

Prolegómeno a uma neurologia artificial

LUÍS MONIZ PEREIRA *

Este artigo reporta-se a um mundo artificial onde existem cérebros. Omitirei, portanto, sempre a palavra *artificial* e escreverei *neurónio*, ao invés de *neurónio artificial*, *intenção* ao invés de *intenção artificial*, etc. Mas primeiro algumas definições.

Aquilo que é essencialmente o resultado de uma intenção é artificial, mesmo que, por sua vez, possua intenção — essa intenção será artificial. A intenção que por detrás não tem nenhuma outra é natural. Por exemplo, se o universo foi intencionado por um ser onnipotente que realizou a sua intenção, então todo ele é artificial, incluídas as nossas intenções. Outro exemplo, um computador construído pelo ser humano e que manifesta intenções é todo ele artificial, incluindo as suas intenções, quer ou não o ser humano seja por sua vez artificial.

É certo que o uso das palavras muda, e prevejo até que a palavra *natural* por virtude do desenvolvimento do computador, passará a aplicar-se também a todo o computador cujas intenções, originariamente artificiais, deixem de ser previstas pelo próprio ser humano que o construiu. É quando a criatura ganha independência do criador.

Esse mundo artificial, onde existem cérebros e que começámos por referir, foi construído por

seres intencionantes, anónimos, como laboratório de experimentação e comprovação das suas concepções sobre o seu próprio mundo. Em particular, os cérebros aí existentes servem de laboratório epistemológico onde os construtores do mundo testam *in vitro* algumas concepções sobre os seus próprios processos cognitivos, metafísica, etc.

Tais cérebros funcionam segundo princípios já testados previamente pelos construtores do mundo nos seus computadores, muito embora o substrato fisiológico e físico de uns e outros difira substancialmente, difirindo ainda ambos do substrato material que suporta a actividade mental dos construtores do mundo. Tal não impede que uns sejam tomados como modelo dos outros. Pelo contrário, é nesse princípio de independência do *software* em relação ao *hardware*, amplamente comprovado pela sua ciência da computação, que os construtores do mundo baseiam as suas construções. (Consequentemente, ao modelar os seus processos cognitivos, exploram as potencialidades do modelo para desenvolver, em *feedback* gnoseológico, as suas próprias capacidades mentais.)

O recurso à nomenclatura, paradigmas e técnicas da ciência da computação para a modelação cerebral não era novo. Aliás a própria ciência da computação fora, no processo, enriquecida pela nomenclatura, paradigmas e técnicas das ciências do cérebro.

* Professor do Departamento de Informática da Universidade Nova de Lisboa.

Historicamente, essa dupla fecundação iniciara-se quando foi reconhecido que só com o auxílio de um instrumento com a complexidade acumulada e organizada de um sistema de computação (computador, órgãos periféricos e programas) era possível lidar de uma forma rigorosa com a complexidade dos processos e estruturas cerebrais dos construtores do mundo e, subsequentemente, dos cérebros artificiais que pretendiam construir.

Em particular, os modelos implementados em computador tornam-se definidos, eminentemente observáveis quer na sua formulação quer na sua dinâmica, e podem ser transformados incrementalmente de modo expedito. Por outro lado, dada a observabilidade da dinâmica dos modelos, a neurologia liberta-se da excessiva ênfase na patologia das lesões, e adota metodologias mais condizentes com o estudo do funcionamento normal do cérebro. Mas a própria patologia ganha ímpeto, através da possibilidade de simulação no modelo de lesões específicas e provocadas.

Relembremos, seguidamente, o princípio mais reconhecidamente importante, originário da introdução do computador como laboratório de modelos cerebrais.

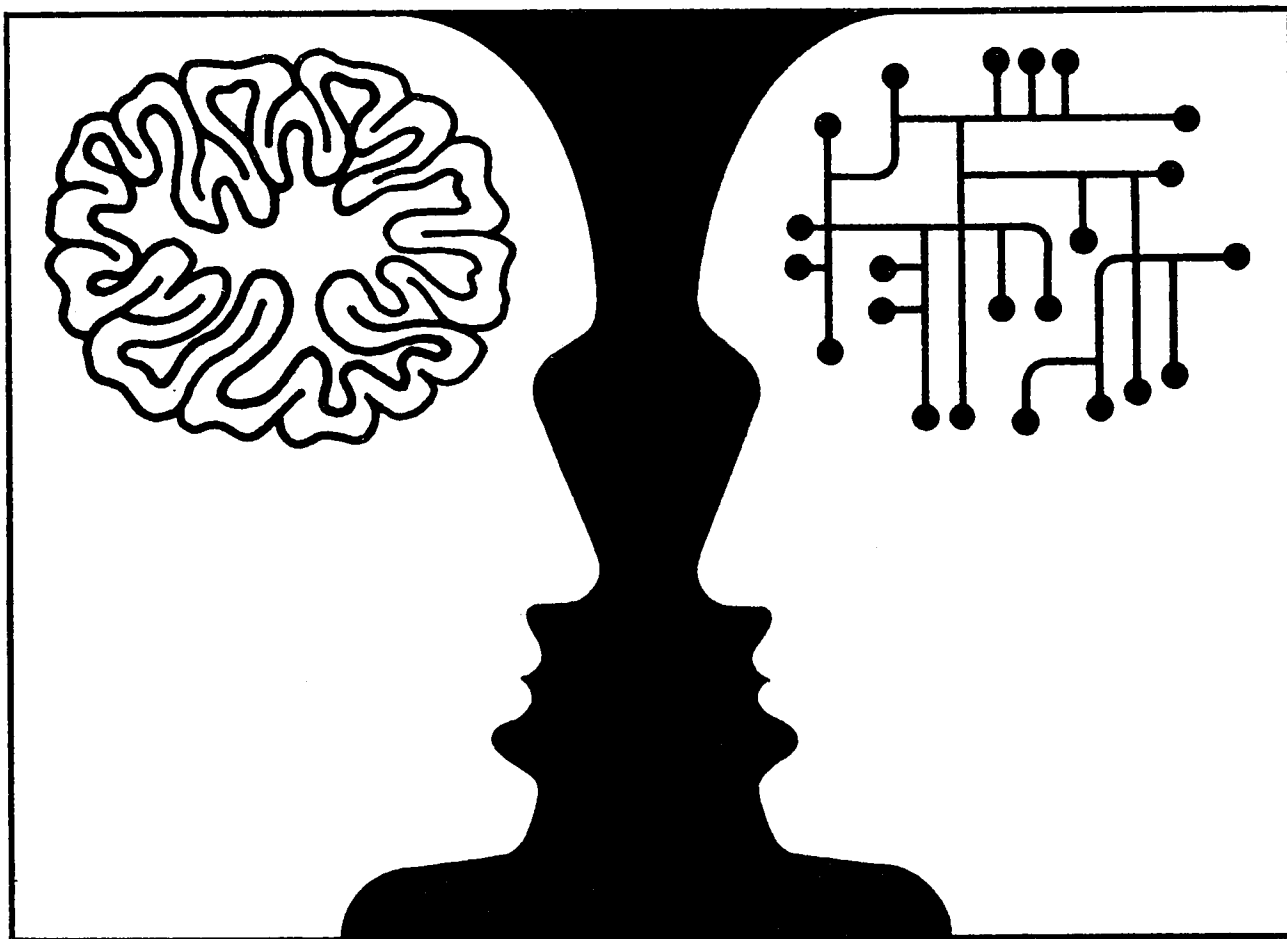
O princípio da distinção entre *software* e *hardware*, entre forma e conteúdo afinal no seu grau mais simples, e que está de algum modo presente em qualquer máquina, surge finalmente com nitidez com o computador. A diversidade de tecnologias empregues para alcançar uma mesma função complexa assim o comprova. Um mesmo programa é executável em máquinas fisicamente diferentes, justamente porque ao nível de discurso do programa os detalhes da sua execução abaixo de um certo nível de análise são irrelevantes, desde que produzam o mesmo resultado. Numa analogia grosseira, dir-se-á que a cor da tinta e a caligrafia são irrelevantes para a mensagem que se escreve (excepção feita às mensagens escritas com sangue e aos SOS desenhados na areia).

A distinção é aliás passível de graus. Aquilo que é *hardware* não é necessariamente o que é físico mas sim o que a um certo nível de aná-

lise é considerado fixo, dado, e não analisável. Historicamente, nos primeiros computadores, esse nível coincidiu com o nível das peças físicas do computador — daí a confusão. Posteriormente esse nível deslocou-se em duas direcções, e ficou clara a sua relatividade. Por um lado, introduziu-se o conceito de máquina abstracta, isto é, o conjunto de instruções fixo, dado e não analisável, que é capaz de suportar um conjunto de funções de *software*, independentemente do modo e dos detalhes que permitem implementar essa máquina abstracta numa máquina física. Por outro lado, os componentes físicos e fixos dos computadores de uma geração, deram origem, nos computadores da geração seguinte, a componentes em parte programáveis, cujas funções são determinadas por *software* (microprogramação). A analogia grosseira com este último caso será uma máquina de escrever IBM de cabeça substituível. Uma principal consequência, para a neurologia artificial, deste princípio omnipresente cujos precursores foram os primeiros axiomáticos, foi a melhoria de focagem do nível de análise neurológica mais apropriado à resposta às suas perguntas.

Outra principal consequência foi, é claro, a crescente popularidade do computador entre os neurólogos, como instrumento de simulação, dada a vantagem de se poder escolher o nível de abstracção da simulação, podendo inclusive simular-se o neurónio. (Nesta tarefa socorrem-se da teoria das caixas negras de abstracção, entretanto desenvolvida pelos informáticos.) Muitos neurólogos, aliás, não tiveram dificuldade em ajustar-se à ideia de simulação do neurónio pois reconheciam que a sua concepção de neurónio era já ela mesma um modelo bastante abstracto do mesmo, ao contrário do que sucede com os informáticos, os quais podem conhecer intimamente os «circuitos» do computador, pois estes são construídos de acordo com as especificações.

A distinção *software* / *hardware* é rica em consequências. Nomeadamente, explica a não obrigatoriedade de correspondência entre a função e o suporte físico ou orgânico dessa função.



O espelho epistemológico

O *hardware* físico não é específico de uma certa função *software* de nível alto. Antes possibilita a execução de uma variedade dessas funções, de forma distribuída e não localizada, exceção feita ao *hardware* específico do interface com órgãos periféricos, e da codificação/descodificação de informação externa, à maneira do que sucede, segundo Luria, com o sistema nervoso. À medida que os processos cerebrais ganham em abstração e nível de integração de várias fontes sensoriais, os neurónios que suportam essas processos tornam-se menos específicos e independentes da origem da informação. (Como seria possível a integração se assim não fosse?)

É certo que para além do interface com o exterior existe *hardware* específico cada vez mais especializado. Mas essa especificidade não é cativa de nenhum *software* em particular, pelo menos em princípio.

Outra consequência da distinção *hardware*/*software* diz respeito à noção de nível de expli-

cação apropriado ou intrínseco. Um programa pode ser entendido, na sua função ou disfunção, em termos de ele próprio, do seu próprio nível de discurso. Claro que a sua disfunção pode originar numa disfunção do *hardware* que o suporta, mas nesse caso ela manifesta-se num comportamento bizarro, não entendível ao seu nível de discurso, e não específica desse programa. Complementarmente, a sua função pode ser descrita recorrendo ao nível do *hardware*, mas essa descrição não constitui um nível de explicação apropriado porque sendo demasiado detalhada não é generalizável. Um exemplo analógico é o seguinte.

Imagine-se uma placa com um buraco circular com 10 centímetros de diâmetro e um buraco quadrado com 10 centímetros de lado. Pretende-se explicar porque é que um cubo com 9 centímetros de aresta passa num dos buracos e não no outro. O nível de explicação apropriado é o que recorre aos conceitos geométricos

envolvidos. Um nível de explicação possível mas não apropriado consideraria as propriedades físico-quânticas dos materiais em presença, suponhamos vidro para a placa e alumínio para o cubo, e explicaria a impossibilidade de passagem do cubo pelo círculo em termos de resistência mecânica para qualquer trajetória de aproximação. Uma tal explicação, por demasiado específica, é dificilmente generalizável para outros materiais constitutivos, digamos ferro e granito. Isto é, há um nível de análise abaixo do qual a explicação perde em generalidade, e que é desnecessário desde que se garanta a fixidez de propriedades a um nível mais alto — no exemplo dado, a invariância da forma dos elementos em questão relativamente à sua composição e trajetória seguida.

Por fim, refira-se a prevalência, de um modo geral, do *software* sobre o *hardware*. Isto é, embora o *hardware* suporte e cause a execução do *software*, a iniciativa pertence, na generalidade, ao *software*. É o *software* que escolhe e provoca a entrada em actividade do *hardware* apropriado

em cada instante. Essa actividade consiste na consulta e execução de *software* adicional tendo como resultado o provocar novamente a activação de *hardware* escolhido. Deste modo se garante a teleologia do sistema *software*, apesar de suportada pela causalidade do *hardware* físico.

Terminamos aqui este artigo introdutório a um tópico fascinantemente vasto, esperando regressar a ele nesta revista e ouvir outras opiniões sobre o assunto.

RESUMO

Exploram-se algumas potencialidades de aproximação entre a neurologia e as ciências da computação, com particular ênfase na distinção hardware/software e suas consequências.

SUMMARY

Potential bridging points between neurology and computer science are explored, with special emphasis on the hardware/software distinction and its consequences.