



INSTITUTO MIGUEL GALVÃO TELES

CONFERÊNCIA

21 e 22 de junho de 2018

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: DISRUPÇÃO E OPORTUNIDADE

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:
OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Arlindo Oliveira



M
L

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

ARLINDO OLIVEIRA

Muito obrigado. Bom dia a todos. Começo por agradecer o convite para estar aqui, e tentei, peço desculpa de estar tudo em inglês, mas eu farei a intervenção em português, e penso que será suficientemente claro.

E o que eu tentaria passar-vos aqui hoje era um pouco a minha visão do que é que é a inteligência artificial, e tentar projetar um pouco para o futuro o que é que poderão ser os efeitos. Inteligência artificial, nos dias que correm, é um nome muito usado, mas começa a perder até um pouco significado, porque inclui muitas coisas que até não são tradicionalmente inteligência artificial, mas de qualquer forma tudo isto tem a ver com a evolução das novas tecnologias, e das tecnologias digitais. E começava com uma palavra de cautela, portanto, esta é uma frase, enfim, não se sabe muito bem onde é que teve origem esta frase, aparentemente no princípio do século XX na Dinamarca. É extremamente difícil fazer previsões, especialmente sobre o futuro, e nós estamos todos muito habituados a previsões deste tipo, se uma determinada tendência continuar, vamos ter um desastre, todos os anos há novas ideias destas, umas mais permanentes, outras menos, eu gosto só de começar com uma interessante, foi a grande “crise de estrume de 1898”. Nesta altura o transporte público nas grandes cidades era assegurado por cavalos, e a previsão naquela altura era que as cidades iam ficar soterradas em estrume, porque não havia mecanismos suficientes para conseguir tirar o estrume, que os cavalos deixavam. Londres tinha 50 mil cavalos, Nova Iorque tinha 100 mil cavalos, e no momento, a grande crise do fim do século XIX foi o problema do estrume nas cidades. Tanto que até reuniram uma conferência para estudar esta questão, em Nova Iorque, a conferência era para durar oito dias, salvo erro, e ao fim do segundo dia abandonaram a conferência, porque ninguém conseguiu antecipar nenhuma solução para o problema do estrume. Bom, a tecnologia mudou muito rapidamente, não é? Como sabem, as cidades não ficaram soterradas em estrume, por causa de, basicamente,

do motor de combustão interna, que rapidamente substituiu os cavalos, e isto conduz-nos a uma lei, se assim quiserem, enfim, uma constatação geral que é conhecida a Lei de Amara. Temos uma grande tendência para sobrestimar o efeito de uma tecnologia no curto prazo, mas para subestimar o efeito dessa tecnologia no longo prazo. No curto prazo, quatro, cinco, 10 anos, se calhar muitas vezes pensamos que a tecnologia vai fazer mais do que o que pode fazer, mas como a evolução da tecnologia é exponencial, cada novo avanço em cima de avanços já existentes, quando olhamos para um período de 30, 40, 50, 80 anos, fortemente subestimamos o efeito da tecnologia. O mundo atual era completamente impensável mesmo para quem vivesse no fim da Segunda Guerra Mundial. Embora provavelmente daqui a cinco anos a inteligência artificial não ter feito tantas coisas como as que a gente espera.

Pronto, isto tem a ver com esta... aqui a única matemática de hoje, mas é pouquinha, que é: aquilo é um gráfico do número de transístores fabricados no planeta até uma dada época, e vocês o que veem ali, é uma evolução que desconhece exponencial, uma evolução que segue a Lei de Moore, é uma consequência duma coisa chamada a Lei de Moore, que tem a ver com a densidade de integração dos circuitos integrados, e nós sabemos que tem uma tendência de evolução exponencial. Se vocês virem ali, o gráfico do número de transístores que foi fabricado veem ali um aumento muito rápido, ali no fim da década de 90, no princípio da década de 2000. E, ali apareceram os telemóveis, apareceram os telemóveis inteligentes, os *laptops* divulgaram-se, etc. E, nós pensaremos que ali houve, de facto, um joelho da curva, se quiserem, uma grande evolução tecnológica muito rápida. Mas eu posso projetar isto um bocadinho para a frente, e se eu projetar um bocadinho para a frente, para 2010, vocês veem que, de facto, o grande aumento do número... a escala muda. Estão a ver que a escala não é a mesma, e o grande aumento do número de transístores aconteceu ali em 2010. Onde temos agora computadores muito mais rápidos, conseguimos ver vídeos nos telemóveis, coisas que dantes não se conseguiam.

E vocês conseguem adivinhar o que é que acontece? Isto é uma curva exponencial, e se souberem de matemática sabem que as curvas exponenciais têm esta característica da autossimilaridade. Se eu andar 10 anos para a frente, agora já é uma previsão, que não temos ainda o número real, mas o que nós vemos é que, de facto, a grande... não aconteceu

praticamente nada no fim da década de 90, não aconteceu praticamente nada no fim da década anterior, e está tudo a acontecer agora, não é? E se eu andar mais 10 anos para a frente não preciso de vos dizer o que é que a curva vai ser, a curva vai ser exatamente a mesma.

Esta característica das evoluções exponenciais significa que cada momento da História, quando temos um aumento exponencial de tecnologia (cada momento da História), os desenvolvimentos são muito mais rápidos do que na década anterior, do que no momento anterior. Temos de estar preparados para este desenvolvimento, onde não vamos atingir um estado estacionário, não vamos atingir [...] onde o desenvolvimento é menor que o anterior, porque a tecnologia – e isto existem muitas indicações – a tecnologia tem, de facto, esta característica da evolução exponencial, que em cada altura evolui mais rapidamente. Isto para os seres humanos é uma coisa complicada, nós não estamos muito habituados a evoluções exponenciais, daí a Lei de Amara, e aquele erro nas nossas previsões. Se nós projetarmos aqui, não é? Qualquer destas projeções vai dar muito abaixo do que aconteceu realmente.

Bom, então centrando-nos na inteligência artificial, qual é o pressuposto básico que abre o caminho à inteligência artificial? Porque é que se pensa que a inteligência pode ser reprodutível, pode ser conseguida numa máquina? Bom, de um resultado matemático fundamental, e de um conjunto de tecnologias que foram desenvolvidas. O resultado matemático fundamental é o seguinte, chama-se *a test* [...] Turing, e o teste [...] Turing diz basicamente o seguinte, diz que qualquer computação que possa ser feita num computador, pode ser feita num outro computador. Os computadores são essencialmente equivalentes, desde que tenham suficiente memória, desde que tenham suficiente capacidade, e não é uma exigência muito grande, podem ser mais lentos, podem ser mais rápidos, aqueles de vocês que têm computadores velhos estão a perguntar, «mas o que é que ele está a dizer? O meu computador não serve para nada», não é verdade, têm só de esperar o tempo suficiente, portanto, há uma questão de tempo, mas dado o tempo suficiente, dois computadores são equivalentes. E o cérebro humano em si – e este é o segundo pressuposto – o cérebro humano em si é também um computador? E é um computador, há aqui umas questões matemáticas que se quiserem depois podem ver com mais cuidado noutra sítio, e se este pressuposto é verdade, então o

tipo de cálculos que é feito num cérebro humano, o tipo de computação que é feita no cérebro humano também pode ser feita numa máquina, por isso pode ser reproduzido.

A primeira pessoa que constatou isto foi Thomas Hobbes [...] a primeira visão mecanicista do cérebro humano. A visão de Hobbes, que na prática na altura não teve consequências, porque não havia computadores, depois acabou por ser traduzida por um conjunto de pensadores, e de matemáticos, e de engenheiros, começando por Charles Babbage, que pensou, e que projetou um computador mecânico, Ada Lovelace, que era a filha de Lord Byron, e que trabalhou com ele, e que percebeu que o computador além de fazer contas podia fazer muitas outras coisas, como compôr música, etc., e depois Alan Turing, que projetou, que não só obteve aquele resultado que eu referi, como propôs o famoso Teste de Turing, que basicamente propõe esconder um computador e um ser humano atrás de uma parede, e se nós ao falar com eles não os conseguirmos distinguir, temos de reconhecer que o computador é inteligente. Um teste que ainda agora é relevante. E depois a tecnologia pegou nisto, e os transístores que foram desenvolvidos na década de 50 e de 60 permitiram, não sei se vocês sabem, mas um telemóvel, se fosse feito com válvulas, que são basicamente os primeiros circuitos que foram usados para fazer computadores, são uma coisa mais ou menos deste tamanho, uma válvula. Um telemóvel se fosse hoje com válvulas era do tamanho do estádio do Benfica ou do Sporting, conforme o clube que vocês preferirem. Estão a ver a densidade de integração que a tecnologia permitiu, cada um de nós tem neste momento na sua mão, no seu telemóvel, uma coisa que se fosse feito com a tecnologia dos anos 50, 60, ocuparia um estádio de futebol. É este avanço exponencial da tecnologia que permitiu isto.

Tinha aqui a história do Thomas Hobbes, mas vou avançar. E vou concentrar-me então, e chegar finalmente ao tema, passados sete minutos, o que é a inteligência artificial? E esta é uma classificação que eu propus, e que gostava de partilhar com vocês, a inteligência artificial pode ser partida em três grandes categorias. A primeira categoria é *data analysis*. E realmente, provavelmente 90%, se não mais, do valor comercial da tecnologia de inteligência artificial neste momento é *data*, é simplesmente *data analysis*. *Big data*, se preferirem, *data mining*, há uma série de... o que é que é *data analysis*? Bom, *data analysis* é provavelmente a ideia que

podemos olhar para grandes volumes de dados e extrair valor comercial, valor económico da análise dos dados. E isto, basicamente, é o que suporta a Google, é o que suporta realmente as cinco maiores empresas do mundo, todas elas a valer mais de 500 mil milhões de dólares, é isto, é este valor comercial que estamos a falar quando falamos em *big data*, tem muitas aplicações, obviamente em vendas e *marketing*, na otimização de processos, na descoberta de [...] através da pesquisa em grandes bases de dados, análise social de tendências e de preferências, análise financeira, e grande parte do valor comercial da inteligência artificial neste momento está aqui, levanta muitas questões, levanta questões de privacidade, levanta questões de concentração de poder económico através das empresas que gerem e concentram os dados, como a Google. Acho alguma piada que as pessoas tenham ficado escandalizadas com o Facebook, quando muitos de vocês se calhar usam o Gmail, a Google lê todos os vossos *e-mails*, e não só, lê todos os vossos *e-mails* e toma ações concretas com os vossos *e-mails*, como aliás vocês sabem se usam outras coisas. Nós só metemos, apesar de tudo, umas “coisinhas” no Facebook, e ele depois explora. Neste momento, pensarmos que podemos usar tecnologia sem estarmos a dar dados a estas grandes empresas, é uma miragem!

Bom, mas há outras duas componentes que são importantes, e para dizer a verdade esta componente levanta, de facto, questões importantes de privacidade, questões importantes de concentração de poder económico, até questões éticas complexas, mas não é aqui que a discussão se tem que concentrar. A discussão tem que se concentrar nas outras duas coisas, e a segunda é a substituição de funções humanas, portanto, esta ideia que estas técnicas que estão no *core*, e que hoje vos vou descrever daqui a um minuto, claramente a técnica de aprendizagem automática, mas também métodos de representação de reconhecimento, e técnicas de busca e procura e otimização, têm também uma outra consequência, que é baseado nas mesmas tecnologias, mas é diferente, que é a ideia de que nós podemos e teremos a capacidade de desenvolver sistemas que vão substituir funções que até agora são desempenhadas por seres humanos. E muitas destas funções, como sabem, estão em risco. Por exemplo, tudo o que seja *telemarketing*, ou pessoas que atendem *call centres*. As tecnologias de processamento de linguagem natural provavelmente poderão substituir muitas destas pessoas, e vocês já ouviram, por exemplo, uma demonstração do Google Assistant, onde é indistinguível de um ser humano a falar em linguagem natural.

Mas há outras profissões (*cars and truck drivers*) em que a questão da condução automática tem sido amplamente discutida, tudo o que é *personal assistance*, secretária, apoio administrativo no seu sentido mais vasto será provavelmente substituído progressivamente por assistentes digitais, analistas legais, análise de contratos, análise de legislação, coerência com legislação. Começam a existir muitas aplicações, e muitas empresas que trabalham nesta área, e não estou a referir-me, com certeza, ao cimo da pirâmide do trabalho legal, onde seguramente a inteligência e a criatividade humana se manterão sem concorrência durante muito tempo, mas há muito trabalho que é feito por assistentes legais, de análise regular de contratos, de análise de coerência de disposições, etc. Neste momento, já há sistemas, e não tenho dúvidas que nos próximos cinco a 10 anos vamos ver muito mais sistemas que vão alterar profundamente a maneira como o trabalho é feito e distribuído dentro da vossa profissão, estou a assumir que a maioria das pessoas aqui são desta área. E depois muitas outras áreas, por exemplo, diagnóstico médico é uma área onde não só os computadores serão um dia melhores que os seres humanos, porque já são. Neste momento, sistemas automáticos já são melhores a analisar determinados tipos de imagens do que os seres humanos. São treinados não é? São treinados com os resultados que são obtidos por radiologistas experimentados, no caso dos radiologistas, e depois conseguem realmente taxas de acerto, e taxas de “coiso”, superiores às dos seres humanos, em casos específicos, ainda não é generalizado, mas é uma tecnologia. Há aqui uma substituição do trabalho humano, que levanta uma série de questões económicas e sociais interessantes, e que têm, como sabem, levantado bastante discussão.

E depois há uma terceira área, em que (talvez mais fascinante, se assim quiserem) as pessoas tendo trabalhado nestas coisas, não pararam de trabalhar, pelo contrário, cada vez há mais pessoas a trabalhar nesta área, cada vez há mais empenho das grandes empresas, das grandes universidades... mas menos, porque toda a gente que trabalha em inteligência artificial nas universidades foi roubada pelas empresas, portanto neste momento, se arranjam um académico, de renome, que ainda esteja numa universidade, agarrem-no bem, porque a probabilidade de ele ser roubado para o Google, o Facebook, ou a Microsoft, é enorme.

Mas há 60 ou 70 anos que se tem trabalhado em inteligência artificial sempre com o objetivo de conseguir ir mais além na mimetização do pensamento humano. E a ambição de que um dia consigamos ter sistemas, todos aqueles sistemas que eu referi não estão no plano do pensamento humano. Porquê? Porque são sistemas muito específicos, eles só fazem aquilo. Mesmo que um carro conduza sozinho, depois não vai para casa tomar conta dos filhos, ou fazer outra coisa qualquer, são sistemas muito específicos. Não são flexíveis, um sistema que é treinado para conduzir um carro não sabe analisar radiografias, nem sabe responder a telefonemas de seguros. Agora, existe esta ideia que à medida que percebemos melhor os mecanismos de funcionamento tanto do cérebro como dos sistemas computacionais, poderemos ter a possibilidade de vir a atingir *human level intelligence*, com a mesma flexibilidade e adaptabilidade da inteligência humana, e isto, como devem calcular, abre um conjunto sem fim de possibilidades.

Gostava de deixar aqui uma nota, como também sendo membro desta comunidade, com alguns outros colegas que estão aqui, que é: neste momento (nós) ninguém sabe fazer isto. Ninguém tem ideia de como criar um sistema que tenha a flexibilidade e a maleabilidade do cérebro humano no que respeita a abordar questões diferentes, ninguém sabe fazer isto hoje, é diferente de dizer que ninguém vai saber fazer isto daqui a 10, ou 20, ou 30 anos, não estou aqui a prever uma data, mas à medida que o conhecimento avança estas questões, que até há pouco tempo eram consideradas impossíveis de resolver pelos sistemas de inteligência artificial, neste momento já são, Esta é, digamos, se assim quiserem, a terceira dimensão.

E o que é que é (esta é, talvez, a parte mais didática) que neste momento a inteligência artificial? A Inteligência Artificial, como eu disse, tem várias componentes, e estas três tecnologias são as mais importantes. Tudo o que é busca e otimização. Durante muitos anos a inteligência artificial centrou-se na questão de procurar fazer, problemas de procura extremamente complexos, como é que se otimizavam. E como é que se representava conhecimento que depois permitisse que fosse manipulado por computadores? A área da aprendizagem automática, que também é muito antiga, aliás, foi proposta pelo Turing em 1950, tem sido desenvolvida, mas, enfim, tem demorado a ganhar velocidade. Os grandes

avanços da última década devem-se essencialmente a esta ideia da aprendizagem automática.

E qual é a grande revolução que a aprendizagem automática, de alguma maneira, traz? Eu vou-vos tentar explicar. O funcionamento normal de um computador é este, não é? Há um programa, um programador, engenheiros de *software* que escreveram um programa, são [...] ao computador, e o computador gera as saídas a partir do programa. Isto é a maneira como nós pensamos, é a maneira como um computador funciona. Qual é a dificuldade? Imaginem, por exemplo, que eu queria ensinar um carro a conduzir autonomamente. Bom, é muito fácil, o *input* pode ser, por exemplo, a imagem duma câmara, que está a apontar para a frente, não é? Tipicamente é o que nós fazemos, estamos a olhar para a frente, alguém escreve um programa, e gera duas saídas, no caso de um carro só são precisas duas saídas, é a pressão no acelerador/travão, é um número, e é o ângulo no volante. Realmente conduzir um carro, se pensarem, é uma coisa muito fácil, nós [...] quando conduzimos um carro estamos a olhar para uma imagem, e traduzimos aquilo em dois números, não é? O ângulo do volante e a pressão no acelerador ou no travão, sendo positiva no acelerador, negativa no travão. Fazer este programa não devia ser muito complicado, é olhar para a imagem da câmara, e gerar os dois números. O que acontece é que é extremamente complicado, é tão complicado que nunca ninguém o conseguiu escrever. E neste momento ainda não sabemos, realmente, como escrever este programa desta maneira. É aqui que entra a aprendizagem automática, que funciona de uma maneira diferente. Na aprendizagem automática nós damos ao computador as entradas pretendidas, neste caso a imagem da câmara, damos as saídas pretendidas, neste caso é um condutor que vai a conduzir e nós sabemos qual é. Temos um condutor no carro, e o computador aprende a gerar o programa. Isto é virado ao contrário, o computador gera o programa que transforma as entradas nas saídas. E aquele programa que nós não conseguimos fazer com programadores sentados, consegue-se fazer desta maneira. E consegue-se fazer para o que eu disse, ou para analisar radiografias, ou para as tarefas mais variadas que vocês pensarem. Este é o grande potencial da aprendizagem automática, é tirar os programadores, que sempre foram um enorme *bottleneck*, sempre foram uma enorme limitação, tirá-los do caminho, uma vez que os algoritmos *machine learning* basicamente substituem os programadores.

Depois há uma série de maneiras de implementar isto, eu não consigo ir aqui, vou só dar muito rapidamente as ideias. As ideias mais funcionais, neste momento, com mais potencial, são baseadas em redes neuronais, que são basicamente modelos matemáticos abstratos do neurónio humano. As entradas são somadas matematicamente, aplicam uma dada função, e quando eu junto vários destes neurónios assim em camadas, eles fazem um processamento que começa a tornar-se interessante. Em particular... ah! E o programa é gerado basicamente programando, definindo os pesos nestas ligações. Quando eu interligo de maneira complexa muitas destas unidades, por exemplo para reconhecer faces, uma coisa... mais um exemplo de um programa que não se consegue programar, mas consegue-se aprender, os primeiros níveis aqui aprendem a reconhecer determinadas características, riscos, partes brancas, vermelhas, depois começam a compor isto, em olhos, narizes, etc., em protótipos de faces, e no fim temos aqui um classificador de faces. É assim que funciona, esta tem sido (aliás) a grande revolução, das últimas décadas, potenciada por três fatores: há cada vez mais dados, portanto há muitos dados para treinar estes sistemas, há melhores algoritmos, e há computadores muito mais poderosos que conseguem pegar nestes grandes volumes de dados, nestes novos algoritmos e obter estes resultados.

Nada disto é particularmente novo ou revolucionário tudo isto é conhecido desde os anos 60, mas estas três condições não estavam lá. Enfim, a do meio, os novos algoritmos... não havia muitos dados, não havia computadores suficientemente poderosos. E esta revolução vai com certeza continuar. Eu acho que tenho aqui, [...] um pequeno exemplo de como é que isto funciona, neste caso estamos a ver aqui uma rede neuronal, cada uma destas coisas é um daqueles modelos de neurónios que eu vos referi. Aqui está a ser mostrada uma imagem que neste caso são dígitos escritos à mão, e o sistema classifica num dos dígitos, foi treinado de maneira a aprender a reconhecer dígitos à mão, por exemplo, para reencaminhar envelopes no correio, não é que agora ninguém escreva cartas, mas há uns anos atrás as pessoas escreviam cartas com os códigos postais escritos à mão, e estes sistemas reencaminhavam as cartas automaticamente lendo os códigos postais.

Quando se colocam todas estas tecnologias juntas, o que nós vemos são, de facto, avanços significativos. Aqui temos um sistema, neste caso é um

Tesla a conduzir sozinho, se não conduziram ainda num Tesla com ele a conduzir sozinho, é uma experiência, um misto de assustadora e fascinante. Aqui temos um sistema que foi usado pela IBM para jogar um jogo, uma “espécie” de um jogo de adivinhas americano, o Jeopardy!, onde bateu os campeões do mundo, os melhores, é bastante impressionante ver um sistema a responder a *riddles*, a adivinhas, escritas em linguagem natural, e a bater os melhores jogadores do mundo, que aliás são muito bons, e ali, embora seja um jogo, eu vou deixar este que é um bocadinho mais técnico, embora seja um jogo, é um sistema que a jogar contra si mesmo se tornou melhor do que qualquer campeão humano num jogo extremamente complexo, num jogo de estratégia que se chama Go, extremamente complexo, e que descobriu técnicas e abordagens que em três milénios a humanidade não tinha descoberto, e dá-nos uma ideia do que é que um sistema devidamente projetado, e, bateu o campeão do mundo, não é?, que entrou nisto a dizer «bom, eu gostava de não... talvez o resultado seja 5-0, talvez seja 4-1, a meu favor», depois acabou por perder 4-1, e foi relativamente... foi um grande evento na Coreia.

Bom, estas são as ideias que eu gostava de partilhar com vocês, mas gostava só de usar os últimos cinco minutos para duas ou três questões. Uma são os desafios destas tecnologias, e o outro uma ideia que neste momento não é inteligência artificial, mas que nas próximas décadas poderá, e a pergunta: será que nós conseguimos copiar o cérebro? Há quem diga que a única maneira de conseguirmos inteligência artificial geral será copiando os mecanismos do cérebro humano, ou copiando o funcionamento do cérebro humano. Não é o que acontece neste momento. Os sistemas de inteligência artificial neste momento não copiam o funcionamento do cérebro humano. Mas há quem diga que é a melhor maneira, porque copiando o cérebro humano temos a flexibilidade e a capacidade. Neste momento nós temos computadores suficientemente poderosos com um moderno processador que tem qualquer coisa como mil milhões de transístores a funcionarem em nanossegundos, o que é mais ou menos a mesma capacidade computacional de um cérebro humano, isto foram umas contas que o John von Neumann fez em 1958, o cérebro humano tem muito mais sinapses do que um computador tem transístores, mas os transístores funcionam muito mais rapidamente. O cérebro humano tem mais ou menos um milhão mais sinapses do que existem transístores num computador, mas um computador funciona um

milhão de vezes mais rápido. Se for possível fazer o *trade-off* da velocidade pelo número, a capacidade computacional bruta de um computador moderno é comparável à do cérebro humano. Mas isso não adianta nada, porque nós não sabemos como fazer o processamento e somos obrigados a fazer uma coisa que é uma simulação ineficiente do cérebro humano. Neste momento conseguimos apenas simular pequenos segmentos do cérebro humano, inicialmente nem é humano, geralmente é de cérebros de outros mamíferos como ratos, isto é exequível porque é possível fazer levantamentos detalhados dos modelos de cada neurónio, a tecnologia neste momento está muito longe de permitir fazer o levantamento completo do cérebro humano e de simular, aliás, para dizer a verdade está longe, mesmo, de conseguir fazer isso para animais muito mais simples, como o *C. elegans*, que é um pequeno verme com cerca de um milímetro de comprimento, mas fundamentalmente não há nada que nos impeça. Temos as tecnologias que permitem fazer este levantamento, lamentavelmente destrutivas, destroem, neste caso, a única tecnologia que permite fazer o levantamento no âmbito de detalhe suficiente é onde o cérebro é cortado às fatias, é analisado com microscópios eletrónicos, e os resultados disto são reconstruídos tomograficamente, de maneira a obter modelos em 3D das redes de neurónios, que eu já vos vou mostrar daqui a um segundo. Estamos a aproximar-nos, estamos a começar a ver os elementos individuais de cada neurónio e de cada sinapse, e todos estes resultados depois podem ser montados por computador de maneira a obter os modelos em 3D destes “esparguetes”, se quiserem, de “esparguetes” de neurónios que constituem um cérebro humano.

Estes modelos em 3D podem ser simulados. Neste momento apenas se conseguem... isto que estamos a ver aqui é um neurónio, e as sinapses, é o levantamento de um neurónio real daquele segmento. Existem modelos elétricos que foram descobertos há muitas décadas para estes modelos, mas obviamente acertar os modelos, e são sistemas muito grandes, é uma coisa que ainda está muito longe da nossa capacidade, mas o potencial existe, e existe aqui, tanto que existe que, por exemplo, este é o tal *C. elegans*, dos quais, há um projeto para simular o cérebro deste verme, que só tem 302 neurónios. Depois há outras simulações, aqui é uma coluna do cérebro, e até houve uma empresa que propôs preservar os cérebros para que quando existir a tecnologia seja possível fazer este levantamento.

Há uma série de desafios éticos e legais relativamente a estas tecnologias, alguns deles constam neste relatório do Parlamento Europeu que foi enviado para a Comissão Europeia, que levanta a questão, até que ponto devemos considerar a possibilidade de dar uma entidade legal a sistemas que têm suficiente inteligência e autonomia, *specific legal status for robots*, as considerações, as análises das consequências económicas e sociais desta capacidade que estes temas têm para substituir seres humanos em funções, e portanto a possibilidade de deixarmos de ter uma situação de pleno emprego, ou desejável pleno emprego, para termos uma situação de uma grande percentagem da população que poderá não ter emprego, e depois um sistema de identificação único por robôs. Este foi um relatório que foi enviado para a Comissão Europeia pelo Parlamento Europeu, a Comissão Europeia analisou e saiu uma declaração há cerca de um mês, que não inclui quase nenhuma destas sugestões, portanto, a Comissão foi muito mais conservadora do que o Parlamento, mas definiu a importância de investir, e de ter uma grande iniciativa em ciência artificial, e estas questões são questões que seguramente se vão manter em discussão nos próximos anos e nas próximas décadas.

Existem dois desafios interessantes, que são neste momento essencialmente especulações. O primeiro destes é a ideia de que nós podemos ter a capacidade para criar sistemas inteligentes, mas há aqui uma situação que é: nós gostamos de pensar que a inteligência humana é uma coisa assim, a escala da inteligência é isto, as bactérias são ali, nada inteligentes, os gatos estão ali algures, e os seres humanos estão aqui no topo da escala da inteligência. Mas não há grande razão para acreditar que a escala da inteligência seja assim, a escala da inteligência pode ser uma coisa um bocadinho diferente, onde os seres humanos estão algures ali, no meio da escala, e pode haver sistemas muito mais inteligentes que nós. Estes sistemas podem ser desenvolvidos de várias maneiras, podemos imaginar que o Google se transforma numa inteligência global, com acesso a todos os dados, capacidade de processar, etc., ou podemos pensar que é possível simular cérebros humanos muito mais rapidamente. Há vários mecanismos, mas a ideia – e isto é uma ideia interessante que veio do Irving John Good – que é: se inventarmos uma máquina suficientemente inteligente para ter a flexibilidade de um ser humano, mas que consiga pensar mais rapidamente, com mais dados, permanentemente, é a última invenção que temos de fazer, porque a partir daí essa máquina faz as invenções

todas, não é? Primeiro, é fácil duplicar, é fácil de replicar, por isso estas questões levam, de facto, às perguntas sobre, se no futuro, eventualmente distante, não teremos funções que neste momento são desempenhadas pela sociedade, funções de definição de objetivos políticos, funções de regulamentação, todo esse tipo de coisas, que não serão melhor entregues. Esses sistemas, que foram projetados e definidos para isso, e cujas capacidades são superiores às do ser humano nessas tarefas específicas, ou até em tarefas globais.

Eu fiz aqui uma mistura de várias coisas para caber em meia hora, mas há muitos livros sobre isto, que eu recomendo se quiserem, o primeiro é de ficção científica, só para quem gosta, este é um livro sobre esta questão, de facto, de máquinas mais inteligentes que nós. O Ray Kurzweil tem escrito muito sobre a ideia da singularidade, a ideia que chegue um ponto no tempo onde há uma disrupção profunda da sociedade, é um bom livro sobre as consequências económicas destas análises. Um livro do Pedro Domingos, um português que está nos Estados Unidos e que trabalha em *machine learning*, o “Master Algorithm”. Esta é para os especialistas, é uma publicação do Instituto de Engenheiros Eletrotécnicos, que endereça justamente esta questão, se nós seremos capazes de copiar o funcionamento do cérebro. O *Life 3.0* tem um bocadinho esta perspetiva do longo prazo, o que é que poderá acontecer, enfim, dentro de século, de muitas décadas ou séculos, e este livro meu que também tem lá uma componente técnica, mas que cobre de maneira acessível isto.

Basicamente era esta que eu queria partilhar com vocês, muito obrigado pela oportunidade.



INSTITUTO
MIGUEL GALVÃO TELES

