

Prof. Luís Moniz Pereira

LUÍS MONIZ PEREIRA

Do Curso de Eng. Electrotécnica

CIBERNÉTICA — EPISTEMOLOGIA

(L)

«TÉCNICA»

REVISTA DOS ALUNOS DO I. S. T.

Separata do n.º 383, págs. 161 a 165

4-15
1968
ex/1
#IVF

LISBOA
ASSOCIAÇÃO DOS ESTUDANTES
DO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

1968

ACT 4588 INF
CXI

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

C. D. U. 007:165

CIBERNÉTICA — EPISTEMOLOGIA

por LUIS MONIZ PEREIRA

Do Curso de Eng. Electrotécnica

RESUMO

Neste artigo expõe-se a necessidade dos processos heurísticos na adaptação em geral. Com esse fim utilizam-se diversas máquinas ideais obedecendo a diferentes epistemologias, diferentes modos de «estar no mundo».

Refere-se ainda a importância de modelos simuladores para o estudo da psicologia genética, e teoria do conhecimento em geral.

1 — INTRODUÇÃO

O problema de base da epistemologia é o de averiguar da possibilidade, das limitações e dos processos de atingir um comportamento adequado ou seja, simultâneamente adaptado à estrutura do meio e à finalidade do sujeito.

Trataremos aqui, sobretudo dos processos; procuraremos traçar o modelo de um ou mais mecanismos capazes de adaptação, aprendizagem e inovação.

a) A máquina empirista

Para tal consideremos em primeiro lugar um mecanismo empirista.

Sob a forma conceptual, trata-se de um sistema que recebe mensagens do meio por intermédio de órgãos sensoriais que as codificam. A máquina empirista pura limita-se a executar codificações sucessivas das mensagens que recebeu, se lhe suposermos uma memória. Não há nela um mecanismo lógico formal que as associe, ou que delas consiga extrair qualquer outra mensagem que não seja totalmente redundante. A máquina empirista tendo recebido sempre mensagens concretas não pode construir dentro de si mecanismos lógicos que consigam operar sobre essas mensagens, porquanto esses mecanismos envolveriam a construção duma estrutura formal e abstracta que não poderia ter sido extraída das mensagens anteriores sem o auxílio duma outra estrutura formal que lhe fosse anterior. Ela só pode ser redundante porque a quantidade de informação contida nas mensagens particulares será quando muito somada na informação total,

atendendo a que simples recodificações só poderão diminuir ou manter a informação inicial.

Poderá então dizer-se que o output da máquina empirista é demasiado dependente das mensagens do meio, do seu input.

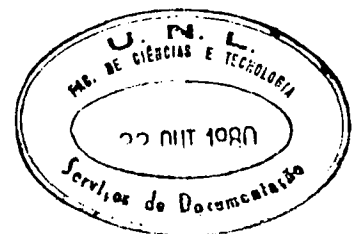
Em resumo, ela pode recombinar os estímulos externos, presentes e passados, mas não pode operar sobre a estrutura interna da sua acção; ela é capaz de obedecer a vários factores do meio mas se a sua acção se torna incoerente ela não é capaz de a reordenar, de estabelecer relações entre as suas acções isoladas, não sabe inventar, não tem iniciativa, é uma máquina rigorosa que segue as leis impostas pelo meio e pela sua estrutura sem jamais as modificar. Ela é insensatamente unívoca.

b) A máquina associacionista

Consideremos em segundo lugar uma máquina puramente associacionista.

Ela inclui dentro de si processos combinatórios e formais cuja origem não é explicada e não obedecem a qualquer critério. Assim, ela pode a partir das mensagens que recebe, construir outras, não redundantes, mas de resto quaisquer. Dizemos quaisquer, porque embora a sua estrutura formal lhe permita a invenção, esta é puramente estocástica; de modo que a máquina associacionista não pode garantir quer a coerência consigo própria quer para com o meio.

Em resumo, o processo associacionista puro redundando numa combinatória generalizada porque nada obriga a máquina a conservar as mesmas regras operatórias ao longo de um «jogo», ou mesmo a distinguir «jogos», sequências de situa-



ções exteriores diferentes. Ela não contém senão possibilidades operatórias, virtualidades de estruturas. A sua iniciativa é demasiada; ela é demasiado independente das mensagens particulares que recebe e das suas sequências. No que lhe toca, todas as respostas são equiprováveis e ela não é portanto sensível às regularidades do meio. O seu output é obstinadamente independente do seu input.

2—O PROCESSO ADAPTATIVO

Do que já ficou dito podemos afirmar que para haver adaptação um sistema deverá distinguir-se do meio mas não lhe poderá ser indiferente. O que faltava à máquina empirista era um mecanismo interno de modificação das transformações levadas a cabo sobre as mensagens, de forma que ela conseguisse aprender. A máquina associacionista seria preciso acrescentar um mecanismo interno que regulasse a permanência de cada processo transformativo de modo a permitir a aprendizagem. Ambas as máquinas necessitavam portanto ser informadas sobre a eficácia dos seus outputs e levadas a realizar o aproveitamento dessa informação de modo a modificarem de maneira orientada a sua estrutura interna. Só assim manteriam sempre uma aderência salutar ao real embora constringidas às finalidades que se propusessem.

Põe-se pois o problema da aquisição das estruturas formais operatórias adequadas ao ambiente.

Nas máquinas adaptativas actuais, essas estruturas são basicamente introduzidas pelo seu construtor. Vamos por isso daqui em diante recorrer aos sistemas adaptativos puros: aos seres vivos e ao sistema nervoso humano.

Ora na máquina associativa, as estruturas formais inatas faziam experiências ao acaso na tentativa de encontrar as transformações apropriadas a que sujeitar as mensagens; só que qualquer bom resultado obtido não era permanente, e para uma situação que se repetisse havia que reinventar os processos transformativos ao invés de consolidá-los. Por outras palavras, a adaptação não era cumulativa.

Tal não sucede nos seres vivos. Para eles uma nova adaptação pressupõe as anteriores, não sendo o processo adaptativo reversível. Daí a compatibilidade dos mecanismos cromossómicos e psicológicos de adaptação.

Jean Piaget sintetiza em duas teses o processo da adaptação cumulativa:

Primeira tese: Toda a génese parte duma estrutura e chega a uma estrutura.

Segunda tese: Toda a estrutura tem uma génese.

Assim, põem-se os problemas da estrutura inicial, e o da aquisição de estruturas na boa direcção. Por outras palavras, como é que o meio ambiente induziu o aparecimento duma estrutura simples nos organismos primeiros, e como se promoveram estruturas mais sofisticadas desde então até hoje.

Pelo que ficou dito possibilitamo-nos agora falar de adaptação heurística.

Por heurístico entendemos um processo adaptativo que faz uso da experiência (adaptações prévias) para avançar novas estruturas envolvendo as anteriores, estruturas essas que não são totalmente despropositadas como na máquina associativa, mas verosímeis na medida em que partem de adaptações já consolidadas.

Piaget comprova o processo heurístico. Ele demonstra nos estudos de psicologia genética a existência de estruturas inatas na criança que só pela experiência se desenvolvem em outras estruturas mais complexas que incluem as precedentes. Essas estruturas inatas têm raízes biológicas como veremos, porque a adaptação psicológica pressupõe a adaptação biológica.

Examinemos as razões que pesaram no aparecimento do sistema nervoso.

Primitivamente o mecanismo cromossómico de adaptação podia dar conta das variações do ambiente porquanto os inputs dos primeiros organismos eram rudimentares e portanto, sensíveis a um pequeno número de parâmetros e só a variações relativamente grandes destes.

O desenvolvimento de órgãos sensoriais especializados com vista a uma melhor e mais vasta detecção das flutuações exteriores originou que o ser se visse a abraços com um maior débito de informação para o qual o sistema cromossómico de controle não possuía nem a capacidade nem a «variedade» (requisitive variety de Ashby) necessárias. Além do mais a sobrevivência era só assegurada para a espécie e não para cada indivíduo isoladamente. A necessidade de um sistema regulador com uma constante de tempo de resposta da mesma ordem de grandeza do limiar do tempo das novas variações a que o organismo se tornara sensível, introduziu o surgimento do sistema nervoso. A sua fisiologia e centralização

próprias permitiram-lhe suplantam o sistema endócrino, parente próximo do controle enzimático de origem cromossômica.

Depois foi o aparecimento da capacidade de previsão ou pré-adaptação justificando a insuficiência dum sistema nervoso simplesmente reflexo-lógico. É essa capacidade de previsão que assegura ou permite a construção de modelos.

A grande novidade do sistema nervoso é a sua potência para tratar duma maneira maleável a hereditariedade do adquirido por intermédio da linguagem. Se bem que essa linguagem não seja condição necessária para o assimilar das primeiras estruturas lógicas na criança, sem dúvida que é ela que consegue transformar profundamente o pensamento, ajudando-o a atingir formas de equilíbrio (social inclusivamente), por uma esquematização mais elaborada e uma abstracção mais móvel. O aparecimento relativamente tardio da linguagem durante o segundo ano, contrariamente às explicações fáceis pelo condicionamento que a serem verdadeiras, imporiam o seu aparecimento desde o segundo mês, faz supor a formação prévia de uma inteligência sensório-motriz que é a estrutura de suporte para as estruturações subsequentes. Piaget confirma: «constatamos que a linguagem não é suficiente para explicar o pensamento porque as estruturas que caracterizam este último mergulham as suas raízes na acção e mecanismos sensório-motrizes mais profundos que o facto linguístico».

Quatro factores podem ser invocados para explicar o aparecimento das estruturas lógicas: a inexistência de estruturas no sistema nervoso, a experiência física, a transmissão social, e as leis probabilísticas do equilíbrio. Lembremos que a coordenação nervosa determina o quadro das possibilidades e impossibilidades no interior do qual se construirão as estruturas lógicas, mas não contém previamente, no estado pré-formado, essas estruturas. Toda uma construção é pois necessária para passar do sistema nervoso à lógica e esta não pode por consequência ser considerada como inata.

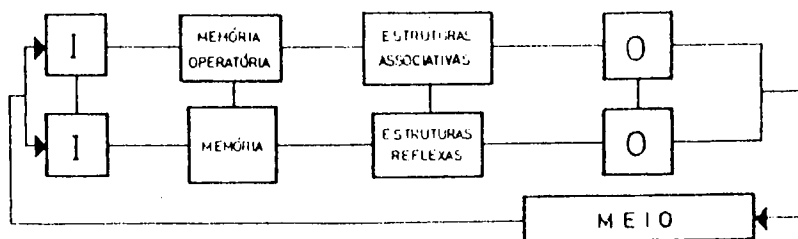
É preciso então considerar a necessidade lógica como extraída da experiência física e as regras lógicas como constituindo as leis mais gerais dos objectos eles próprios? Certamente. Não é senão através das acções executadas sobre os objectos que se formam as estruturas lógicas. A origem das operações lógicas não é senão a acção.

A maturação do sistema nervoso abre simplesmente uma série de possibilidades mas sem que elas dêem lugar a uma concretização imediata, enquanto as experiências materiais ou de interacção social não promoverem a sua afirmação.

Poder-se-ia, por exemplo, perguntar se as operações lógicas são inatas na criança e um dos argumentos a invocar em favor dessa inexistência seria o de que as próprias conexões nervosas apresentam uma estrutura isomorfa à da lógica: a lei neurológica do «tudo ou nada» pode com efeito traduzir-se por uma aritmética binária isomorfa à álgebra de Boole. W. McCulloch com a colaboração de Pitts mostrou que as conexões tomam a forma das diversas operações da lógica das funções proposicionais (disjunção, conjunção, exclusão, etc.). Mas admitindo é certo que estes factos constituem uma condição necessária para a formação das estruturas lógicas, pensamos que eles não são condição suficiente porquanto elas só se constituem pouco a pouco no decurso do desenvolvimento da criança, em conexão com a linguagem e sobretudo com os contactos sociais; o sistema nervoso e a sua maturação tardia limitam-se assim a abrir um campo de possibilidades no interior do qual tomarão forma um certo número de condutas; mas esse processo supõe certas experiências físicas (manipulação de objectos) e certas condições sociais (troca regulada de informações, controle mútuo), que determinarão o desenvolvimento daquilo que a maturação tornara apenas possível.

3 — OS MODELOS

Consideremos o esquema: (sistema adaptativo)



Ele resultou da combinação duma máquina associacionista com uma máquina empirista, mas não é a sua soma simples porque conforme se pode ver, as diferentes partes interaccionam. Esta nova máquina, além do mais é informada dos efeitos dos seus outputs por uma retroacção (feedback) através do meio que faz corresponder a esses efeitos, novos inputs para a máquina.

Portanto com este esquema temos acopladas as duas máquinas anteriores, e compensadas as suas inconveniências isoladas devido à simetria de propriedades de cada uma delas.

É de notar que dentro da nova máquina não há setas que obriguem a determinado sentido e que em particular cada uma das máquinas parciais pode introduzir na outra directamente, sem passar pelo meio, todo um conjunto de valores de input. Por outras palavras, as novas ligações internas permitem que a máquina adaptativa «imagine» situações exteriores; e dizemos «imaginar» porque algumas das situações simuladas embora permitidas pelas ligações internas, não o são pelo meio. Isto é, o virtual ultrapassa o real.

Será bom distinguir nesta ocasião adaptação-estado e adaptação-processo:

Por adaptação-estado entendemos uma situação actual de equilibrio, medida pelo conjunto de adaptações já conseguidas e que se manifesta por reacções imediatas. Por adaptação-processo, entenderemos a construção de modelos aproximados ou exactos da realidade, que forneçam à máquina a capacidade de «imaginar» o comportamento do meio ambiente, isto é de fazer previsões, e por esse modo, de saber pré-adaptar-se ou preparar-se antecipadamente para qualquer situação a que não poderia fazer face no próprio instante, pelo uso da sua adaptação-estado.

É o processo de construção de modelos que está na origem da «curiosidade» da máquina pelo meio e do sucessivo alargamento do seu campo de adaptação; mas há mais: são os modelos que facultam a simulação, a realização de experiências conceptuais, permitindo assim acelerar o processo evolutivo.

4 — REGULAÇÃO E OPERAÇÃO

Tínhamos já visto que por ser utilizado um método heurístico, os modelos elaborados não eram quaisquer mas orientados, e que as possi-

bilidades das ligações internas eram mais ricas que as autorizadas pelo meio. O que perguntamos agora, é como se realiza a restrição do número de casos possíveis engendrados pelas ligações internas, aos casos reais, quando o modelo de determinada parcela da realidade é exacto.

Nesse caso em que o modelo é exacto, há evidentemente univocidade da saída para cada entrada. Portanto o modelo actua como operador, em contraposição com um modelo simplesmente regulador que fornece apenas saídas aproximadas da saída ideal e se vê desse modo compelido a sucessivas correcções segundo um processo de equilibrio dinâmico. Pelo contrário, o modelo operador, garante «à primeira» a resposta exacta (vidé modelos matemáticos).

Podemos encarar a operação como o limite de uma regulação sucessivamente aperfeiçoada ao longo dum processo evolutivo. O movimento desse processo é o da generalização operatória que cria novas estruturas por intermédio dos elementos das estruturas anteriores e por intermédio duma abstracção reflexiva fundada ou extraída da operatória ou funcionamento próprio das estruturas anteriores.

Uma das consequências mais interessantes do teorema de Shannon sobre a transmissão de informação na presença de ruído, é a seguinte: se uma mensagem contém erros originados pelo ruído, é possível, repetindo-a numerosas vezes e estudando estatisticamente as suas diferentes versões, reduzir a probabilidade de que esses erros persistam.

Poder-se-ia julgar que para essa probabilidade se aproximar de zero fosse preciso aumentar indefinidamente a redundância do código e consequentemente fazer tender para zero o débito de informação. Ora pelo teorema de Shannon isso não acontece: é possível receber correctamente uma mensagem com um grau de confiança de cem por cento sem aumentar indefinidamente a capacidade do canal.

Esse grau de confiança de cem por cento, essa certeza, não é mais do que a possibilidade de estabelecer entre os elementos da mensagem recebida e os elementos da mensagem emitida uma função precisa. Se isso não fosse viável, a passagem da regulação à operação nos sistemas adaptativos de capacidade finita também nunca o seria. Em resumo, o teorema assegura-nos que as estruturas operatórias são possíveis no universo físico.

Effecta Eugenio Houz Peiri

Do mesmo modo as condições necessárias dos equilíbrios e funcionamento de todas as operações internas são definidas pelos princípios gerais da cibernética e pelos teoremas da teoria da informação. Porque o objectivo da cibernética e da teoria da informação são «todas as máquinas possíveis», interessando pouco se foram construídas pelo homem ou pela natureza. A cibernética oferece o quadro onde as máquinas individuais podem ser ordenadas, postas em relação, e compreendidas (Ashby).

Assim as coordenações gerais de acções são uma consequência das leis de informação e controle as quais resultam das ligações (restrições) impostas pela natureza sobre a matéria, e que ostentam o papel de axiomas nos sistemas cibernéticos que delas decorrem.

Ora, é a coordenação de actividades no ser vivo que induz um nível operatório nos elementos constitutivos internos dando origem a uma estrutura. É sobre as estruturas elementares que se vão fazer posteriormente reestruturações novas que atingem níveis operatórios mais complexos e é portanto do interior, e na base biológica e raízes psico-químicas que o ser interacciona com o objecto e por isso mesmo as coordenações gerais dos actos são adequadas ao real, donde procedem em última análise. Ao nível sensório-motriz é a eficácia na satisfação das necessidades que incita o ser a favorecer os esquemas bem organizados em detrimento dos outros.

Só quando há estruturas aparecem a operação e a necessidade lógica porque se a estrutura for isomorfa da realidade, as operações e a necessidade lógica são as mesmas do determinismo real (leis da física)

É a redundância da realidade, decorrente da sua estrutura que permite ao ser encontrar essa estrutura através da redundância das mensagens que recebe.

5 — EPISTEMOLOGIA

Qual o critério de escolha entre uma ou outra epistemologia aparentemente «boas»?

Permitimo-nos dar uma resposta: será a construção efectiva de modelos epistemológicos. E hoje isso já é possível se atendermos à versatilidade da cibernética em utilizar «máquinas de informação». A vantagem nítida da construção efectiva de modelos epistemológicos é que essa construção obriga a definir com precisão o modelo que se pretende, podendo levar à formulação de novas perguntas ou à reformulação de perguntas postas deficientemente. A comprovação de um sistema formal será pois a realização de uma «máquina possível» que lhe seja aderente.

Mas a construção de modelos artificiais apresenta mais recompensas: ela elimina o «sujeito» sempre subjectivo e particular no qual não se podem inteiramente isolar parcelas.

Foi apresentado o surgimento de vários sistemas de controle nos seres vivos: primeiro o genético e endócrino, depois o sistema nervoso reflexológico e por fim a capacidade de previsão. Uma nova etapa começou já: a da crítica desses sistemas de controle e a dos estudos de inteligência artificial.

6 — SUGESTÕES

ASHBY, W. — Introduction à la Cybernetique — Dunod
 ASHBY, W. — Design for a brain — Chapman and Hall
 CELLÉNIER, G. — Cybernetique et Epistemologie — P.U.F.
 MOLES, A. — Theorie de l'information et perception esthétique — Flammarion
 PIAUDET, J. — Six études de psychologie — Gauthiers
 PIAUDET, J. — Structuralisme — Que sais je?

Coleções de Artigos

Computers and Thought — Mc Graw Hill
 Thinking and Reasoning — Penguin Modern Psychology

