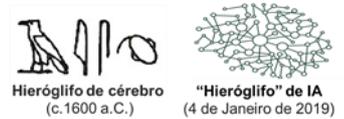


# O que é a inteligência (artificial, natural)?



Há dias o Meu Amigo Manuel Oliva surpreendeu-me perguntando-me se eu saberia o que é a “inteligência artificial”, ao que imediatamente respondi pela negativa e por aí mesmo me dei conta que tão pouco sabia o que é a inteligência natural. Desde então tratei de me perguntar o que seria uma e outra. Lembrei-me porém de ter feito essa mesma pergunta a mim mesmo, quando em 1983 me envolvi empenhadamente na investigação do “controlo inteligente”<sup>1</sup>, quase trinta anos depois de ter nascido o termo “inteligência artificial”<sup>2</sup>; o meu primeiro contacto com este assunto<sup>3</sup> surgira pouco antes e muito sinceramente fiquei algo desapontado com o que se dizia à altura constituir “as ciências do artificial”, pois pareceu-me apenas tratar-se, no essencial, de uma reflexão acerca de como gerir dados com vista a uma tomada de decisões da maneira mais “económica” possível, uma reflexão de facto acerca da superioridade da eficiência sobre a eficácia<sup>4</sup>. Como é fácil de ver estava eu muito longe de saber que me viria a beneficiar daquela reflexão, poucos anos mais tarde, ao vir a usar o multibanco (às vezes com amargura), embora a minha experiência de um quarto de século nos fundamentos desse uso<sup>5</sup> me incline para a sua “limitada racionalidade”. Para responder ao desiderato a que me remeteu o meu Amigo Manuel Oliva – que na sua actividade de décadas como juiz se confrontou a diário com a gestão de dados e a tomada de decisões, socorrendo-se das armas da lógica e da intuição – decidi começar pelo princípio: nos meus tempos de adolescente estudei pelos livros de Vasco de Magalhães Vilhena<sup>6</sup> e de Armand Cuvillier e aí fui peregrinar em busca de alguma inteligência sobre *inteligência*; daí parti em conversa com um profissional da área da *inteligência artificial*: um meu genro, André Martins, cientista e especialista em linguística computacional; e para me voltar – a meu ver – mais para o futuro, regresssei via controlo inteligente, à *inteligência natural*. Se tiverem paciência dar-vos-ei conta das minhas conclusões.

## Inteligência.

Só uma parte da inteligência é mensurável – o raciocínio abstracto de tipo calculatório – seja ela artificial ou natural, humana ou não; não corresponde porém ela ao todo da inteligência. Pode ainda aceitar-se que é essa parte da inteligência que melhor se sabe estimular e desenvolver através do treino e da escolaridade<sup>7</sup>, que vai em geral de par com a integração, sem rupturas, numa grande máquina social – a integração mais básica tomando a forma da domesticação animal – máquina essa que evolui porém no caso humano através de mutações de vários tipos como as revoluções, prenunciadas em geral (mais de natureza colectiva) e as que se devem a rupturas conceptuais singulares e imprevisíveis (de natureza mais individual). Na impossibilidade de entender como se poderiam programar estas rupturas singulares parece nelas poder identificar-se dois elementos “ambientais” de certo modo contraditórios e presentes na vida inteligente dos seus protagonistas:

Importância dos silêncios<sup>8</sup> e dos mitos<sup>9</sup>: a serenidade, a extensão da experiência no tempo, a faculdade de esquecer e de não ouvir, o gosto do clássico e o recurso ao mítico para melhor o combater e plausivelmente o renovar criando novos paradigmas eivados de efémero, tudo isso são elementos que, quando se não abuse, facilitam e até estimulam a reflexão, ou seja, o próprio exercício da inteligência, no quadro da compreensão das coisas como no da criatividade.

Importância dos ruídos<sup>10</sup> e da razão<sup>11</sup>: a velocidade, o fluxo permanente da informação, a memória e a necessidade de esquecer, o gosto do inédito e a rejeição do modismo, o frágil nascimento de uma ideia, o risco útil do acaso, o ter de retroactivamente acertar o passo e ouvir o outro, o reconhecer a força e limites da analogia, da indução, da intuição e das armas da razão (dedução, experimentação), quando se abuse dificultam e até estiolam o controlo da verdade.

É próprio do pensamento racional quando influenciado pelo modo grego, conceber conceitos em oposição excludente entre si: desde logo “o sim e o não”, “o verdadeiro e o falso”, ainda que os termos em oposição nem sempre tenham uma significação clara e distinta: “o corpo e a alma”, “o bem e o mal”, “o pecado e a virtude”, “o belo e o feio”, “o justo e o injusto”, etc., etc...; e assim sucede com “o natural e o artificial” (o fio de seda de um casulo e o mesmo fio de seda numa peça de roupa seria – consoante as opiniões – ora natural ora artificial). Decidir sobre a adequação dos termos destas dicotomias reveste-se naturalmente de um carácter artificial, mas há que reconhecer que sem a teimosia de os distinguir – repelindo o ambíguo, esse grande recurso da poesia – e de os discutir – correndo o risco do discurso inútil – não haveria lugar nem ao valor nem ao rigor da sistemática, ou da matemática, ou do direito, ou da condução da experimentação. Ao discorrer sobre o que é natural ou artificial quanto à inteligência, observa-se que independentemente dessa discussão os termos “inteligência artificial” e “inteligência natural” adquiriram, para muitos, significados diversos e não exclusivos, e visivelmente em evolução como talvez suceda com o da própria inteligência.

A inteligência não se esgota realmente no nosso pensamento racional, nem na nossa capacidade criadora, atributo do nosso corpo por inteiro; ela espelha em boa parte a organização e a dinâmica da Natureza (que para alguns<sup>12</sup> seria o modelo da Razão e até da Moral) ou não fosse ela por excelência racional e criadora, sem o que não haveria viabilidade nem evolução estável no mundo real de que participa a inteligência, também ela naturalmente evoluindo. O que é certo é que alguns dos atributos associados, em geral, à inteligência – dedução, indução, representação dos fenómenos, imaginação, compreensão pela analogia ou pelo jeito<sup>13</sup> – são pedras de toque disputadas quer pela “inteligência artificial” quer pela “inteligência natural”, seja lá o que elas forem.

## Inteligência artificial.

A “inteligência artificial” – IA – protagoniza hoje mais um episódio das relações de amor e ódio da humanidade com a técnica; a amplitude da sua implantação na actividade humana torna-a comparável pelos seus efeitos ao que se passou com outras grandes invenções técnicas: roda, metalurgia, agricultura, imprensa, locomotiva, motor eléctrico, automóvel, televisão, satélite artificial, computador. A singularidade da inteligência artificial é corresponder a um dos episódios mais recentes. Tal como outras invenções, suscita entusiasmos, temores e debates públicos; embora relativamente poucos pois trata-se de algo muito útil que permite manipular – pernicioso e alegremente – muita gente. A IA é um conjunto de programas que podem ser executados em diversas “plataformas” – computadores, telemóveis, mecanismos móveis, robôs, etc. – permitindo atribuir às máquinas certas tarefas julgadas atribuíveis apenas aos seres humanos, como seja armazenar doses maciças de dados otimizando a memória, decidir certas acções em função do registo automático de “figuras”<sup>14</sup>: imagens, textos, sons, medições, etc.; realizar diagnósticos médicos, propor certas questões do foro económico ou do âmbito judicial, gerir actividades fabris, portuárias ou de tráfego; tudo isso, muitas vezes tão eficientemente, que podem, aquelas “plataformas”, simular com vantagem essas tarefas humanas.

Uma irreprimível visão antropomórfica – já ensaiada no passado ao fabricar-se locomotivas primitivas em forma de cavalo, ou os primeiros automóveis em forma de diligência, e depois ao conceber robôs com forma humana – levou a tomar algumas dessas “plataformas” com incorporação de IA como sendo extensões artificiais do cérebro humano, sede quase consensual da inteligência humana, o que justificou a consagração do termo “inteligência artificial”. Mas neste caso, como noutros, aquela visão revelou-se ridícula e abusiva, embora ainda hoje subsista para muita gente a ideia que a IA procuraria recriar artificialmente a inteligência natural sediada no cérebro humano; outrossim seria admitir que uma coisa, as redes neuronais no cérebro, serviu de inspiração a outra, as redes neuronais artificiais, tal como a descoberta da circulação do sangue serviu de inspiração à teoria económica do fisiocrata Quesnay, ou a hidráulica inspirou o físico Faraday na sua teoria da electricidade ainda hoje deixando marcas dessa inspiração: corrente eléctrica, intensidade e resistência à sua passagem, condensador de carga, queda e diferença de potencial.

Os programas da “inteligência artificial” realizam no essencial três tarefas: 1) extrair (através de sensores) um enorme manancial de dados (*big data*), 2) armazená-los, 3) operar sobre eles usando uma programação (*software*) inserida em certo artefacto de modo a obter padrões de resposta hierarquizados – aprendizagem automática (*machine learning*) – para sugerir e orientar possíveis decisões a um utilizador. É nesta terceira tarefa que intervêm as redes neuronais artificiais: trata-se de, partindo do manancial de *big data*, fazer automaticamente comparações com uma série de “dados de treino”, criando e afinando um modelo de modo a produzir padrões-protótipo de resposta, satisfatórios – compreensíveis e simples – em função de certos enfoques eventualmente enviesados. Note-se porém que o grau de “satisfação” final de um artefacto de IA não provém tanto do *software*, mas antes dos *dados* que promovem a aprendizagem, embora a hierarquização das respostas possa não ser nada inocente. Não se trata portanto de pôr uma máquina a “aprender a raciocinar” mas antes de a fazer proceder a uma complexa análise de um vastíssimo acervo de dados – além do humanamente gerível, extraídos e propostos dependendo quicá do viés de certos critérios humanos – passível de promover uma orientação, também eventualmente enviesada, endereçada a um utilizador perdido num oceano de informação e consciente da sua ignorância<sup>15</sup>.

Dois dos mecanismos mais correntes do raciocínio humano intervêm afinal de forma dissimulada nas operações da IA: a dedução, sob a capa do *software*, e – mais expressivamente – a intuição sob a forma da indução que leva de um problema entre mãos ao *big data* e aos dados de treino; mas por muito que se apurem as capacidades performativas destas formas embrionárias desses mecanismos – e apesar das aparências – certamente que teremos de esperar por outros paradigmas até conseguir uma cópia mais fiel da inteligência humana; um pouco como a luneta de Galileu evoluiu para o mais moderno telescópio óptico<sup>16</sup>, tendo surgido porém para um maior alcance, os radiotelescópios.

Os efeitos da IA no nosso quotidiano estão bem presentes e para deles tirarmos o devido benefício é indispensável conhecer não só os seus limites, mas também a teia de interesses em que a IA nos envolve e que, tal como sucedeu com tantos desenvolvimentos tecnológicos, baseados na sede de curiosidade humana que move o progresso das ideias científicas, nem sempre conduzem, como é bem conhecido, a usos legítimos nem a finais felizes: pense-se no uso da pólvora usada pelos Chineses sobretudo em fogos de artifício mas pelos Europeus sobretudo em armas de fogo ou na energia nuclear, a dos “Átomos para a Paz” e a da bomba atómica. Sucede porém que no que toca a IA vamos progressivamente estando sujeitos a alterações nas nossas vidas de que nem sempre sabemos medir as consequências: já vamos percebendo como a discreta cedência por nós feita gota a gota das nossas preferências através do recurso a sites da internet ou às redes sociais pode reverter numa subtil intromissão que ora incita, ora prescreve ora coage, em soma numa demissão da nossa identidade, pondo-nos satisfeitos com o conforto dos *likes* e com a fácil exclusão de quem nos contradiga; já nos habituámos a que a cómoda informação que nos chega através da internet esteja cada vez mais cheia de notícias falsas e que uma boa alternativa a isso poderá obter-se mas há que pagá-la; rejubilamos ainda com a possibilidade de aceder ao diagnóstico, ao prognóstico e ao acompanhamento terapêutico das nossas maleitas mas pouco a pouco nos apercebemos que também aí a qualidade vai sendo paga e o virá a ser cada vez mais, advertindo-nos contra a inocência do assédio internetico; apercebemo-nos que a nossa selecção ou promoção no emprego foi afinal feita de modo “objectivo” e “independente” por uma máquina cujo *software* e cujos *data* foram concebidos tendo implícitos certos critérios provavelmente muito diferentes dos nossos. A técnica avança e funciona mesmo sabendo que não sabe o porquê do “como” e o conhecimento estaca e, embora sabendo que não sabe, não descansa enquanto através de uma simplificação radical, não vislumbrar “um porquê”; cabendo-nos beneficiar da técnica e do conhecimento, está ao nosso alcance sustentar os desmandos dos seus usos; para isso tem de servir afinal a nossa “inteligência natural”.

Hoje é ponto assente que a sede da inteligência dos animais reside essencialmente no cérebro<sup>18</sup>, e no caso humano nos seus 100 mil milhões de neurónios<sup>19</sup>, células nervosas cujos componentes básicos – corpo celular e seus dois tipos de apêndices – permitem ligar cada neurónio a 10 000 outros através de pontos de contacto chamados sinapses; por meio de apêndices curtos chamados dendritos chegam estímulos químicos que desencadeiam um processo de alteração de cargas eléctricas no interior do corpo central do neurónio de modo a partir daí ser accionado um impulso eléctrico ao longo de compridos apêndices chamados axónios<sup>20</sup> (podem chegar a um metro e meio de comprimento) constituindo uma rede que se estima a 850 000 km<sup>21</sup>; a passagem da morfologia desta rede – já de si muito complexa como se pode imaginar – ao seu funcionamento, está ainda longe de ser compreendida<sup>22</sup>. A propósito do cérebro respigo esta opinião<sup>23</sup>: “cada dia que passa se descobrem novos elementos que, se por um lado representam progresso no conhecimento, por outro nos criam a angústia de saber que muito estará por conhecer”; é verdade que os progressos na localização no cérebro das suas múltiplas funções, já não apenas nas áreas mais famosas da sua porção anterior (córtex frontal) e da sua porção posterior (córtex sensorial) tem sido grande, devido por um lado à relação estabelecida com diferentes patologias (estudos de doenças) e por outro lado graças às técnicas actuais de cartografia das conexões neuronais que tornam possível obter um registo de conjunto da actividade neuronal (pela ressonância magnética funcional e a magneto-electroencefalografia em particular), mas trata-se por agora de processos ainda demasiado invasivos e destrutivos do que se pretende analisar, apesar do recurso às interfaces ínfimas hoje proporcionadas pela nanotecnologia, estimulando ou inibindo acções a pequeníssima escala<sup>24</sup>; mas subsiste a angústia de saber que não se sabe, temperada pela alegria de saber sempre um pouco mais. Alguns procuram mitigar a angústia do desconhecido com uma intuição falível ou imaginação desbragada<sup>25</sup>, outros, mais contidos, conseguem por vezes acertar: em 1974, Arthur Clarke (1917-2008), escritor de ficção científica, frente a um computador ocupando uma sala inteira previu que daí a 25 anos haveria computadores portáteis como aquele em que escrevo aqui: <https://mail.google.com/mail/u/0/?pli=1#search/Arthur+FMfcgxwBTsWRNXpdbHpCCpkMzwQlkFDq?projector=1&messagePartId=0.1>

É dele a seguinte afirmação: “Quando um velho e distinto cientista afirma que algo é possível, está provavelmente certo e quando afirma que algo é impossível está provavelmente errado”. Qualquer um se interroga...

Não era impossível um homem voar? Ou mergulhar horas a fio no fundo do mar? Ou enviar, num segundo, o conteúdo de uma enciclopédia inteira daqui para a China? Ou pôr um pé na Lua? Não parecia impossível ver as luas de Júpiter mesmo depois de Galileu as ter visto? Não parecia impossível a Terra andar às voltas ao Sol e à volta de si própria? Não parecia impossível que a mais bela beldade descendesse do macaco? Não parecia impossível ver hoje objectos astronómicos a milhares e milhões de anos-luz de distância cujas imagens nos chegam do fundo do céu? Não era impossível uma bola de pingue-pongue atravessar um muro de pedra? e não é algo como isso afinal – o efeito túnel da física quântica – que nos permite usar a memória de uma moderna *pen*? Não era impossível o meu relógio atrasar-se só porque eu estou em movimento? e não é por isso afinal – como resulta da teoria da relatividade restrita – que quem se perca pode usar o GPS para saber onde está? Então porque não há-de ser possível o que está quase à vista de todos: a ocupação humana das partes habitáveis do sistema solar, a começar por alguns dos 1 a 2 milhões de asteróides existentes entre Marte e Júpiter (tantos quantas as ilhas sobre a Terra, embora só 11 000 sejam habitadas), a reconstituição dos sectores deteriorados das moléculas de ADN permitindo prolongar a vida a quem o quiser e puder fazer, a construção por inteiro dessas moléculas artificialmente através das máquinas moleculares<sup>26</sup>, as viagens por teleportagem – sem deslocação física limitada pela velocidade da luz, mas por transmissão instantânea de dados como resulta do fenómeno da intrincação quântica – e que é o nosso ADN senão informação? Máquinas que nos superam nas nossas capacidades actuais de dedução, indução, representação dos fenómenos, imaginação, compreensão pela analogia ou pelo jeito, em suma em inteligência? Porque não? Não será a inteligência uma estrutura dissipativa resultante da circulação de um fluxo intenso de informação, tal como a vida resulta de um fluxo intenso de circulação de energia e matéria e tal como as películas que se formam ao agitar uma garrafa de cerveja?

Era essa, tratada matematicamente, a ideia do projecto sobre controlo inteligente a que se refere a Nota 1.

A ser assim, a haver seres com algo superior em qualidade à nossa consciência talvez se evitassem os desmandos a que nos quer sujeitar a limitada inteligência natural de alguns e a que nós não nos podemos submeter estupidamente.

Paulo Almeida almeidp@gmail.com

## NOTAS

<sup>1</sup> O *Projecto de Investigação sobre a Matemática do Controlo Inteligente* foi apresentado ao LNETI (Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, criado em 1979 e extinto em 1992), por uma equipa de 4 investigadores científicos: Paulo Almeida, José M.Ferreira, J.Sousa Ramos e J.Taborda Duarte; o projecto, elaborado e desenvolvido em 1983-84, ficou na gaveta.

<sup>2</sup> O termo nasceu nos Estados Unidos da América em 1956, quando por iniciativa de um professor no liceu “Dartmouth College” aí se organizou uma conferência sobre “artificial intelligence”; esse liceu, criado nos Estados Unidos da América em 1769, e ainda hoje frequentado sobretudo por estudantes do ensino liceal, embora autorizado a outorgar doutoramentos, é muito cobiçado pelo alto nível da investigação científica que lá se produz.

<sup>3</sup> *As Ciências do Artificial*, de Herbert A. Simon (1916-2001), que ganhou o Prémio Nobel da Economia em 1978; o livro, propondo a superação da nossa “racionalidade limitada”, foi publicado nos EUA em 1969 e editado em Portugal em 1981, (Editora Almedina, Col. Studium) com tradução para português pelo especialista em “inteligência artificial”, Luís Moniz Pereira.

<sup>4</sup> No sentido de quererem ser eficientes os engenheiros e as formigas, e serem eficazes os militares e políticos de Hiroshima.

<sup>5</sup> Refiro-me aos fundamentos matemáticos da criptografia (ou seja à chamada “teoria dos números”, snobismo para “aritmética”).

<sup>6</sup> O *Pequeno Manual de Filosofia*, de V. de Magalhães Vilhena, destinado ao ensino liceal, foi editado em 1942, e reimpresso em 1958 (Livraria Sá da Costa · Editora), sendo retirado das livrarias por imposição da Comissão de Censura da ditadura salazarista. O *Manuel de Philosophie* de A. Cuvillier, destinado ao ensino liceal em França, foi editado e várias vezes reimpresso em dois grossos tomos, a partir de 1948 (Librairie Armand Collin).

<sup>7</sup> Com o tempo os conteúdos escolares alteram-se significativamente mas os modos de formação da inteligência são relativamente estáveis; nesse sentido mantém-se por exemplo actual o livrinho *Como se forma uma inteligência*, de “Dr.

Toulouse”, (pseudónimo do eminente psicólogo experimental Édouard Toulouse (1865-1947)), publicado em 1948 na famosa “Biblioteca Cosmos”, dirigida por Bento de Jesus Caraça.

<sup>8</sup> O silêncio é em geral uma condição para a reflexão (pense-se em: “biblioteca *versus* poluição sonora”) e a sua gestão uma ferramenta criativa (como arma – “silêncio eloquente” – ou como arte – poesia, música) crucial na tragédia grega, tema este de eleição na *Poética* de Aristóteles (sobre a *acção de criar*, do verbo grego ποιεῖν [*poiéin*] = fazer); veja-se a edição com tradução e notas de Ana Maria Valente e introdução de Maria Helena da Rocha Pereira, Edição Calouste Gulbenkian, 2004; e veja-se, Marta Várzeas, *Silêncios no Teatro de Sófocles*, Edições Cosmos 2001, com prefácio de Maria Helena da Rocha Pereira.

<sup>9</sup> Uma expressão extrema da poética é a própria poesia, arte do indefinido, do ambíguo, da verdade do mito, forma imensurável de inteligência, e nesse sentido vai o ensaio de Eudoro de Sousa *Origem da Poesia e da Mitologia* (IN - Casa da Moeda, 2000).

<sup>10</sup> “ruído” no sentido da chamada *teoria da informação* (proposta por Claude Shannon e Warren Weaver em 1948): a informação veiculada por qualquer canal de comunicação é inerentemente perturbada e limitada pelo que se convencionou chamar *ruído* (por analogia), maior ou menor consoante uma característica mensurável chamada *capacidade* do canal; se é verdade que à inteligência cabe em boa parte a regulação dessa capacidade, não deixa de ser verdade que a menos que se renuncie à informação haverá sempre ruído, e por outro lado sem informação não é possível o exercício da inteligência.

<sup>11</sup> Sobre *O que é a Razão?* reflecti há dez anos num texto que enviarei a quem mo solicitar; perante a complexidade do mundo há quem a ele se alheie (o místico) quem o contemple com a única arma da observação (o sincrético) e quem se remeta ao uso das armas da dedução e da experimentação assumindo uma representação radicalmente simplificada do observável (o científico).

<sup>12</sup> Séneca (Córdova, 4 a.C.- Roma, 65 d.C.) escreveu: “Que é a razão? A imitação da natureza. Qual é o supremo bem do homem? Acomodar a sua conduta aos desígnios da natureza.” (in Cartas a Lucílio, Fundação Calouste Gulbenkian, 2007, 3ª ed.).

<sup>13</sup> “jeito” no sentido da palavra grega *métis* (μῆτις) que remete para os “desenrascanços” de Ulisses narrados na *Odisseia* de Homero; ver *Les Ruses de l’Intelligence-La mêtis des Grecs*, de Marcel Detienne e Jean-Pierre Vernant, Flammarion, 1974 e 2018.

<sup>14</sup> Sobre o sentido amplo da noção de figura escrevi em 1996 um texto – *O que é uma figura?* – inserido no livro *As Imagens com que a Ciência se Faz*, organizado por Olga Pombo e Silvia di Marco, Edições Fim de Século, 2010.

<sup>15</sup> Sobre as tarefas envolvendo IA qualquer tentativa de actualização, corre o risco de ser logo a seguir ultrapassada, pois a própria envolvimento dos interesses tecno-económicos assim o impõe, muito além do hoje já de si veloz normal desenvolvimento da ciência em geral, de modo que um certo recuo no tempo pode ser por vezes mais frutífero; é o caso, no respeitante a *machine learning*, do livro (que recorre a muita matemática) *Introduction to Machine Learning*, de Alex Smola e S.V.N. Vishwanathan, editado pela Cambridge University Press, em 2008 e disponível na internet no site: <http://alex.smola.org/drafts/thebook.pdf>

<sup>16</sup> O maior telescópio do mundo poderá vir a ser o *European Extremely Large Telescope* com uma objectiva de 40 metros de diâmetro, a construir a partir de 2020; a objectiva do de Galileu tinha apenas 51 milímetros. Mas só com os radiotelescópios – o maior dos quais foi construído na China em 2016 e tem uma antena em forma de disco com 500 metros de diâmetro – se consegue detectar corpos celestes como os pulsares ou as galáxias distantes.

<sup>17</sup> A mais antiga referência a uma palavra designando o cérebro encontra-se como hieróglifo num papiro egípcio (dito de Edwin Smith, nome do seu comprador em 1862) datado de cerca de 1650 a 1550 a.C.; um livro precioso é: *A History of the Brain: From Stone Age surgery to modern neuroscience*, por Andrew P. Wickens, Psychology Press, 2014.

<sup>18</sup> Para Aristóteles (e muitos outros) era ao coração que cabia a primazia da actividade mental, em vez do cérebro, ideia que perdurou durante mais de mil e quinhentos anos. A questão da sede da inteligência (num sentido amplo, extensível à inteligência artificial) discute-se em: *Beyond the Brain: Embodied, Situated and Distributed Cognition*, Benoit Hardy-Vallée, Nicolas Payette (eds.), Cambridge Scholars Publishing, 2008. O cérebro é uma componente do encéfalo (porção da parte central do sistema nervoso contida no crânio), além de várias outras como o cerebelo, o hipotálamo, o hipocampo, etc. .

<sup>19</sup> No cérebro e no cerebelo (na superfície – córtex – de cujos hemisférios se encontra a “massa cinzenta” constituída essencialmente por neurónios) há cerca de 200 mil milhões de células, aproximadamente, metade das quais sendo neurónios e a outra metade correspondendo a neuroglias, umas e outras aí distribuídas de modo desigual, embora as neuroglias estejam presentes em muito maior número na totalidade do sistema nervoso; as neuroglias são responsáveis por funções de regulação do organismo: temperatura, pH, concentrações de sódio, potássio, cálcio, controlo do açúcar, etc. além da blindagem dos delicados axónios.

<sup>20</sup> Estas singularidades morfológicas foram descoberta por Ramón y Cajal (1852-1934), prémio Nobel da Medicina em 1906.

<sup>21</sup> Mais de 20 vezes o perímetro equatorial da Terra que é de 40 000km aproximadamente.

<sup>22</sup> Para entender o papel dos mediadores químicos no desencadear de estímulos eléctricos e na transmissão do influxo eléctrico é encantador o filme disponível em: <https://qbi.uq.edu.au/brain-basics/brain/brain-physiology/action-potentials-and-synapses>

<sup>23</sup> São palavras de Alexandre Castro Caldas, no seu livrinho de divulgação *Uma visita politicamente incorrecta ao cérebro humano*, editado por Guerra e Paz, 2013; é um livro muito mais rico do que inspira a sua aparência sóbria e que vale realmente a pena ler. Reflectem essas palavras a circunstância de ninguém melhor que os cientistas conhecer a dimensão da sua ignorância bem como a fragilidade no tempo das suas convicções mais fortes, venham elas de um Newton ou de um Darwin.

<sup>24</sup> O papel pioneiro de Egas Moniz (1874-1955) com os escassos meios técnicos disponíveis da época, não é alheio à possibilidade de dispor hoje de interfaces com o cérebro humano através de artefactos nele instalados ou que com eles interferem num sentido ou noutro, a saber estimulando ou inibindo; o estudo da interrupção dos circuitos ligando o córtex frontal (com funções na organização da informação e da memória no processamento cognitivo que preside à tomada de decisões) ao córtex sensorial (que rege a informação provida dos órgãos dos sentidos), inibindo a sua acção, valeu-lhe o prémio Nobel em 1949. Leia-se: *Egas Moniz - Uma biografia*, por João Lobo Antunes, editado pela Gradiva em 2010.

<sup>25</sup> Para ter uma ideia dos perigos a que nos pode sujeitar a nossa intuição costume dar dois exemplos: o primeiro devo-o a José Paulo Viana, autor infatigável dos *Desafios* semanais publicados há muitos anos ao domingo no jornal *Público*: 1) admitindo, para simplificar, que a superfície da Terra (raio equatorial = 6 378,14 km) fosse totalmente lisa e que à volta do seu equador se ajustasse exactamente uma corda, será que aumentando essa corda de apenas um metro e ajustando-a por igual ao longo do equador, poderia uma formiga passar-lhe por baixo? 2) Dobrando uma folha de papel sobre si própria 50 vezes teria o conjunto de camadas obtido mais de um metro de altura? (a espessura de um papel usual é de um décimo de milímetro, isto é  $10^{-7}$  km).

1) A circunferência descrita pela nova corda teria com relação à inicial o rácio aumentado em quase 16 cm pelo que até um cão passaria por baixo.  
2) Por cada dobragem a espessura do conjunto de camadas duplica, de modo que ao fim de 50 dobragens a espessura será de  $2^{50} \times 10^{-7}$  km =  $1,1259 \times 10^8$  km ou seja cerca de três quartos da distância da Terra ao Sol.

<sup>26</sup> Trata-se do fabrico de proteínas cuja actividade só é comparável a nível biológico às máquinas-ferramenta da Revolução Industrial – ferramentas que fabricam ferramentas – trabalho que valeu em 2016 o prémio Nobel a Jean-Pierre Sauvage (n.1944).