

Da defesa de uma prática cibernética

por HELDER COELHO, OLIVÉRIO SOARES e ALMEIDA LOUREIRO
(Grupo de estudos de cibernética da Universidade de Luanda)

SYNOPSIS — This paper defends a cybernetic practice: a scientific work involving students and staff of the faculties of Engineering, Science and Medicine.

1. Introdução

Pretende-se com este artigo defender uma *prática da cibernética*: um trabalho envolvendo alunos e assistentes provenientes de três escolas (Medicina, Ciências e Engenharia). Este trabalho terá uma multidimensão, isto é, apresentará uma característica cibernética, a realimentação entre os três campos em causa, e poderá ser realizado no último ano de cada um dos cursos referidos.

É amplamente conhecida a infiltração da cibernética e dos seus métodos no ensino e na investigação. O conceito de interdisciplinidade é hoje aceite e materializado num grande número de Universidades estrangeiras. Em Portugal, a interdisciplinidade foi ratificada no diploma legal que estabelece a nova orgânica de bacharelatos e licenciaturas das Faculdades de Ciências, tendo os alunos a necessidade de se inscreverem em disciplinas de cursos diferentes, consideradas convenientes para as suas formações científica e cultural. No entanto, não foi ainda estabelecida expressamente a realização de trabalhos interdisciplinares, pelo que se julga oportuna uma intervenção. Parece possível e necessária a realização imediata de actividades com natureza cibernética, donde a urgência de integrar uma prática cibernética nos planos dos cursos universitários referidos.

2. Objectivo primeiro: O conhecimento

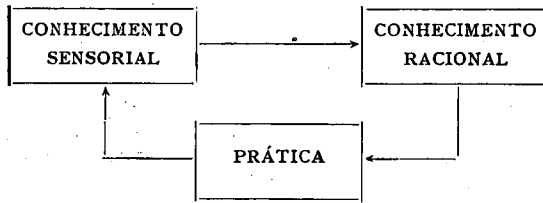
A evolução da Ciência, tem conduzido, devido à variedade dos fenómenos estudados, a uma especialização dos ramos de investigação e à simultânea fragmentação do saber. As inevitáveis incidências, de tal facto no campo do ensino, fazem com que o aluno proceda à aquisição e assimilação de um conhecimento compartimentado e confinado às fronteiras do sub-domínio universal que constitui o objecto científico a que se dedicou.

A cibernética, evidenciando a existência de mecanismos similares em domínios diferentes, possibilita a integração de análises sectoriais, conduzindo à superação dos inconvenientes que advêm da perda de visão do conjunto.

No campo pedagógico são clássicas as críticas de que tem sido alvo o ensino magistral, nomeadamente o de não fomentar o desenvolvimento do espírito crítico do aluno. Não vem a propósito abordar a pertinência de tais juízos face às complexas premissas que condicionam a concepção de um sistema de ensino, antes *realçar que a prática cibernética*, tal como tem sido adoptada nos organismos de ensino e investigação estrangeiros, constitui um avanço positivo no sentido de *atenuar* tal insuficiência que sempre se fez sentir em menor ou maior grau.

Ora, a essência do processo de conhecimento, *o seu real mecanismo de construção*, consiste em elevar-se da sensação do pensamento, até à compreensão progressiva das contradições internas dos fenómenos, isto é, até ao conhecimento racional.

O processo do conhecimento é pois um ciclo informático com reacção entre os dois tipos fundamentais de conhecimento:



É a prática, no sentido lato, que une estes dois tipos de conhecimento e estrutura todo um processo de construção lógico-mental. A realização antes do termo do curso universitário de trabalhos de investigação, ditos *projectos laboratoriais*, constitui, para um aluno, útil exercício de elaboração de conhecimento, por processos adequados e orientados.

3. Objectivo segundo: O trabalho sobre o conhecimento

Tendo em conta a existência de intersecção entre domínios inerentes às várias ciências e reconhecida a validade pedagógica de uma prática podemos concretizar a proposição em questão: inclusão, a nível de curso universitário, de um trabalho colectivo e interdisciplinar de investigação, realizado por um grupo de alunos provenientes de campos diversos (processamento em linguagens diferentes), trabalhando num único projecto, e procedendo a uma comunicação sistemática e metódica.

Uma prática deste tipo constituirá, além do mais, a preparação para o trabalho interdisciplinar a que o aluno poderá ser solicitado na sua actividade profissional, uma vez que se acentua a necessidade de colaboração entre investigadores de diversos ramos, não só no sentido de proveito mútuo quanto ao conhecimento dos resultados obtidos por cada um, como na cooperação ou análise simultânea de fe-

nómenos nos seus campos de actuação. A consciencialização ao nível do aluno quanto às potencialidades de trabalho interdisciplinar não será, pois, de importância secundária.

4. De uma prática cibernética: A engenharia biomédica

Numa leitura das histórias das ciências, Electricidade e Biologia, observamos na evolução de cada uma delas a produção de conhecimentos úteis à progressão da outra. A interfecundação aparece, de início, segundo linhas naturais, quer tomando o fenómeno bioeléctrico quer os modelos teóricos e a instrumentação. Mais tarde esta associação estrutura-se e emancipa-se como ciência: *a cibernética*.

Nos planos dos cursos de Engenharia Electrotécnica vê-se uma lista de domínios com imediata importância para a prática biomédica (teoria estatística da comunicação, dispositivos e circuitos electrónicos, teoria das redes, campos e ondas, sistemas e controle). Em contraste com as Universidades estrangeiras, em Portugal não conhecemos até agora qualquer intenção de estruturar um curso sobre Engenharia Biomédica.

O estudo fisiológico do corpo humano, por exemplo, exige na sua análise estudos de mecanismos incluídos nos âmbitos da Física, Química, Biologia, Matemática, Electrónica, etc. Justifica-se assim a colaboração de especialistas destes ramos não só em programas de investigação como em tarefas mais específicas.

A Automação, Informática e Electrónica permitem a concepção e implementação de modelos, bem como de aparelhagem de controle e medida, facilitando e tornando mais rápida a realização de experiências (mais rigorosas e ricas de informação). É relevante a consciencialização dos especialistas dos diversos ramos, rela-

tivamente às potencialidades de tais técnicas.

Se é certo que o âmbito da cibernética é mais lato que o da biomedicina, é este o campo mais estruturado e onde a progressão é mais acentuada. Demonstra-o a profusão de institutos de investigação, neste domínio, espalhados pelo mundo.

5. Da estruturação da prática cibernética

Assumidos objectivos e sua importância, resta relatar o modo organizativo:

- 1.º — Esta prática cibernética será possível no último ano dos cursos de Ciências, Medicina e Engenharia (electrotécnica).
- 2.º — Agrupará alunos provenientes das três Faculdades que serão reunidos em grupos com o máximo de seis (dois de cada faculdade).
- 3.º — O núcleo central da prática será um projecto laboratorial concebido e construído pelos alunos e pessoal docente. Entende-se por *projecto laboratorial* a forma menos estruturada de prática laboratorial, um projecto não necessariamente de trabalho prático. A característica mais importante desta solução é a de coadunar-se com o estabelecido na proposta inicial apresentada pelo estudante e aprovada pelos docentes.

Uma dificuldade que pode surgir é o encaminhamento dos alunos para a escolha do projecto, atendendo à viabilidade de obtenção de resultados satisfatórios, num prazo compatível com a duração dos trabalhos.

- 4.º — Cada grupo será orientado por três docentes, um de cada faculdade.
- 5.º — A orientação fica a cargo de um professor catedrático.

6.º — No início do semestre, em reunião conjunta de docentes e alunos, definir-se-ão os objectivos da prática e as potencialidades de escolha.

7.º — A prática é organizada em 3 horas semanais (cada grupo tomará a mais um número de horas, de acordo com o seu projecto), assim distribuídas:

2 horas de seminário

1 hora de trabalho de grupo

Os seminários serão feitos pelos alunos, docentes e outros especialistas, e versarão matérias afins ao projecto de cada grupo. Destinam-se a preencher lacunas importantes nos domínios científicos em causa, bem como promover a actualização do conhecimento desses campos. Podemos apontar como exemplos:

- a 1. Teoria da informação — teoria estatística da comunicação
- b 1. Processos Estocásticos
- c 1. Teoria das Probabilidades
- d 1. Teoria da Estabilidade
- e 1. Estatística Aplicada
- f 1. Estatística Matemática
- g 1. Teoria das Redes
- h 1. Teoria dos Campos
- i 1. Sistemas e Controle
- j 1. Análise de sistemas lineares e não lineares
- k 1. Álgebra linear
- l 1. Análise infinitesimal
- m 1. Computação; Linguagens
- n 1. Dispositivos e circuitos electrónicos
- o 1. Sistemas digitais
- p 1. Instrumentação electrónica
- q 1. Técnica de grafos
- r 1. Biologia geral
- s 1. Mecânica Estatística
- t 1. Biomecânica
- u 1. Bioquímica

- v 1. Teoria molecular. Genética
- x 1. Regulação endócrina da homeostasia
- y 1. Regulação nervosa da homeostasia, do equilíbrio, do sono, dos movimentos, etc.

Os seminários feitos pelos docentes devem promover o desenvolvimento da comunicação entre os vários campos e estabelecer interfaces semânticas. Podem-se apontar como exemplos de seminários os seguintes:

- a 2. Sistemas de controle em animais
- b 2. Introdução à biomatemática
- c 2. Laboratórios de bioelectrónica

Os projectos laboratoriais serão escolhidos de modo a ser possível a sua realização no prazo determinado e a fazerem intervir conhecimentos dos três campos em causa: *Engenharia, Biologia e Medicina*. Assim, são bons exemplos de projectos, os seguintes:

- a 3. Reacções tissulares a estímulos eléctricos
- b 3. Medição das características eléctricas da pele
- c 3. Simulação das várias homeostases de um animal: regulação da temperatura, sali-

nidade, concentração celular hemática, etc.

- d 3. Simulação de reflexos condicionados com elementos lógicos
- e 3. Detecção de equilíbrios ecológicos e sua alteração experimental em laboratório
- f 3. Estudo geral de percepção com animais em laboratório, do ponto de vista da formação de conceitos; aprendizagem da reacção a estímulos complexos
- g 3. Estudo laboratorial da transmissão hereditária de reflexos condicionados adquiridos com animais simples
- h 3. Estudo com microscópio electrónico das enzimas, na transmissão e controle da informação genética
- i 3. Estudo da estrutura e função de uma célula (a do fígado por exemplo)
- j 3. Experiências sobre a condução, numa célula de quatro eléctrodos
- l 3. Experiência para a medição da pressão de oxigénio num tecido
- m 3. Estudo dos mecanismos reguladores das secreções endócrinas.

Propagação do som no mar

por DANIEL A. RODRIGUES
(Licenciado em Ciências Geofísicas)

O mar é um sistema físico muito complexo onde a característica dominante de qualquer distribuição de propriedades que nele se observe é a sua variabilidade

quase aleatória quer no espaço quer no tempo.

Só o emprego de técnicas instrumentais muito avançadas e de métodos de