todas as restrições que temos de imediato por causa da evolução.

Nicolelis tem razão sobre a supervisão. Mas sou mais específico: nenhum resultado computacional (tanto faz se empregando IA ou não) que afeta seres humanos ou a sociedade não deveria ser usado antes de ser verificado. Um exemplo é o uso de sistemas computacionais para fazer diagnósticos de doenças. Esses sistemas deveriam ser usados apenas como sugestão, devendo seu resultado passar por médicos para verem se o resultado é razoável. Mas há aqui um enorme perigo: os médicos usarem cada vez mais esses sistemas e perderem a capacidade de eles próprios fazerem diagnósticos. A intuição do médico pode ser essencial nesse âmbito – e em outros.

Em 2.6 citei o pensamento intuitivo. Vou aproveitar essa questão do diagnóstico para contar algo que minha esposa fazia quando tinha seu consultório médico: ao entrar um paciente, ela olhava bem para ele, apertava sua mão (assim sentindo se estava fria, úmida, se tinha energia etc.), e imediatamente escrevia um diagnóstico, que deixava de lado. Depois de tirar a anamnese, examinar o paciente, talvez consultar resultados de exames clínicos que ela pedia, ela verificava se tinha acertado aquele diagnóstico intuitivo. E assim ia aperfeiçoando sua intuição para fazer diagnósticos. Era uma maneira de desenvolver o pensamento intuitivo, não racional, que jamais computadores poderão ter.

Vou mais além, dando um conselho. É possível treinar o pensamento intuitivo: ao se enfrentar algum um problema na vida, não tentar achar a sua solução raciocinando em termos de causas e efeitos. Um enfoque intuitivo é pensar profundamente sobre o problema, sem buscar uma solução, e esperar que esta apareça por intuição. Muitas vezes, ela vem ao acordar – o sono pode ser muito mais inteligente que a vigília! Obviamente, não se deve confiar totalmente no pensamento intuitivo: é necessário verificar racionalmente e também emocionalmente se a solução intuída faz sentido. Talvez essa intuição seja o que Turing quis dizer com 'oráculo' na citação de Nicolelis para a questão 2.11.

2.13 Esses mecanismos podem ser úteis, em termos de pesquisa, como são seus estudos em neurociência?

Uso redes neurais para interpretar padrões de atividade neural reais desde os anos 1990. Não as mesmas redes de hoje, mas mais simples. É um método estatístico de reconhecimento padrão.

Não concordo com transformar uma ferramenta estatística em um novo Deus e construir embaixo dele toda uma religião, como está acontecendo. Eu chamo a igreja da tecnologia.

Nicolelis tem razão. A ciência virou uma verdadeira religião, na qual as pessoas acreditam cegamente. Isso representa um perigo muito grande, pois não existe na ciência nenhuma teoria completa, isto é, que explique tudo em alguma área. Nem mesmo a matemática é completa, havendo problemas bem formulados indecidíveis, isto é, não existe solução para os mesmos – algo que Alan Turing provou com seu “problema da parada”. Não existe um programa de computador que examine um outro programa qualquer e deduz se ele vai parar para qualquer dado de entrada. (Turing usou para isso sua Máquina de Turing.)

Aproveito para fazer uma incursão em certa área. Temos a clara vivência do que é a matéria: é tudo o que podemos ver, tocar, cheirar, sentir a temperatura, o gosto, o peso etc. Até mesmo o ar pode ser vivenciado como matéria: é só sentir a pressão de um vento. Pois bem, a física não sabe o que é a matéria no nível atômico. Ocorre que para observar uma partícula atômica, como com qualquer objeto, é necessário injetar energia e/ou extrair energia dela. Mas por menor que seja um quantum dessa energia, ela vai mudar o estado da partícula. Assim, é impossível observar uma partícula atômica (se é que ela existe...) no seu estado natural. Se a física não consegue saber o que é uma partícula atômica, não consegue saber o que é um átomo e uma molécula. Daí para frente, parece-me que se está num nível em que é possível observar a matéria alterando de modo desprezível seu estado. Isso deve valer também para moléculas grandes.

Uma das crenças em que muita gente acredita é que o átomo segue o modelo planetário de Rutherford de 1909, aperfeiçoado por Bohr em 1911. Ocorre que um elétron não é uma bolinha e não gira em torno do núcleo, segundo o modelo planetário de Rutherford. Esse modelo planetário funciona muito bem na química, mas não é a realidade.

Os aceleradores de partículas, desde o tubo de Crookes [Crookes tube] que acelerava elétrons, mudam os estados naturais das partículas, isto é, revelam propriedades de partículas que não são as mesmas que constituem a matéria em seu estado natural.

O negócio da física é desenvolver instrumentos que medem quantitativamente alguma propriedade da matéria, e desenvolver modelos matemáticos quantitativos com os quais possam prever os resultados de experimentos feitos com os citados instrumentos. Por sua vez, os instrumentos são construídos e funcionam dentro de uma certa teoria do que é a matéria, e não medem nada que não esteja dentro da teoria.

Vê-se, com tudo isso, que não há razão para se acreditar piamente na ciência. Ela tem suas limitações, e deve ser encarada objetivamente. Ocorre que os seus progressos levando ao desenvolvimento de máquinas tende a fazer pessoas, que não a conhecem até um nível razoável, ficarem entusiasmadas com os resultados tecnológicos e acreditarem ainda mais na ciência. Por seu lado, os cientistas tendem a apresentar para o público apenas resultados positivos ou previsões otimistas demais do que serão capazes de desenvolver. Existe muito paradoxo e desconhecimento na ciência, como por exemplo por que os relâmpagos iniciam: a diferença de potencial elétrico entre as nuvens e o solo, ou entre nuvens, não é em geral suficiente para romper a barreira da distância. Ou a matéria e energia escuras, desconhecidas, que comporiam, segundo as teorias, 95% do universo. Ou a origem da matéria e da energia no universo. E muitos processos que se passam nos seres vivos.

RAIO-X

Miguel Nicolelis, 62

Chefiou, o centro de Neuroengenharia da Universidade de Duke, antes de se aposentar como professore emérito em 2021. Médico, ele é referência no estudo da interface entre cérebro e máquina e coordenou comitê científico do Consórcio Nordeste. Foi o primeiro brasileiro a publicar um artigo na capa da revista científica Science.

(Fim da matéria da Folha.)

Referências

Carr, N. *A geração superficial: o que a Internet está fazendo com nossos cérebros*. Rio de Janeiro: Agir, 2011.

Clarke, P.G.H. "The Libet Experiment and its Implications for Conscious Will." Acesso em 20/7/23: www.bethinking.org/human-life/the-libet-experiment-and-its-implications-for-conscious-will

Crookes tube. Acesso em 19/7/23:
https://en.wikipedia.org/wiki/Crookes_tube

Linn, S. *Crianças do consumo: a infância roubada*. São Paulo: Instituto Alana, 2006.

Máquina de Turing. Acesso em 20/7/23:
https://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_de_Turing

Nicolelis, M. *Muito além de nosso eu: a nova neurociência que une cérebros e máquinas — e como ela pode mudar nossas vidas*. São Paulo: Companhia das Letras, 2011. Aparentemente há uma nova edição, ampliada, publicada pela Editorial Crítica. Não foi possível encontrar os detalhes bibliográficos.

Setzer, V.W. I.A. *Inteligência Artificial ou Imbecilidade Automática? As máquinas podem pensar e sentir?* São Paulo: Biblioteca24Horas, 2021. Artigo em Anais do 5o. CONTECSI, International Conference on Information System

and Technology Management, São Paulo 2008, pp. 4690-4740 e em (acesso em 20/7/23): <https://www.ime.usp.br/~vwsetzer/IAtrad.html>

Setzer, V.W. "Conceitos e o cérebro", 2022. Acesso em 20/7/23: <https://www.ime.usp.br/~vwsetzer/conceito-cerebro.pdf>

Steiner, R. *A filosofia da liberdade*. São Paulo: Antroposófica, 2023. Para excelentes palestras sobre esse livro, proferidas por João Torunski, ver (acesso em 20/7/23): www.fidali.net.br/

Tattersall, I. "How We Came To Be Human" . *Scientific American Special Edition* 16, 3s, 66-73 (June 2006). Acesso em 20/7/23: <https://www.scientificamerican.com/article/how-we-came-to-be-human1/>

Teste de Turing. Acesso em 20/7/23: https://pt.wikipedia.org/wiki/Teste_de_Turing

Zajonc, A. *Catching the light: the entwined history of light and mind*. Oxford Univ. Press, 1993.