



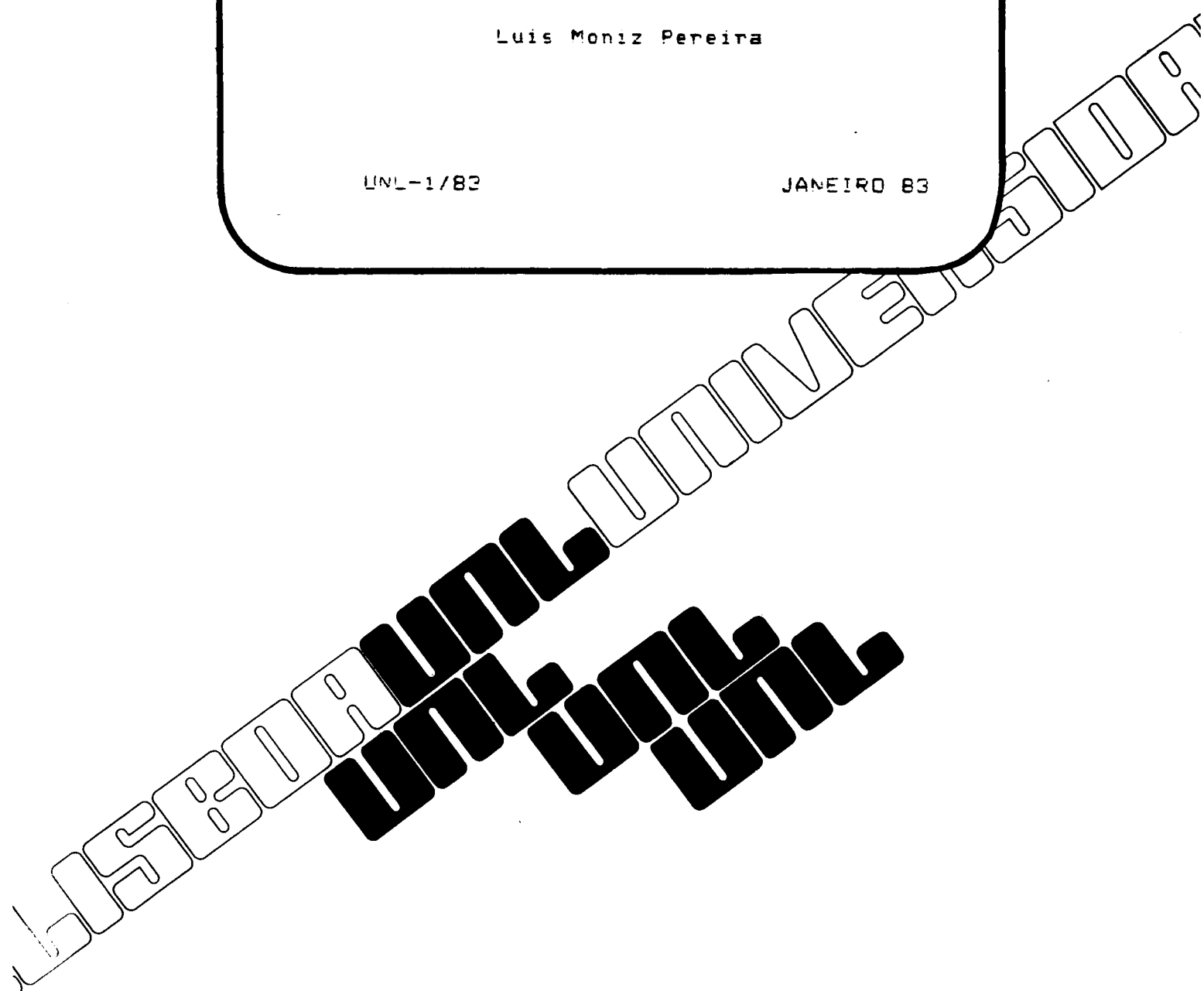
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

COMPUTO LOGO SIMBOLIZO

Luis Moniz Pereira

LNL-1/82

JANEIRO 83



COMPUTO LOGO SIMBOLIZO

Luis Moniz Pereira

LINL-1/83

JANEIRO 83

ACEITE PARA PUBLICACAO NO No.2 DE 1983
DA REVISTA PSICOLOGIA

COMPUTO LOGO SIMBOLIZO (*)

LUIS MONIZ PEREIRA (**)

"Nada mais artificial que a
definição de natural"
Anónimo.

Já tenho dito que a opinião pública está um pouco desinformada sobre a Inteligência Artificial (I.A.) sendo responsáveis os media e o seu sensacionalismo barato. Há uns anos atrás dizia-se "estamos a fazer investigação sobre falar em Português com o computador" e as pessoas não queriam acreditar. Hoje não só não lhes custa fazê-lo como não as espanta, e consideram-nos atrasados na investigação que fazemos. Adiante.

Um pouco provocatoriamente, começaria por dizer que a nossa inteligência é artificial. Artificial porque na sua maior parte é criada artificialmente. Nós somos programados: temos um período longo de neotenia em que a nossa inteligência é programada, e se possível aprende a auto-programar-se. Nas escolas aprendemos novos modos de raciocínio que tem aparecido historicamente: por exemplo, a dedução por absurdo é uma coisa relativamente recente. A I.A. ou seja a procura de mecanismos que explicariam a inteligência, não se fica por aqueles que existem: tenta também encontrar novos mecanismos para novas formas de inteligência; e nada impede que esses novos mecanismos não possam ser seguidamente apropriados genericamente pelos seres humanos via, por exemplo, as escolas. Eu teria até algumas informações a dar sobre o que se poderia ensinar neste momento em resultado da investigação em I.A.. No entanto, nesta exposição vou concentrar-me nas ideias fundamentais que me parece que enquadram, ou fornecem balizas e apontadores, para posteriores discussões de pormenor. Uma das ideias fundamentais é que a I.A. é possível sem computador. É certo que o computador torna mais fácil fazer I.A., porque essencialmente é uma máquina que processa símbolos de forma automatizada; não quer dizer que esse processamento de símbolos não pudesse fazer-se com papel e lápis e cérebro; mas seria incómodo e provavelmente na prática não conseguiria ir-se tão longe como se vai com o computador. Este ponto, o facto de o computador ser um processador de símbolos, é extremamente importante. Até que ponto se podem fazer analogias com o cérebro vai depender de até que ponto o cérebro é também um processador de símbolos. A não ser que entretanto se descubram novas noções de computador, ou melhor, de computação, o que

(*) Texto adaptado duma intervenção numa Mesa Redonda.

(**) Presidente da Associação Portuguesa Para a Inteligência Artificial (APPIA); Professor no Departamento de Informática da Universidade Nova de Lisboa.

equivale a perguntar se é possível um conhecimento exteriorizável, observável, repetível e objectivo, que não seja expressável através de símbolos discretos organizados em linguagem. Por outras palavras, será possível uma ciência não simbólica, em particular uma ciência não simbólica do cérebro? Glosando: podemos dizer que o computador acaba por ser um automatizador de teorias, mas não sabemos até que ponto haverá "hardware" não simbólico, cujo funcionamento não possa ser descrito em termos de símbolos e de manipulações sobre eles. Este é um ponto que me parece básico. Outro ponto básico é o que tem a ver com a distinção "software"/"hardware". A Ciência da Computação, por definição só nasceu ao ter-se percebido que o "software" tem uma independência em relação ao "hardware", sendo pois possível uma Ciência da Computação independente do objecto físico. Caso contrário estar-se-ia a estudar o computador A, a máquina B, o autómato C, ou o cérebro D, e não a computação em geral.

Tal noção, que não é óbvia, é hoje em dia mais ou menos aceite, embora relativamente recente. Esta independência em relação ao substrato existe que haja tradutores - tradutores da linguagem simbólica nas operações do substrato que executa as operações da linguagem. Será que o cérebro tem também tradutores desses? Parece ter: quando usamos uma linguagem oral ou escrita ela é de alguma maneira traduzida em fenómenos, julgamos, bioquímicos. (Haverá níveis de tradução no cérebro, tal como no computador pode haver linguagens simuladas por outras linguagens, podendo um computador inclusivamente ser simulado por outro computador?)

Em resumo, eu diria que o computador é actualmente o único instrumento epistemológico capaz de lidar com a complexidade das nossas invenções simbólicas, agregadas em teorias. Permite uma cumulatividade dessas teorias, torna-as independentes do seu conceitor, ou seja, torna-as exteriorizadas, observáveis, repetíveis, incrementalmente modificáveis, e objectivas. Permite ainda automatizar a exploração da dimensão memória.

A memória é o que permite uma acumulação de causalidade histórica, sendo por definição aquilo que permanece. A memória até agora era um assunto muito pessoal, necessitando do esforço activo de um ser humano para introduzir essa causalidade histórica no fluxo causal presente, a partir dos meios passivos de memorização. O computador, que não é pensável sem memória, é a primeira máquina que manipula de forma activa e organizada quantidades significativas de memória.

Em consequência, estamos perante menos dois antropocentrismos. Em honra a Copérnico, diremos que o computador é o telescópio da complexidade, e o planetário da memória.

Ao aceitarmos as duas premissas: que o cérebro tem em si parte uma componente de processamento de símbolos, e que

há em grande parte uma independência do "software" em relação ao "hardware", isto é, que poderemos discutir as questões de processamento de símbolos do cérebro sem fazer apelo às operações orgânicas que as suportam, então vamos encontrar no computador uma fonte nova de metáforas que vai reconciliar o determinismo material com a teleologia (à frente voltarei a isto). O computador fornece-nos um vocabulário processual, permite-nos falar de processos com ênfase na sua dinâmica, e não apenas em analogias estáticas, e vai portanto muito além do modelo simplista do reflexo, que é o que tem prevalecido até muito recentemente, e vem responder à necessidade de teorização na investigação do cérebro.

Os estudos neurológicos têm prosseguido mais à custa quer de lesões quer de sobre-estimulações (em resumo de disfunções), que de outra coisa. O cérebro lesionado é diferente, e pode fazer toda a diferença mesmo que a lesão seja pequena. Pode fazer uma diferença muito grande, desproporcionada em relação à lesão. Imagine-se o que era fazer isso a um computador: que um dia encontrávamos um computador numa sala, e começávamos a tentar percebê-lo utilizando as técnicas da neurologia: aumentando-lhe a tensão, cortando-lhe alguns fios aqui e ali, um pouco indiscriminadamente, e observando o resultado. Tenho a impressão que teríamos dificuldades semelhantes às que a neurologia tem.

Em que é que o computador vem aliviar essa questão? Por um lado, ao tentarem fazer-se modelos dos processos neurológicos implementados em computador, estamos a observar, dizamos, processos sãos. O que não impede que se façam modelos de lesões; inclusivamente podemos fazer então as lesões à vontade, porque estamos apenas a lesionar o modelo. Por outro, esses modelos fornecerão uma ideia das funções necessárias ao processamento intelectual e cognitivo em geral.

Parece-me essencial, ao querer descobrir as funções do cérebro, ter uma ideia das funções que se devem esperar. Ou seja, para encontrar temos de saber um pouco do que estamos à procura. Isto porque não há de facto uma correspondência funcional-estrutural. Aliás, hoje em neurologia, há uma nova descrição da arquitectura cerebral, uma nova anatomia obtida por marcadores químicos da actividade cerebral.

Em resumo, o computador pode fornecer um modelo da competência cognitiva, independente do substrato que permite a sua manifestação em performance. Em contrapartida, o computador veio redefinir o conceito de máquina (mas eu preferia não me alongar aqui sobre isto).

Atrás afirmei que o computador veio também resolver um problema filosófico de sempre que é, em inglês, o "mind-body problem", o da interacção corpo-mente e todas as suas versões monistas ou dualistas, com ou sem interacção, com ou sem epifenómenos, etc., porque reconcilia essas duas visões: cada uma delas é afinal um ponto de vista, uma descrição de uma mesma

coisa.

E como então se concilia o determinismo com a teleologia, com a intencionalidade?

Imagine-se um círculo com outro dentro e que este último é um ser com intencionalidade. Esse ser tem memória e nessa memória resistiu eventos passados. Esses eventos interactivam entre si na memória do ser, e portanto há uma causalidade entre eles. Fora desse círculo interior existe a causalidade, dizamos, no mundo exterior. No entanto, o ser intencionante, em virtude da sua memória, conseguiu isolar do exterior um certo nexu causalístico, e só é permeável ao exterior até certo ponto. Muitas vezes ele próprio escolhe a sua abertura ao exterior. Portanto dizamos que temos um oceano causal no meio do qual pode haver uma bolha, mais ou menos isolada dessa causalidade exterior, que contém todo um mundo causal dentro de si. Nesse mundo causal podem originar-se processos causais que actuam de dentro para fora e que correspondem a intencionalidade efectivada daquele ente. É claro que ele também está submetido ao banho causal, e não pode escolher exactamente a que causas está sujeito, embora possa escolher algumas. Qualquer das causalidades, interior e exterior, é determinística, mas o carácter, dizamos, secreto, da causalidade interior é fonte de surpresa para a causalidade exterior, porque é uma causalidade acumulada, histórica, e portanto imprevisível olhando apenas para as circunstâncias exteriores actuais.

Esta teoria casa-se bem com a teoria dos 3 mundos de Karl Popper. Nela há um mundo exterior que é o mundo físico, um mundo interior a que ele chama mundo 3 (o primeiro é o mundo 1) que é o mundo artificial puro, o mundo das teorias matemáticas e da música por exemplo, que não tem necessidade de fazer qualquer referência ao exterior, e existe por si, com objectivos que fazem parte desse nexu causal interno. Entre os dois mundos há o mundo psicológico, o mundo 2 do Popper, onde se fazem as transacções, e que é o mundo da atenção perceptiva, da proprioceptividade, e motricidade de cada um de nós.

É interessante reconhecer que há também um fluxo no sentido inverso, da neurologia, ou da inteligência natural, para a I.A.. Isto é, há processos computacionais descritos por neurologos com grande interesse para os computadores. Um deles, e alias eu tenho trabalhado sobre isso, é o que diz respeito a introspecção, ou seja, a capacidade de um programa poder ser introspectivo, de em certa medida ganhar um pouco de consciência. Embora a consciência seja uma questão ainda muito indefinida para toda a gente, creio, o que é certo é que a consciência tem a ver com a introspecção e com a capacidade de auto-referência. Eu tenho tentado explorar essa capacidade de auto-referência dos programas, nomeadamente fazendo interpretadores/progrmas capazes de olharem para a sua própria descrição, e através disso serem capazes de melhor controlarem o desenrolar da sua execução, e também de explicarem as razões que os levam a um resultado.

A finalizar seria bom referir quais são as diferenças entre a inteligência natural e a artificial, tal como as concebemos hoje em dia. Primeiro, o cérebro é susceptível de regimes de trabalho que não são do tipo tudo ou nada como o computador. O cérebro pode estar ébrio, pode estar alucinado, ou com sono, e isso corresponde a regimes de funcionamento que têm um certo nexu próprio, ao passo que o computador não. O computador tem que funcionar num único estado bem caracterizado, ou não está a funcionar de todo, ou o funcionamento que tem nessa altura não faz sentido. Adicionalmente, o cérebro tem grandes capacidades de paralelismo, como é sabido, e só hoje em dia se começam a explorar computadores com capacidades de paralelismo. É uma das grandes dificuldades é que, ao contrário do que se pensava, em vez de aumentar facilmente a eficácia do processo, uma vez que há vários processadores em paralelo, corre-se o risco de se perder mais tempo do que se ganha, em virtude do excesso de administração da comunicação entre esses processadores. No entanto, creio que a questão do paralelismo não é essencial, porque o paralelismo pode ser simulado em princípio, e na verdade em todas as definições de funções computáveis, quando em matemática se definem funções computáveis, é de facto indiferente se há ou não processadores paralelos, e nunca ninguém inventou uma função computável desconhecida pelo facto de ela ser executada por processadores paralelos. Portanto tudo é sempre redutível por simulação, ao processador sequencial.

Por fim, o cérebro tem a característica de ser auto-programável, isto é, tem um sistema motivacional e uma consciência reflexiva que tem uma capacidade de em grande medida controlar todo o funcionamento do cérebro, e mesmo de superar todos os mecanismos de nível mais baixo.

Na computação, tal como nós a entendemos usualmente, o programa é fixo. Há dados que variam de circunstância para circunstância, mas o programa é realmente considerado fixo. Pouco se explorou, embora essa capacidade sempre estivesse presente, a possibilidade de o programa se modificar a si próprio, porque ainda ninguém sabe muito bem o que há-de fazer-se com isso. Essa capacidade de auto-programação tem a ver, no entanto, com a capacidade de definição de objectivos os genéricos variáveis, os quais são quer herdados quer adquiridos culturalmente, em interacção aberta e continuada com o meio.

Estes temas suplicam normalmente uma conclusão moral, e a bem dizer uma moral computacional, que este texto não vai adiantar-se mais a suscitar.