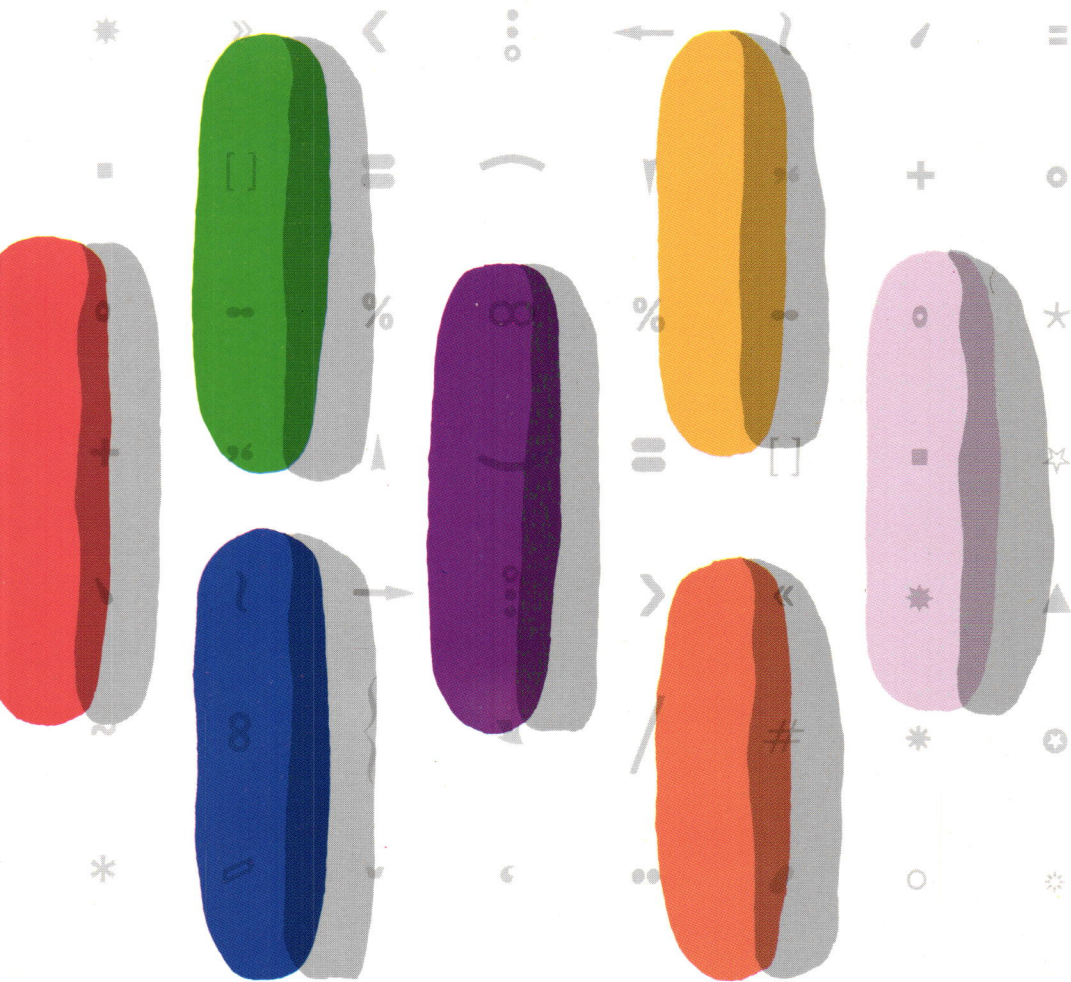


COMISSARIADO PARA A EUROPÁLIA 91 - PORTUGAL

O E S T A D O D A S C I Ê N C I A S E M P O R T U G A L

COORDENAÇÃO DE JOSÉ MARIANO GAGO



PUBLICAÇÕES DOM QUIXOTE

N O V A E N C I C L O P É D I A

A 9 e 10 de Dezembro de 1991, incluída no programa científico do *Festival Europália 91 - Portugal*, realizou-se em Bruxelas uma conferência internacional sobre «Ciência em Portugal». Dezenas de cientistas portugueses reflectiram sobre o estado actual da investigação científica no nosso país com cientistas belgas, parlamentares europeus, membros da Comissão das Comunidades Europeias, altos funcionários de organizações internacionais.

Recolhem-se no presente livro as comunicações apresentadas nessa conferência, as quais, no seu conjunto, desenharam um amplo panorama da ciência em Portugal, abrangendo a Biologia e a Biotecnologia, as Ciências do Mar e da Terra, as Ciências Agrárias e Veterinárias, as Ciências Biomédicas, as Ciências Médicas, as Ciências Sociais e Humanas, as Engenharias e Tecnologias, a Física, a Matemática e a Química. A variedade e a qualidade dos textos aqui apresentados, da autoria de alguns dos nossos mais eminentes cientistas, tornam este livro uma obra de referência obrigatória para todos os que se interessam pela ciência e pela investigação científica em Portugal.



O ESTADO DAS CIÊNCIAS
EM PORTUGAL

COMUNICADO PARA A COMISSÃO DE TRABALHO

.....

Biblioteca Nacional – Catalogação na Publicação
O estado das ciências em Portugal

Org. José Mariano Gago
(Nova enciclopédia; 37)

I. Gago, José Mariano

ISBN 972-20-1014-X

CDU 001.89(469)“19”

CIÊNCIAS EM PORTUGAL

O ESTADO DAS C

ções Dom Quixote, Lda.

Luciano Cordeiro, 116, 2.º

Lisboa Codex – Portugal

Reservados todos os direitos

de acordo com a legislação em vigor

Depositado para a Europália 91 - Portugal

Data de publicação: Setembro de 1992

Depósito legal n.º 59 416/92

Impressão: TEXTYPE – Artes Gráficas, Lda.

Distribuição: Gráfica Manuel Barbosa e Filhos, Lda.

ISBN: 972-20-1014-X

Publicação

Rua L

1098 L

Reser

de acordo

© 1992, Comissão

1.ª ed

Depó

Fotocomposição:

Impressão e acabament

IS

Í N D I C E

Agradecimentos.....	13
Prefácio – <i>Emílio Rui Vilar</i>	15
Introdução – <i>José Mariano Gago</i>	17

Capítulo I – CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS

Introdução – <i>Fernando Gil</i>	21
Percorso da Antropologia em Portugal – <i>Joaquim Pais de Brito</i>	25
A Situação Actual da Investigação Histórica em Portugal – <i>José Mattoso</i>	29
A Geografia em Portugal – <i>Jorge Gaspar</i>	33
Investigação em Economia em Portugal – <i>Diogo de Lucena</i>	39
Sociologia – <i>João Ferreira de Almeida</i>	43
A Ciência da Linguagem em Portugal – <i>Maria Helena Mira Mateus</i>	47
As Ciências da Educação em Portugal. Um Percorso em Busca de um Lugar entre as Ciências do Homem e da Sociedade – <i>Maria Teresa Ambrósio</i>	51
A Investigação em Psicologia – <i>Jorge Vala</i>	55

Capítulo II – ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS I (CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO)

Tecnologias de Informação em Portugal: uma Introdução – <i>Cândido Marciano da Silva</i>	67
INESC: Desenvolver Portugal através da I&D em Tecnologias de Informação e Telecomunicações, Formação e Modernização Empresarial – <i>José Manuel Tribolet</i>	75
Tecnologias da Informação na Universidade do Minho – <i>José Esgalhado Valença e José Fonseca de Oliveira</i>	81
Um Valor Estratégico no Futuro das Telecomunicações em Portugal – <i>Paulo Nordeste</i>	85

Investigação e Desenvolvimento em Robótica e Telecomunicações no Instituto Superior Técnico – <i>João José dos Santos Sentieiro</i>	89
Impacto da Participação de Portugal no CERN nas Tecnologias Electrónicas e de Informação – <i>Gaspar Bandeira</i>	93
Uma Revisão Breve da Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Engenharia Biomédica e Clínica – <i>Pedro Guedes de Oliveira</i>	97
Investigação e Desenvolvimento em Tecnologias de Informação Aplicadas à Indústria na Universidade do Porto – Uma Visão Pessoal – <i>José Carlos Diogo Marques dos Santos</i>	101
Investigação em Tecnologias de Informação na Educação em Portugal – <i>António Dias de Figueiredo</i>	107
I&D e a Competitividade da Indústria Portuguesa – <i>Alberto Milheiro Barbosa</i>	111

Nota Breve:

Programa Integrado de Tecnologias de Informação e Electrónica (PITIE) – <i>Themudo de Castro</i>	117
---	-----

Capítulo III – BIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA

Ciência Biológica nas Últimas Três Décadas e Perspectivas para o Futuro – <i>Francisco Carvalho Guerra</i>	123
Centros Interdisciplinares: Uma Resposta às Necessidades da Investigação em Química e Biologia – <i>António Xavier</i>	127
Instituto de Biologia Molecular e Celular da Universidade do Porto – <i>Alexandre T. Quintanilha</i>	131
Investigação no Centro de Biologia Celular. Recursos Humanos e Interdisciplinaridade – <i>Arsélio Pato de Carvalho</i>	137
Situação da Investigação em Biotecnologia em Portugal – <i>Júlio Maggiolly Novais</i>	143
Biologia Molecular em Portugal – <i>João Vasconcelos Costa</i>	147

Capítulo IV – FÍSICA

Física. Uma introdução – <i>Jorge Dias de Deus</i>	153
Física da Matéria Condensada em Portugal – <i>João António de Bessa Meneses e Sousa</i>	157
Física da Radiação e Descarga em Gases – <i>Armando José Ponce de Leão Policarpo</i>	169
Física Nuclear Aplicada – <i>José Carvalho Soares</i>	175
Física das Partículas em Portugal – <i>José Mariano Gago</i>	179

Notas Breves:

Cristais Líquidos – <i>António Farinha Martins</i>	189
Investigação em Física Nuclear – <i>António Moutinho</i>	191
Astronomia em Portugal – <i>Maria Teresa Lago</i>	193
Física da Fusão de Plasma no IST – <i>Carlos Varandas</i>	197

Capítulo VIII – MATEMÁTICA

A Matemática em Portugal – Uma Breve Introdução – <i>Fernando Roldão Dias Agudo</i>	321
A Álgebra em Portugal. A Investigação: Caminhos e Escolhas	
– <i>José António Perdigão Dias da Silva</i>	325
Análise Matemática em Portugal: Impressões do Passado Recente e do Futuro Próximo	
– <i>Luis Sanchez</i>	329
A Investigação Matemática Actual em Portugal (Sub-Domínios da Mecânica e Física Matemática) – <i>António Ribeiro Gomes</i>	333
Investigação em Estatística e Investigação Operacional. Apêndice:	
Investigação em História das Matemáticas – <i>José Tiago de Oliveira</i>	339

Capítulo IX – QUÍMICA

A Química em Portugal – <i>Alberto Romão Dias</i>	347
Engenharia Química em Portugal: 1976-1991 – <i>Alirio E. Rodrigues</i>	349
Química Inorgânica em Portugal nos Anos 90 – <i>Júlio Pedrosa de Jesus</i>	355
Química Orgânica em Portugal – Tendências Recentes – <i>Ana Maria Lobo</i>	359
A Química-Física em Portugal – <i>Jorge Calado</i>	363
Investigação em Química Analítica em Portugal	
– <i>Maria de Lourdes Sadler Simões Gonçalves</i>	375

Capítulo X – ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS II (MATERIAIS, MECÂNICA E ESTRUTURAS, CIVIL E ORDENAMENTO, HIDRÁULICA, MINAS)

Investigação em Ciência e Engenharia de Materiais em Portugal – <i>Manuel Amaral Fortes</i>	381
O Estado Actual da Investigação em Engenharia Mecânica em Portugal – <i>Vasco Sá</i>	393
Engenharia Civil e do Território em Portugal. Uma Breve Introdução Histórica	
– <i>António Ressano Garcia Lamas e Manuel L. Costa Lobo</i>	399
Investigação em Projecto Óptimo de Sistemas Estruturais e Mecânicos – <i>Carlos Mota Soares</i>	403
Engenharia Estrutural – <i>José Oliveira Pedro e Ricardo Teixeira Duarte</i>	411
Hidráulica e Engenharia Hidráulica – <i>António de Carvalho Quintela</i>	415
A Investigação Científica em Portugal no Domínio de Engenharia de Minas	
– <i>Luís Aires-Barros</i>	421

Capítulo XI – CIÊNCIAS MÉDICAS

Introdução – <i>João Lobo Antunes</i>	431
---	-----

Investigação Clínica em Portugal. Contribuição de um Grupo de Investigação – <i>José Cunha-Vaz</i>	435
As Neurociências em Portugal. Panorama Actual – <i>Alexandre Castro Caldas</i>	441
O Desafio da Investigação em Medicina Tropical em Portugal – <i>Virgílio do Rosário</i>	445
Investigação em Imunologia no Contexto dos Programas Actuais de Ciências e Tecnologia. Uma Perspectiva Clínica – <i>Rui Victorino</i>	449

estamos ainda a cumprir um dos propósitos do Festival Europália: o de deixar o testemunho de um acontecimento naturalmente efêmero, alongando os limites de tempo e de espaço em que ocorreu.

O Royal BACAS e o seu Secretário Executivo Prof. René Brissynck são credores da nossa gratidão, pela generosa hospitalidade com que nos receberam no excelente Palais des Académies, onde decorreu a Conferência Internacional.

À Comissão das Comunidades Europeias e à Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, que apoiaram a realização deste projecto, bem como a todos os cientistas que nele colaboraram, queremos também aqui deixar expresso o nosso reconhecimento.

Um voto: que a reflexão sobre a actividade científica portuguesa, documentada neste livro, possa sugerir outras iniciativas e contribuir para o conhecimento e o desenvolvimento da Ciência em Portugal.

Emílio Rui Vilar

Comissário-Geral

Comissariado para a Europália 91 – Portugal

de instrumentos nacionais suficientemente dotados – contratos-programa plurianuais com instituições de investigação, recrutamento de investigadores e técnicos – acrescenta um novo capítulo à história das políticas de ajuda externa, neste campo específico, e porventura desembocará, em breve, no debate sobre a necessidade de políticas federais, à escala da CE, em matéria de ciência e educação.

A publicação em livro destes textos tem por objectivo devolver ao leitor uma imagem suficientemente aprofundada da ciência que se faz em Portugal, domínio a domínio, escrita por alguns dos seus principais protagonistas, onde, a par da identificação dos problemas que são objecto de investigação, se equacionam recursos, perspectivas, interrogações quanto ao futuro e programas de acção.

Julgo assim exprimir o sentimento de todos os autores ao fazer votos para que a leitura desta obra contribua para o reforço do diálogo informado entre os cientistas e a generalidade dos interessados nas coisas da cultura (e portanto, também, da ciência) em Portugal.

José Mariano Gago

CAPÍTULO I
CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS

INTRODUÇÃO

*Fernando Gil**

A filosofia é equidistante às diferentes ciências sociais: mas isso é também uma maneira de dizer que ela se encontra a igual proximidade de todas elas. Esta paradoxal relação de distância e de proximidade explicará talvez porque resolveu o Prof. José Mariano Gago confiar a moderação desta mesa redonda a um praticante da filosofia.

As ciências sociais são herdeiras de um *discurso de sociedade* que nos séculos XVII e XVIII estava longe de possuir coerência epistemológica ou sequer objectos bem definidos. Versava, sem cuidar em bem os distinguir, sobre o social e o político, o económico, a moral, e enxertava-se na filosofia à qual parecia caber, por direito próprio, dizer a verdade do homem. Kant enunciou-o lapidariamente, ao reconduzir as três questões da filosofia (que posso conhecer? que devo fazer? que me é permitido esperar?) a uma única: *que é o homem?*

O século XIX e sobretudo o nosso destituíram esta pretensão. As «ciências sociais» ou «ciências humanas» (expressões onde ecoa às vezes ainda, para além da simples contraposição às «ciências da natureza», a nebulosa inicial do discurso de sociedade) construíram-se contra a hegemonia de uma filosofia que não se dotou de instrumentos capazes de responder à pergunta de Kant. Faltou-lhe para isso uma metodologia apropriada. Para a encontrar, as ciências sociais olharam para o outro lado do saber: as ciências exactas, tal como elas se elaboraram a partir do século XVII. A cientificidade das ciências sociais buscou-se em modelos formais que, sem a decalcar, se inspiram da inteligibilidade da matemática e das ciências naturais.

As ciências sociais fizeram-no sem contudo esquecer a interrogação kantiana, que tomaram à sua conta e a que quiseram responder de outra maneira: cientificamente, precisamente, e não filosoficamente. Segundo modalidades e trajectórias diferentes consoante as discipli-

* École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS), Paris e Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.

nas e os países, elas constituíram-se e continuam a evolver através da referência à questão, eminentemente metafísica, sobre o homem e da referência também a metodologias que por princípio excluem toda e qualquer filosofia.

Esta dupla referência é intrinsecamente conflitual. Colocadas entre as ciências exactas e a filosofia, as ciências sociais estão permanentemente atravessadas por uma contradição latente entre a sua vocação filosófica (mesmo quando, como é hoje de regra, esta é recusada, em benefício da cientificidade) e os meios técnicos de a efectivar. A contradição pode exprimir-se por oposições teóricas declaradas – é o caso do debate recorrente entre as correntes «hermenêuticas», de cariz abertamente filosófico, e as escolas «positivas» –, ou por tensões dentro das correntes e das escolas. Tem um nome genérico, o conflito entre *sentido* e *formalismos*. Designado diferentemente em cada controvérsia, permanece na sua essência insanável, mau grado os esforços repetidos em o superar, através da criação de objectos que procuram ser *formas com sentido* ou *formas de sentido*. Em termos epistemológicos gerais, o objecto das ciências humanas (o «homem») é em larga medida avesso às operações científicas que o determinam.

O conflito pode também traduzir-se por uma certa alternância entre a componente filosófica e a componente científica das ciências humanas. Simplificando pouco, é lícito dizer que esta última, dominante se não quase triunfante durante os anos 60-70, se acha hoje em crise. O estruturalismo pareceu representar a síntese acabada do sentido e do formalismo: em todas as disciplinas em que se impôs, são seu objecto estruturas significativas ou seja, um sentido objectivado. Foram esses anos um momento glorioso das ciências sociais, pois o estruturalismo foi consonante com outros projectos e metodologias, que dele se não reclamavam mas que visavam directamente a mesma objectivação do sentido: é o caso da «utensilhagem mental» ou da «mentalidade» em história, do funcionalismo sociológico, da análise factorial em psicologia, etc.

Mas as sínteses, ou as superações, revelam-se sempre limitadas e as dificuldades reaparecem inevitavelmente em outros planos. Onde o estruturalismo se estabeleceu com autêntico rigor (foi muitas vezes um calão que escondia o arbitrário ideológico), o sentido não se objectivou mas dissolveu-se pura e simplesmente nas estruturas, tornou-se ele próprio estrutura; é aliás o que começa hoje a reproduzir-se nas ciências cognitivas. Com razão se disse então que o homem havia morrido ou que a linguística prescindia do sujeito. Ora, torna-se hoje uma vez mais patente que o sentido se não deixa objectivar inteiramente, porquanto o lugar do sentido é a *experiência do sujeito*, que continuamos a não saber formalizar. *Volens nolens* volta-se à questão kantiana. O «sentido» não pode ser avaliado como desligado das intenções subjectivas e é muito esclarecedor que o problema da intenção se coloque hoje nas ciências cognitivas com a mesma acuidade com que outrora se colocou a respeito da história ou da sociologia compreensiva. Não é para justificar um espiritualismo não menos ideo-

lógico que o positivismo, mas em nome dos objectos das «ciências do homem» – para os não amputar, deformar, reduzir –, em nome da cientificidade destas ciências, ou seja, também afim de, em última análise, salvaguardar a sua *objectividade*, que não será nunca legítimo pretender pôr entre parênteses o sentido vivido da experiência humana.

Conflito não é porém sinónimo de aporia ou de impasse. O segredo das ciências humanas, aquilo que as torna difíceis e apaixonantes, é o modo como conseguem negociar internamente essa mesma contradição latente que lhes subjaz e as transporta. (Quando o não conseguem fazer elas são então, efectivamente, ou redutoras ou dogmáticas, ou se refugiam em descrições com magro valor explicativo). A história das várias ciências humanas é também a história dos mil modos que esta negociação reveste. O fito último das concepções poderosas e fecundas, em todas as disciplinas, reside sempre em, como se dizia acima, *dar forma ao sentido*, objectivá-lo sem o perder; e, se esse intento é inatingível em termos absolutos, é com ele que quotidianamente se defrontam os investigadores. A medida em que é trabalhado na prática é a pedra-de-toque das ciências humanas: elas exprimem-se por conjecturas sobre o sentido dos comportamentos dos sujeitos individuais e colectivos – mas as conjecturas obtêm-se com base em métodos que não podem ser arbitrários. Sem formalismos não há ciências e sem a preservação do sentido as ciências não são humanas; é esta dificuldade que as ciências humanas a todo o momento *resolvem*.

Como o podem fazer? Julgo que a resposta é uma só, com vários elementos. Ela não pertence ao domínio da teoria mas é histórica e institucional e introduz-nos à situação das ciências humanas em Portugal, tema desta mesa redonda.

É a maturação interna das questões que conduz à atenuação de posições extremas e à consideração de pontos de vista divergentes; e sem uma massa crítica de investigação, sem escolas diferentes, sem diversas tradições e estilos de pesquisa – que tenderão, uns, mais para as hermenêuticas do sentido, e outros, mais para a definição de metodologias objectivas e replicáveis – essa maturação não poderá produzir-se: ela é efeito de confrontações e de contravérsias que obrigam a revisões e são condição da vitalidade de cada corrente de pensamento. Só um meio interno, como dizia Claude Bernard, do organismo, ou seja, um desenvolvimento autónomo, com os seus ritmos, as suas crises, os seus avanços, os seus mecanismos internos de regulação, uma transmissão ordenada dos problemas e das soluções, permite criar práticas e *habitus* em que os investigadores se reconheçam conjuntamente, para além das oposições teóricas e ideológicas que os separam; e o progresso da investigação depende ainda directamente da existência de dispositivos de avaliação e de uma opinião pública atenta e crítica.

Ora, a principal conclusão a tirar dos testemunhos que aqui se apresentam parece ser o nosso considerável déficit em todos estes aspectos – que são *exigências absolutas*. Só muito recentemente a história das ciências sociais portuguesas começou a ser um processo com

24 / O ESTADO DAS CIÊNCIAS EM PORTUGAL

vida própria. Nunca se dirá demais a ruptura, e o desastre, que o Estado Novo – partilhado entre a hostilidade e o desinteresse – representou para as ciências sociais portuguesas. Perseguidas e desencorajadas, faltaram-lhes os tempos de maturação que hoje reinventamos, queimando etapas e sem um atrás para onde olhar.

É este meio termo incipiente que é preciso fortalecer. Como bem sabem os seus praticantes e como transparece das contribuições a este volume, o destino teórico das ciências sociais em Portugal joga-se hoje, antes de tudo o mais, nos seus condicionamentos materiais.

PERCURSO DA ANTROPOLOGIA EM PORTUGAL

*Joaquim Pais de Brito**

Se tivéssemos de escolher uma data bem precisa que pudesse dar conta das mutações na prática etnológica em Portugal, isto é, o momento onde fazer começar um novo período em relação ao dos etnógrafos/folcloristas vindos do século XIX, seria o ano da publicação das duas obras de Jorge Dias *Vilarinho da Furna* e *Os arados portugueses*: 1948. No ano anterior o autor tinha sido encarregado da organização da investigação etnográfica no Centro de Estudos Etnológicos Peninsulares criado, em 1945, junto do Instituto de Antropologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. O plano de trabalho projectado iria desenvolver-se segundo dois eixos fundamentais. Por um lado, são os estudos de comunidade, conduzidos pelo próprio J. Dias, dando prioridade às pequenas aldeias ditas comunitárias das montanhas do Norte como Vilarinho ou Rio de Onor (cuja monografia foi publicada em 1953). Eles são o resultado da observação próxima e prolongada no decurso de sucessivas estadias de trabalho no terreno, ao mesmo tempo que têm a sua origem numa formação universitária específica (adquirida na Alemanha) o que lhes confere o lugar de trabalhos pioneiros não apenas em Portugal, pelo facto de estarem entre os primeiros estudos de comunidades europeias antes da «descoberta» dos países do Sul pela antropologia anglo-saxónica. Por outro lado, como segundo eixo ou vertente da investigação, são os grandes inquéritos extensivos que procuram cobrir toda a extensão do país (Portugal continental), que têm como objectivo o inventário, a classificação e a análise de uma pluralidade de elementos do que foi convencionado chamar a cultura material do universo camponês – sobretudo as tecnologias e técnicas tradicionais de produção. Este programa de investigação será continuado, sem interrupção desde a publicação dos *Arados*, pelo pequeno grupo de investigadores que trabalharam em equipa com Dias no Centro – Fernando Galhano, Ernesto Veiga de Oliveira, Benjamim Pereira – e dará lugar à publicação de obras de síntese interpretativa de rara qualidade sobre os sistemas

* Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (ISCTE).

de secagem do cereal (1963), as construções (1969), o carro de bois (1973), a atrelagem (1973), as ferramentas agrícolas (1976), os moinhos (1983) ou mesmo os instrumentos de música (1966), apenas para referir alguns dos trabalhos principais. Um dos objectivos, explicitado desde o início (em 1948) por Jorge Dias, era o de colocar nos mapas estes factos culturais que iriam permitir conhecer melhor o país, as características mais marcantes da sua diversidade e a sua história. Esta intenção metodológica, cujo resultado – os oito mapas de um *Atlas Etnológico* inacabado – está certamente aquém do que os autores desejavam, ia no sentido do que se fazia na Europa Central e tinha sido definida em paralelo com outros projectos de cartografia etnográfica.

Mas a renovação ou, melhor dizendo, o início da etnologia em Portugal sob os traços modernos de um programa de investigação, baseado no trabalho de equipa e tendo como referência um país que se procura conhecer melhor a partir de um campo disciplinar claramente individualizado, apenas pode ser correctamente avaliado considerando o contexto histórico ideológico nacional em que este se produz. A investigação empreendida e os trabalhos publicados no quadro do Centro de J. Dias participam da inquietação que, perto do fim dos anos 40, põe a dialogar geógrafos, etnólogos e linguistas. Todos procuram romper com o discurso linear de um regime que, para uso interno e externo, constrói a ideia de um país feito de tradição, ordem, harmonia, trabalho, valores em torno dos quais se pretende afirmar a identidade e a homogeneidade que escondem todos os tipos de diversidades regionais, de diferenças sociais, de assimetrias. Este obscurantismo deve ter atingido o seu clímax em euforia e efabulação ideológica nos anos que vão desde o concurso «A Aldeia mais portuguesa de Portugal» organizado pelo Secretariado Nacional para a Informação em 1938 e as Comemorações de 1940 com a sua Exposição do Mundo Português. A segunda guerra mundial travou outros desenvolvimentos, outras iniciativas e, uma vez terminada, os primeiros sinais de uma abordagem problematizada surgem com Orlando Ribeiro e o seu modelo paradigmático da divisão tripartida do país que irá influenciar os trabalhos do Centro de Etnologia.

Retemos outros traços de caracterização deste «primeiro» quarto de século da etnologia portuguesa. Com a entrada de J. Dias, em 1956, como professor no ISCSPU – uma escola superior que formava os quadros da administração colonial – e a criação da Missão dos Estudos das Minoridades Étnicas do Ultramar (1957) ele irá abrandar e mesmo abandonar os estudos no terreno do território continental, sempre continuados pelos outros investigadores do Centro. Permanecerá todavia como a figura tutelar de referência de todo este período. São muito raros os etnólogos estrangeiros que procuram Portugal. O país permanecerá marginal em relação ao impulso dos estudos mediterrânicos iniciados com Pitt-Rivers em Espanha (em 1954). Alguns casos isolados nos anos 50 (Emilio Willemz) e 60 (Joyce Riegelhaupt e Colette Callier-Boisvert) são insuficientes para animar um debate e difundir novas abordagens no interior do campo disciplinar, falta de vias académicas de circulação dos textos e de leitores sensibili-

zados. Com efeito, a presença da etnologia nas escolas está quase ausente ou marcada pelo pragmatismo e a ideologia imediatista como seria o caso da generalidade do ensino do ISCSPU. Quando o livro de José Cutileiro foi publicado – *A Portuguese Rural Society*, Oxford, 1971 – as condições requeridas para uma participação efectiva numa discussão alargada em torno dos caminhos da antropologia das sociedades camponesas ainda não existem.

As grandes mudanças político-ideológicas de 1974 – com a queda do regime e a instauração de liberdades e de instituições democráticas durante muito tempo ausentes – desencadeiam naturalmente outras mudanças para a nossa disciplina. Os jovens etnólogos que adquiriram uma formação académica diversificada em universidades de países europeus – França, Bélgica, Inglaterra e Alemanha – regressam a casa, regressam ao país de onde alguns tinham saído exilados. A circulação das ideias, os vazios institucionais e o voluntarismo organizativo abriram a possibilidade de criar espaços para o ensino da antropologia tanto por meio de uma complementaridade interdisciplinar – no Ensino Secundário, nas Escolas Superiores e nas várias faculdades – como pela criação de cursos perfeitamente individualizados e de departamentos. O primeiro, logo em 1975, no antigo ISCSPU, a seguir em 1979 na Universidade Nova de Lisboa e, em 1983, no ISCTE. Outro aspecto importante deste período é a chegada de novos etnólogos para desbravar terreno em Portugal. Como primeira constatação, ocorreu uma mutação de perspectiva: a endoscopia do país que tinha caracterizado a investigação dos anos 40/60 (e não apenas para a etnologia, como já dissemos) já não é o objecto último nem mesmo uma referência dos trabalhos dos últimos anos. Com a institucionalização da disciplina, intenta-se antes de mais a permanente construção teórica e metodológica. Os terrenos são muito diversificados – Índia, Brasil, Galiza, Itália, África, Portugal,... –, as abordagens também o são (complicadas pelas transformações epistemológicas do final dos anos 80 para toda a antropologia em geral). É agora que vamos começar.

A SITUAÇÃO ACTUAL DA INVESTIGAÇÃO HISTÓRICA EM PORTUGAL

*José Mattoso**

Aqueles que reflectiram sobre a recente evolução da historiografia portuguesa consideram unanimemente o período de 1930-1960 como uma época de paralisação e mesmo muitas vezes de degradação em relação ao passado anterior, mas principalmente em relação à situação contemporânea da historiografia ocidental. Alguns ensaios verificados entre os anos 1950 e 1974 para cortar com a passividade da investigação universitária procediam quase sempre de sectores da oposição política contra o regime; inspiravam-se em modelos estrangeiros, habitualmente franceses, e em concepções liberais ou marxistas.

A mudança de regime político em 1974 modificou completamente esta situação. Por um lado, permitia o acesso de autores à universidade que dela estavam excluídos até aí; por outro lado, ela criou um contexto de renovação intelectual e estimulou vivamente o debate das ideias. Outro factor modificava de uma forma ainda mais decisiva as condições de produção científica: o novo regime multiplicava o número de universidades, e concedia um lugar importante à sociologia e à antropologia, até esse momento quase totalmente excluídas dos estudos superiores. Esta mudança provocou o crescimento rápido do número de postos de trabalho em história e abriu a possibilidade de instaurar um diálogo frutuoso entre os historiadores e os especialistas das outras ciências humanas. Durante a primeira geração, muitos deles tinham recebido uma formação universitária no estrangeiro e estavam portanto a par dos métodos, das problemáticas e dos modelos mais recentes. Os outros eram jovens licenciados, em geral contra as concepções dominantes do antigo regime e desejosos de aplicar em Portugal os modelos de investigação mais modernos. Uns e outros tiveram de apresentar rapidamente as suas provas académicas e desta forma desenvolveram uma intensa actividade de investigação sobre temas e em sectores científicos até aí completamente inexplorados. Após um breve período de hesitação, a produção de trabalhos em história aumentou rapidamente. Os fru-

* Universidade Nova de Lisboa.

tos da renovação acumularam-se desde 1979. O número de teses de doutoramento publicadas é actualmente muito considerável. Elas constituem um conjunto que renova completamente o panorama da historiografia portuguesa. É necessário acrescentar um número provavelmente ainda maior de teses não publicadas, muitas vezes com uma qualidade não inferior àquelas, e ainda uma enorme quantidade de artigos de revista. Por outro lado, a criação de cursos de mestrado nas universidades portuguesas suscitou muitos estudos originais e por vezes investigações programadas. Muitas foram publicadas mas a maioria permanece inédita. Podem no entanto ser consultadas nas universidades ou então na Biblioteca Nacional em Lisboa, onde agora se deve deixar um exemplar. Finalmente, multiplicaram-se os congressos sobre temas históricos e a participação de portugueses em reuniões internacionais tornou-se muito frequente.

Portanto, de 1980 até hoje, as condições de produção da ciência histórica portuguesa foram muito favoráveis. Dispomos actualmente de trabalhos notáveis. Aparentemente eles deveriam permitir à historiografia portuguesa a aproximação rápida de um bom nível internacional. Todavia, não é certo que esta tendência se possa manter no futuro. Com efeito, apesar da quantidade e da qualidade dos estudos realizados, o seu alcance efectivo é limitado pelo fraco estado de desenvolvimento do conhecimento acumulado durante o período anterior, pela dispersão dos objectivos, pela disparidade dos métodos e concepções utilizados e pela falta quase total de infra-estruturas de investigação. É necessário acrescentar a estas dificuldades a orientação que o governo actual dá aos investimentos científicos, que excluem as ciências humanas. Estes factos não permitem encarar o futuro com demasiado optimismo.

Examinemos estes problemas mais de perto.

A fraqueza dos estudos realizados entre 1930 e 1970 não se devia apenas à política cultural do regime e às condições sociais da época. Também se devia ao estado do desenvolvimento historiográfico português no final da fase positivista e historicista. Por volta de 1930, ainda havia enormes lacunas nos inventários das fontes, na publicação de documentos e de textos, nas edições críticas, nos instrumentos de trabalho, no estabelecimento de cronologias, nas ciências auxiliares, nas bibliografias, nos repertórios, nos dicionários especializados, na cartografia, na história das instituições, na história administrativa, etc. A seguir, na época da história económica, da história serial e da história demográfica, nada deste género se produzia em Portugal, excepto estudos muito parciais e limitados. As séries dos preços estabelecidas por Magalhães Godinho em 1955 são uma excepção isolada. Ora, essas lacunas ainda estão por preencher. Os trabalhos realizados desde 1974 não se orientam neste sentido. Preocupados com a necessidade de apresentar provas académicas, os seus autores preferiam resultados a curto prazo. Não podiam resolver problemas de base que exigiam investigações sistemáticas e a colaboração de equipas de trabalho.

Esta situação teve consequências determinantes sobre a orientação e sobre o alcance da historiografia portuguesa actual. Ela caracteriza-se por uma grande quantidade de estudos parciais e de monografias em que é muito difícil coordenar os resultados, dado que os seus objectivos não se integram muitas vezes em nenhuma problemática fundamental. A falta de dados de base sobre as estruturas demográficas, económicas e mesmo institucionais, impede muitas vezes a sua utilização para resolver problemas sem os quais não se podem propor interpretações coerentes do conjunto. Os resultados parciais apresentados pela investigação recente para os mesmos fenómenos permitem muitas vezes interpretações contraditórias. Basta ver, por exemplo, as polémicas actuais sobre factos económicos e políticos do século XIX. Esta dificuldade é agravada pela divergência dos conceitos interpretativos utilizados pelos diversos autores. Com efeito, na ausência de uma tradição dominante (como a que se encontra em França ou nos países anglo-saxónicos), utilizam-se os quadros interpretativos mais variados ou eclécticos. Finalmente, a desvalorização actual da história estrutural e o crescente prestígio da história narrativa aumentam ainda mais a possibilidade de interpretações divergentes.

A falta de infra-estruturas é particularmente sensível em dois domínios: o estado dos arquivos e a quase inexistência dos centros de investigação histórica. Seria demasiado longo expor a situação dos arquivos portugueses. Observemos apenas que os problemas expostos num relatório da UNESCO antes de 1974 ainda não estão resolvidos. Alguns deles agravaram-se mesmo com a acumulação de depósitos de organismos privados e do Estado suprimidos depois de 1974 e que até hoje não foram incorporados nos arquivos públicos. Não existe actualmente nenhum sistema de incorporação dos arquivos administrativos. A situação dos arquivos contemporâneos é, desta forma, especialmente grave em Portugal. Por outro lado, na ausência quase total de inventários sistemáticos em todos os arquivos portugueses, e antes de mais no Arquivo Nacional da Torre do Tombo, a investigação heurística é sempre extremamente pesada e muitas vezes incompleta.

A falta de centros de investigação é também uma lacuna muito grave. Com efeito, conheço apenas um centro dotado de um quadro de pessoal reservado à investigação, o Instituto de Ciências Sociais de Lisboa. O orçamento dos outros centros, sempre mínimo, é reservado para o apoio da elaboração de teses de doutoramento e por vezes de publicações. Estas estruturas não permitem, assim, o preenchimento das lacunas historiográficas mencionadas anteriormente. Um empreendimento desta natureza requer um trabalho de equipa e este não existe em história.

Finalmente, as actuais orientações da política científica não permitem esperar um futuro optimista para o conjunto da investigação histórica portuguesa. Com efeito, esta depende demasiado, como já vimos, da elaboração de trabalhos académicos. Ora, os cargos universitários estão agora preenchidos e o número de universidades já atingiu um limite dificilmente ultrapassável. Assim, o ritmo de produção de teses terá tendência a diminuir. Será difícil

resolver os problemas fundamentais sem a criação das infra-estruturas referidas. Ora, o investimento disponível está agora reservado para as ciências aplicadas e para o desenvolvimento tecnológico, com a exclusão ostensiva das ciências humanas, excepto da economia. Desta forma, é provável que a quantidade e a qualidade da produção historiográfica portuguesa vá diminuir. Nestas condições, parece difícil recuperar o atraso em relação aos países desenvolvidos, excepto se intervierem outros factores. Entre eles, é necessário, evidentemente, referir a próxima integração plena de Portugal na Comunidade Europeia. O livre trânsito de professores, de investigadores e de estudantes trará novas exigências e talvez a criação das infra-estruturas que de momento ainda não existem.

A GEOGRAFIA EM PORTUGAL

*Jorge Gaspar**

1. Origem e orientações dominantes pelo passado

A longa história da Geografia em Portugal reflecte as dimensões territoriais da história do país, permanecendo objecto de estudo e de reflexões.

Os geógrafos e os cartógrafos dos séculos XV e XVI dedicaram-se à navegação e ao comércio em África e na Ásia. Mais tarde, o centro de interesse fixou-se no Brasil para a seguir se deslocar, na segunda metade do século XIX, para a exploração dos territórios africanos. A Sociedade de Geografia de Lisboa foi fundada em 1875 e teve um papel importante no processo de colonização, desde a atribuição de recursos vários à participação portuguesa na Conferência de Berlim (1855) ao financiamento de viagens de explorações científicas.

Com a perda das colónias, acentuou-se a preocupação em relação às transformações a que o país está sujeito e esboça-se actualmente uma grande abertura e um empenho real na construção da Europa.

2. Enquadramento institucional

Existem Departamentos de Geografia nas Universidades de Coimbra, Lisboa, Porto e na Universidade Nova de Lisboa, que conferem os graus de Licenciatura, Mestrado, Doutoramento e Agregação. Ao nível universitário, a Geografia tem uma expressão significativa nos departamentos semelhantes das Universidades Técnicas de Lisboa, Évora e Aveiro.

As Universidades de Lisboa, de Coimbra e a Universidade Nova de Lisboa, possuem Centros de Investigação associados, enquadrados pelo Instituto Nacional de Investigação Científica.

* Universidade de Lisboa, Centro de Estudos Geográficos da Faculdade de Letras.

No exterior das Universidades, devemos assinalar a existência de quatro instituições que possuem papéis específicos: a Sociedade de Geografia já citada, homóloga de sociedades congêneres em outros países; a Comissão Nacional de Geografia, entidade coordenadora ao mais alto nível onde estão representados os professores universitários, os organismos de áreas anexas e os utilizadores da produção científica geográfica (Instituto Geográfico e Cadastral, Serviço Cartográfico do Exército, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, entre outros); a Associação Portuguesa dos Geógrafos que reúne investigadores, professores universitários e geógrafos profissionais; a Associação dos Professores de Geografia, que reúne os professores de Geografia dos vários graus de ensino.

Na totalidade, a comunidade dos geógrafos é constituída por cerca de 2000 pessoas que possuem um grau académico especializado em Geografia.

3. A internacionalização

A Geografia Portuguesa sempre esteve aberta às influências exteriores e, dada a dimensão da comunidade científica, os seus membros teceram uma densa rede de relações internacionais, tanto por meio de instituições vocacionadas para este efeito como por contactos bilaterais.

Considerando apenas o período do pós-guerra, devemos tomar em conta dois períodos distintos, nos quais a década de 70 constitui uma charneira. No primeiro período, destaca-se o papel de Orlando Ribeiro que, além do facto de ter sido professor convidado e Doutor Honoris Causa de várias universidades estrangeiras, ocupou o cargo de Vice-Presidente da União Geográfica Internacional e organizou o primeiro Congresso Internacional de Geografia logo após a segunda guerra mundial. Sob o seu impulso, e durante um período de isolamento relativo da Universidade Portuguesa, vários geógrafos frequentaram enquanto bolseiros universidades estrangeiras: em França, na Grã-Bretanha, na Suécia, na Alemanha e nos Estados Unidos.

O segundo período caracteriza-se por uma abertura mais generalizada e pelo estabelecimento de trocas mais profundas em sentidos múltiplos: aumento do número de professores, de investigadores e de alunos de outros países na realização de viagens às nossas universidades gerando, em contra-partida, a aceleração do movimento inverso. Investigadores portugueses participam nas diversas Comissões e Grupos de Trabalho da União Geográfica Internacional e inserem-se activamente nos programas internacionais de investigações, no quadro de instituições como a Fundação Europeia de Ciência, a OCDE ou a Comissão das Comunidades Europeias.

O número de publicações portuguesas aumenta quer nas principais revistas especializadas da Europa quer nas compilações e actas de reuniões científicas.

Os estudantes também têm uma participação activa graças ao Programa ERASMUS: os departamentos de Geografia das Universidades de Coimbra e de Lisboa recebem dezenas de estudantes europeus e enviam a mesma proporção dos seus alunos para os países comunitários. Os contactos com os países da EFTA, o Brasil e os Estados Unidos também se mantêm activos. O número de estudantes provenientes dos países africanos de expressão portuguesa aumenta. A Associação Portuguesa de Jovens Geógrafos tem um papel internacional muito activo ao ponto de editar, em Portugal, a revista europeia *The European Geographer*.

Não é por acaso que o Departamento de Geografia da Universidade de Lisboa foi classificado entre o grupo das dez primeiras instituições congéneres num inquérito promovido, há dois anos, pelo jornal *Libération* sobre «As 100 melhores Universidades Europeias».

4. Uma grande procura interna e recursos limitados

Apesar do facto de, durante a última década, o número de licenciados em Geografia pelas universidades portuguesas ter aumentado exponencialmente, o nível da procura permanece superior ao da oferta, tanto do ensino secundário como no ramo do planeamento regional e urbano. Além disso, na medida em que o perfil de formação do Geógrafo permanece adaptado a um mundo em mutação, surgem novas perspectivas de emprego.

Na investigação científica, quase exclusivamente dependente dos poderes públicos, não verificámos um aumento correspondente dos meios materiais. A actividade permanece limitada, excepto em raras excepções, a um complemento do ensino universitário e, mesmo assim, ela realiza-se com grandes carências materiais (em laboratórios, equipamentos, recursos orçamentais para desenvolver projectos).

5. Principais orientações e áreas de investigação

Além de alguns investigadores isolados, existe em Portugal uma quinzena de equipas, possuindo um enquadramento institucional, que desenvolvem projectos de investigação em Geografia. Comportando um número muito variável de membros, estas equipas são todavia muito pequenas; raras são as que se aproximam da dezena de elementos.

A Geografia Humana, a Geografia Física e a Geografia Regional constituem as três áreas principais de investigação e, pela sua relativa autonomia, podemos ainda citar a Biogeografia e a Geografia Histórica.

A Geografia Humana que, pela evolução dos posicionamentos teóricos, veio inserir-se no conjunto das Ciências Sociais, estabeleceu uma ponte entre estas e as ciências naturais e exac-

tas, por aproximações ecológicas, pelo recurso às formalizações matemáticas e, de uma maneira geral, pelo recurso ao desenvolvimento de métodos quantitativos.

Após um longo período durante o qual dominaram as questões rurais, a Geografia Humana em Portugal privilegiou as questões urbanas, dando uma ênfase particular aos fenómenos sociais e económicos, nas suas dimensões territoriais. Assistiu-se a uma renovação dos estudos rurais, com uma incidência particular nas questões agrárias e noutros fenómenos que se relacionam com o meio rural; trabalho a meio-tempo, urbanização *in situ* e turismo rural são alguns exemplos.

Durante os últimos quinze anos desenvolveram-se alguns domínios menos tradicionais da Geografia portuguesa, como os estudos eleitorais, a prospectação de aquedutos e de recursos

Como noutros momentos da História de Portugal, e correspondente à própria natureza da ciência, a Geografia actualiza-se não apenas pelo confronto com os progressos teóricos e metodológicos de outros ramos do conhecimento, mas também pela investigação da compreensão de um território e de uma sociedade em plena transformação.

INVESTIGAÇÃO EM ECONOMIA EM PORTUGAL

*Diogo de Lucena**

A mensagem básica que tentarei comunicar é algo mista. O estado das actividades de investigação em economia é incipiente em Portugal. Contudo, isso deverá ser devidamente esclarecido, indicando que nos meados dos anos setenta a situação era dramaticamente pior. De facto, podemos dizer que praticamente ninguém realizava investigação nessa época. Mesmo o ensino da teoria económica, tal como a conhecemos nas universidades ocidentais, tinha quase desaparecido. Desde o final dos anos setenta e o início dos anos oitenta a situação começou a melhorar, e dez anos mais tarde o progresso realizado é muito evidente. Se este progresso for mantido existem razões para um optimismo moderado.

A totalidade do ensino de economia sofreu uma modernização acentuada, embora o seu ritmo seja um pouco diferente de uma universidade para outra. Isto criou uma procura de programas de licenciaturas formais, que não existiam anteriormente. O primeiro programa deste género começou em 1979, e actualmente existem várias escolas que oferecem programas formais de Mestrado, duas oferecendo programas formais de Doutoramento. (Todas as universidades concedem o título de doutoramento, mas não com base em programas formais). Ainda mais importante é o número de pessoas que decidem todos os anos obter o seu doutoramento em universidades estrangeiras, e a maioria delas regressa a Portugal. Provocam um grande impacto no ensino e no nível da actividade de investigação.

As universidades são praticamente os únicos centros de investigação, aplicada ou teórica. A notável excepção é o Banco de Portugal, cujo Departamento de Estudos tem sido bastante activo e está a realizar um esforço substancial neste momento. Foi criada uma Unidade de Investigação com o objectivo de realizar investigação aplicada e teórica. As pessoas desta unidade estão livres para fazer a sua própria investigação com limitações moderadas por parte do Banco.

* Universidade Nova de Lisboa.

A capacidade, o nível de sofisticação da Faculdade e a produção científica é bastante diferente entre as mais de quinze universidades. Penso que apenas as de Lisboa e do Porto terão as oportunidades de se tornarem em instituições orientadas para a investigação. De qualquer forma, actualmente apenas essas escolas estão a realizar alguma produção científica observável, embora ainda bastante pequena, nomeadamente na Universidade Nova de Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, Universidade Católica e Universidade do Porto.

Alguns dos estudantes estão bem integrados na cena internacional e aparecem alguns artigos de autores portugueses nas revistas de investigação mais importantes. Também deve ser referido que nos últimos anos se realizaram vários encontros internacionais importantes em Portugal e alguns mais estão agora programados para um futuro próximo. É agora uma ideia bem implantada, pelo menos nalguns grupos, que qualquer esforço de investigação tem de ser feito em contacto íntimo com a comunidade académica internacional e que o fecho da comunidade científica portuguesa é um importante erro do passado, a não ser repetido.

Dois revistas científicas de referência apareceram, uma editada pela Universidade Católica («Economia»), com um forte envolvimento da Faculdade de Economia da Universidade Nova e a outra editada pela Universidade Técnica («Estudos de Economia»). Actualmente a referência não é demasiado difícil e de certa maneira a existência das revistas ajudou a manter alguns bons artigos «domésticos». Também os critérios utilizados ajudaram por vezes a manter uma confusão prevalecente em certos grupos acerca do que realmente consistia um artigo de investigação. Mas de certeza que eles são um sinal de vida nova no «milieu» de investigação português, e um sinal muito positivo.

Os incentivos na carreira académica estão também cada vez mais centralizados em publicações científicas. Isto contribui para explicar a existência das duas revistas e das suas políticas editoriais.

Existe uma melhoria muito significativa nos últimos anos a este respeito. O sistema das promoções, burocrático e baseado na antiguidade, está a ser gradualmente substituído por sistemas mais meritocráticos, baseados na produção comprovada de investigação.

Actualmente, a maior barreira a estes desenvolvimento permanece na dificuldade de obter financiamento para a investigação, especialmente para a investigação teórica. Os salários universitários não são competitivos com carreiras alternativas e as fortes solicitações de emprego em consultoria e na administração privada e pública estão a causar grandes perdas no tempo que os membros individuais da faculdade dedicam à investigação. Nas escolas mais avançadas este processo ocorre um pouco mais tarde, mas com uma vingança, pois muitas vezes estas escolas também têm a maior procura do exterior.

Tendo gasto a maioria do espaço discutindo a situação actual e as suas dificuldades, gostaria de acabar como comecei. É verdade que as actividades de investigação ainda estão num estado muito inicial em Portugal. Mas as dinâmicas deste sector de actividade são bastante

impressionantes, na minha opinião. Creio que daqui a alguns anos a situação poderá ser comparável a qualquer pequeno país na Europa. Basta que o impulso presente seja mantido, e existem boas razões para pensar que isso irá acontecer.

As gerações mais novas já receberam um treino bastante diferente, estão muito mais expostas à cena internacional e estão a começar a ser produtivas mais cedo. O prestígio da profissão económica aumentou muito nos últimos anos e pessoas muito melhores estão a ser atraídas para as licenciaturas e eventualmente para uma carreira universitária de investigação nesta área.

SOCIOLOGIA

*João Ferreira de Almeida**

Os efeitos dos contextos sociopolíticos não foram os mesmos, em Portugal, em todas as disciplinas do campo das ciências sociais.

Até à ditadura, instaurada em 1926, a Sociologia apenas tinha conseguido dar os primeiros passos. Desde então, durante demasiados anos, sofreu com o exílio que o regime quis impor às ciências sociais. Mesmo cercadas e vigiadas, algumas delas – como a História, a Economia, a Etnografia, a Geografia – conseguiram resistir e sobreviver. Tinham tempo para se afirmar antes do primeiro quarto de século, para fazer reconhecer a sua utilidade, para se consolidar institucionalmente, em particular nas Universidades. As outras, como a Sociologia, perderam continuidade, vendo falhar os seus primeiros e frágeis esforços de afirmação científica.

Apesar de o regime ainda se conservar em vigor nos anos 60, estes foram, também em Portugal, anos de transformação – mesmo para certos aspectos da política científica e educativa. Foi possível introduzir nalguns currículos universitários ciências sociais até então censuradas. Também começou a ser possível, de forma ainda muito tímida e em diminutos microclimas, formar investigadores, estimular o seu trabalho e mesmo efectuar a publicação de alguns dos seus resultados.

Abril de 1974 abriu finalmente as portas da investigação à luz do dia, embora a visibilidade dos respectivos resultados tenha tido ainda de esperar uns anos.

A partir desse momento puderam nascer os primeiros cursos universitários de pleno direito e surgiram os primeiros sociólogos formados no país. Muitos dos que tinham feito os seus doutoramentos no exterior regressaram nessa altura. Algumas novas instituições de investigação, públicas e privadas, abriram as suas portas e ofereceram oportunidades a candidatos sociólogos. Criaram-se associações para tornar mais coerente o campo sociológico e serviram de mediadores para as jovens gerações, em particular nas relações com o estrangeiro.

* Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (ISCTE), Instituto de Ciências Sociais.

Tendo como tema central «A Sociologia e a Sociedade Portuguesa no Virar do Século», realizou-se em Janeiro de 1988 o primeiro congresso português de Sociologia. Não se tratava, como é evidente, de um acto inaugural. Mas o acontecimento marca, mesmo assim, o início da fase de maturidade do trabalho sociológico em Portugal. Justamente porque todos os movimentos enunciados tinham convergido em reforços recíprocos. Era uma época em que se desejava fazer tudo, recuperar o atraso. Queria-se analisar o passado recente, queria-se agarrar a complexidade do presente, queria-se dominar os futuros possíveis e desejáveis, com a audácia e a humildade dos que sabem que se aprende com os erros.

O primeiro Congresso tinha tido em todo o caso a prudência de reter temas muito ligados às designações académicas tradicionais, capazes de abranger o essencial dos resultados obtidos até ao momento: sociologia da educação, da família, das organizações e do trabalho, da informação, do conhecimento e da cultura, sociologia política, sociologia das questões rurais e urbanas. Ele propunha, além disso, a reflexão sobre o exercício profissional e os problemas deontológicos. Mas o debate em mesa redonda então efectuado não pôde ainda ser um verdadeiro balanço de experiências diversificadas.

O segundo Congresso, previsto para Fevereiro de 1992, mostra por intermédio das inscrições e dos títulos de comunicações já conhecidos, a amplitude da evolução ocorrida entretanto.

A visibilidade e o grau de aceitação públicas da Sociologia desenvolveram-se consideravelmente, tal como as procuras da profissão, abrindo aos sociólogos perspectivas de inserção que já não se limitam, como ocorria há alguns anos atrás, unicamente à investigação ou ao ensino. Estes, é claro, continuaram a crescer no âmbito universitário. Mas a diferença está na diversificação das possibilidades de emprego. A troca das reflexões em torno desta multiplicidade de experiências deve permitir o enriquecimento dos debates e dos seus efeitos.

O Congresso não irá mais necessitar de apelar às divisões clássicas da Sociologia, nem de dar um lugar tão grande à reflexão voltada sobre si própria, sobre os protocolos epistemológicos, metodológicos ou mesmo teóricos da disciplina. Pode fazer funcionar esses protocolos enquanto instrumentos, virá-los para o exterior. Pode apelar – e fá-lo – mais aos temas do que aos pontos de vista, sugerir que estes últimos se exponham e se confrontem a propósito de horizontes empíricos partilhados.

É assim que já foram recebidos muitos pedidos de participação e muitas ofertas de comunicações para os grupos de trabalho sobre os seguintes temas: «Educação e trabalho: contradições e alternativas de organização»; «Estado e sociedade: instituições, políticas, comportamentos»; «Recomposição sócio-espacial e dinâmicas regionais e locais»; «A evolução dos conhecimentos: ciência, tecnologia e outras formas culturais»; «Mudança social: valores novos, estilos de vida e identidades»; «Teorias, metodologias, epistemologias».

Algumas das abordagens tradicionais da Sociologia são evidentemente reconhecíveis através destes grandes temas. Mas é necessário salientar que é nova no nosso país a adesão gene-

realizada aos temas transversais, capazes não só de pontos de vista geralmente restritos em zonas de especialização intra-sociológicas, mas também de chegar a reunir análises provenientes de outras ciências sociais.

É ainda necessário sublinhar que as contribuições já recebidas se distribuem de forma alargada por instituições de investigação e de ensino que estão actualmente na origem do essencial da produção sociológica em Portugal. Mas também há, com uma dispersão geográfica idêntica, numerosas contribuições que provêm de ministérios, de instituições de poder local e de empresas.

É verdade que os congressos não representam, nem resumem, tudo o que se realiza num campo científico. Mas eles representam a última linha essencial da avaliação

lização das ciências sociais encontra fortes obstáculos nos planos nacionais. Com efeito, mesmo nos países europeus mais desenvolvidos, os Conselhos Nacionais de Investigação permanecem demasiado domésticos, não se dotam ainda dos meios necessários para realizar investigações que se situem sem dificuldade num quadro transnacional.

Por outro lado, as políticas supra-nacionais ao nível da Comunidade Europeia ainda não foram acompanhadas por uma reorientação transnacional e comparativa da investigação.

Começam todavia a observar-se iniciativas muito positivas vindas desse lado. É o caso, só para dar um exemplo, do pedido recente de um relatório sobre ciências sociais no quadro das Comunidades Europeias, feito pela Comissão Europeia (DG XII) à Fundação Europeia da Ciência e ao «UK Economic and Social Research Council». O relatório já foi apresentado a representantes do «Interservice Group». Talvez este diálogo possa contribuir para esclarecer alguns malentendidos e algumas distorções sobre a imagem, a utilidade e os desempenhos das ciências sociais e desta forma corrigir uma situação de financiamento insuficiente, insuficientemente coordenado e dirigido, em geral, apenas ao curto prazo.

Entre todas as definições da distinção demasiado utilizada entre a ciência fundamental e ciência aplicada, a que eu prefiro diz da ciência fundamental que é a fracção da boa ciência que não teve êxito, num determinado momento, em vender-se com eficácia no mercado. Se se trata de boa ciência, é sem dúvida necessário, de qualquer modo, encontrar os meios de fazê-la funcionar também a ela.

A CIÊNCIA DA LINGUAGEM EM PORTUGAL

*Maria Helena Mira Mateus**

A designação de ciência atribuída ao estudo da linguagem e das línguas é relativamente recente e ainda hoje levanta alguma polémica. O surgimento do carácter científico deste estudo recebeu decisiva influência das análises efectuadas a partir do século XVIII e, sobretudo, a partir do início do XIX, análises que tinham como objectivo estabelecer sistemática comparação entre línguas aparentadas e determinar as inter-relações da sua evolução histórica.

Considerando as línguas como organismos vivos que nasciam, se desenvolviam e morriam, o olhar positivista dos investigadores de então aplicou aos seus objectos de análise os métodos e técnicas utilizados nas ciências naturais, afastando-se assim dos estudos gramaticais normativos e/ou logicistas. Tinha nascido a linguística.

Os aspectos particulares e as tendências comuns, a determinação das leis fonéticas e a procura das respectivas causas originaram estudos diversificados, orientados para a natureza física da produção e percepção das línguas, e para a sua utilização social. Na sequência de tais estudos desenvolveu-se o interesse pelo funcionamento das línguas, e tentativamente se procurou delimitar e caracterizar as estruturas morfológicas, sintáticas, fonológicas, produzindo-se uma multiplicidade de descrições de línguas conhecidas e desconhecidas. A nova perspectiva estruturalista levou à reformulação de conceitos, ao desenvolvimento de métodos adequados, ao refinamento de técnicas. A linguística estrutural foi paradigma de outras ciências sociais emergentes na altura.

Foi já no início do século XX que a linguística se preocupou com o estabelecimento de princípios teóricos que permitissem explicar a inter-compreensão dos falantes, explicitando simultaneamente os circuitos de transmissão da informação, os lugares de emissor e de receptor na transmissão da mensagem. O vector social da linguagem foi reforçadamente posto em evidência.

* Universidade de Lisboa, ILTEC – Instituto de Linguística Teórica e Computacional.

Nas últimas décadas tem havido uma progressiva substituição do privilégio atribuído à correlação entre as estruturas linguísticas e as estruturas sociais pela ênfatização de uma relação entre estruturas psíquicas e estruturas linguísticas, podendo afirmar-se que a linguística se vem desenhando cada vez mais como uma ciência cognitiva.

Paralelamente ao caminho percorrido pela ciência da linguagem e acima sinopticamente apresentado, duas outras vertentes têm marcado os estudos das línguas e da linguagem verbal: a orientação filológica, decorrente da análise dos textos escritos com vista ao seu estabelecimento crítico e à sua contribuição para um melhor conhecimento da história das línguas, e a orientação filosófica e lógica, relacionada no seu início com a lógica aristotélica, e que não raro tem introduzido no estudo das línguas conceitos e perspectivas provindos de domínios do saber exteriores à análise específica da linguagem verbal.

Tal multiplicidade de tratamentos decorre da própria natureza da linguagem verbal que é, simultaneamente, veículo de integração do homem na comunidade e factor constituinte da sua construção como indivíduo. A inter-relação da actividade linguística com os factos históricos e sociais, com o universo social e com a criação artística, coloca o estudo da linguagem e das línguas no centro de uma constelação formada por múltiplas comunicações com outras formas do comportamento humano.

Em Portugal a linguística evidenciou, até meados deste século, uma clara preferência pelo estudo da filologia e da história da língua, e ainda hoje esta tradição filológica e histórica mantém reconhecida vivacidade. No seu âmbito cresceu e se autonomizou uma escola de crítica textual que se tem aplicado sobre obras literárias e não literárias, antigas e contemporâneas.

Uma tradição igualmente viva no estudo da língua portuguesa é a descrição dos dialectos e variedades do português, integrando-se os estudos em curso nos atlas linguísticos de Portugal e da Galiza, e nos atlas Românico e da Europa.

Os modelos dos vocabulários fundamentais e os métodos e técnicas da linguística estrutural exerceram visível influência nos estudos sobre o português a partir dos anos 50, determinando a constituição de um arquivo sonoro do português falado e a elaboração de estudos descritivos sobre frequência vocabular e sobre as estruturas morfo-sintácticas do português oral.

Os estudos experimentais sobre a língua portuguesa têm tido poucos cultores em Portugal, e só de há vinte anos para cá receberam significativo impulso na área da fonética e da prosódia, e ainda, e muito recentemente, em subdomínios da psicolinguística. Este atraso no desenvolvimento desse tipo de estudos da língua é, em grande parte, consequência da separação entre os investigadores que trabalham em ciências humanas e sociais e os que trabalham em ciências exactas e naturais, separação tradicional nas universidades de raiz francesa e de que a universidade portuguesa é um caso típico. Tal separação foi favorecida pelo iso-

lamento em que, durante décadas, se manteve a comunidade científica portuguesa, isolamento de causas eminentemente políticas que dificultou, e por vezes impossibilitou, a inserção dos investigadores em novos paradigmas.

No que respeita ao tratamento automático do português, e pelas razões acima aduzidas, é também muito reduzido o número de linguistas que possui a preparação necessária para desenvolver estudos neste domínio. Para além de trabalhos parcelares no campo do tratamento do texto e das bases de dados textuais, merece especial relevo a construção de analisadores sintácticos para análise e reconhecimento automáticos de estruturas gramaticais da língua portuguesa, que se prevê sejam utilizados em sistemas de tradução automática.

A conjugação entre a compartimentação dos saberes e o isolamento em que longamente permaneceu a comunidade científica portuguesa não pôs apenas obstáculo ao desenvolvimento dos estudos experimentais e da análise computacional. Essa situação dificultou igualmente a aplicação de uma perspectiva filosófica à análise da língua segundo o modelo vigente na Europa a partir de meados do século XVII. A primeira gramática filosófica da língua portuguesa só surgiu cerca de cento e cinquenta anos mais tarde, e permaneceu como obra isolada no panorama da investigação linguística sobre o português.

A concepção de ciência no panorama epistemológico actual não se confina aos limites da análise descritiva e classificatória ou da observação experimental, mas implica a formulação de um enquadramento teórico que permita a verificação de hipóteses explicativas e preditivas. A teoria da gramática generativa tem procurado responder, em sucessivas reformulações e extensões, a essa concepção científica.

Neste quadro teórico, o conceito de gramática engloba dois vectores: uma descrição que o linguista faz do conhecimento que o falante tem da sua língua e uma proposta sobre a faculdade da linguagem. O percurso científico do estudo da linguagem orienta-se para o estabelecimento de princípios e parâmetros universais através da análise comparada das línguas, que integra a investigação sobre a mudança histórica e a variação linguística. Os trabalhos sobre o português realizados no âmbito desta teoria, nomeadamente no domínio da sintaxe, têm constituído um significativo avanço no conhecimento da língua.

A investigação sobre a linguagem e sobre a língua portuguesa em Portugal encontra-se hoje a par da pesquisa desenvolvida neste domínio pela comunidade científica internacional. Pode afirmar-se que, rompido um anterior isolamento, a presente geração de linguistas portugueses soube combinar uma tradição de rigor e de intuição linguística com as perspectivas abertas pelos novos paradigmas científicos que correspondem ao mais recente desenvolvimento da ciência da linguagem.

AS CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO EM PORTUGAL UM PERCURSO EM BUSCA DE UM LUGAR ENTRE AS CIÊNCIAS DO HOMEM E DA SOCIEDADE

*Teresa Ambrósio**

Defender o conjunto de conhecimentos já adquiridos por diferentes disciplinas sobre os processos, as situações e a organização da Educação, como Ciência da Educação, sempre foi polémico. Mas as Ciências da Educação tomadas como um corpo científico já constituído que permite a produção científica interdisciplinar sobre a Educação enquanto processo dialéctico de construção do Homem e da Sociedade, apenas foram reconhecidas pela comunidade científica em Portugal muito recentemente.

Apesar de podermos afirmar que a introdução das Ciências da Educação nas universidades aconteceu nos anos setenta, o ensino e a investigação sobre a Organização Pedagógica e Administrativa na Escola, a Psicologia, a História e a Filosofia da Educação já eram campos de actividade de cientistas conhecidos pelos seus trabalhos nos anos quarenta. A reflexão, a investigação universitária sobre o Ensino, a Escola e a Aprendizagem, sempre foram justificadas pela necessidade de formação pedagógica dos professores. A partir de 1947 já se pode assinalar em Portugal a existência de centros de Ciências Pedagógicas nas Universidades de Coimbra e de Lisboa. Todavia, por volta dos anos sessenta, com a ajuda de factores de mudança sócio-culturais e de transformações económicas da sociedade portuguesa, criou-se uma procura social intensa do ensino e a expansão do sistema educativo veio dar um forte impulso à investigação na Educação. Iniciou-se um período de reformas educativas desde então até agora, à qual a Europa não foi alheia. Basta referir o Projecto Regional do Mediterrâneo apoiado pela OCDE e que se encontra na origem das reformas que se seguiram. A procura pública de rigorosos e especializados conhecimentos sobre domínios específicos da Educação, além do bom senso ou das opiniões dos especialistas nacionais ou estrangeiros, criou condições para a promoção e o reconhecimento do valor social das Ciências da Educação. Contudo, é necessário assinalar que a primeira resposta provinha do sector privado. Com efeito, basta

* Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

recordar a contribuição da Fundação Calouste Gulbenkian que, por meio do Centro de Investigações Pedagógicas apoiou o trabalho de equipas de investigação e que possibilitou a muitos investigadores a continuação da sua formação até ao doutoramento em centros universitários estrangeiros.

Desde 1974, o projecto de criação dos Departamentos de Educação e das Faculdades de Ciências da Educação nas Universidades, aproveitando o regresso dos que terminaram os seus doutoramentos no estrangeiro ou de outros reconhecidos pelos seus trabalhos de investigação nestes domínios, iniciou-se finalmente. O pedido de formação de professores para o Sistema Educativo era muito forte e a hipótese de introdução de inovações educativas obrigava à aquisição de novas competências pedagógicas e à criação de uma nova cultura escolar. Os departamentos que foram criados, bastante pequenos, foram rapidamente esgotados pela procura de actividades de formação dos professores.

Contudo, do lado dos gabinetes técnicos encarregados da formulação das decisões políticas, foram abertos outros ramos de investigação. A execução das reformas obrigou a Administração Pública a utilizar o apoio internacional de especialistas de centros universitários europeus para a elaboração dos estudos de análise sócio-educativos, necessários para a gestão e planificação do sistema escolar. Estudos prospectivos sobre as relações Educação/Formação dos Recursos Humanos, Educação/Desenvolvimento Regional e Local, Previsões Demográficas para a expansão das redes escolares, Desenvolvimento Curricular e Didáctico etc., eram, entre outros, domínios que pediam o apoio de investigadores. A ausência das formações teóricas e metodológicas necessárias para estes estudos conduziram alguns jovens licenciados de origem científica inicialmente diferente, a iniciar um percurso de pós-graduação no estrangeiro e a aceder ao doutoramento em disciplinas não tradicionais das Ciências de Educação consideradas mais no sentido de Ciências Pedagógicas ou da Escola, estimulando vias de investigação interdisciplinar.

A sucessiva abertura dos cursos de pós-graduação orientados para a formação pela investigação (mestrados) também permitiu, nestes últimos anos, o desenvolvimento das linhas de investigação e dos projectos bem delimitados com a identificação de equipas especializadas.

A busca de um espaço próprio no contexto da comunidade científica portuguesa e da política científica, tem ocupado o pouco numeroso grupo de investigadores desde há alguns anos. Podemos dizer que esta busca seguiu duas vias: por um lado, tentando afirmar-se como um movimento consistente, com uma produção científica reconhecida realizada nos departamentos e laboratórios instituídos nas universidades independentemente da investigação empírica imediata virada para a formação dos professores ou para a resposta aos múltiplos problemas do Sistema Escolar; por outro lado, tentando delimitar um domínio

próprio nos campos das Ciências Sociais e Humanas, onde muitas vezes a investigação educativa apenas tem um modelo de aplicação dos paradigmas disciplinares aos factos educativos.

Perspectivas e Problemas Actuais

Hoje em dia a comunidade científica portuguesa dos investigadores em Ciências da Educação conta com perto de cinquenta Doutores cuja formação foi adquirida nomeadamente nos Estados Unidos, na Grã-Bretanha, na França, na Bélgica e na Suíça e, desde há pouco tempo, em Portugal. Apesar da sua produção científica ser pouco numerosa e estar dispersa por vários centros de ensino, ela já é visível, apoiada por programas financiadores próprios apesar de muito limitados¹. Pela sua tradição e pelo seu carácter instrumental na formação dos professores, os domínios da Psicopedagogia, das Metodologias e das Didácticas das disciplinas dos planos curriculares da escola, ocupam um lugar preponderante em conjunto com os estudos de Análise Social e de Administração Escolar.

No entanto, desde há pouco tempo, equipas multidisciplinares dedicam-se a projectos de investigação nas fronteiras de diferentes ramos da Sociologia e da Economia, da Gestão, do Trabalho e do Desenvolvimento no sentido global, tal como em interfaces com as Ciências Cognitivas, a Epistemologia, etc. As relações entre a Educação e as questões relativas às modificações sociais, culturais e tecnológicas, onde se insere a problemática da Educação Permanente e as estratégias de Educação/Formação Contínua, também constituem campos de investigação recentes.

A utilização de várias abordagens científicas e a convergência de modelos teóricos sobre os objectos de investigação exigindo abordagens sistémicas levou a pôr em questão o valor epistemológico de certos instrumentos e de métodos de investigação herdados de outras disciplinas das Ciências Sociais e Humanas. Sobretudo, apercebemo-nos das atitudes crescentes de rejeição do hiper-instrumentalismo e do experimentalismo, em que a investigação em Educação se envolveu para conseguir a aceitação nos meios culturais académicos tradicionais.

¹ Como indicador do interesse público pela investigação no campo das Ciências da Educação, refira-se o seguinte: desde 1987 os Programas de Financiamento de Investigação do Orçamento Geral do Estado a cargo da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, incluem projectos específicos classificados na área das Ciências da Educação. Embora reconhecidos assim como de interesse público para o desenvolvimento do País, tais projectos têm sido sempre objecto de níveis muito baixos de financiamento. Em 1989 também o Instituto de Inovação Educativa abriu pela primeira vez uma linha de financiamento para projectos neste campo. Em 1991, porém, verificou-se uma ligeira melhoria nesta política de financiamento público quer pelo aparecimento de um número maior de projectos a concurso da responsabilidade de equipas de investigação das Instituições de Ensino Superior, quer pela afectação de um maior nível de financiamento (na ordem dos 60 000 contos) através da JNICT e do IIE.

A diversidade de centros universitários europeus ou dos Estados Unidos onde os investigadores conduziram os seus trabalhos de doutoramento² e com os quais eles mantêm sempre laços muito fortes, apesar de proporcionarem a possibilidade de confrontos de tendências de interesses, facilita a internacionalização da actividade científica.

Assim, as próprias condições de afirmação e de sobrevivência desta pequena comunidade conduzem à ultrapassagem de atitudes restritas de defesa de grupo dando lugar antes a diálogos fecundos entre investigadores cobrindo um amplo leque de formações e com percursos de investigação diversos.

A recente criação da Sociedade Portuguesa das Ciências da Educação reforçou este espírito de coesão e de identificação dos investigadores dando lugar à multiplicação das trocas com outros grupos não apenas das Ciências Sociais e Humanas como também das Ciências Exactas e Tecnológicas. A investigação no domínio da Educação Científica e Tecnológica, inclusive as didácticas das Ciências e a introdução das novas tecnologias de informação no ensino, também constituem, em certos casos, campos comuns de trabalho das equipas, sem fronteiras bem definidas.

Portanto, poderia concluir-se que o desafio maior que se apresenta às Ciências da Educação em Portugal no quadro alargado da Europa comunitária não reside tanto nas dificuldades de construção de redes de projectos ou da internacionalização das suas equipas, mas no empenho dos investigadores e a instrumentalização das suas competências, para a realização de grandes programas de Formação em todos os domínios. As necessidades dos especialistas para executar diferentes aspectos da Reforma Educativa e a actividade intensa de formação profissional que é pedida ao país, podem levar a um desvio das potencialidades e da vitalidade criativa dos centros de investigação. Estes podem não resistir ao apelo dos apoios financeiros que estes programas lhes propõem submergindo então numa atitude utilitarista ou de uma intervenção sem critérios prévios de investigação e de acumulação progressiva, e necessariamente lenta, de conhecimentos.

² Em 1991, dos sócios com Doutoramento em Ciências de Educação, inscritos na Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação, era a seguinte a distribuição por Países em cujas universidades obtiveram o grau de doutor:

- Universidades Portuguesas: 19
- Universidades Estrangeiras: 34
- França: 11
- Bélgica: 2
- Espanha: 3
- Inglaterra: 8
- Estados Unidos da América: 10

A INVESTIGAÇÃO EM PSICOLOGIA

Jorge Vala*

O ensino universitário da Psicologia em Portugal data de 1976. A situação actual da investigação reflecte este condicionalismo. Todavia, durante quinze anos, e em simultâneo com a institucionalização da disciplina e a formação de estudantes, a investigação pôde estruturar-se, foi publicado um certo número de estudos e apareceram análises sistemáticas de objectos particulares. Este movimento, muito rápido, apenas foi possível graças ao fermento deixado por instituições criadas no início do século sob o impulso da dinâmica da I^a República; graças a alguns espaços onde a psicologia pôde sobreviver, até 1976, contra a vontade do regime ditatorial e contra várias formas de poder, universitárias e outras; e graças a iniciativas privadas a que se devem, por exemplo, a criação do Instituto Superior de Psicologia Aplicada, nos anos sessenta.

1. Os campos da análise psicológica

A psicologia é uma disciplina muito diferenciada e é difícil estabelecer uma taxonomia rigorosa e útil dos conhecimentos e das práticas psicológicas. Contudo, a partir da análise das relações interprofissionais, uma investigação efectuada há alguns anos (Soczka *et al.*, 1981) pôde mostrar a organização das práticas psicológicas em torno de três grandes agrupamentos: a psicologia social e a psicologia organizacional; a orientação escolar e profissional e a avaliação psicológica; a psicologia do desenvolvimento, clínica e da educação. A revisão de literatura que realizámos mostra que esta taxonomia ainda é válida, apesar de se ter assistido a novas diferenciações, aliás já anunciadas, na investigação citada: uma emergência da psicologia clínica, tendencialmente autónoma do grupo psicologia da educação/psicologia do

* Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa.

desenvolvimento; a integração da avaliação psicológica na psicologia da educação; a autonomização da psicologia cognitiva; manifestações da diferenciação da psicologia social em relação à psicologia organizacional.

a) A Psicologia do desenvolvimento¹

Investigações de orientação psicanalítica analisaram o desenvolvimento emocional e a actividade simbólica na criança (Leal, 1987; Borges, 1982, 1991). As orientações de Piaget marcaram um grande número de investigações sobre o desenvolvimento intelectual (Morgado, 1988; Simões, 1989), sobre as competências comunicacionais (Simões, 1990), bem como sobre o desenvolvimento da moralidade (Oliveira-Formozinho, 1986), e mais especificamente sobre o altruísmo e a ética da justiça (Lourenço, 1990, 1991). Ainda no quadro do desenvolvimento da criança, foram efectuados estudos sobre a evolução das conceptualizações infantis nos domínios da leitura e da escrita (Martins & Mendes, 1987; Martins, 1989). O papel da programação na activação do desenvolvimento cognitivo foi também objecto de análise (Marchand, 1988).

O estudo da adolescência e da juventude apareceu mais tarde e reflecte também a clivagem entre orientações mais cognitivas e orientações mais próximas da psicanálise. As temáticas analisadas são, no primeiro caso, o desenvolvimento de estruturas cognitivo-interpessoais (Coimbra & Campos, 1991), o desenvolvimento do eu (Silva, 1989) e da identidade (Costa & Campos, 1991) e, no segundo caso, os processos de separação-individuação (Fleming, 1988).

Várias investigações puseram em evidência o papel dos factores sociais no desenvolvimento da criança e do adolescente (Fontaine, 1990, 1991; Abreu *et al.*, 1990; Almeida, 1989; Fleming, 1988; Costa & Campos, 1991; Moura, 1987; Marchand, 1986). Esta articulação entre os processos intra-individuais e sociais permitiu a emergência na psicologia da educação de práticas de intervenção e de investigação mais centradas no meio ambiente (Abreu, 1985) ou claramente situadas no quadro da psicologia ecológica (Bairrão *et al.*, 1979; Bairrão, 1991; Soczka e Machado, 1990; Campos, 1991). É neste último quadro teórico que se situa também o projecto internacional sobre os contextos de socialização das crianças em idade pré-escolar (Bairrão *et al.*, 1989).

b) A psicologia clínica

Em Portugal, como noutros países, a investigação em psicologia clínica dedicou-se durante muito tempo ao estudo de instrumentos de diagnóstico diferencial. Foi apenas recentemente

¹ Agradeço aos colegas que me facilitaram o acesso ao material que permitiu esta revisão. Por razões de tempo e espaço, não foi possível referir todos os estudos, pelo que peço desculpa aos seus autores.

que as teorias em psicologia clínica se orientaram para a construção de conceitos psicológicos distintivos e capazes de suscitar análises empíricas.

As orientações da investigação em psicologia clínica em Portugal constituíram já objecto de uma revisão de literatura (Gonçalves, 1990), tendo sido igualmente estudadas as principais orientações teóricas e metateóricas dos psicoterapeutas portugueses (Vasco *et al.*, 1991). Nas investigações agora analisadas, o cruzamento das abordagens desenvolvimentistas e clínicas é evidente, quer ao nível das orientações psicanalíticas (Leal, 1987; Borges, 1982), quer ao nível das orientações cognitivas (Silva, 1985; Sá, 1989). As posições construtivistas emergentes começaram pelo seu lado a estruturar métodos em psicopatologia e em psicoterapia (Joyce-Moniz, 1985, 1988; Gonçalves & Joyce-Moniz, 1991). Finalmente, a abordagem sistémica foi aplicada à compreensão dos comportamentos desviados (Agra, 1986; Fleming *et al.*, 1988) e às patologias da família (Prata, 1985; Relvas, 1989; Neto, 1986) e a perspectiva comunitária suscitou investigações-acção (Ornelas, 1989).

Com abordagens teóricas diferentes, vários investigadores estudaram a ansiedade (Baptista *et al.*, 1989) e o *stress* (Cruz, 1988; Bizarro, 1990). Por outro lado, na tradição de cruzamento da análise literária com a psicanálise, foram realizados alguns estudos (Pereira, 1991).

As investigações sobre a avaliação psicológica situam-se na interface da psicologia do desenvolvimento, da psicologia da educação e da psicologia clínica. Foram realizados vários trabalhos no domínio da inteligência e das aptidões (Marques, 1969; Miranda, 1982; Almeida, 1988) e no domínio da personalidade (Silva, 1982; Moita, 1988). Uma revisão da literatura sobre este tema (Silva, 1991) mostra que se trata de um dos campos de investigação desenvolvidos desde há mais tempo.

d) Psicologia das organizações

A abordagem das organizações enquanto culturas suscitou um certo número de investigações que articulam as culturas organizacionais com outros processos ou problemas: o *leadership* (Reto, 1991), as culturas sindicais (Lopes, 1991), a comunicação (Gomes, 1991) e os valores sociais (Marques, 1991). Os problemas suscitados pela introdução das novas tecnologias de informação nas organizações também deram origem a estudos respeitantes aos processos de decisão associados à adopção destas novas tecnologias (Miguez & Keating, 1986), bem como a estudos sobre a mudança das condições de trabalho (Lacomblez & Melo, 1988) e sobre a construção de representações sobre a gestão (Caetano & Vala, 1991). Várias temáticas ligadas ao comportamento organizacional foram objecto de pesquisa: o absentismo (Miguez, 1990), o *stress* (Pereira & Jesuíno, 1988), as condições de trabalho (Lacomblez *et al.*, 1991), a integração e a socialização organizacional (Jesuíno, 1988; Jesuíno & Reis, 1991).

e) A psicologia social

Um dos objectos de investigação mais desenvolvidos neste domínio diz respeito às identidades sociais e às relações intergrupos. Algumas investigações articulam as abordagens cognitivo-motivacionais e as abordagens estratégicas tendo em vista a compreensão dos conflitos intergrupos (Vala *et al.*, 1988; Monteiro *et al.*, 1991); outras opõem as abordagens cognitivo-motivacionais às perspectivas estritamente cognitivas na análise da percepção dos grupos (Marques, 1990; Marques *et al.*, 1988), outras ainda analisam os estereótipos no quadro da identidade social (Neto, 1986; Garcia-Marques & Oliveira, 1988; Amâncio, 1989).

Ao nível dos processos intragrupais, sublinhem-se as investigações sobre a tomada de decisão (Jesuíno, 1986).

A abordagem psico-social do funcionamento do pensamento social suscitou várias investigações, seja no quadro das representações sociais (Vala, 1989; Amâncio & Soczka, 1988), seja no quadro da cognição social e relacionada especificamente com a atribuição causal (Sousa & Leyens, 1987; Vala *et al.*, 1987; Sousa, 1991; Lima, 1990).

A psicologia social do desenvolvimento é um domínio em estruturação, quer numa perspectiva mais cognitiva e relacional (Monteiro, 1984; Monteiro *et al.*, 1991; Castro & Soczka, 1991), quer numa perspectiva mais ecológica (Soczka & Machado, 1990).

2. Questões sobre o futuro

O esboço de revisão da investigação em psicologia que acabámos de apresentar, permite constatar que, apesar de vários tipos de condicionalismos, se conseguiu um desenvolvimento muito rápido. No entanto, podemos formular algumas perguntas sobre os factores internos e

externos que poderão facilitar ou dificultar, no futuro, um crescimento mais consolidado da investigação em psicologia.

Do lado dos factores externos, institucionais e políticos, é quase indispensável sublinhar, porque tão evidente e tantas vezes afirmado, que as perspectivas não são positivas: nas políticas relativas à ciência, não se considera a investigação psicológica como factor de desenvolvimento social e individual. Esta atitude conduz à asfixia dos meios financeiros e humanos necessários ao progresso da investigação não apenas em psicologia, mas também noutras ciências humanas e sociais. Por outro lado, persistem no discurso social as resistências a um conhecimento empírico e experimental do homem e, num país em que a tradição experimental é reduzida, estas resistências ideológicas podem facilmente disfarçar-se em resistências epistemológicas.

Ao nível dos factores internos, deverá sublinhar-se que o crescimento da investigação em psicologia foi um crescimento em extensão. Este movimento, ligado aos imperativos do ensino, às pressões sociais e às necessidades de diferenciação no interior da comunidade científica, nem sempre facilitou a constituição de equipas orientadas para o estudo sistemático de problemas bem definidos. Um crescimento em profundidade poderia ser agora estimulado através, por um lado, da integração de equipas de investigadores portugueses em programas internacionais e da sua colaboração com laboratórios estrangeiros, cuja vocação de especialização é normalmente forte; e, por outro lado, pelo desenvolvimento, ao nível nacional, do diálogo interdisciplinar, o qual poderá facilitar a construção de perguntas e respostas inovadoras. Contudo, as pressões crescentes para a implicação dos investigadores em projectos de intervenção ou de I&D, em que a investigação fundamental é minimizada, e onde os métodos são por vezes definidos em função de parâmetros exteriores à comunidade científica poderão erigir-se num novo tipo de dificuldades. Finalmente, alguns dos aspectos que configuram o nosso contexto universitário poderão dificultar o desenvolvimento desejado. De entre estes, permito-me destacar a ausência de uma tradição de avaliação, quer das equipas e dos laboratórios, quer dos indivíduos, centrada em critérios claros, entre os quais as actividades de investigação e a qualidade das publicações não sejam factores menores.

Referências bibliográficas

- ABREU, M. (1987) – Le psychisme, L'individu et son monde. In C. Coll & al. (Ed), *Comportement, cognition, conscience*. Paris: P. U. F.
- ABREU, M., Silva, J. T. & Borges, G. F. (1990) – *School Achievement and Parental Attitudes Toward School and their Children's Future*. 22nd International Congress of Applied Psychology, Kyoto.

- AGRA, C. (1986) – Projecto de Psicologia Interdisciplinar do Comportamento Desviante e Auto-organizado, *Análise Psicológica*, 4: 311-317.
- ALFERES, V. (1982) – Memória e Processos de Organização Cognitiva, *Revista Portuguesa de Psicologia*.
- ALMEIDA, L. (1988) – *O raciocínio diferencial de jovens*. Lisboa: INIC.
- ALMEIDA, L. (1989) – Gender and Social Class effects on differential reasoning tasks performance with portuguese secondary students. *Personality and Individual Differences*, 10: 565-572.
- AMANCIO, L. (1989) – Social Differentiation Between «dominant» and «dominated» groups: towards an integration of social stereotypes and social identity. *European Journal of Social Psychology*, 19: 1-10.
- AMANCIO, L. & Soczka, L. (1988) – Social Identity and Implicit Theories about sex Discrimination at Work. In D. Canter, J. Jesuino, L. Soczka, G. Stephenson (Eds.), *Environmental Social Psychology*, Londres: Kluwer Ac. Pub.
- BAIRRÃO, J. (1991) – Tendências actuais da Psicologia Educacional, *Psicologia*, 8: 5-9.
- BAIRRÃO, J., Feijó, M., Ferreira, M., Felgueiras, M., Machado, M. & Pinto, R. (1979) – Contribuição ao Estudo da Etiologia da Debilidade Mental, *Cadernos do COOMP*, 4: 23-92.
- BAIRRÃO, J., Barbosa, M., Borges, I., Cruz, O., & Marcelo-Pinto, I. (1989) – Care and education for children in Portugal. In P. Olmsted e D. Weikar (Eds.), *How nations serve young children*. Michigan: High-Scoop Press.
- BAPTISTA, A., Soczka, L. & Pinto, A. (1989) – A ansiedade dos exames: aplicação de Reacções aos Testes (RT) a uma amostra da população portuguesa, *Psicologia*, 7: 39-49.
- BIZARRO, L. (1990) – *Estudo desenvolvimentista do stress na adolescência*. Manuscrito não publicado. Univ. de Lisboa.
- BORGES, I. (1982) – *A organização do objecto e os primeiros anos de vida*. Porto: Afrontamento.
- BORGES, I. (1991) – A génese da actividade simbólica, *Revista de Psicologia e de Ciências de Educação* (in press).
- CAETANO, A. e Vala, J. (1991) – Implicit theories of organizing: an exploratory empirical study, *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, 4: 69-91.
- CAMPOS, B. P. (1991) – Psychological Development and Personal and Social Education in the Schools. In. H. Starley (Ed.), *Socialisation of School Children and Their Education for Democratic Values*. Amsterdam: Swetz & Zeithings.
- CARY, L. (1990) – Será a consciência fonológica um todo homogéneo? A evidência dos iletrados. *Revista Portuguesa de Psicologia*, n.º 26: 57-76.
- CASTRO, P. et Soczka, L. (1991) – Transição escolar e identidade: um estudo com as crianças da Musgueira Sul. *Psicologia*, 8: 57-78.
- CASTRO, S. L. & Morais, J. (1987) – Ear differences in illiterates. *Neuropsychologia*, 25: 409-417.
- COIMBRA, J. L. & Campos, B. P. (1991) – Organization of experience and organization of action – related thought: a décalage in the adolescent's interpersonal development. In C. Vandenplas – Holper & B. P. Campos (Eds.), *Interpersonal and Identity Development: New directions*. Porto: ICP/Academia.
- COSTA, M. E. & Campos, B.P. (1991) – Socioeducational contexts and beginning university student's identity development. In C. Vandenplas – Holper & B. P. Campos (Eds.), *Interpersonal and Identity Development: New Directions*. Porto: ICP/Academia.
- CRUZ, J. (1988) – *Stress, ansiedade e rendimento em contextos educativos e de realização*. II Simpósio Nacional sobre a Investigação em Psicologia, Lisboa.
- FLEMING, M. (1988) – *Autonomia Comportamental na Adolescência e Percepções das Atitudes Parentais*. Tese de doutoramento. Univ. do Porto.
- FLEMING, M., Figueiredo, E., Vicente, S. & Sousa, A. (1988) – Consumo de drogas ilícitas e factores de risco em adolescentes em meio escolar. *Psicologia*, 6: 431-437.

- FONTAINE, A. M. (1990) – Pratiques éducatives familiales et motivation pour la réussite d'adolescents en fonction du contexte social. In S. Danserau, B. Terrisse, & J. Bouchard (Eds.), *Education Familiale et Intervention Précoce*. Montréal: Agence d'Arc.
- FONTAINE A. M. (1991) – Impact of Social Context on the Relationship between achievement motivation and anxiety, expectations or social conformity. *Personality and Individual Differences*, 12: 457-466.
- GARCIA-MARQUES, L. & Oliveira, J. P. (1988) – National identities and levels of categorization: self-stereotypes, attitudes and perception of other nationalities: In D. Canter, J. Jesuino, L. Soczka e G. Stephenson, (Eds.), *Environmental Social Psychology*, Londres: Kluwer Ac. Pub.
- GOMES, A. (1991) – *Cultura organizacional: a organização comunicante e a gestão da sua identidade*. Tese de doutoramento. Univ. de Coimbra.
- GONÇALVES, O. (1990) – Psicologia Clínica: Estado Actual e Perspectivas de Futuro. *Jornal de Psicologia*, 9: 8-13.
- GONÇALVES, O. Joyce-Moniz, L. (1991) – *Dramatic expression: A methodology for psychotherapeutic creativity*. N. Y.: Teachers College Press.
- JESUINO, J. (1988) – The use of Symlog in the study of organization socialization. In R. Polley, A. Hare & Ph. Stone (Eds.), *The Symlog Practitioner: Applications of Small Group Research*. New York: Praeger.
- JESUINO, J. & Reis, E. (1991) – A Entrada dos Jovens no Mundo do Trabalho. *Revista de Gestão*, n.º 9: 9-22.
- JESUINO, J. (1986) – Influence of Leadership Process on Group Polarization. *European Journal of Social Psychology*, 16: 413-423.
- JOYCE-MONIZ, L. (1985) – Epistemological Therapy and constructivism. In M. Mahoney & A. Freeman (Eds.), *Cognition and Psychotherapy*. N. Y.: Plenum.
- JOYCE-MONIZ, L. (1988) – Self-talk, dramatic expression and constructivism. In C. Perris, I. Blackburn & H. Perris (Eds.), *Cognitive Psychotherapy: Theory and Practice*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- KOLINSKY, R., Cary, L. & Morais, J. (1987) – Awareness of words as phonological entities: The Role of Literacy. *Applied Psycholinguistics*, 8: 223-232.
- LACOMBLEZ, M. & Melo, A. (1988) – *Informatisation des petites et moyennes entreprises et conditions du travail: Analyse du cas au Portugal* (C. E. E. & Fac. de Psicologia da Univ. do Porto).
- LACOMBLEZ, M., Freitas I. & Pinto, M. (1991) – Study on the neurobehavioural effects of workers exposure to the formaldehyde: what's about the work organization. In Y. Queinnee & F. Daniellou (Eds.), *Design for Everyone*. Londres: Taylor and Francis.
- LEAL, M. M. (1982) – The seeing mirror – to be seen by the mirror, *Groupanalysis*, 15 (2).
- LEAL, M. M. (1987) – *Emotional factors in symbol formation*. 2nd European Conference for Research on Learning and Instruction, Tuebuigen.
- LIMA, M. L. (1990) – Controlar o incontrolável: esquemas cognitivos de adaptação ao risco sísmico. *Revista de Psicologia Social*, 5: 171-184.
- LOPES, A. (1991) – *Approche culturelle des coopératives de production au Portugal – caractérisation, atouts et faiblesses du modèle*. Tese de doutoramento. Univ. de Louvain.
- LOURENÇO, O. M. (1990) – From Cost – Percetion to Gain – Construction: toward a piagetian explanation of the development of altruism in children. *International Journal of Behavioral Development*, 13: 119-132.
- LOURENÇO, O. M. (1991) – Is the care orientation distinct from the justice orientation? Some empirical data in ten to eleven year old children, *Archives de Psychologie*, 59: 17-30.
- MARCHAND, H. (1986) – Apprentissage opératoire dans un milieu socio-culturel sous-privilégié. *Archives de Psychologie*, 54: 3-26.
- MARCHAND, H. (1986) – *O Logo na pré-primária e na primária*. II Simpósio Nacional sobre a Investigação em Psicologia, Lisboa.
- MARQUES, F. (1969) – *Estudos sobre a Escala de Inteligência de Wechsler para Crianças. Adaptação e aferição para Portugal*. Lisboa: INIC.

MARQUES, J. M. (1990) – The black sheeps effect: Outgroup homogeneity in social comparison settings. In D. Abrams and M. Hogg (Eds.), *Social Identity Theory: Constructive and Critical Advances*. London: Harvester Wheatsheaf.

MARQUES, J. M. & Yzerbyt, V. (1988) – The black sheep effect: Judgmental extremity towards ingroup members in inter and intra-group situations. *European Journal of Social Psychology*, 18: 287-292.

MARQUES, J. M., Yzerbyt, V. Y. & Leyns, J. Ph. (1988) – The black sheep effect: Judgmental extremity towards ingroup members as a function of group identification. *European Journal of Social Psychology*, 18, 1-16.

MARTINS, M. (1989) – Apprendre à écrire. In *L'entrée dans l'écrit*. Toulouse: PUB.

MARTINS, M. & Mendes, A. (1987) – Evolução das conceptualizações infantis sobre a escrita. *Análise Psicológica*, 5: 499-508.

MENDES B. (1990) – Tratamento Analítico Versus Holístico da Informação Visual, *Revista Portuguesa de Psicologia*, n.º 26.

MIGUEZ, J. (1990) – *Levels of analysis and organizational behaviour*. General Meeting, European Association of Experimental Social Psychology, Budapest.

MIGUEZ, J. e Keating, J. (1986) – *Automation and work organization*. Nato Advanced Research Workshop on Social and Environmental Psychology in the European Context, Lisboa.

MIRANDA, M. J. (1982) – *Exame do nível Intelectual das Crianças Portuguesas do Ensino Básico dos 6 aos 13 anos. Adaptação, Metodologia e Aferição de uma Escala Colectiva*. Lisboa: INIC.

MOITA, V. (1988) – *A Dimensão perceptivo-cognitiva na técnica projectiva Rorschach: proposta de classificação dos modos de apreensão*. II Simpósio Nacional sobre a Investigação em Psicologia, Lisboa.

MONTEIRO, M. B. (1984) – *La construction social de la violence: approche cognitive et développemental*. Tese de doutoramento, Univ. de Louvain.

MONTEIRO, M. B., Vala J. & Lima, M. (1991) – *The Role of Situational and Social Cognitive Variables in the Management of Intergroup Conflict*. Four Annual Conference of the International Association for Conflict Management, Amsterdam.

MONTEIRO, M. B., Lima, L. & Gomes-Pedro, J. (1991) – *Do early interventions mean an extraworry for mothers? An experimental field research*. Int. Congress on Stress, Anxiety and Emotional Disorders, Univ. do Minho, Braga.

MORAIS, J., Castro, S. L., Scliar-Cabral, L., Kolinsky, R. & Content, A. (1987) – The effects of literacy on the recognition of dichotic words. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39: 451-465.

MORGADO, L. (1988) – *Aprendizagem operatória da conservação das quantidades numéricas*. Lisboa: INIC.

MOURA, H. (1987) – O difícil acesso à génese das aspirações sociais. *Psicologia*, 5: 189-196.

NETO, F. (1986) – Adaptação psico-social e regresso ao país natal dos migrantes portugueses em França. *Psicologia*, 5: 71-86.

NETO, L. M. (1986) – *Representação da Hierarquia Familiar num grupo de Famílias Sãs*. Manuscrito não publicado, Univ. de Lisboa.

OLIVEIRA-FORMOZINHO (1986) – A intervenção da Escola no Desenvolvimento Socio-Moral. *Desenvolvimento*, 3: 61-74.

PEREIRA, O. e Jesuino, J. (1988) – *Decreasing Damaging Effects of Stress-Bound Situations: Towards a new Model of Leadership under Stress*. United States Army Research Institute & Univ. Nova de Lisboa.

PINTO, A. (1991) – Reading rates and digit span in bilinguals: The superiority of mother tongue. *International Journal of Psychology*, 26: 471-483.

PINTO, A. (1991) – Where did you park your car? Analysis of a naturalistic long-term recency effect. *European Journal of Cognitive Psychology*, 3: 297-313.

PRATA, P. (1985) – Patologia Inter-Relacional na Sistémica da Terapia Familiar. In O. Pereira e J. Jesuino (Eds.), *Psicologia Social do Desenvolvimento*, Lisboa: Livros Horizonte.

- RELVAS, A. P. (1989) – Morte e Luto na Família: uma abordagem sistémica, *Psicologia Clínica*, 1: 49-59.
- RETO, L. (1991) – *Leadership en situation égalitaire*. Tese de doutoramento, Univ. de Louvain.
- SÁ, I. (1989) – *O Desenvolvimento da autoregulação da expressão emocional*. Manuscrito não publicado, Univ. de Lisboa.
- SILVA, A. (1985) – *Desenvolvimento da autoafirmação em crianças e adolescentes*. Tese de doutoramento, Univ. de Lisboa.
- SILVA, D. (1982) – *O Teste de Apcerção para crianças – Figuras Humanas (CAT-H). Um estudo de normas*. Lisboa: INIC.
- SILVA, D. (1991) – Docencia, Investigación y práctica de la evaluación psicológica en Portugal. *Evaluación Psicológica*, 7: 99-111.
- SIMÕES, M. D. (1990) – *Comunicação entre crianças*. Coimbra: Coimbra Editora.
- SIMÕES, M. L. (1989) – *O diálogo sujeito-objecto na produção de novas coordenações cognitivas*. Tese de doutoramento, Univ. de Coimbra.
- SOCZKA, L. (1988) – Representações sociais, Relações Intergrupos e Identidades Profissionais dos Psicólogos. *Psicologia*, 6: 253-276.
- SOCZKA, L., Vala, J. e Bairrão, J. (1981) – O Perfil Sócio-Profissional dos Psicólogos em Portugal: Matriz das relações profissionais e Áreas de Intervenção. *Psicologia*, 2: 221-228.
- SOCZKA, L. & Machado, P. (1990) – *Os trajectos escolares das crianças de um bairro degradado de Lisboa – contributos para uma leitura socioecológica das respostas escolares na Musgueira Sul*. Lisboa: LNEC.
- SOUSA, E. (1991) – The social determination of attribution judgments. In M. F. Pichevin et al. (Eds.), *Studies on the self and social cognition*, Londres: Scientific World.
- SOUSA, E. e Leyens, J. Ph. (1987) – Apriori vs. spontaneous models of causal attribution. *British Journal of Social Psychology*, 26: 281-292.
- SOUSA, L. (1990) – *Processamento de informação simultânea. Efeitos da influência da estimulação auditiva na resposta a estímulos visuais*. Tese de doutoramento, Univ. do Porto.
- VASCO, A. B., Garcia-Marques, L. & Dryden, W. (1991) – *Psychotherapist Know byself!: Dissonance between metatheoretical and personal values in psychotherapists of different theoretical orientations*. Manuscrito submetido para publicação.
- VALA, J. (1989) – Identités Sociales et Représentations Sociales du Pouvoir. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, 3: 451-470.
- VALA, J., Monteiro, M. B. & Lima, M. L. (1988) – Intergroup Conflict in an Organizational Context – How to Survive the Failure, In D. Canter, J. Jesuino, L. Soczka e G. Stephenson, *Environmental Social Psychology*, Londres: Kluwer Ac. Pub.
- VALA, J., Leyens, J. Ph. & Monteiro, M. B. (1987) – Causal Dimensions of Interpersonal violence, *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 7: 393-411.
- VERHAEGHE, A. & Kolinsky, M. (1988) – *Utilização dos índices visuais direita-esquerda em grupos diferenciados de adultos*. II Simpósio Nacional sobre a Investigação em Psicologia, Lisboa.

CAPÍTULO II
ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS I
(CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO)

TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO EM PORTUGAL: UMA INTRODUÇÃO

*Cândido Marciano da Silva**

Enraizada na área mais tradicional da «Electrónica», a área tratada por este painel revela ainda marcas da sua ancestralidade.

Com a consciência de que as «Engenharias» e «Tecnologias» têm práticas de publicação específicas quando comparadas com outras ciências, realizou-se um rápido panorama das publicações científicas portuguesas nesta área, no período de 1980-1989, utilizando duas bases de dados bem conhecidas:

- «Science Citation Index» (SCI), com o seu grau de selectividade,
- INSPEC que, cobrindo os resumos «Electrical and Electronics Engineering Abstracts» e «Computing Abstracts», selecciona um vasto conjunto de Revistas, e também de Actas de Conferências.

Este panorama foi complementado por algumas revistas de aplicação seleccionadas noutras áreas (e. g. Medicina).

Como podemos ver na Figura 1 (página seguinte) a quantidade total de publicações no conjunto de revistas assim constituído, aumentou gradualmente no período de dez anos.

Todavia, o número de publicações que aparecem no SCI revela na Figura 2 um crescimento muito menos pronunciado, indicando claramente que a mudança dinâmica desta área deve ser observada na parte do INSPEC não coberta pelo SCI. Esta fracção, que aparece com o sombreado vertical em todos os gráficos, foi observada como consistindo essencialmente em «resumos apresentados em encontros científicos» não publicados nas revistas.

Dividiu-se, tentativamente, o total das 415 publicações do período de dez anos, em grandes sub-áreas para uma análise mais fina, mas os dados disponíveis não encorajam mais que 4 ou 5 sub-áreas.

* Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

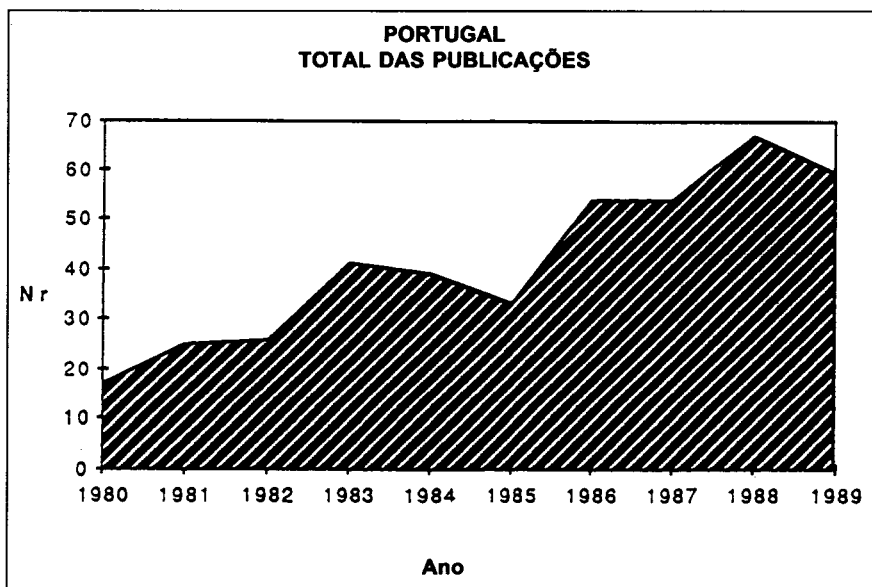


Fig. 1

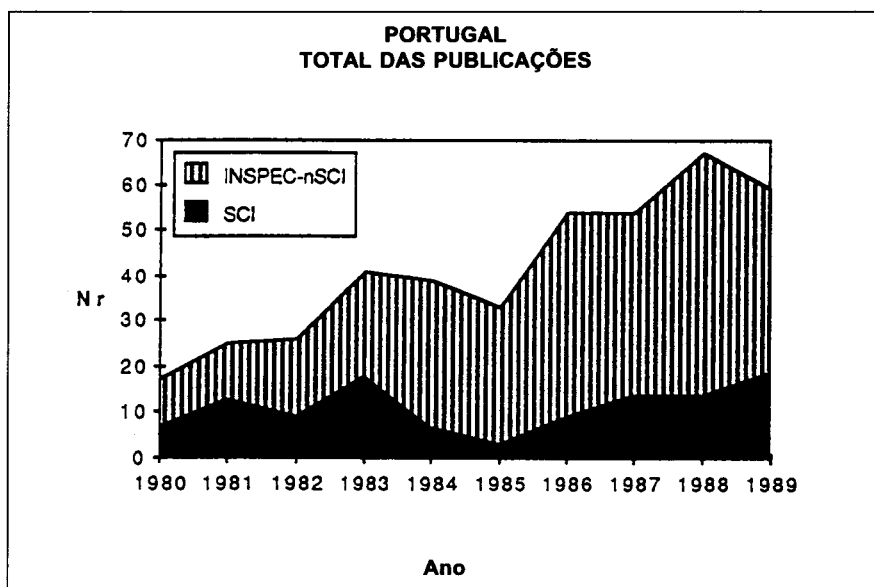


Fig. 2

A Figura 3 mostra o comportamento do conjunto de «Electrónica» e «Telecomunicações», que exhibe um crescimento moderado, característico de uma área científica estabelecida.

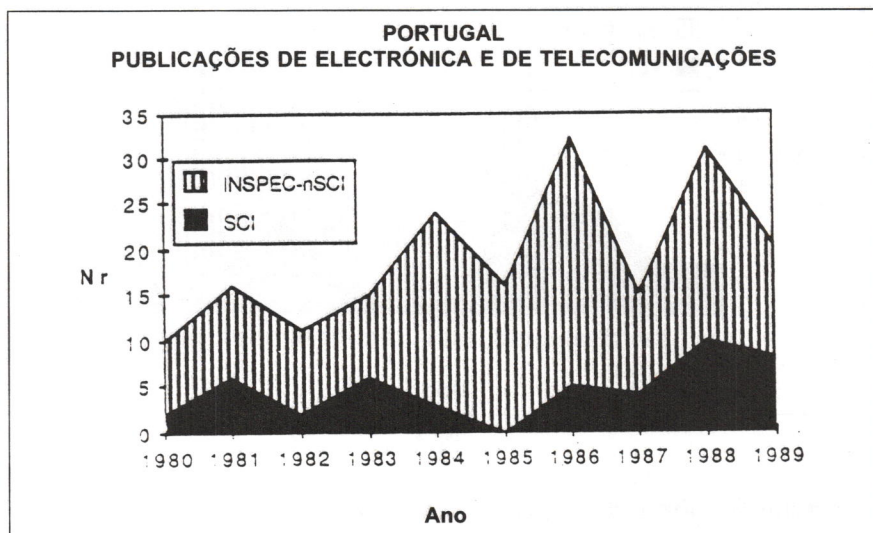


Fig. 3

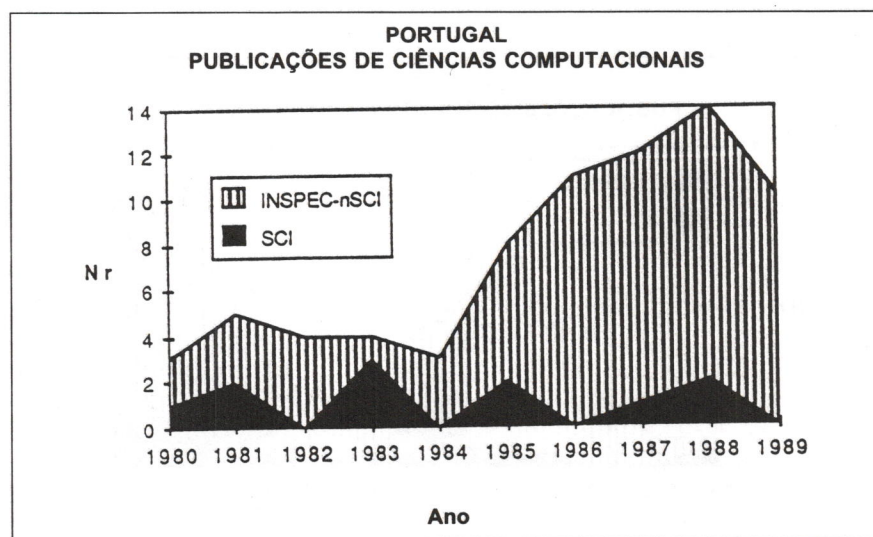


Fig. 4

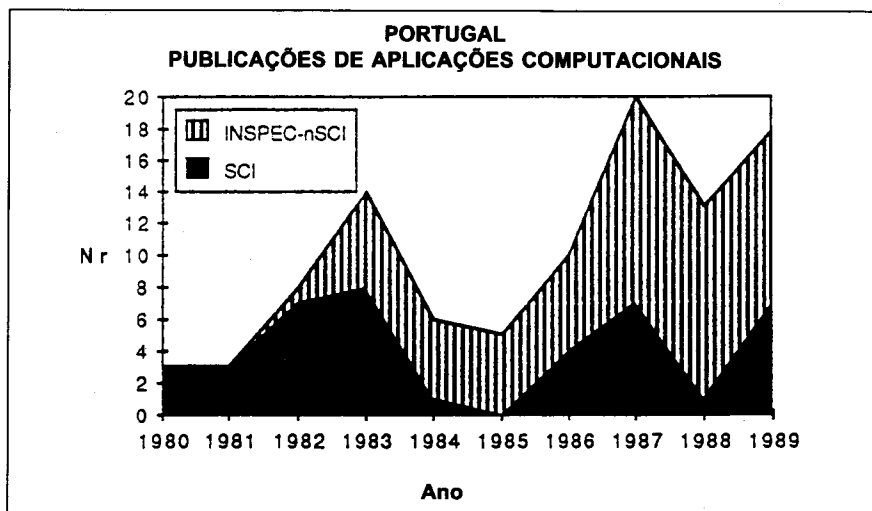


Fig. 5

Contudo, as «Ciências da Computação» exibem, na Figura 4, o comportamento diferente de uma área em evolução, mas onde o núcleo «duro» da ciência (publicação em revistas) permanece a um nível não significativo e não mostra uma tendência para um crescimento sustentado. Um rápido aumento de actividade é, todavia, observado na participação em encontros científicos.

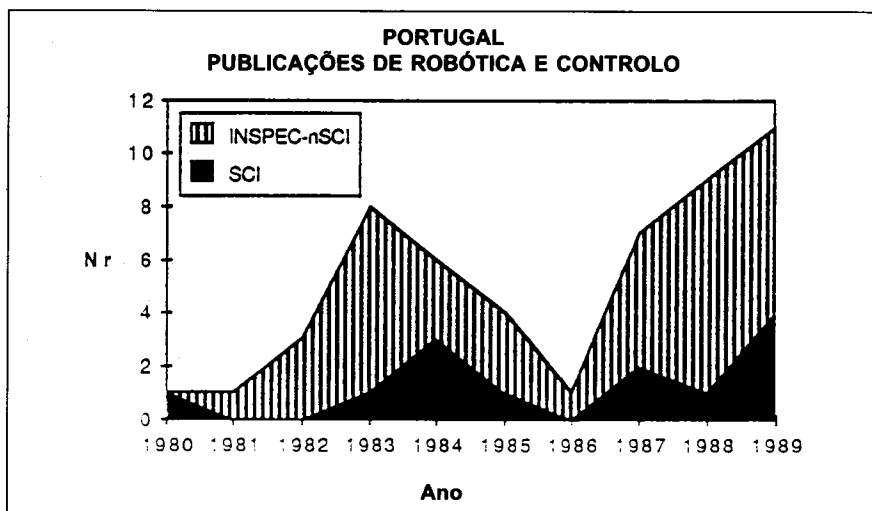


Fig. 6

As «Aplicações Computacionais» e «Robótica & Controlo» mostram, nas Figuras 5 e 6, padrões semelhantes de crescimento indeciso.

Quando separamos da Figura 3 as duas sub-áreas, vemos que, enquanto a «Electrónica» (Fig. 7) continuou a sua tendência estabelecida com uma razão entre publicações e SCI e não-SCI razoavelmente constante, as «Telecomunicações» (Fig. 8) parecem estar a iniciar um processo de desenvolvimento semelhante ao das «Ciências da Computação». A componente SCI observada em 1990 nestas duas áreas confirma as indicações de crescimento sugeridas nos últimos quatro anos. A Figura 9, que apenas apresenta dados de SCI (publicações em revistas), expressa esta tendência muito claramente.

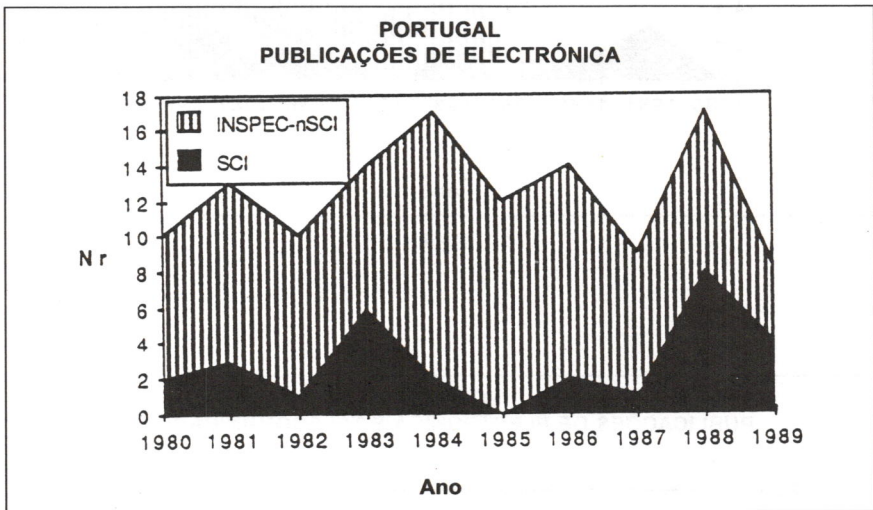


Fig. 7

Os comentários aos dados anteriores apresentados nas Figuras são consistentes com as taxas que, na Tabela 1, podem ser feitas da componente SCI em relação ao número total de publicações, ambas tomadas para o período de 10 anos.

De facto, enquanto a taxa média geral é de 0,27 para a soma total de todas as áreas combinadas, a taxa das «Ciências Computacionais» é de 0,15, i. e., muito mais activa que a média em participação em congressos, e a taxa de «Aplicações Computacionais» é 0,46, i. e., mais activa que a média de publicações em revistas.

A «Electrónica», «Robótica & Controlo» e «Telecomunicações» partilham todas taxas (0,25, 0,255 e 0,26 respectivamente) próximas da média, sugerindo que as últimas duas sub-áreas ainda não se dissociaram, em Portugal, da sua ciência-mãe, a «Electrónica».

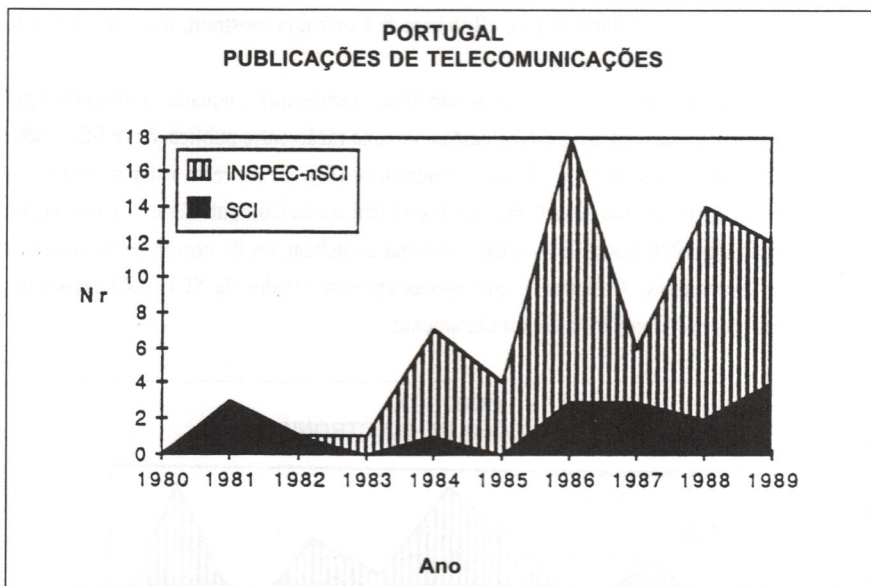


Fig. 8

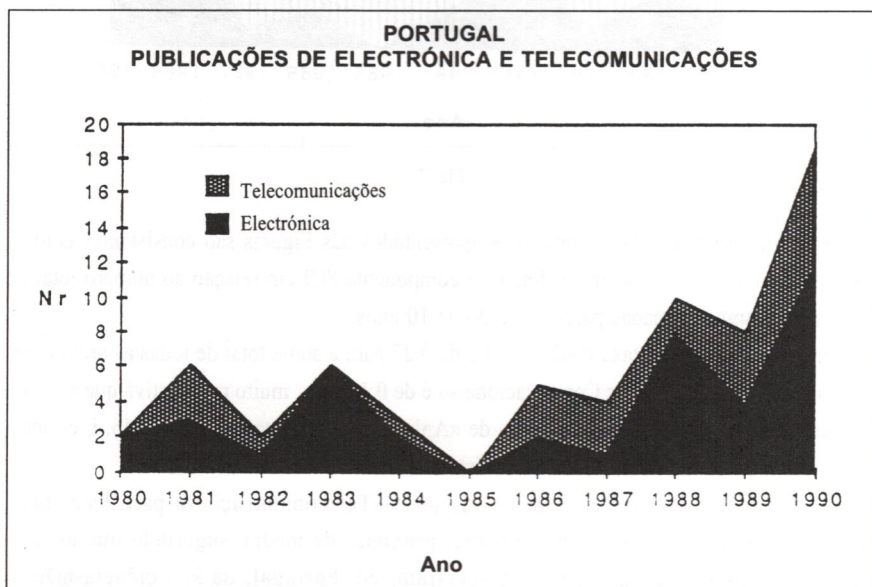


Fig. 9

TABELA 1

		1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Sum 89	Sum 90
Ciências Comp.	INS	2	3	4	1	3	6	11	11	12	10		63	63
	SCI	1	2		3		2		1	2		1	11	12
Aplicação Comp.	INS			1	6	5	5	6	13	12	11		59	59
	SCI	3	3	7	8	1		4	7	1	7	5	41	46
Robótica & Controlo	INS		1	3	7	3	3	1	5	8	7		38	38
	SCI	1			1	3	1		2	1	4	1	13	14
Electrónica	INS	8	8	9	8	15	12	12	8	9	4		93	93
	SCI	2	5	1	6	2		2	1	8	4	12	31	43
Telecomu- nicações	INS				1	6	4	15	3	12	8		49	49
	SCI		3	1		1		3	3	2	4	7	17	24
Totais	TOT	17	25	26	41	39	33	54	54	67	59	26	415	441
Totais	INS	10	12	17	23	32	30	45	40	53	40	0	302	302
Totais	SCI	7	13	9	18	7	3	9	14	14	19	26	113	139

INESC: DESENVOLVER PORTUGAL ATRAVÉS DA I & D EM TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES, FORMAÇÃO E MODERNIZAÇÃO EMPRESARIAL

*José M. Tribolet**

O desenvolvimento económico e social de um país passa pela construção de um sistema científico e tecnológico adequado, pela formação tecnológica avançada e pela sua utilização no contexto empresarial em ordem à criação de riqueza.

Criado em 1980, o INESC constituiu-se como instituição de «interface» entre o sistema universitário público e o tecido empresarial. O INESC é uma associação privada sem fins lucrativos e de utilidade pública, orientada para a Investigação e Desenvolvimento e formação tecnológica avançada na área das Tecnologias de Informação e Telecomunicações.

São associados do INESC empresas operadoras de telecomunicações e universidades públicas: Correios e Telecomunicações de Portugal, Telefones de Lisboa e Porto, Instituto Superior Técnico de Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, Companhia Portuguesa Rádio Marconi, Universidade do Porto e a Universidade de Aveiro. Estão ainda ligados ao INESC, através de protocolos de colaboração, a Universidade de Coimbra e a Universidade do Minho.

O INESC conta actualmente com metade da capacidade científica e tecnológica nacional nestas áreas científicas e tecnológicas, com actividades de I&D localizadas em Lisboa, Porto, Aveiro, Coimbra e Braga.

As actividades de I&D estão organizadas em quatro áreas estratégicas: Telecomunicações e Novos Serviços, Computadores e Informática, Sistemas Electrónicos e Tecnologia, e Sistemas Industriais Integrados de Gestão e Produção. Coordenadores Regionais asseguram as sinergias e a cooperação dentro do INESC e com as culturas regionais, nas suas componentes sociais, académicas, económicas e empresariais.

Com o apoio do Programa PEDIP, o INESC está a desenvolver as actividades de desenvolvimento pré-competitivo, de demonstração e de transferência tecnológica para a Indústria

* Instituto Superior Técnico, INESC.

portuguesa, através da criação de Centros de Transferência de Tecnologia e do HITEC – Centro de Incubação de Empresas, ambos com instalações próprias em Lisboa e no Porto.

Entretanto, o INESC prossegue a sua actividade de Investigação e Desenvolvimento, reforçando a sua capacidade de produção científica e tecnológica através do Programa CIÊNCIA.

Durante a década de 90, o INESC tem perspectivada a implantação gradual de todas as suas actividades, num movimento intimamente articulado com a Universidade e com o tecido empresarial, nos Parques de Ciência e Tecnologia, a criar em Lisboa e Porto durante os próximos anos.

O desenvolvimento e a modernização de Portugal podem beneficiar significativamente da implementação de Parques de Ciência e Tecnologia em que as instituições de Ensino e de Investigação e Desenvolvimento, estejam na proximidade física das zonas de fixação de actividade empresarial de base tecnológica avançada, para garantir a integração e as sinergias entre estas componentes, em conjunto com infra-estruturas que maximizem o potencial dos recursos humanos num enquadramento ambiental de qualidade.

Dez anos de impacto no desenvolvimento nacional

O INESC é uma atitude cultural que acredita que Portugal é um país viável e aposta na modernização do sistema produtivo do país, nas vertentes industrial, de serviços e educacional.

Fazendo um balanço dos 11 anos de actividade da instituição, o INESC realizou no seu âmbito trabalhos de investigação que conduziram a mais de 20 doutoramentos, 130 mestrados e preparou mais de 1700 finalistas de engenharia para o mercado de trabalho. E cumpriu inteiramente o seu papel de interface na relação universidade-empresa canalizando o «know-how» do INESC, através da presença dos seus investigadores nos estabelecimentos de ensino superior. Da mesma forma, é indubitável o valor económico dos produtos e dos serviços de alto valor acrescentado que o INESC tem vindo a introduzir no tecido económico nacional.

Actualmente, trabalha no INESC metade da comunidade científica nacional nas áreas das Tecnologias de Informação e Telecomunicações, cerca de um milhar de pessoas, das quais 400 alunos de cursos de engenharia, 300 docentes universitários e cerca de 200 investigadores em programas de doutoramento e mestrado, 12 dos quais no estrangeiro.

A instituição tem um património próprio avaliado em cerca de 6 milhões de contos e um orçamento para este ano de cerca de 2,5 milhões de contos, 40% do qual de receitas em divisas, atingindo a taxa de autofinanciamento os 90%.

Através do FUNDETEC executou acções de reciclagem para mais de 4800 quadros de empresas, realizou cursos de formação para mais de 1400 técnicos e aumentou os números

clausus na área das Tecnologias de Informação através do financiamento de infra-estruturas em diversas universidades.

Com a incubadora AITEC o INESC «incubou» em 4 anos 18 empresas de base tecnológica, transferindo para o tecido empresarial, não só produtos desenvolvidos no seu âmbito como também recursos humanos qualificados. De facto, 70% do pessoal destas empresas tem formação superior.

Desta forma, o INESC aposta no desenvolvimento económico através da prossecução de uma estratégia de produção de recursos humanos e de ciência e tecnologia. A criação endógena de riqueza no sector das tecnologias da informação, nas suas vertentes várias, para o mercado interno e externo, tem como objectivo provocar alterações significativas na organização actual do tecido empresarial português.

Uma organização flexível e simples

O INESC abrange um vasto conjunto de actividades que vão da investigação científica fundamental à incubação de projectos empresariais, passando pelo desenvolvimento tecnológico e pela transferência de tecnologia.

Este leque diverso de actividades é gerido por uma Direcção Nacional, assistida por um número reduzido de departamentos de apoio à gestão (Finanças, Administração, Comunicação, etc.). Em cada uma das localizações, Directores-Coordenadores asseguram a coesão e as sinergias com os ambientes locais. A nível nacional, directores responsáveis por grandes áreas científicas e tecnológicas, orientam estrategicamente, supervisionam e asseguram a coordenação das actividades.

Neste contexto de gestão, o INESC integrou as actividades de investigação científica e desenvolvimento tecnológico com contratos e projectos de características e objectivos de médio e longo prazo, intimamente ligadas a actividades de formação pós-graduada, em vectores.

Os vectores são constituídos por equipas de I&D, com objectivos científicos autónomos de curto prazo e recursos próprios limitados, existindo orçamentos de investimento e programas de trabalho de médio e longo prazo juntando equipas de áreas científicas semelhantes.

Simultaneamente, as actividades de desenvolvimento tecnológico pré-competitivo e de transferência de tecnologia para o tecido económico foram autonomizadas num conjunto de centros de transferência de tecnologia, cada um dedicado a uma área tecnológica, com equipas de técnicos profissionais trabalhando na prestação de serviços envolvendo tecnologia avançada e na execução de contratos com transferência de tecnologia e de «know-how» para as empresas.

Por fim, o INESC integra o HITEC, um centro de incubação de empresas de base tecnológica nas nossas áreas de intervenção científica e tecnológica. Este centro, com um pequeno conjunto de quadros especializados e de pessoal de apoio, procura criar condições e meios para o desenvolvimento de ideias e de tecnologias inovadoras com potencial empresarial, em especial, aquelas com origem na actividade do INESC ou na sua interacção com o tecido empresarial.

Para o sucesso e equilíbrio deste conjunto, a íntima articulação e a obtenção de sinergias é fundamental.

Pôr a bandeira de Portugal no mapa-mundo das tecnologias de informação

Uma cooperação crescente em projectos internacionais no âmbito das actividades de I&D e a participação em Programas Comunitários nesta área, têm contribuído para o reconhecimento e projecção do INESC enquanto instituto de investigação.

Com a adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia, em 1986, o INESC deu um significativo salto quantitativo e qualitativo, em termos de actividade internacional de I&D, através da participação em vários programas comunitários.

Neste âmbito, o Programa ESPRIT é aquele que regista uma maior participação do INESC. De facto, a nossa instituição participa actualmente em 42 projectos ESPRIT, em áreas que abrangem a arquitectura de computadores, redes locais, desenvolvimento de software, sistemas de informação, etc..

Além do ESPRIT, o INESC participa ainda de forma significativa nos programas RACE, EUREKA, BRITE/EURAM, DELTA, SFS/NATO, AIM, COMETT, COMAC/BME, SCIENCE, COST, CTS. A participação do INESC nestes programas permitiu estabelecer uma rede de ligações internacionais determinantes para promover a transferência de tecnologia e ao mesmo tempo para integrar a actividade de Investigação Científica portuguesa a nível internacional.

Com uma rede de parceiros que inclui cerca de 200 entidades a nível europeu, a projecção do INESC no seio da comunidade científica internacional foi reforçada pela adesão ao Consórcio ERCIM (European Research Consortium for Informatics and Mathematics). O ERCIM, constituído com a finalidade de aumentar a cooperação no interior da comunidade científica europeia e de fomentar o diálogo frutuoso das instituições de I&D com os meios industriais e com as instituições comunitárias, agrupa actualmente seis das mais representativas instituições de I&D a nível europeu e nacional, através da cooperação e do aproveitamento de sinergias com as grandes organizações de I&D Europeias.

Parques de Ciência & Tecnologia: uma visão de futuro

O INESC sempre perspectivou a sua actividade e a das instituições por ele criadas ou impulsionadas, em função de estratégias de médio e longo prazo, com objectivos coerentes e claramente definidos.

Em 1990, o INESC definiu um novo projecto a longo prazo, que passa pela implantação, no âmbito de Parques de Ciência & Tecnologia (a criar em Lisboa e Porto) do conjunto de actividades enquadradas ou impulsionadas pelo INESC .

Num movimento intimamente articulado com a Universidade e com o tecido empresarial, o INESC vai ter um papel activo na implementação de espaços em que as instituições de Ensino e de Investigação e Desenvolvimento estejam na proximidade física das zonas de fixação da actividade empresarial, para garantir a integração e as sinergias entre estas componentes, devendo existir inclusivamente as infra-estruturas que garantam a fixação dos recursos humanos e um enquadramento ambiental de qualidade.

A implementação de espaços que reúnam estas condições é um passo em frente na estratégia de actuação do INESC , de integração e de utilização das sinergias entre vários tipos de instituições, aumentando enormemente a eficácia do conjunto na construção do desenvolvimento económico, através da produção de inovação científica e tecnológica e de recursos humanos qualificados. Foi a compreensão desta realidade fundamental que levou os INESC a perspectivar toda a sua actividade futura no âmbito de uma estrutura do tipo de um Parque de Ciência e Tecnologia.

Nos parques de Ciência e Tecnologia, o desenvolvimento e a evolução das actividades do INESC centrar-se-á na articulação do ensino superior, médio e formação profissional com as actividades de I&D e de transferência tecnológica, fomentando ainda o desenvolvimento da actividade económica em sectores industriais e de serviços de média e alta tecnologia, estreitamente ligados por sua vez à captação para Portugal de investimento estrangeiro de alto valor acrescentado.

TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA UNIVERSIDADE DO MINHO

José Manuel Esgalhado Valença
*José Nuno Fonseca de Oliveira**

1 – Resumo de actividade

A Tecnologia da Informação centra-se, na Universidade do Minho, no Departamento de Informática mas conta também com o apoio de outros Departamentos, nomeadamente o de Electrónica Industrial, Produção e Sistemas e Matemática. O DI iniciou a sua actividade em meados dos anos 70 e está organizado em torno de 5 grupos principais:

- Ciências da Computação
- Sistemas de Informação
- Comunicações por Computador
- Arquitecturas de Computador
- Inteligência Artificial

O corpo docente e de investigação do DI inclui dois professores catedráticos, seis professores associados ou auxiliares, 31 assistentes e assistentes estagiários e 14 monitores ou bolseiros. Alguns destes investigadores estão integrados no INESC e constituem o núcleo de Braga desse instituto.

O DI é responsável por 3 licenciaturas (Engenharia de Sistemas e Informática, Matemática e Ciências da Computação e Informática de Gestão) e por um Mestrado em Informática com duas especialidades (Ciências da Computação e Sistemas de Informação). Estes recursos representam, no ano lectivo 91/92, um total de cerca de 1000 alunos de licenciatura e 60 de mestrado.

O esforço em investigação e desenvolvimento produzido no DI centra-se nas seguintes áreas:

* Universidade do Minho.

• *Fundamentos teóricos da computação*

Basicamente a investigação nesta área centra-se no uso de técnicas algébricas e categoriais como fundamentos da especificação de sistemas de informação. Um esforço mais recente tenta aproveitar os fundamentos da lógica intuicionista como veículo preferencial para expor os mecanismos de raciocínio computacional.

• *Metodologias formais de especificação e desenvolvimento de «software»*

A motivação fundamental para a investigação nos fundamentos da computação está no desenvolvimento de metodologias formais (e de ferramentas que apoiem essas metodologias) para o desenvolvimento expedito e rigoroso de «software» através da especificação e da geração de código. Várias ferramentas deste tipo foram desenvolvidas no Departamento.

• *Tecnologia CASE (Computer Aided Software Engineering)*

Uma nova geração de sistemas CASE necessita de responder adequadamente à questão de reutilização de «software». O DI iniciou um esforço de especificações e de desenvolvimento de componentes reutilizáveis de «software» (as chamadas RSC's) com a finalidade de levar para o campo da geração de programas a mesma flexibilidade que existe nos processos de manufactura de sistemas complexos a partir de componentes bem conhecidas e bem testadas.

• *Interface Homem-Máquina*

O esforço de I&D nesta área centra-se nos aspectos da especificação de diálogos e na geração automática de interfaces.

• *Teoria da Compilação e Processamento de Linguagens*

Têm sido desenvolvidas metodologias para especificação de linguagens e para geração automática dos respectivos compiladores.

• *Sistemas Operativos Distribuídos*

A investigação nesta área foi motivada pela criação de um suporte computacional eficiente para as ferramentas de desenvolvimento de «software». Como tal têm sido investigados vários aspectos ligados à implementação dessas ferramentas em máquinas com multiprocessadores e aos sistemas operativos distribuídos que suportem tal «hardware».

• *Representação do Conhecimento em História e Ciências Normativas*

Vários projectos motivaram, um interesse especial nas particularidades da representação do conhecimento histórico e do conhecimento normativo. Como consequência foram propostas novas metodologias apropriadas a tais sistemas e implementações de tais metodologias.

- *Comunicações por Computador*

A actividade de I&D nesta área centrou-se, por um lado, nos aspectos da especificação e implementação de protocolos e, por outro, na implementação de serviços de comunicações.

- *Planeamento de sistemas de Informação*

Dado o interesse recente nas metodologias de especificações dos sistemas de informação, houve necessidade de desenvolver uma estratégia semelhante para o problema do planeamento de tais sistemas. Tem-se procurado desenvolver metodologias de especificação que integrem não só os modelos da informação como também os modelos da organização que suporta esses sistemas.

- *Sistemas Multimédia em Educação*

A tecnologia educativa usando ferramentas informáticas tem sido um aspecto importante da actividade do DI centrada, fundamentalmente, no núcleo de Braga do projecto *Minerva*.

A actividade de I&D é suportada por vários contratos financiados por agências nacionais (JNICT, sob o PMCT) e por programas europeus (Esprit, Erasmus, Tempus e Eureka). Como consequência importante desta actividade foram estabelecidas várias ligações com instituições no Reino Unido, na Alemanha, na Bélgica e em Itália.

Todas estas actividades de I&D e todas as acções de formação pós-graduado estarão, brevemente, na esfera do projecto *Algoritmi* que foi financiado tanto pelo programa Ciência (em termos de infra-estruturas de I&D) como pelo programa Prodep (em termos de cursos de mestrado).

2 – Contribuições principais

A principal característica da abordagem, feita pelo DI, aos problemas da Tecnologia da Informática tem sido a ênfase particular posta no uso de metodologias formais.

Em termos de Engenharia do «software», tais metodologias conduziram a um conjunto de ferramentas que têm vindo a ser desenvolvidas e que formam um ambiente completo para especificação e prototipificação de sistemas de informação.

Um aspecto importante deste trabalho foi a caracterização de componentes reutilizáveis de «software» (RSC's) que são, essencialmente, os blocos básicos para a construção de grandes programas. O trabalho consistiu na caracterização completa desses blocos (desde a especificação à implementação) e na definição de uma metodologia de classificação desses blocos (um repositório) que permita a sua utilização efectiva.

A metáfora motivadora é a do grande sistema de «hardware» construído à custa de componentes «standard», reutilizáveis, bem conhecidas e bem testadas, com protocolos claros

para interligação mútua. O mesmo tipo de funcionalidade e flexibilidade é desejada para as componentes de «software» com inegáveis vantagens económicas em termos de «manufatura» de grandes sistemas.

Recentemente tem existido uma atenção especial em relação ao desenvolvimento formal (ou semi-formal) de metodologias para o planeamento de sistemas de informação que integrem modelos do sistema organizacional que suporta essa informação. Uma ferramenta específica foi desenvolvida, «Business Metaknowledge Base» (BMKB), com o objectivo de proceder a este tipo de integração.

Outra área onde o Departamento tem produzido contribuições importantes é a da implementação de serviços de comunicações. Não podendo ser classificada como investigação é, no entanto, fundamental para a infra-estrutura genérica que suporta a actividade de I&D.

O Departamento tem colaborado também (em dois projectos ESPRIT) em vários problemas específicos da tecnologia da visão por computador. Tem vindo a colaborar, com várias Universidades, na utilização de redes neuronais nos problemas de visão primária e no desenvolvimento de arquitecturas de computadores específicas para visão.

3 – Áreas de desenvolvimento

Para a infra-estrutura industrial da região do Minho é muito importante o sector da montagem e projecto de sistemas electrónicos assim como o de sistemas industriais de controlo. Experiência, nesta área, existe no Departamento de Electrónica Industrial. Através da combinação de esforços nos dois departamentos (DI e DEI) estão a ser criadas infra-estruturas, financiadas pelo programa Ciência no âmbito do projecto *Algoritmi*, em equipamento e recursos humanos que permitam dar o apoio indispensável a esta área estratégica.

Uma outra área de experiências (também coberta pelo projecto *Algoritmi*), é a da Engenharia da Produção. Nesta área estão incluídas uma série de disciplinas (ergonomia, sistemas de suporte à decisão, sistemas de transportes,...) para as quais se prevê um grande potencial de crescimento.

UM VALOR ESTRATÉGICO NO FUTURO DAS TELECOMUNICAÇÕES EM PORTUGAL

*Paulo Nordeste**

O Centro de Estudos de Telecomunicações (CET) é um Instituto Autónomo de Investigação e Desenvolvimento (I&D) situado em Aveiro.

Profundas razões de interesse sectorial e nacional, visando a criação de uma cultura tecnológica própria no domínio das Telecomunicações, estão na base da existência do CET. A sua origem remonta a 1950 com o aparecimento do Grupo de Estudos de Comutação Automática (GECA).

Então como agora, a força do CET reside na sua «utilidade» suportada pela imaginação, criatividade, profissionalismo e entusiasmo dos seus recursos humanos.

Ao longo dos anos a cultura do CET tem sido transmitida a um grande número de quadros superiores e quadros técnicos que hoje asseguram a Gestão, Engenharia e Operação das Empresas e das Redes.

Considerado como verdadeiro «coração» do sector das Telecomunicações nacionais, o CET constitui um valor estratégico nos desafios que se avizinham para Portugal.

CET – Missão

A realização de Investigação e Desenvolvimento no campo das Telecomunicações de forma a adquirir «know-how» tecnológico que permita apoiar as actividades da Telecom Portugal e empresas associadas, contribuindo deste modo para a sua competitividade.

Prevê-se que este apoio seja alargado num futuro próximo, a outras entidades ligadas ao sector Telecomunicações.

* Centro de Estudos de Telecomunicações.

CET – Objectivos

Consolidar, reforçar e afirmar-se como o melhor centro nacional de Investigação e Desenvolvimento em Telecomunicações.

Conquistar uma posição de relevo e, se possível, de líder em termos europeus no campo das Telecomunicações Rurais Avançadas.

CET – Eixos estratégicos

A Investigação Aplicada em Telecomunicações.

O Desenvolvimento de Produtos de Telecomunicações.

A Prestação de Serviços de Suporte às Telecomunicações.

CET – Domínios de I&D

- Telecomunicações e Desenvolvimento Regional.
- Telecomunicações Rurais.
- Serviços de Valor Acrescentado.
- Redes Digitais com Integração de Serviços (RDIS).
- Redes Inteligentes (IN).
- Redes de Comunicação de Banda Larga (IBC).
- Gestão de Redes de Telecomunicações (TMN).
- Comunicações Móveis e Comunicações Ópticas.
- Comutação e Transmissão Digitais (STM/ATM).
- Certificação e conformidade de equipamentos.
- Tecnologia de «software» e Sistemas Periciais.
- Processamento digital de informação.

O CET e as Telecomunicações em Portugal

A descrição exaustiva do contributo do CET para o progresso do País, é a narração do desenvolvimento do sector das Telecomunicações em Portugal nos últimos quarenta anos. Alguns aspectos particularmente relevantes:

- A viabilização do relançamento da Indústria nacional do sector das Telecomunicações (o valor dos equipamentos de tecnologia «CET» em funcionamento na rede, fabricados pela indústria nacional, ultrapassa em 1990 os cem milhões de contos).

- O desenvolvimento integral de sistemas de comutação electromagnética que permitiram a automatização rural em simultâneo e por vezes à frente dos restantes países Europeus.
- O contributo para a modernização tecnológica dos Operadores e da Indústria através do desenvolvimento de sistemas auxiliares à Operação, Manutenção e Gestão da rede, utilizando tecnologia digital. Estes sistemas constituem um factor essencial na melhoria da qualidade de serviço.
- O desenvolvimento de sistemas de transmissão digital, verdadeira espinha dorsal do processo de digitalização da rede nacional.
- O desenvolvimento de sistemas de comutação digital que viabilizem economicamente a digitalização das zonas rurais e o fornecimento de serviços avançados no interior do País.
- A prestação de serviços ao IPC e ao IPQ no âmbito da aprovação e homologação de equipamentos.
- A prestação de serviços de formação em Telecomunicações desde os anos 50.
- A representação nacional em organismos internacionais de normalização (CEPT, ETSI, CCITT).
- A cooperação com Universidades e outros Institutos de I&D nacionais e internacionais, no domínio das Telecomunicações e áreas afins.
- A participação activa em projectos de I&D integrados em programas Europeus e Comunitários (COST, RACE, CTS, ESPRIT).

CET – Recursos humanos, financeiros e logísticos

Constituindo o maior polo de I&D da região e um dos maiores do País, trabalham actualmente no CET 247 pessoas, das quais 51% são quadros superiores e 21% quadros técnicos. Prevê-se a duplicação do número de quadros superiores até 1995.

Os recursos financeiros do CET atingiram em 1990 o milhão de contos, sendo assegurados pela Empresa CTT, uma das maiores investidoras nacionais em I&D. A venda de «produtos de I&D», a prestação de serviços ao sector, e as contribuições Comunitárias constituem as receitas próprias do CET.

Os recursos logísticos incluem três edifícios, um anfiteatro, oficinas e refeitório num total de 9000² de área coberta. O CET possui equipamento sofisticado que lhe permite competir na I&D a nível nacional e internacional e apoiar a indústria nacional em especial as pequenas e médias empresas (PME's).

CET – Regresso ao futuro

No CET sonham-se as comunicações do futuro ao mesmo tempo que se presta um serviço de apoio à resolução dos problemas do dia a dia. É esta possibilidade de sonhar acordado que atrai os mais jovens, motiva e mobiliza os que nele trabalham e faz regressar os que partiram.

Trabalhar no CET é sinónimo de ética profissional, competência, dedicação, disponibilidade e espírito de equipa.

Aliado às Universidades, o CET constitui hoje o baluarte de defesa da inteligência nacional no domínio das Telecomunicações.

Para compreender o CET é preciso visitá-lo, percorrer os seus laboratórios, absorver a energia dos seus elementos mais jovens, ouvir as histórias da automatização rural, respirar o ar dos seus jardins.

Todos os que não acreditam no valor da Ciência e Tecnologia como factor de desenvolvimento são naturais convidados do CET. Os outros, que com certeza já o visitaram, são sempre bem vindos.

INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO EM ROBÓTICA E TELECOMUNICAÇÕES NO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO¹

*João José dos Santos Sentieiro**

1 – Introdução

O Instituto Superior Técnico (IST) é a principal Escola de Engenharia em Portugal, oferecendo programas altamente reputados em todas as áreas da Engenharia. O Instituto é constituído por 400 membros doutorados, um pessoal de apoio permanente de 450 elementos, e mais de 6000 estudantes de licenciatura e 1100 estudantes de Mestrado e Doutoramento. Nos últimos anos, o IST tem exibido um grande dinamismo na interacção com instituições académicas estrangeiras e com a indústria, afirmando-se como uma instituição onde são produzidos ensino eficaz e investigação de grande qualidade. O ensino é tradicionalmente organizado em torno dos diferentes Departamentos que constituem o IST. Contudo, a investigação envolve grupos multidisciplinares que estão organizados em laboratórios localizados no IST. A maioria dos laboratórios recebe financiamento de instituições portuguesas e europeias, nomeadamente através de programas de investigação patrocinados pela Comissão das Comunidades Europeias. A Robótica e as Telecomunicações são apenas duas das áreas mais importantes de investigação em que o IST conseguiu proeminência.

1.1 Robótica

O importante progresso científico e tecnológico observado na área da Robótica é o resultado de actividade de investigação baseada nos métodos das Ciências Básicas, nomeadamente

* Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Laboratório de Robótica e Processamento de Informação.

¹ O autor deseja agradecer a colaboração do Professor Afonso Barbosa em relação às contribuições na área das Telecomunicações.

Matemática, Ciência Computacional, Física, Química e Biologia e nas contribuições integradas no Controlo de Sistemas (teoria dos mecanismos, controlo robusto, controlo difuso, estruturas flexíveis, sistemas dinâmicos discretos, modelação e avaliação), Processamento de Sinais (avaliação, detecção, classificação, processamento de visão/imagem, sistemas sonar/radar, processamento de vectores, comunicações), Optimização (programação matemática, optimização combinatorial, optimização dinâmica), Inteligência Artificial, e dos desenvolvimentos tecnológicos que ocorrem em Micro-electrónica, Sensores e Actuadores.

O forte avanço científico que ocorreu nestas áreas foi, numa grande extensão, estimulado por desenvolvimentos tecnológicos e científicos relacionados com aplicações aeronáuticas e aeroespaciais. Este domínio, de importância crescente em tecnologia, impõe-se cada vez mais como um resultado de contribuições coordenadas das áreas referidas anteriormente de tal forma que existe um reforço mútuo entre a actividade de investigação nas ciências aeronáuticas/aeroespaciais e a Robótica. Particularmente óbvias são as interações com robótica móvel, dinâmica de estruturas mecânicas flexíveis, processamento de sinais propagando-se em meios contínuos e processamento de imagem. Uma componente considerável destas áreas está integrada na actividade do grupo de Robótica e Controlo do IST.

A actividade de investigação do IST nas áreas da Robótica envolve vários Departamentos e grupos de investigação. Estas equipas multidisciplinares garantem um grande espectro de especialidades desde campos teóricos como a Matemática e a Física, até a áreas mais tecnológicas com um impacto directo na Indústria como a Manipulação Robótica, Robótica Móvel (terrestre e submarina), Automação, Controlo de Processos, Gestão da Produção, Processamento de Sinais, Visão Computacional e Aeronáutica.

As actividades em Robótica do IST envolvem 74 elementos, 25 dos quais são doutorados. Este grupo tem promovido a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico em Robótica e áreas associadas, garantindo uma proeminência contínua em ciência, uma base adequada de cientistas treinados nestas áreas e a transferência para a Indústria de conhecimentos adquiridos. Nos últimos cinco anos o grupo publicou mais de 250 artigos em livros, revistas e conferências internacionais e supervisionou mais de 35 teses de doutoramento e mestrado.

O grupo está envolvido em dois projectos ESPRIT relacionados com um sistema de visão para a classificação de chamuscas industriais (AIMBURN) e com a aplicação de sistemas multi-agentes baseados em conhecimento (AMAKS), três projectos MAST envolvendo visão submarina, o desenvolvimento de um veículo submarino autónomo com capacidades de decisão e comportamentos inteligentes, três projectos BRITE/EURAM em aeronáutica e vários outros projectos em colaboração com a indústria nas áreas de transporte de materiais (AGVs), fabrico flexível, controlo de processos, compressão de imagem e codificação e computação em tempo real.

1.2 Telecomunicações

O desenvolvimento das Telecomunicações, nomeadamente nos países da Comunidade Europeia, é considerado um dos factores chave de crescimento económico.

As telecomunicações são essenciais para o desenvolvimento de vários sectores económicos, especialmente os que são dominantes nesses países, o secundário e o terciário, no primeiro como suporte para as operações de fabrico e distribuição e no segundo de forma a aumentar a produtividade de serviços existentes e possibilitar a introdução de novos.

Enquanto área de investigação, as telecomunicações incluem uma grande variedade de disciplinas que vão desde a Física, Matemática e Ciências dos Materiais até à investigação em aplicações específicas e integração de sistemas abrangendo tópicos como subsistemas específicos Tecnologia Rádio, Processamento de Sinal e de Imagem, Electrónica e Óptica.

A actividade de investigação que está a ser realizada no IST no campo das telecomunicações envolve vários grupos, principalmente no Departamento de Engenharia Eléctrica e de Computadores. Esta actividade inclui a participação em programas europeus, e. g., RACE e ESPRIT e cooperação conjunta com outras universidades e centros de investigação em várias acções COST. As áreas activas de investigação incluem concepção e medição de antenas, guias de ondas ópticas, componentes de microndas activos e passivos, comunicações digitais, sistemas adaptativos, técnicas de difusão de espectro, comunicações ópticas, redes de telecomunicação, teoria de telecomunicações e processamento de sinal e de imagem, concepção de circuitos e sistemas integrados e simulação e caracterização de componentes electrónicos e opto-electrónicos. A actividade dos grupos tem sido realizada desde há uns anos principalmente no âmbito de centros de investigação financiados pelo Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC), dependente do Ministério da Educação. As actuais capacidades científicas e técnicas são expressas em termos de cooperação conjunta e envolvimento activo em projectos de telecomunicações importantes. Propostas recentes, nomeadamente no programa RACE II, irão conduzir à participação em vários projectos, em particular nas áreas de comunicações rádio e ópticas. O desenvolvimento do campo de telecomunicações requiere um esforço conjunto com os principais operadores. Uma cooperação activa com o CET, o centro de I&D da Telecom Portugal e os acordos de cooperação formal com outros grandes operadores (CPRM e TLP) são exemplos da política que está a ser seguida pelo IST.

2 – Institutos de I&D nacionais

As equipas de investigação que trabalham no Instituto Superior Técnico nas áreas da Robótica e das Telecomunicações estão agora organizadas em torno de dois institutos de

investigação nacionais, o Instituto de Sistemas e Robótica (ISR) e o Instituto de Telecomunicações (IT), financiados pelo programa europeu CIÊNCIA. O ISR é constituído por três grupos de investigação organizados em três pólos ligados ao IST (Lisboa) e às escolas de Engenharia das Universidades de Coimbra e do Porto e envolvem 66 membros doutorados e 115 licenciados. O IT é constituído por três grupos de investigação também organizados em três pólos, ligados ao IST (Lisboa), CET e UA (Aveiro) e à Universidade de Coimbra e envolve 138 elementos, 46 dos quais doutorados.

Os principais objectivos destes Institutos são:

- promover a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico em colaboração com outras universidades e a indústria;
- promover uma colaboração intelectual activa entre investigadores com várias formações e perspectivas adquiridas em ramos diferentes da ciência (e. g., experimental, computacional e teórica), sectores diferentes (universidade, indústria, administração governamental e regional) e regiões diferentes;
- contribuir com uma estrutura institucional que possibilite aos seus investigadores a concretizar projectos a longo prazo que não poderiam ser sequer considerados ou eficientemente realizados por pequenos grupos de investigação.

IMPACTO DA PARTICIPAÇÃO DE PORTUGAL NO CERN NAS TECNOLOGIAS ELECTRÓNICAS E DE INFORMAÇÃO

*Gaspar Barreira**

Portugal aderiu ao Laboratório Europeu de Física de Partículas, CERN, em Janeiro de 1986.

Tal adesão representou a primeira associação, por vontade política deliberada, a uma grande instituição internacional de investigação científica e permanecia até agora isolada.

De facto, a participação de Portugal em outras estruturas de investigação internacionais decorreu, por arrastamento, da adesão à Comunidade Económica Europeia, ou está na fase de intenção de adesão, como no caso do Laboratório Europeu no Hemisfério Sul, ESO.

Desde sempre, mesmo durante o período de pré-adesão, foi preocupação dominante da então pequena comunidade de físicos portugueses de altas energias fazer com que a participação portuguesa no CERN, para além das vantagens científicas óbvias, se caracterizasse igualmente pelo aproveitamento de todas as oportunidades de inovação e transferência tecnológica naqueles domínios onde o CERN detém uma posição de liderança.

No domínio que interessa a este painel vamos retomar o envolvimento português nas áreas da electrónica rápida, microelectrónica e ciências da informação.

Todas as acções de colaboração com o CERN nas áreas acima referidas foram realizadas ou estimuladas pelo Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, LIP, que congrega todos os grupos de física experimental de altas energias existentes no país e foi criado em 1986 como associação científica autónoma em consequência da adesão de Portugal ao CERN.

Desde a sua fundação, foi política deliberada do LIP, por um lado, criar e desenvolver no seu interior grupos de engenharia electrónica e de «software», e por outro, procurar envolver outros grupos portugueses quer nas suas actividades específicas quer em colaboração com o CERN.

* LIP, Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas.

No que se refere às actividades e projectos levados a cabo pelo LIP citam-se no sector da electrónica rápida:

- projectos, desenvolvimento e produção de electrónica rápida para a experiência NA 38 do CERN;
- projecto e desenvolvimento de electrónica rápida para a experiência PS 195;
- projecto e desenvolvimento de uma ligação óptica de alta velocidade por grandes volumes de dados. Esta ligação adoptada por 3 das 4 maiores experiências do CERN (Aleph, Delphi e L3) suporta todo o tráfico de dados gerados nestas experiências entre os respectivos sistemas de aquisição e os computadores de recepção de dados;
- participação no desenvolvimento, testes, apoio à produção e validação dos módulos Fastbus LTD (LEP time digitizer), «front ends» de 400 MHz de 64 canais de conversão temporal-digital.

Estes projectos proporcionaram igualmente plataformas de formação avançada para engenheiros electrónicos que, em parte, transitaram para o sector privado no fim da sua participação.

Igualmente proporcionaram ambientes de colaboração em outras instituições de investigação que adquiriram, deste modo, competências que não detinham.

Num caso (LTD), proporcionaram uma colaboração exemplar com a indústria nacional (EFACEC) que produziu grande parte dos módulos LTD em colaboração com o CERN e o LIP (testes de aceitação).

Do envolvimento da EFACEC neste projecto resultaram, directa ou indirectamente, vantagens várias para a empresa: a renovação do seu sistema de CAD de «lay out» segundo as normas CERN, a avaliação técnica da empresa pelo CERN e o seu reconhecimento como unidade de qualidade, e a produção de módulos electrónicos de elevada dificuldade e com exigência de qualidade em condições que a empresa não tinha demonstrado até então.

No domínio da micro-electrónica (VLSI) o envolvimento do LIP é mais recente e persegue dois objectivos fundamentais:

- envolvimento em projectos avançados de VLSI em colaboração com o CERN;
- envolvimento de outros grupos portugueses, com competência já adquirida nesta área, em projectos centrados no CERN.

O LIP encontra-se associado neste momento a 3 grandes projectos de microelectrónica: «micropipeline» de 140 MHz, controlo de memórias rápidas de aquisição e electrónica de «front-end» em arsenieto de gálio para a aquisição em experiências LHC (o futuro grande acelerador do CERN).

Em consequência destas actividades o LIP adquiriu competência e contribuiu para a sua transferência para outras instituições públicas e privadas de investigação ou de produção em áreas tão diversas como:

- a) Projecto e desenvolvimento de electrónica rápida.
- b) Sistemas auxiliares de projecto assistidos por computador para electrónica rápida, VLSI e «lay-out».
- c) Sistemas avançados de testes de módulos complexos produzidos industrialmente.
- d) Sistemas de transmissão de dados em alta velocidade.

No que se refere ao envolvimento do LIP na área das ciências da computação ela tem-se centrado em duas vertentes:

- projectos e desenvolvimento de grandes sistemas de «software» por controlo e aquisição de dados em experiência de física de altas energias, área onde o LIP detém reconhecida competência;
- participação no projecto CHEOPS de ligação rápida via satélite entre o CERN e os países membros situados na periferia da Europa (Finlândia, Grécia e Portugal) para transmissão de grandes volumes de dados a alta velocidade (8 megabits/s) em colaboração com a Agência Espacial Europeia.

Nesta área o LIP procura, para além dos objectivos imediatos dos projectos, o domínio das novas tecnologias de desenvolvimento de «software», a formação avançada de engenheiros e investigadores e a transferência de competências para o sector privado.

Estes projectos têm-se revelado plataformas quer de formação académica ao nível de novos investigadores, quer de formação avançada para engenheiros destinados ao sector privado. Neste último caso, a medida F do programa PEDIP tem-se revelado particularmente eficaz para o enquadramento dos engenheiros destinados à indústria.

O projecto CHEOPS, em fase avançada de desenvolvimento, que inclui a instalação e operação de uma estação de terra em Lisboa da responsabilidade do LIP a concretizar brevemente (Primavera de 1992) traz o LIP para a vanguarda das comunicações de dados à escala continental e é neste momento o projecto mais avançado existente nesta área.

UMA REVISÃO BREVE DA INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA E CLÍNICA

*Pedro Guedes de Oliveira**

1 – Introdução

As aplicações médicas da tecnologia têm atraído frequentemente a atenção de físicos e engenheiros. Uma grande variedade de problemas e necessidades que vão dos materiais biocompatíveis às comunicações, da análise e interpretação de bio-sinais à obtenção não invasiva de imagens de órgãos e da sua funcionalidade, de arquivos multimédia facilmente acessíveis à instrumentação para monitorização, dos serviços e ajuda a idosos e deficientes ao apoio computadorizado ao diagnóstico médico baseado em conhecimento, para só citar uns poucos exemplos, são questões que se mantêm e que requerem melhoramentos e soluções novas e inventivas. Além disso, a modelação e compreensão da funcionalidade dos bio-sistemas – incluindo o ser humano – são um desafio constante à imaginação e habilidade de cientistas em várias áreas. Finalmente, as tradições culturais europeias que têm conseguido sobreviver, pelo menos em parte, às modas políticas e às crises e dificuldades económicas, estimulam a atenção pelos que de algum modo necessitam de ajuda e gratificam socialmente as actividades que visam estes fins.

Mesmo tendo só recentemente aderido à Comunidade Europeia (CE), os cientistas e tecnólogos portugueses têm sido sensíveis a estes assuntos e um certo número de grupos que integram médicos, engenheiros e físicos, tem mantido actividade de investigação na área da Engenharia Biomédica (EBM) em todas as Universidades Públicas e alguns Institutos de I&D.

2 – Organizações nacionais, actividades e acontecimentos

A Sociedade Portuguesa de Engenharia Biomédica foi criada em 1988 e promoveu já duas conferências nacionais designadas por BioEng'88 que teve lugar no Porto e BioEng'90

* Universidade de Aveiro, INESC.

em Aveiro; é um dos seus objectivos manter esta realização com intervalo de 2 anos e o BioEng'92 realizar-se-á à volta da Páscoa, em Lisboa. É relevante frisar que não só o número de comunicações cresceu de 41 em 1988 para 72 em 1990 – com um também consideravelmente maior número de grupos – mas também que o BioEng atraiu grupos de outros países como o Reino Unido (Escócia e País de Gales), Checoslováquia e especialmente Brasil e Espanha.

A nível nacional e como exemplo da actividade que se desenvolve neste campo, no BioEng'90 as áreas de investigação cobertas foram as seguintes: *sistemas de informação e de apoio à decisão e sistemas periciais* por grupos do INESC, UNL e UP; *processamento e análise de sinal e imagem* em instituições como CAPS, LNETI, IBILI, IC, INEB e INESC, Universidades (UA, UC, UP, UTL) e Hospitais (HGSA, HSC, HSM e HUC); *biomateriais* no INEB, UA e UP; *biomecânica* na UTL; *modelamento e simulação* no CAPS, HGSA, INESC, UA, UC e UP; e, finalmente, *instrumentação* no CAPS, INESC, UA e UP.

As especialidades médicas têm também uma vasta cobertura, da *neonatologia*, *cardiologia*, *neurofisiologia* e *ortopedia à imagem médica*, em geral (radiologia, ultrassom, medicina nuclear, tomografia computadorizada), *oftalmologia* ou *cuidados intensivos*. Deve ser chamada a atenção para o facto de um bom número de grupos juntarem já médicos, engenheiros e físicos e que a sua investigação não se reduz simplesmente a aspectos teóricos, mas visa a implementação prática, pelo menos ao nível da investigação clínica.

As comunicações inter e intra hospitalares – nomeadamente *comunicações de banda larga* –, *sistemas de informação distribuídos* e o que se designa usualmente por PACS (Picture Archive and Communication Systems) têm também merecido a atenção de grupos de investigação nomeadamente no âmbito do Ministério da Saúde (SIMS) de Universidades e Institutos de Investigação, e será provavelmente um campo a conhecer um rápido desenvolvimento, não só devido à pressão de uma procura crescente mas também ao estímulo vindo dos programas europeus como o AIM ou TIDE e mesmo dos programas de mais largo âmbito como o RACE ou o ESPRIT.

3 – Participação portuguesa nos programas europeus

A presença de grupos de investigação portugueses em vários programas e projectos europeus na área da Engenharia Biomédica, da Tecnologia para os Idosos e Deficientes e da Telemática na Medicina, tem vindo a crescer regularmente e vale a pena citar alguns números:

Um total de 43 grupos esteve envolvido em Acções Concertadas promovidas pelo COMAC-BME da DG-XII. A participação desses grupos não foi sempre muito activa (em certos pro-

jectos participavam como meros observadores), no entanto, demonstra uma preocupação e interesse crescentes por estes tópicos; um cientista português foi mesmo líder de um dos projectos na área da *oftalmologia* e houve também uma participação muito activa noutros projectos, como aqueles que se dedicavam ao *estudo do sono* ou aos *sistemas de imagem e PACS* ou ainda às metodologias de *decisão médica objectiva*.

Quando a Direcção F lançou a fase piloto do Programa AIM, houve um esforço considerável de equipas portuguesas para se juntar à iniciativa e a participação global pode ser considerada de acordo com a dimensão relativa da comunidade científica no ramo e bem sucedida: houve grupos portugueses (incluindo de uma indústria, a EID) envolvidos em 7 dos cerca de 30 projectos, para todo o programa. Infelizmente já não se pode dizer o mesmo da fase principal do AIM, que agora começa, para a qual houve de novo um bom esforço para a ligação a consórcios fortes e no entanto a participação final ficou abaixo dos valores esperados: a estratégia de promover um pequeno número de projectos fortes foi inesperadamente ultrapassada por um grande número de projectos bastante pequenos.

Outros programas relacionados com a área (como o TIDE) foram recentemente lançados e atraíram a atenção de alguns grupos que não haviam até então estado activos na área de EBM.

4 – Perspectivas futuras

Há um certo número de razões que me levam a acreditar que o envolvimento de grupos de I&D nesta área não vai desaparecer: as solicitações, no tocante às tecnologias de informação e telecomunicações em hospitais e serviços médicos em geral, continuarão a aumentar à medida em que a população exija melhores cuidados de saúde e que os médicos se vão apercebendo melhor das possibilidades que se abrem com estas tecnologias; o acesso quer a informação quer a apoio de especialistas que possam não existir localmente farão com que as partes interiores do País fiquem menos isoladas e poder-se-á esperar que facilite uma cobertura médica do País mais homogénea; alguma indústria local, pequena mas de alta tecnologia, começa a olhar para este mercado que, em certas circunstâncias, pode revelar-se um nicho interessante; uma certa tradição que se foi criando, ou outras razões difíceis de estabelecer, fizeram com que a aplicação da tecnologia às áreas biomédicas e hospitalares se tornasse popular entre os melhores alunos, pelo menos em algumas Universidades e Institutos. Ao mesmo tempo esperamos que as infra-estruturas de I&D e os centros de transferência de tecnologia que têm sido promovidos por programas governamentais co-financiados pela CE venham a ter impacto nestas áreas, apoiando novos projectos e actuando como incentivos à indústria.

Contudo algumas dificuldades e problemas subsistem: a falta de dinheiro nos hospitais públicos continua a dificultar que se aplique uma parte dele em objectivos de longo prazo, quando parte dos de curto prazo carecem ainda de resolução; alguns projectos requerem colaboração interinstitucional e beneficiariam de uma incentivação industrial que geralmente não existe, ou de coordenação de agências governamentais especializadas: tal é o caso, por exemplo, dos programas destinados aos diminuídos ou idosos; finalmente, e do mesmo modo que acontece nas outras áreas de investigação, a comunidade requer e merece ter um esquema de financiamento regular que lhe permita um esforço de investigação continuado, por oposição às corridas ocasionais e concentradas às verbas que de tempos a tempos e de modo irregular são postas à sua disposição.

5 – Conclusões

Como conclusão, posso dizer que é optimista a minha perspectiva quanto à situação da investigação que se faz em Portugal, nas aplicações biomédicas e hospitalares da tecnologia: temos uma comunidade científica comparativamente grande, jovem e activa, que tem sido capaz de atrair jovens estudantes talentosos e altamente motivados; existe também uma tradição «já antiga» de contactos e ligações internacionais variados e que beneficiará, portanto, de uma integração mais forte e estreita a nível Europeu.

Acronimos: CAPS – Centro de Análise e Processamento de Sinais – Lisboa; EID – Empresa de Investigação e Desenvolvimento; HGSA – Hospital de Santo António – Porto; HSC – Hospital de St.^a Cruz – Lisboa; HSJ – Hospital de S. João – Porto; HSM – Hospital de St.^a Maria – Lisboa; HUC – Hospital da Universidade de Coimbra; IBILI – Instituto Biomédico de Luz e Imagem – Coimbra; IC – Instituto do Coração – Lisboa; INEB – Instituto de Engenharia Biomédica – Porto; INESC – Instituto de Engenharia dos Sistemas e Computadores – Lisboa, Aveiro e Porto; LNETI – Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial – Lisboa; SIMS – Serviço de Informática do Ministério da Saúde – Lisboa, Coimbra e Porto; UA – Universidade de Aveiro; UC – Universidade de Coimbra; UNL – Universidade Nova de Lisboa; UP – Universidade do Porto; UTL – Universidade Técnica de Lisboa.

INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO EM TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO APLICADAS À INDÚSTRIA NA UNIVERSIDADE DO PORTO – UMA VISÃO PESSOAL

*José Carlos Diogo Marques dos Santos**

1 – Introdução

Este artigo apresenta a visão do autor sobre as actividades de investigação e desenvolvimento na área das Tecnologias de Informação, no que respeita à sua aplicação à indústria, realizadas na Universidade do Porto. Tentaremos apresentar:

- um resumo daquilo que foi realizado no passado para implantar a actividade de I&D nesta área;
- um panorama do trabalho que está a ser efectuado actualmente;
- algumas sugestões do que poderá ser o desenvolvimento da actividade nesta área no futuro.

As opiniões que serão expressas irão, obviamente, reflectir o conhecimento mais profundo da situação na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto onde temos trabalhado, desde 1971, quer em I&D, quer no ensino.

2 – O passado

As actividades de investigação e desenvolvimento em tecnologias de informação e a sua aplicação à indústria começaram, na Universidade do Porto, um pouco tarde, quando em comparação com os países europeus desenvolvidos. Várias razões contribuíram para este atraso. As principais, pensamos nós, foram as seguintes:

- No fim da década de sessenta e início de setenta a Universidade tinha falta de pessoal treinado para o ensino e a investigação. Os poucos disponíveis não tinham tradição no

* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

trabalho de investigação e dedicavam a maioria das suas actividades ao trabalho fora da Universidade. Assim, não havia pessoas suficientemente inteiradas do progresso que estava a ser realizado nas tecnologias de informação e capazes de formar equipas de investigação neste campo. Nessa época, o trabalho de um professor e investigador universitário era muito pouco atractivo.

- A indústria consistia, principalmente, em trabalho intensivo e não estava consciente da necessidade de melhorar e actualizar as tecnologias necessárias. Desta forma, a indústria não originava novas necessidades e problemas tecnológicos que poderiam ser utilizados para fomentar as actividades de investigação na Universidade. Por outro lado, havia uma grande deficiência de pessoal técnico capaz na indústria.
- A relação entre a Universidade e a Indústria era muito ténue e não tinha tradição. Além disso, o diálogo entre estas duas entidades era difícil devido a razões culturais e à falta de interlocutores capazes de se compreenderem uns aos outros nos níveis científico e tecnológico.
- Não existia qualquer política nacional para a investigação e desenvolvimento e nenhum programa de financiamento para ajudar projectos e equipas de investigação.
- A Universidade estava pobremente equipada e o número de estudantes era pequeno. O número de doutoramentos na Universidade também era muito pequeno.

As coisas começaram a mudar, mesmo no início da década de setenta, quando o número de estudantes a entrar na Universidade aumentou.

Estas novas gerações de estudantes estavam muito mais conscientes dos problemas da Universidade e provocaram grandes mudanças. Uma nova geração de jovens assistentes foi admitida na Universidade. O desejo destes assistentes em melhorar o seu conhecimento e a visão e a vontade de mudar as coisas de alguns professores universitários deu origem a uma mudança notável na atitude da Universidade. Dúzias de jovens assistentes foram enviados para universidades estrangeiras, na Europa e nos Estados Unidos, para realizarem cursos de pós-graduação, principalmente doutoramentos.

No final da década de setenta os efeitos positivos desta nova atitude começaram a sentir-se. Os novos doutorados, um grande número deles nas áreas das Tecnologias da Informação, fundaram novas equipas de investigação na Universidade. Como consequência, o número de projectos de investigação na área das Tecnologias de Informação cresceu significativamente e a internacionalização começou.

Durante os anos oitenta foi alcançado um grande progresso. O número de equipas de investigação aumentou e foram concedidos doutoramentos pela Universidade do Porto em números crescentes. Foi então alcançada a massa crítica, embora algum tempo depois do que teria sido necessária para seguir de perto o contínuo progresso, no campo, a nível mundial.

Algumas outras razões deram uma forte contribuição para as mudanças e progresso que ocorreram nos anos oitenta:

- Acesso a programas de financiamento, tanto nacionais como internacionais, particularmente programas de investigação da CEE. Estes deram acesso não apenas a recursos essenciais, mas também a equipas de investigação internacionais.
- A indústria portuguesa no norte de Portugal sofreu uma mudança significativa de atitude. A cooperação entre a universidade e a indústria melhorou significativamente. Foi o resultado dos esforços de alguns dos novos professores universitários e do progresso tecnológico da indústria em conjunto com uma consciência crescente do problema por parte dos gestores industriais. Também foi muito importante a melhoria de qualidade do pessoal técnico e de gestão, que começou a ser escolhido entre pessoas com um grau académico mais elevado que o habitual.
- Um impulso decisivo deveu-se à criação dos chamados Institutos de Interface, reunindo pessoal universitário de uma determinada área científica. Estas instituições privadas foram, inicialmente, criadas para resolver os problemas administrativos que a universidade sentia para angariar e gastar o dinheiro necessário para melhorar a qualidade dos seus laboratórios, equipamento e pessoal. O sucesso foi tão grande que o número destes institutos cresceu rapidamente. Como resultado, uma parte significativa da investigação universitária foi transferida para estes institutos. O envolvimento de estudantes de licenciatura e pós-graduados, no trabalho de investigação realizado nesses institutos, provaram ser altamente benéficos para ambas as partes.

Estes institutos também desempenharam um grande papel no processo de internacionalização da Universidade do Porto, na área das Tecnologias de Informação, que ocorreu durante a década de oitenta.

3 – O presente

Actualmente, a situação é muito mais favorável. Está a ser realizado trabalho intenso na Universidade do Porto na área das Tecnologias de Informação aplicadas à indústria. Embora uma parte deste trabalho envolva a I&D sobre as próprias Tecnologias de Informação, a maior parte envolve áreas onde as Tecnologias de Informação são utilizadas como instrumentos ou produtos a incorporar. Isto reflecte a insuficiência da indústria nacional em produzir produtos de Tecnologias de Informação, quando comparado com as indústrias que usam estas tecnologias, quer para as incluírem nos seus produtos ou como ferramentas de produção e gestão.

A maior parte deste trabalho pertence à Faculdade de Engenharia do Porto em conjunto com os 11 Institutos de Interface e 5 centros de investigação onde ela participa.

Outras instituições têm projectos nestas áreas, nomeadamente a Faculdade de Ciências, a Faculdade de Economia, o Centro de Informática da Universidade do Porto, o Instituto Politécnico do Porto e algumas universidades privadas.

Também é importante mencionar algumas empresas industriais que realizam investigação e desenvolvimento na área referida. Contudo, este número ainda é demasiado pequeno.

A cooperação entre a Universidade e a Indústria alcançou um nível razoável, embora ainda tenha de ser realizado algum trabalho para melhorar ainda mais esta relação.

Cerca de 100 empresas industriais, a maioria PME's, participam actualmente em projectos realizados pela Universidade do Porto na área em discussão. Também vale a pena mencionar que a qualidade desta relação tem sido melhorada. Actualmente, o pessoal técnico da indústria participa activamente na execução de alguns projectos.

O financiamento disponível actualmente é maior, embora seja ainda inferior aos níveis aceitáveis para países em desenvolvimento. Em particular, este financiamento é significativo na área das infra-estruturas (construções e equipamento), embora seja insuficiente na área de apoio directo a projectos de I&D. O apoio de projectos de I&D conta principalmente com programas da CEE, com fundações privadas e com a cooperação com a indústria (ainda muito baixa). De momento existem projectos a serem executados nos seguintes programas internacionais: JOULE; BRITE; BRITE/EURAM; ECLAIR; ERASMUS; COMETT; THERMIE; DRIVE; ESPRIT; EUREKA; e SFS NATO. Outros projectos recebem apoio de programas bilaterais entre Portugal e vários países europeus.

O nível de internacionalização alcançado também é muito significativo. Um grande número de projectos envolve um ou mais parceiros estrangeiros. Actualmente, pode-se dizer que os projectos nas áreas das Tecnologias de Informação ou com elas relacionados, que estão a ser executados na Universidade do Porto, envolvem a cooperação com mais de 150 instituições estrangeiras, principalmente europeias e dos EUA. Muitos dos resultados de investigação e desenvolvimento atingidos são publicados em conferências internacionais e revistas com prestígio, resultando em algumas centenas de artigos e na participação em mais de 100 conferências por ano.

Como resultado da actividade descrita, foram implementados cursos de pós-graduação com grande sucesso. O número de doutoramentos atribuídos pela Universidade do Porto cresceu consideravelmente. Actualmente, o número de estudantes de doutoramento trabalhando em teses que tratam de alguma forma com Tecnologias de Informação é superior a 100, sendo alguns deles estudantes estrangeiros.

São oferecidos vários cursos de Mestrado. Mais de 150 estudantes em cada ano participam nestes cursos.

O pessoal de ensino e de investigação também aumentou muito, quer em quantidade, quer em qualidade. Actualmente, existem cerca de 200 doutorados que ensinam e fazem investigação em áreas em que as Tecnologias de Informação estão presentes.

4 – O futuro

Acreditamos que, no futuro, o trabalho neste campo irá continuar a linha de sucesso anteriormente descrita. Contudo, o sucesso continuado irá depender do cumprimento de algumas condições:

1. É essencial garantir um nível adequado e contínuo de financiamento para os projectos de I&D. A participação em Programas Europeus deve ser encorajada de forma a aumentar o número actual.
2. Devem ser oferecidas condições para melhorar o número e a qualidade de empresas industriais oferecendo produtos e serviços na área das Tecnologias de Informação. A transferência de tecnologia para estas empresas deve ser apoiada.
3. As empresas industriais devem começar a implementar as suas próprias unidades de I&D. A cooperação entre a Universidade e a Indústria será então mais fácil e mais proveitosa.
4. A internacionalização deve continuar. A cooperação com outras universidades, institutos de investigação e empresas industriais internacionais deve ser alargada. A troca de pessoal de ensino e de investigação deve ser estimulada e apoiada. O número de estudantes pós-graduados que são enviados para prestigiadas universidades estrangeiras, para obterem graus de doutoramento, deverá ser aumentado.
5. Os cursos de pós-graduação na Universidade devem ser incentivados e apoiados. Deverão ser apresentadas condições para atrair estudantes pós-graduados estrangeiros.
6. Deverão ser implementados e apoiados mais projectos sobre investigação fundamental para ultrapassar a situação presente onde o esforço principal é dedicado à investigação aplicada e desenvolvimento.

INVESTIGAÇÃO EM TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NA EDUCAÇÃO EM PORTUGAL

*António Dias de Figueiredo**

1. O Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra e o projecto MINERVA

O Centro de Informática e Sistemas do Departamento de Engenharia Eléctrica da Universidade de Coimbra dedica-se a uma grande variedade de áreas do espectro de Informática, Controlo e Comunicações, nomeadamente: Fundamentos Teóricos da Computação, Inteligência Artificial – Fundamentos e Aplicações, Simulação, Teoria do Controlo e Aplicações, Sistemas Confiáveis, Redes de Computadores e Redes de Comunicação de Dados, Optimização Combinatória e Aplicações, Aritmética Computacional, Metodologias para o Desenvolvimento de Suportes Multimédia de Aprendizagem.

Na área das Tecnologias de Informação na Educação e na Formação, o Centro de Informática e Sistemas desempenhou um papel pioneiro em 1984, quando supervisionou, fornecendo ainda *software* educativo e formação de professores, o primeiro projecto piloto para a introdução das tecnologias de informação na educação secundária portuguesa. Em 1985 estabeleceu, com quatro outras universidades portuguesas, a base para um projecto de âmbito nacional – o Projecto MINERVA – que decorreu sob a sua coordenação durante um período piloto de três anos. Quando este período chegou ao fim, em Outubro de 1988, o número de universidades e outras instituições de ensino superior envolvidas activamente no projecto tinha aumentado de cinco para vinte e duas, no que tem sido descrito como o maior consórcio de instituições de ensino superior jamais estabelecido em Portugal com um objectivo comum bem definido.

O Centro de Informática e Sistemas está actualmente envolvido em vários projectos relacionados com as tecnologias de informação na educação e na formação, nomeadamente nas áreas do Desenvolvimento de *Software* Educativo, Ambientes de Autoria para o Desenvolvimento

* Universidade de Coimbra, Centro de Informática e Sistemas.

de *Software* Educativo, Ambientes Didácticos Inteligentes, Modelação de Utilizadores e Modelação de Alunos, Desenho de Interfaces Humanas e Engenharia de *Software*. Foram publicados vários artigos, quer em Portugal, quer no estrangeiro, como resultado destes projectos, alguns dos quais foram realizados no âmbito dos programas da Comunidade Europeia (DELTA, COMETT, NIT/EDUC). O grupo também esteve intimamente envolvido em actividades realizadas conjuntamente com entidades internacionais, nomeadamente a OCDE, a UNESCO, e a Divisão de Assuntos Científicos da OTAN.

O Centro de Informática e Sistemas tem vindo também a oferecer, desde 1989, o Grau de Mestre em Tecnologias de Informação na Educação, e várias oportunidades para candidatos a doutorados nesta área.

2. O papel do Projecto Minerva no incentivo da investigação em tecnologias de informação na educação

Como planeado, a fase que seguiu o período piloto de três anos do projecto MINERVA, conhecida por fase operacional, iniciou-se em Novembro de 1988, sob a coordenação do Ministério da Educação. Como a maioria das universidades e outras instituições superiores de ensino se tinham tornado parceiros muito activos e experientes no desenvolvimento do projecto, continuaram a desempenhar, durante a fase operacional, um papel importante no apoio à componente de investigação do projecto.

Este papel central desempenhado pelas universidades e instituições de ensino superior parece ser uma das características mais inovadoras do MINERVA, quando comparado com os programas nacionais de outros países. De facto, como resultado deste papel, foi estabelecido um elevado nível de cruzamento disciplinar, com equipas mistas de docentes universitários, docentes do ensino superior e professores de escolas desenvolvendo projectos de investigação em colaboração, e envolvendo-se na concepção de *software* educativo e projectos de desenvolvimento de materiais conjuntos. Por outro lado, a troca de competências e de culturas institucionais proporcionada por este tipo de colaboração tem contribuído para a criação de uma nova geração de docentes universitários, mais consciente do mundo real da escola e da educação em geral, e uma nova geração de professores de escolas mais preocupados com a investigação pedagógica e desenvolvimento de materiais didácticos.

3. Um plano para a investigação em tecnologias de informação na educação em Portugal

Como resultado do envolvimento das universidades e outras instituições de ensino superior no desenvolvimento do programa nacional, a investigação na grande variedade de aspec-

tos ligados à utilização das tecnologias de informação na educação tem desempenhado um papel cada vez mais importante em Portugal, não apenas como uma tarefa de fundo para ser realizada por investigadores a tempo inteiro, mas também como uma maneira de contribuir para o desenvolvimento de um grau muito mais elevado do conhecimento em relação à investigação. Podem ser identificadas três áreas gerais de investigação dentro do projecto MINERVA.

— áreas orientadas por **questões educacionais**,

— áreas orientadas por **questões técnicas**,

— áreas orientadas por **questões éticas**.

A UTILIZAÇÃO DA SAÚDE INFORMÁTICA NA INVESTIGAÇÃO GERAL DA EDUCAÇÃO

ÁREAS ORIENTADAS POR QUESTÕES EDUCACIONAIS

ÁREAS ORIENTADAS POR QUESTÕES TÉCNICAS

Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação

Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação

Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação

Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação

Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação

Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação
Investigação sobre a utilização da saúde informática na educação

ÁREAS ORIENTADAS POR QUESTÕES TECNOLÓGICAS
Utilização Educativa de Aplicações de <i>Software</i> com objectivos gerais (processadores de texto, folhas de cálculo, sistemas de gestão de bases de dados, edição electrónica, gráficos, desenho, desenho assistido por computador, etc.)
Desenvolvimento de <i>Software</i> Educativo simulação/modelação <i>software</i> educativo de temas específicos <i>software</i> educativo livre de contexto ambientes de ensino inteligentes ambientes de autoria interfaces físicos integração multimédia
Utilização Educativa da Programação (declarativa, programação em lógica, orientada para objectos)
Materiais de Ensino para Educação Especial processamento simbólico e comunicação voz sintetizada e digitalizada
ÁREAS ORIENTADAS POR QUESTÕES DE SISTEMAS
Avaliação nível de micro-sistema nível de macro-sistema
ORGANIZAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR

I&D E A COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA PORTUGUESA

*Alberto Milheiro Barbosa**

1. Objectivo

Este artigo tem como objectivo dar um panorama do envolvimento de uma empresa portuguesa nas áreas de I&D, a sua integração no contexto da indústria portuguesa e interações com outros parceiros na área de I&D. São descritas em pormenor duas áreas particularmente relevantes.

2. I&D na Indústria Portuguesa

A quantidade de I&D na indústria portuguesa tem sido geralmente muito baixa. Dentro da parcela de dinheiro gasto no que é tradicionalmente classificado como «Tecnologia», a percentagem de tecnologia importada ou de produção sob licença é muito elevada quando comparada com a Investigação e o Desenvolvimento internos.

Os casos em que uma transferência de tecnologia foi efectivamente utilizada para preencher uma lacuna tecnológica e, em conjunto com I&D da empresa, criou uma competência tecnológica efectiva nesta área, são excepções mais que a regra.

Se durante as décadas de setenta e princípio de oitenta, a produção sob licença ainda pôde trazer alguns benefícios financeiros (a curto prazo) devido à importância da «incorporação local» e «fábrica local», isto mudou significativamente nos últimos dois anos.

Com o advento do mercado aberto, estes conceitos pertencem definitivamente ao passado e tem de ser feita uma abordagem completamente nova.

Esta situação conduziu a uma ausência geral de competitividade e, mesmo mais grave, comprometeu a capacidade tecnológica do país a longo prazo.

*EFACEC Sistemas de Electrónica, S. A.

Durante os últimos anos, ocorreram algumas modificações na mentalidade geral, e apareceu uma consciencialização da importância da capacidade tecnológica, pelo menos nalgumas empresas. As novas PME desempenharam um papel importante nesta alteração. Isto levou a um aumento do esforço em I&D, principalmente nas áreas relativas às tecnologias de informação e à automação.

3. Apresentação do grupo EFACEC

Com um volume de negócios de 22 milhões de contos em 1990 e 2600 empregados, a EFACEC é uma das maiores e mais antigas empresas na área eléctrica e electrónica em Portugal. O seu capital, cuja maior parte pertencia anteriormente à empresa ACEC, está actualmente disperso entre investidores portugueses institucionais e privados.

É uma das empresas que teve consciência da importância estratégica da I&D, sendo classificada nas estatísticas de 1988 como a empresa industrial com o maior volume de investimento nessa área no país.

Durante os anos de 1990 e 1991 a estrutura da EFACEC evoluiu, separando as diferentes áreas de negócios em empresas afiliadas autónomas. Prevê-se que de futuro a empresa original irá permanecer como uma Empresa Holding. Actualmente, existem empresas que operam nas seguintes áreas de negócios:

- Energia (sistemas e equipamentos-transformadores e mecanismos de distribuição).
- Motores.
- Bombas Hidráulicas.
- Elevadores.
- Sistemas de Ar Condicionado.
- Sistemas de Electrónica (abrangendo Automação de Energia e Telecontrolo, Fontes de Alimentação, Telecomunicações e Sinalização Ferroviária).
- Manipulação de Materiais (armazéns automáticos).

Esta estratégia está a provar ter muito sucesso, com um aumento significativo na eficácia operacional e comercial. Do ponto de vista interno, foram conseguidas importantes reduções de custos.

4. Estratégia de I&D

Devido à sua pequena dimensão em termos europeus, a EFACEC seleccionou áreas específicas para as quais dirige os seus recursos, de forma a desenvolver e a manter a tecnologia mais recente.

A estratégia de I&D dentro destas áreas inclui quer desenvolvimento interno (para o qual se criaram equipas de desenvolvimento e laboratórios de investigação), quer desenvolvimentos conjuntos com universidades e institutos de investigação.

Em relação a esta colaboração, é a experiência da EFACEC que funciona melhor quando pessoas da companhia trabalham em conjunto com membros das universidades ou institutos de investigação. Apenas esta abordagem irá garantir que no futuro o projecto possa ser continuado pelo pessoal da empresa, e serem realizadas as melhorias necessárias.

Também é importante que o projecto esteja bem integrado na linha de desenvolvimento da empresa. De outra forma irá inevitavelmente ser ultrapassado e os resultados nunca irão provavelmente ser utilizados.

A aplicação das Tecnologias de Informação e Electrónica ao telecontrolo e automação de sistemas e de energia, à manipulação de materiais e logística, e a algumas áreas específicas de telecomunicações têm sido seleccionadas como áreas de desenvolvimento estratégico pela EFACEC.

Por conseguinte, foram atribuídos importantes recursos humanos para estas áreas, e foram realizados vários projectos conjuntos (em Portugal e em projectos europeus ESPRIT). Estes esforços realizados durante os últimos dez anos, permitiram à EFACEC dispor de uma tecnologia «state of the art» nestas áreas muito específicas, e permitiram que a empresa atingisse uma posição de liderança no mercado português (que é completamente aberto) e, nalguns casos, também nos mercados de exportação. Este facto é particularmente importante porque é muito claro para a EFACEC que, para actividades que não têm uma natureza doméstica, a menos que seja obtido um sucesso na exportação, não há futuro. Levando em conta a falta de tradição industrial e a imagem de um país como Portugal, juntamente com o facto de a EFACEC ser relativamente nova neste mercado, esta tarefa não é trivial, e assume a mais elevada importância para a empresa.

5. Exemplos de projectos

Entre os vários projectos desenvolvidos durante os últimos anos, indicaremos dois deles como exemplo da estratégia normalmente seguida pela EFACEC no que respeita à abordagem ao mercado, definição de projecto, implementação, colaboração com outras instituições e nível conseguido.

5.1. Automação e Telecontrolo de Sub-estações de Alta Tensão

A experiência da EFACEC em automação de sub-estações remonta aos tempos da automação por relés electromagnéticos, passando por várias gerações de equipamentos electróni-

cos não programáveis e programáveis. De facto, quando no início de 1989 foi tomada a decisão para desenvolver uma nova geração de controladores para esta aplicação, tinham acabado de ser automatizadas várias sub-estações com unidades de automação programáveis da EFACEC da geração anterior.

Além da interface homem-máquina baseada num VDU para o controlo da sub-estação, a diferença principal com a geração antiga está na área da comunicação entre equipamentos diferentes. Um sistema como uma sub-estação eléctrica de alta-tensão (400kV) necessita de recolher muita informação (15 000 informações digitais e 200 analógicas) numa vasta área de extensão a uma velocidade muito rápida. Para resolver este problema a solução tradicional era a de ter várias unidades de automação muito dispersas, interligadas por um enorme número de cabos. Isto conduzia a um sistema de cablagem muito complexo e dispendioso. Para ultrapassar este problema, foi decidido desenvolver uma nova geração de controladores, suficientemente robustos para se colocarem no parque da sub-estação, utilizando as modernas técnicas de comunicação como as Redes de Locais e as Fibras Ópticas. Embora estas técnicas já fossem conhecidas, a sua aplicação a sistemas de energia era ainda incipiente, e era novidade absoluta para o caso específico de sub-estações de 400kV.

Durante 1989, juntamente com a Universidade do Porto, foi desenvolvida uma LAN para as unidades de controlo da EFACEC, com as características específicas necessárias (refrescamento da informação muito rápido – 50 ms para toda a sub-estação). Para evitar a forte interferência electromagnética dos circuitos de 400kV quando atravessam o parque da sub-estação, foi desenvolvida uma interface de fibra óptica para a LAN, em colaboração com o INESC do Porto. A EFACEC desenvolveu o *software* de sistema, renovou todo o equipamento e o sistema ficou pronto e instalado na primeira sub-estação em Agosto de 1990.

Acreditamos que foi a primeira realização na Europa para um sistema semelhante à escala real. Desde então, já foram postas em serviço, com sucesso, quatro novas sub-estações, estando ainda outras em fase de produção.

5.2. Automação de armazéns

Com a automação das suas fábricas de motores em 1985, a EFACEC sentiu uma forte necessidade de um sistema de manipulação de materiais que pudesse armazenar grandes quantidades de elementos e recuperá-los rapidamente. Com este objectivo foram desenvolvidos «armazéns automáticos», utilizando estruturas mecânicas para o armazenamento de materiais em paletes, stocadores automatizados e transportadores e um sistema de controlo por computador. Para este projecto, a EFACEC contava com o seu conhecimento anterior em mecânica e electricidade (do seu negócio de elevadores), e em electrónica e *software* (da sua Divisão de Electrónica Industrial).

Depois deste primeiro projecto, seguiram-se vários outros, internos, e em 1988 a EFACEC decidiu utilizar os seus conhecimentos no mercado externo. Desde então, foram aplicados armazéns automáticos a diferentes indústrias e aplicações, como a indústria farmacêutica, armazenamento de peças sobresselentes de aviões, tabaco, indústria do papel e outras.

Cada uma destas aplicações tem as suas dificuldades próprias. Por exemplo, na indústria do papel pesos superiores a uma tonelada têm de ser armazenados a uma altura de 30 metros, viajando a uma velocidade de 2 m/seg. No negócio do tabaco, tem de ser realizado um número muito elevado de movimentos – 240 pacotes por hora. No armazenamento de peças sobresselentes de aviões, estão armazenadas mais de 100 000 peças diferentes (para além de uma redução de espaço de 4 para 1, o tempo médio para encontrar uma peça sobresselente para um avião à espera na pista desceu de 20 minutos para 30 segundos).

Também neste campo as equipas de desenvolvimento da EFACEC colaboraram com as universidades. Nomeadamente numa área importante nos estados iniciais de concepção de um armazém automático que é a simulação do armazém, a EFACEC colaborou com a Universidade do Porto. Num outro desenvolvimento recente – VGA (Veículos Guiados Automaticamente) – foi realizada uma colaboração frutuosa com o Instituto Superior Técnico de Lisboa.

Após uma experiência extensiva no mercado português, a EFACEC decidiu começar a exportar. Em 1990 o primeiro armazém automático foi vendido para Espanha, e desde então decorreram actividades importantes de *marketing* em França e na Bélgica, onde a EFACEC adquiriu recentemente uma participação numa empresa de automação industrial.

6. Conclusão

É um facto que a I&D na indústria portuguesa tem tido um nível muito baixo. O nível e potencial tecnológico das universidades portuguesas e dos institutos de investigação está acima da média da indústria portuguesa. Este facto é claramente visível quando se observa, por exemplo, a participação de ambas as entidades em projectos europeus como o ESPRIT ou RACE.

No entanto, quando são seguidas as estratégias de desenvolvimento correctas, é possível para uma indústria portuguesa, não só atingir um nível tecnológico elevado, mas também ser competitiva e ter sucesso a um nível europeu em áreas de negócios específicas.

PROGRAMA INTEGRADO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E ELECTRÓNICA (PITIE)

*Themudo de Castro**

A tecnologia de informação e os bens electrónicos desempenham um papel fundamental nas modernas economias da actualidade, constituindo uma contribuição decisiva para uma competição crescente. A electrónica é também a base tecnológica de toda a evolução nas Tecnologias de Informação, sendo ainda uma vantagem estratégica essencial para todos os sectores industriais de países economicamente desenvolvidos.

A importância das tecnologias de informação faz-se sentir essencialmente no carácter global do seu impacto. As Tecnologias de Informação não estão confinadas exclusivamente a sectores específicos da economia, nem tão pouco ao sector empresarial. Os efeitos de reacção em cadeia destas tecnologias podem ser aplicados ao nível do produto, do processo e da informação em diversos sectores de actividade.

Tornou-se agora essencial desenvolver uma estratégia global capaz de estimular e de modernizar as indústrias da electrónica e das tecnologias de informação, através da implementação de uma combinação seleccionada de áreas alvo e projectos de acção, concebidos para revitalizar todo o sector industrial.

O Programa Integrado de Tecnologias de Informação e Electrónica (PITIE) procura estabelecer as condições necessárias que levem ao desenvolvimento da indústria das tecnologias de informação e da electrónica em Portugal. Procura também fornecer uma estrutura global no interior da qual se tenciona apoiar a formação e o desenvolvimento de empresas capazes de providenciarem uma parte substancial do apoio necessário à modernização da estrutura económica portuguesa.

* Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial – LNETI.

Objectivos do PITIE

A fim de atingir estes objectivos, o PITIE está a adoptar projectos de acção que se consideram levar à implantação de um ambiente susceptível de estimular o desenvolvimento e a modernização do sector das tecnologias de informação e da electrónica português, encorajando as actividades seguintes:

- Treino em larga escala de pessoal especializado – Recursos Humanos;
- Interacção Investigação/Indústria Mercado – Infra-estruturas Tecnológicas;
- Incentivos a novas empresas com uma sólida base de inovação tecnológica – Inovação Tecnológica;
- Produtividade e qualidade crescentes, através da implementação de tecnologias de informação, em sectores tradicionais que revelem potencial para um crescimento lucrativo – Produtividade e qualidade;
- Criação de um «espaço» único para os sectores de dados, tecnologias de informação e electrónica, bem como o desenvolvimento dessas indústrias como um todo onde estas tecnologias desempenham um papel fundamental – Mercado Interno e Internacionalização.

Estrutura do PITIE

Uma combinação de áreas alvo seleccionadas e programas de acção forma a base do PITIE. Estes são divididos nos seguintes sub-programas:

- Sub-programas horizontais que afectam todo o sector da electrónica e das tecnologias de informação;
- e
- Sub-programas sectoriais que afectam todos os sectores considerados, essencialmente nas áreas de treino altamente especializado, produtos e a sua adequação tecnológica e rendimento do desenvolvimento e do fabrico.

	Componentes Electrónicos
	Electrónica Industrial
Sub-programas	Electrónica de Defesa
Sectoriais	Telecomunicações
	Material

Indústria de «Software»

Indústria de Informação

Projectos submetidos ao PITIE

Foram já submetidos ao PITIE 121 projectos, correspondendo a um investimento total de 34 milhões de escudos (cerca de 235 milhões de dólares).

CAPÍTULO III
BIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA

CIÊNCIA BIOLÓGICA NAS ÚLTIMAS TRÊS DÉCADAS E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

*Francisco Carvalho Guerra**

A evolução do Ensino e da Investigação Científica nos últimos três anos foi condicionada por três parâmetros fundamentais que se revelaram especialmente importantes para a evolução do Ensino e da Investigação Científica.

a) Entre a década de cinquenta e a de setenta, um número considerável de estudantes de bom nível efectuaram estudos de graduação fora de Portugal, no campo das ciências básicas, nomeadamente Física, Química, Biologia, Electrónica, Ciências dos Computadores entre outras. Embora a formação anglo-saxónica fosse a mais procurada, também os Estados Unidos, a França, RFA, e alguns Países Nórdicos foram seus países de acolhimento, aí permanecendo durante períodos de três a quatro anos, tendo, para isso, sido fundamental o papel da Fundação Calouste Gulbenkian, do Comité Científico da Nato e do então Instituto de Alta Cultura.

Nesse tempo as instituições portuguesas de origem procuravam escolher para os seus estudantes Universidades e Departamentos de muito boa reputação científica, com excelentes supervisores, não parecendo ter havido qualquer preocupação com a relação formação científica/necessidades de desenvolvimento do Estado Português. Assim, assistiu-se ao aparecimento de uma geração de jovens investigadores de boa craveira científica e excelente formação, mas predominantemente nas áreas já tradicionais das instituições de tutela. Poucos faziam estudos de pós-graduação, ao regressar a Portugal eram sobrecarregados com actividades docentes e, a larga maioria, nem sequer encontrava na sua instituição infra-estruturas laborais capazes para estabelecer e rendabilizar as capacidades adquiridas.

Nalguns casos pontuais, nas Universidades de Coimbra e Porto foi possível através da Fundação Gulbenkian, da NATO, Do N. I. H., do U. S. P. H. S. e do então I. A. C. instalar laboratórios minimamente equipados capazes de suportar os novos programas de Investigação Científica.

* Universidade do Porto, Centro de Citologia Experimental.

b) No mesmo período, a criação do Instituto Gulbenkian de Ciência em Oeiras marcou decisivamente a evolução da Investigação e Desenvolvimento no campo das Ciências Naturais. A par de cientistas notáveis que aí desenvolveram a sua actividade de investigação, Nicholas van Uden organizou então Cursos avançados em Ciências Biológicas que se revelaram de particular importância para Portugal, já que conseguiram promover uma modelagem de ensino multidisciplinar, bem como uma internacionalização das metodologias de ensino das modernas Ciências Biológicas.

E é durante o mesmo período que, embora em escala menor, o Centro de Estudos de Bioquímica da Universidade do Porto, que, conjuntamente com os Profs. Roberto Salema e Teixeira da Silva, teve a honra de criar e servir durante os últimos trinta anos, bem como o Laboratório de Zoologia da Universidade de Coimbra liderado pelo Prof. Pato de Carvalho, assumiram igual papel promovendo a utilização de novas metodologias de ensino e criando novos grupos de investigadores na área das Ciências Naturais.

O Prof. Pato de Carvalho, também ele membro deste painel, dar-vos-á aqui conta da sua grande capacidade para a promoção das áreas das Ciências da Natureza na Universidade de Coimbra.

c) Na década de oitenta, tendo-se já atingido dimensão crítica em meios humanos em diversas áreas do saber (as ciências biológicas são uma delas) a comunidade científica procurou então assumir, através das instituições nacionais, o importantíssimo papel de coordenação dos esforços até então efectuados, procurando rendabilizar ao máximo a fraca capacidade de financiamento do sistema português.

Surgiram então grupos fortes em bioquímica, biologia molecular, microbiologia, imunologia, neurobioquímica, etc. e as autoridades portuguesas começaram então a dar-lhes audiência.

É a época em que as ciências biológicas se viram obrigadas a encontrar o seu próprio campo de aplicação.

O Prof. Maggiolly Novais, outro distinto membro deste painel, far-vos-á, certamente, o relato do «feliz casamento» entre as Ciências Biológicas e as Ciências da Engenharia no Instituto Superior Técnico de Lisboa, bem como vos dará uma boa panorâmica da Biotecnologia em Portugal.

Brilhante foi também a experiência do Prof. António Xavier no Instituto Superior Técnico (Complexo Interdisciplinar) e hoje do seu excelente grupo de investigação no CTQB em Oeiras. Teremos aqui, seguramente, o prazer de o ouvir dentro de alguns minutos.

Nos últimos anos da década de oitenta (1987/1989) não se pode esquecer a importância da Junta Nacional de Investigação Científica, e os seus programas mobilizadores criados sob a Presidência do Prof. J. Mariano Gago com o seu Conselho Consultivo. Foi no âmbito destes programas que se assistiu à assimilação dos conceitos de multidisciplinaridade, funda-

mentais para as ciências aplicadas, e à sua rápida promoção no domínio da Biotecnologia, da Biomedicina e das Ciências da Bioengenharia. O forte investimento financeiro da JNICT, suportado pelo governo português, revelou-se insuficiente, tendo sido então complementado por um forte apoio da Comissão das Comunidades com comparticipação portuguesa.

Assiste-se agora à instalação de novas infra-estruturas, com a instalação de novos laboratórios dotados de novo e melhor equipamento, bem como à actualização e modernização dos laboratórios já existentes, acompanhadas por um programa de estudos graduados (programas de MSc e PhD), coordenados internamente e com supervisão mista de professores nacionais e estrangeiros.

Na maior parte destas unidades, diversos professores estrangeiros são membros dos seus Conselhos Científicos participando activamente na fixação de estratégias de ensino e/ou investigação científica.

No Porto, no grupo que aqui represento, o Director Científico do Centro de Citologia Experimental, o Prof. Alexandre Quintanilha, após 18 anos de intenso trabalho científico na Universidade de Berkeley vem, desde há quatro anos, promovendo, com o apoio da Comissão das Comunidades, Cursos Avançados de muito elevada qualidade, além de liderar outros programas de investigação particularmente importantes.

Antes de acabar esta resenha sobre as últimas três décadas de Ciências Biológicas, não quero deixar de salientar o papel importante para a internacionalização dos grupos portugueses de biotecnologia, assumido pela DG XII através dos programas BAP, BEP, ECLAIR, FLAIR e BRIDGE, entre outros.

Creio que este é outro factor acelerador do progresso e que permitirá que os investigadores portugueses, dentro de um prazo muito curto, atinjam um estágio de desenvolvimento idêntico ao dos seus parceiros dos Países da Comunidade Europeia.

Antes de terminar quero agradecer aos Profs. Mariano Gago e Lobo Antunes o gentil convite para moderar esta secção e testemunhar-lhes o enorme respeito pelo atrevimento e coragem, para mim extremamente útil e importante para Portugal, de realizarem este encontro em Bruxelas.

CENTROS INTERDISCIPLINARES: UMA RESPOSTA ÀS NECESSIDADES DA INVESTIGAÇÃO EM QUÍMICA E BIOLOGIA

*António Xavier**

Na última década do século xx ninguém tem qualquer dúvida de que os avanços em Física, Química e Biologia, bem como nas tecnologias associadas resultam da interdisciplinaridade. Independentemente de quão indiscutível possa ser esta afirmação, não é fácil implementar redes científicas de interdisciplinaridade em Portugal. Infelizmente, no meu país a investigação científica ainda não está numa situação que permita encarar facilmente tal objectivo.

Durante demasiados anos, a investigação não foi considerada como uma prioridade; é apenas na última década que começa a obter um estatuto de desígnio nacional, após ter-se tornado parte do discurso político. Assim, o estabelecimento de equipas de investigação que podem desafiar programas de investigação interdisciplinares num nível avançado é uma tarefa bastante difícil. As dificuldades abrangem: i) o pequeno número de investigadores (que torna difícil a descoberta de grupos interessados em colaborar em tais projectos); ii) a falta de apoio sustentado no pequeno orçamento atribuído à investigação (que dificulta a concepção de projectos de investigação mesmo a médio prazo); iii) a situação das bibliotecas científicas, *work-shops* científicos e técnicos bem preparados (infra-estruturas que são quase inexistentes, muito caras e que levam muito tempo a construir); iv) a burocracia tradicional da legislação portuguesa (que, se é má para todas as actividades nacionais, é extremamente negativa para um clima de investigação saudável).

No entanto, e surpreendentemente, existe um número de equipas de investigação que, devido principalmente a empenhamentos pessoais e através da colaboração com equipas estrangeiras, conseguiu alcançar o reconhecimento internacional. Embora em pequeno número, estas equipas podem agora aproveitar os importantes investimentos financeiros obtidos principalmente da CEE, e estão a cerrar fileiras e prontas a servir de núcleos para centros de investigação interdisciplinares em vários locais do país.

* Universidade Nova de Lisboa, Centro de Tecnologia Química e Biológica.

Aqui, desejava descrever um dos mais recentes Centros de Investigação instalado em Portugal (beneficiando de um subsídio importante da CEE, principalmente através do PEDAP), o Centro de Tecnologia Química e Biológica, CTQB.

O CTQB está instalado na Quinta do Marquês (a antiga quinta do Marquês de Pombal, o Primeiro Ministro que reconstruiu Lisboa após o terramoto do século XVIII), em Oeiras, uma cidade na área da Grande Lisboa, no local em que o rio Tejo acaba e o Oceano Atlântico começa, a 20 Km da baixa de Lisboa, bem como do seu aeroporto internacional. É um local que beneficia de um microclima que é um dos mais moderados e agradáveis da Europa.

O Centro dedica-se à investigação e estudos de pós-graduação. Os estudantes envolvidos estão a trabalhar para o doutoramento ou mestrado através de acordos de colaboração com várias universidades portuguesas. O CTQB foi fundado pelo Ministério da Agricultura (através do Instituto Nacional de Investigação Agrária, INIA) e da Educação (através do Instituto Nacional de Investigação Científica, INIC). É um «instituto aberto» no sentido em que os grupos de investigação podem juntar-se a ele temporariamente, desde que os seus interesses de investigação sejam compatíveis com o perfil do CTQB.

A estrutura do Centro está ainda a evoluir. Actualmente, o CTQB tem 40 investigadores doutorados (metade deles com os graus obtidos em universidades estrangeiras). A maioria destes são professores em várias universidades ou investigadores do INIA. Estes investigadores são os orientadores de projectos, muitos dos quais em colaboração com várias instituições nacionais e estrangeiras, nas áreas da química, bioquímica, microbiologia, biofísica, biologia molecular e engenharia. Cerca de trinta dos projectos resultam de contratos com instituições nacionais, 7 com o DG XII-CEE e 6 com outras instituições internacionais doadoras de subsídios.

Os investigadores do CTQB estão também associados com o Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica, IBET, uma associação privada sem fins lucrativos especializada na transferência de tecnologia de universidades e institutos de investigação para a indústria.

A localização do CTQB na Quinta do Marquês, em Oeiras, é ideal para colaborações com outras instituições nesta área geográfica, tal como a Estação Agronómica Nacional (EAN), a Estação Nacional de Tecnologia de Produtos Agrícolas (ENTPA), ambas associadas ao INIA, o Centro de Patologia Vegetal afiliado ao Instituto de Investigação Científica e Tropical (IICT) e o Instituto Gulbenkian de Ciências (IGC). Assim, este campo científico inclui actividades de investigação que vão da pura à aplicada e a base de competência que está agora a ser criada no CTQB, em áreas de investigação complementares às que já existem, irá permitir a formação de equipas completas que podem desafiar, de uma forma global, projectos em muitos domínios da biotecnologia e em particular os na área das agro-ciências e da agro-indústria. Além disso, está muito próximo (3 km) do local reservado para o Parque de Ciências e Tecnologia de Oeiras.

As actividades de investigação começaram em Setembro de 1989, ocupando provisoriamente dois laboratórios. Numa área de cerca de 2000 m² do Instituto Gulbenkian de Ciência, IGC (proprietário de 30 ha da Quinta do Marquês), estão os grupos de investigação de Bioquímica, Microbiologia e Biologia Molecular. Outra área de 1500 m², localizada na EAN (proprietária dos restantes 120 ha da Quinta do Marquês), alberga os grupos de Química e Engenharia. No processo de construção está uma estrutura de investigação de 16 000 m², uma construção que também terá espaço para o ensino formal e que será completada no final do ano de 1992.

As unidades do CTQB estão equipadas com instrumentação moderna e sofisticada para uso comum, com uma ênfase particular em actividades preparativa, estruturativa e analítica (incluindo RMN de alto campo EPR, ENDOR e espectroscopia de Mossbauer e um difractor de raios-x com detector de área).

Estão actualmente a decorrer os seguintes projectos de investigação:

Genética molecular de *Bacillus subtilis* e alguns dos seus Bacteriófagos; Resistência à meticilina no *Staphylococcus aureus*: estudos genéticos e epidemiológicos; Expressão de genes em microrganismos; Genética molecular (*Antirrhinum majus*); estudos metabólicos por espectroscopia RMN *in vivo*; estudos de diferenciação e fisiologia de *stress* em sistemas de plantas; A via proteolítica depende da ubiquitina de plantas superiores; Caracterização de centros activos de metalo-enzimas; Engenharia de proteínas; Bio-corrosão; Efeito de diferentes fármacos genéricos em sistemas de transporte de membranas; Extracção de amino-ácidos com membranas; Reacção e extracção química em fluidos supercríticos; Tecnologia e Engenharia da célula animal; Culturas de arranque para ácido láctico; Medições automatizadas e controlo de processos biológicos; Imunobiossensores para o diagnóstico da febre suína africana; Fotodegradação abiótica de produtos químicos; Cinéticas de reacções biomoleculares entre componentes de membranas; Síntese de pesticidas foto-activados; Síntese de compostos homóquais; Fotoquímica de corantes do vinho.

Os resultados da investigação dos últimos dois anos foram publicados nas seguintes revistas científicas:

Antimicrobial Agents and Chemotherapy; *Journal of Bacteriology*; *Journal of General Microbiology*; *Molecular Microbiology Molecular and Cellular Probes*; *FEMS Microbiology Letters*; *Genes and Development*; *European Journal of Biochemistry*; *Journal of Experimental Botany*; *Planta*; *Proceedings of the National Academic of Sciences, US*; *Journal of Biological Chemistry*; *Pure and Applied Chemistry*; *Biochimica Biophysica Acta*; *Journal of Biochemistry*; *FEBS letters*; *Journal of Bioinorganic Chemistry*; *Biochemistry*; *Journal of the Chemical Society*; *Science*; *Journal of Supercritical Fluids*; *Fluid Phase Equilibria*; *Journal American Oil Chemical Society*; *Biotechnology Letters*; *Biotechnology Advances*; *Enzyme Microbiology*

Technology; Journal of Photochemistry and Photobiology; Journal of Physical Chemistry; Polyhedron; Tetrahedron Letters; Biophysics Journal; Journal of Chemical Society Transactions; Journal of Colloid and Interface Science; Journal of Molecular Structure; Synthesis; Macromolecules.

Ainda é demasiado cedo para prever qual será o grau de sucesso resultante da recente criação deste e de outros centros de investigação na área da Química e da Biologia, mas este é, certamente, um passo importante para a renovação da actividade de investigação em Portugal, um país com tradições antigas na investigação, que infelizmente estiveram adormecidas durante demasiado tempo, e que são tão importantes no início de um século durante o qual a investigação e a tecnologia irão certamente ser a força impulsionadora do desenvolvimento.

INSTITUTO DE BIOLOGIA MOLECULAR E CELULAR DA UNIVERSIDADE DO PORTO

*Alexandre T. Quintanilha**

Muitos dos grupos de investigação em Biologia mais importantes no Porto desenvolveram a sua maturidade científica independentemente uns dos outros. Apesar de terem normalmente dimensão reduzida, mesmo quando integrados nos centros existentes, muitos desses grupos alcançaram reputações internacionais bem merecidas. A qualidade do trabalho publicado, e o nível de treino dos seus estudantes, situam-se bem dentro dos padrões de algumas das comunidades científicas mais exigentes.

Mas o que é interessante é que, enquanto cresciam de maneira algo independente, as áreas em foco eram relativamente poucas e bem definidas. Em biotecnologia, o trabalho concentrava-se não apenas em algumas das áreas mais clássicas tal como a engenharia genética, clonagem de plantas e o desenvolvimento de animais transgénicos, mas também na adaptação ao «stress» e o desenvolvimento de novos biomateriais. Na área da saúde os interesses pareciam concentrar-se nas neurociências, doenças genéticas e imunologia. Cada uma destas áreas necessitava de uma base sólida e fazia exigências consideráveis sobre aspectos fundamentais da biologia molecular e celular. As abordagens e técnicas coincidiam tanto, e a necessidade de interacção era tão forte, que se tornou claro que de forma a controlar eficientemente tanto os recursos humanos e financeiros actuais como os futuros, deveria ser realizada uma tentativa para integrar estes grupos numa única unidade física. A criação de uma massa crítica de investigadores em campos que se tornaram cada vez mais interdisciplinares foi considerado como uma vantagem adicional.

O Instituto de Biologia Molecular e Celular (IBMC) foi concebido como um instituto multidisciplinar que iria realizar o tipo de investigação fundamental e aplicada nas Ciências da Vida crucial para um progresso significativo a ser feito nos campos interdisciplinares da Saúde e da Biotecnologia.

* Universidade do Porto, Instituto de Biologia Molecular e Celular

Concentrar no mesmo espaço físico muitos dos melhores especialistas do Porto nessas áreas, também iria fornecer uma forte justificação para o desenvolvimento de uma única Instalação Animal, uma oficina de bioengenharia e a principal Biblioteca de Ciências da Vida no Porto. A sua localização dentro do campus da Universidade do Porto, perto do futuro local da Faculdade de Ciências, e os fortes laços com outros investigadores no Instituto Biomédico, e nas Faculdades de Medicina e Farmácia da Universidade do Porto, iriam facilitar a expansão dos Cursos Graduados em Biologia que foram iniciados há quatro anos, e o início do primeiro Programa Graduado em Biologia da Universidade.

O esquema que se segue identifica as áreas de investigação mais importantes e as unidades individuais do Instituto. Enquanto são difíceis claras distinções, as áreas envolvidas por linhas *simples carregadas* são as que estão mais orientadas para a *Saúde*, enquanto que as que estão envolvidas por *linhas duplas* são ou totalmente orientadas para a *Biotecnologia e/ou Bioengenharia*, ou (no caso da unidade 1, por exemplo) com importância para ambas as áreas.

INSTITUTO DE BIOLOGIA MOLECULAR E CELULAR

Biologia
Molecular & Celular **Imunologia** **Neurociências** **Doenças Genéticas** **Biotecnologia & Engenharia Biomédica**

Biologia Molecular <i>A. Quintanilha</i>	Imunidade Infecciosa <i>M. T. Silva</i>	Neurofarmacologia <i>W. Osswald</i>	CEP <i>P. Pinho Costa</i>	CIEB <i>(Proposta Separada)</i>
Biologia Celular <i>R. Salema</i>	Imunofisiologia <i>M. Arala Chaves</i>	Morfofisiologia <i>A. Coimbra</i>	UniGENe <i>J. Sequeiros</i>	Engenharia Genética <i>C. Sunk P.M. Ferreira</i>
	Imunologia Molec. <i>Maria de Sousa</i>	Neurocomportamento <i>Amélia Tavares</i>	Neurologia Genética <i>Clara Sá Miranda</i>	"Stress" Biológico <i>M.T. Silva, R Salema A. Quintanilha</i>
		Neurofisiologia- -psicologia <i>A. Martins da Silva</i>		Microbiologia Ambiental & Aplicada <i>M. Costa</i>

O novo IBMC irá unir numa estrutura física única os grupos científicos que estão actualmente integrados administrativamente nos:

- a) Centro de Citologia Experimental (CCE),
- b) Centro de Estudos da Paramiloidose (CEP),
- c) Laboratórios de Imunologia Molecular e Neurociências,
- d) Centro de Investigação de Engenharia Biomédica (CIEB),

e em alguns outros laboratórios da Universidade do Porto, e um grupo da Universidade de Coimbra. Com um número total de investigadores da ordem das duas centenas, dos quais cerca de sessenta são doutorados e/ou mestres e quase outros tantos licenciados, o instituto irá provavelmente permanecer com este tamanho intermédio num futuro próximo. Enquanto publica normalmente pelo menos sessenta a cem artigos por ano em revistas internacionais da especialidade, a tendência tem sido para aumentar rapidamente.

As áreas mais importantes são as que se pensam ser representativas de alguns dos melhores contributos feitos pelos biólogos no Porto, nomeadamente:

- 1 – Biologia Molecular e Celular
- 2 – Imunologia
- 3 – Neurociências
- 4 – Doenças Genéticas
- 5 – Engenharia Biotecnológica e Biomédica

Na área da **biologia molecular e celular** a maior parte do trabalho sobrepõe-se às outras áreas do Instituto. A estrutura, função, expressão e regulação de vários tipos de proteínas do «stress» estão a ser investigadas, em animais, em plantas e em micro-organismos. Estão a ser utilizadas e desenvolvidas técnicas avançadas para estudar os pormenores da divisão da célula e da regulação de vias metabólicas específicas. Isto inclui a «dissecção molecular» da mitose, a modulação de diferentes tipos de fotossínteses, as interacções carbono/azoto no crescimento das plantas, e os efeitos/adaptação ao «stress» oxidativo em organismos vivos.

Em **imunologia** uma grande parte do trabalho centraliza-se em torno dos seguintes temas:

1 – interacções neutrófilos-macrófagos e a estabilidade das células linfóides nas doenças hereditárias; 2 – a activação e resposta de células T; 3 – a imunomodulação de doenças auto-imunes (incluindo a caracterização de anticorpos específicos em imunossupressão) e 4 – clonagem de genes de peptídeos envolvidos na imunorregulação. Um dos novos desenvolvimentos resultantes das interacções com outros grupos dentro do Instituto é o estudo da resposta do sistema imune a novos tipos de biomateriais. Outro envolve os efeitos imunológicos de uma proteína recentemente caracterizada que aparece durante a gravidez.

As **neurociências** incluem vários laboratórios que estão envolvidos em estudos desde o nível molecular até ao do comportamento. Estuda-se não apenas a estrutura das conexões neurais ao nível central e periférico, mas também a síntese e a destruição de neurotransmissores e tentam-se também caracterizar os receptores envolvidos. De interesse particular são as vias e os padrões da actividade electrofisiológica cerebral e os sinais somatossensoriais numa variedade de condições fisiológicas, incluindo a dor e outras situações patológicas. Também estão a ser desenvolvidos modelos animais de neuropsicologia.

Os estudos de **doenças genéticas** focam principalmente as doenças de interesse e incidência particular em Portugal. Eles incluem: a conhecida Polineuropatia Amiloidótica Familiar (conhecida como a «Doença dos Pézinhos») e outras alterações do gene da transtiretina; a doença de Machado-Joseph; o síndrome de Morte Súbita; doenças lisossomiais de sobrecarga tal como a doença de Gaucher e a variante B1 das gangliosidoses GM2, e ainda doenças peroxissomais. O trabalho inclui investigação que abarca o estudo molecular biológico e bioquímico das proteínas ou enzimas responsáveis por estas alterações, através de muitos dos estudos epidemiológicos, clínicos e de genética das populações já implantados com grande sucesso.

A componente da **engenharia biotecnológica e biomédica** do instituto concentra a maioria do seu trabalho em três áreas distintas, nomeadamente:

(a) adaptação biológica a uma variedade de condições de «stress», os mecanismos de dano e reparação (incluindo marcadores genéticos e bioquímicos) e a caracterização de factores de risco;

(b) síntese de novos péptidos (anti-corpos monoclonais, oligonucleótidos, vacinas e outras sequências de péptidos de interesse para as alterações auto-imunes), e de novos materiais para aplicações biomédicas;

(c) as bactérias extremofílicas, sua caracterização e utilização no estudo da estabilidade de proteínas em condições semelhantes.

Em grande parte, estas cinco áreas principais possuem fortes laços que são determinados pelos seus temas. Por exemplo, muitas das alterações genéticas que estão a ser estudadas são de grande interesse para os neurocientistas porque têm consequências neurológicas importantes; alguns também têm interesse porque possuem consequências imunológicas sérias; além disso, uma componente significativa do trabalho imunológico está intimamente relacionada com os estudos sobre «stress». Muito do trabalho na área da engenharia biotecnológica e biomédica é baseado em aspectos fundamentais da biologia molecular e celular e da imunologia. São esses laços entre as áreas mais importantes em foco que criam a estrutura da investigação interdisciplinar e multidisciplinar que são a chave para o desenvolvimento de esforços unificados por parte das equipas que formam este Instituto. Esperamos que a proximidade

física de investigadores vá estimular ainda mais as interações dentro e entre estas cinco áreas principais.

Administrativamente fora do IBMC, mas localizado na mesma estrutura física, está o IDARN (Instituto de Desenvolvimento Agrário da Região Norte), o NET (Ninho de Empresas Tecnológicas), e o CESE (Conselho para Cooperação Entre o Ensino Superior e as Empresas), três centros recém-formados que estão especificamente envolvidos em esforços dirigidos para a transferência de novas abordagens e novas tecnologias. A proximidade destes grupos será, esperamos, particularmente importante no estímulo do diálogo entre os que estudam Biologia e os que, com uma abordagem mais empreendedora, gostariam de ver as novas descobertas dando a força de impulso para a criação de novas pequenas e médias empresas.

INVESTIGAÇÃO NO CENTRO DE BIOLOGIA CELULAR RECURSOS HUMANOS E INTERDISCIPLINARIDADE

*Arsélio Pato de Carvalho**

Formou-se um grupo de investigação coeso em Biologia Celular na Universidade de Coimbra ao longo dos últimos 15 anos. Os membros do grupo são cientistas com antecedentes científicos diversificados em Biologia, Bioquímica, Biofísica, Farmácia e Medicina, mas os seus objectivos científicos fundiram-se em projectos de investigação bem definidos em Biomembranas, Neurociências e Biotecnologia.

O Centro de Investigação de Biologia Celular tem seis departamentos: 1. Biologia Celular; 2. Biofísica; 3. Bioquímica; 4. Neuroquímica; 5. Biologia e Biotecnologia Molecular e 6. Neurofarmacologia. Também existe uma Divisão Graduada responsável pelo treino pós-licenciatura que inclui programas de mestrado e doutoramento. O pessoal inclui 26 doutorados e 21 licenciados com contratos permanentes. Além disso, existe uma população flutuante de 20-30 licenciados que trabalham em teses de doutoramento e de mestrado.

O programa de investigação nos seis departamentos é interdependente, de forma a que um determinado projecto possa ser realizado com a participação de cientistas e licenciados de dois ou mais departamentos. A actividade científica do Centro de Investigação está dirigida principalmente para alguns problemas chave relacionados com transporte de iões, mensageiros celulares, mecanismos de secreção de hormonas e neurotransmissores, alterações da membrana durante o envelhecimento e a fusão da membrana. Estes problemas são estudados nos vários departamentos utilizando tecnologias e abordagens complementares. Mais recentemente, o Departamento de Biologia e Biotecnologia Molecular tem-se concentrado em projectos mais aplicados planeados para produzir péptidos biologicamente activos utilizando proteases de origem vegetal e bacteriana.

* Universidade de Coimbra, Centro de Biologia Celular.

Respostas a algumas perguntas fundamentais

Cálcio como mensageiro celular. Muitas células usam Ca^{2+} como mensageiro celular para despoletar actividades tal como a contracção muscular, libertação de hormonas e neurotransmissores, controlo de canais iónicos, metabolismo, divisão celular, etc. As variações do $[\text{Ca}^{2+}]$ intracelular dependem ou do Ca^{2+} que entra na célula ou do Ca^{2+} que é libertado por organelos intracelulares. Eventualmente, o Ca^{2+} é extruído da célula por uma Ca^{2+} -ATPase membrana ou por troca $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$.

Como é que o Ca^{2+} é extraído da célula pela Ca^{2+} -ATPase? O mecanismo molecular da extrusão da Ca^{2+} foi estudado em pormenor no nosso centro de investigação, e os resultados excluem um tipo químico simples de mecanismo de transporte, e sugerem antes a intervenção de um processo físico durante a deslocação do Ca^{2+} pela Ca^{2+} -ATPase. Essencialmente, o ATP não é verdadeiramente hidrolizado no processo, mas a quebra da ligação fosfo-anidridica é conseguida por OH^- e H^+ movendo-se de lados opostos das superfícies da membrana. É proposta a geração de um potencial eléctrico trans-ATPase que transporta Ca^{2+} electroforicamente¹.

Alterações no $[\text{Ca}^{2+}]$ intracelular devem ocorrer em locais específicos para produzir uma libertação de neurotransmissores. A libertação do neurotransmissor GABA de terminais nervosos isolados, estudada sob condições de estrita dependência do Ca^{2+} , não pode ser induzida pelo aumento do $[\text{Ca}^{2+}]$ intracelular a menos que ocorra alguma entrada de Ca^{2+} através de canais Ca^{2+} dependentes das voltagens presumivelmente localizados perto das zonas activas onde as membranas vesiculares se fundem com a membrana de plasma para libertar o neurotransmissor. Além disto, os nossos resultados sugerem ainda que as alterações localizadas de $[\text{Ca}^{2+}]$ intracelular, suficientes para causar neurosecreção, podem ocorrer sem uma alteração significativa da $[\text{Ca}^{2+}]$ média no terminal nervoso^{2,3}.

Em outros estudos com células cromafinas, estudámos a importância da Ca^{2+} externo e interno na modulação da secreção de catecolaminas⁴. Ocorrem oscilações da $[\text{Ca}^{2+}]$ livre no citossol em células isoladas, quando medidas por corantes fluorescentes.

O amino-ácido excitante, glutamato, liberta GABA invertendo o seu transportador nas células retiniais em cultura. O glutamato exerce o seu efeito neurotóxico aumentando o $[\text{Ca}^{2+}]$ intracelular em várias células nervosas. O glutamato também liberta dopamina e GABA de vários tipos de células, e isto também pode explicar o efeito neurotóxico do glutamato. Estudámos o mecanismo da libertação de GABA induzida pelo glutamato utilizando as células retinianas da galinha em cultura como modelos neuronais, e concluímos que o glutamato aumenta a libertação de GABA devido à entrada de $[\text{Na}^+]$ provavelmente através dos receptores NMDA e não-NMDA. O aumento de $[\text{Na}^+]$ intracelular inverte então o portador de GABA que transporta normalmente o neurotransmissor.

Oscilações $[Ca^{2+}]$ i sincronizadas devido à actividade da descarga eléctrica em ilhéus pancreáticos isolados. As células pancreáticas β secretam insulina em resposta à glucose numa maneira dependente do Ca^{2+} . Pensa-se que a quantidade de Ca^{2+} requerida para esta actividade de secreção é providenciada por uma actividade eléctrica oscilatória na forma de «descargas» de potenciais de acção do Ca^{2+} . Utilizámos registos simultâneos dos potenciais acção e de $[Ca^{2+}]$ intracelular, e descobrimos que as ondas do Ca^{2+} dos ilhéus estão sincronizadas com a actividade eléctrica da célula β . Esta observação sugere que cada uma das ondas do Ca^{2+} é devida à entrada de Ca^{2+} durante a fase de despolarização da actividade eléctrica. Além disso, a análise da imagem fluorescente do fura-2 indica que a oscilação do Ca^{2+} ocorre de forma síncrona através de todo o tecido do ilhéu.

Dado que aumentar a concentração de glucose faz aumentar a duração da onda do Ca^{2+} e da descarga eléctrica sem afectar significativamente a amplitude da onda, propomos que é o tempo fraccional a um nível intensificado de Ca^{2+} , mais que a sua amplitude, que codifica a resposta primária de células secretoras de insulina aos secretagogos⁵.

Como é que os anti-estrogéneos regulam o crescimento de tumores. Em células em cultura que não têm receptores de estrogéneos (RE), os anti-estrogéneos (AE) continuam a impedir a proliferação de células, o que sugere que os AE também agem em outros locais além dos do RE. De facto, sabe-se que, na terapia do cancro da mama, uma certa percentagem de mulheres cujos tumores são RE negativos ainda respondem à terapêutica de anti-estrogéneos.

No nosso centro de investigação, procurámos receptores de anti-estrogéneos em tumores do cancro da mama que podem estar a mediar a acção de anti-estrogéneos em tumores RE negativos. A par de uma elevada densidade de receptores AE localizados na fracção microsómica, encontramos que a proteína de ligação ao Ca^{2+} , a calmodulina, liga especificamente o anti-estrogéneo, tamoxifeno, e que esta ligação é dependente do Ca^{2+} . Além disso, os anti-estrogéneos, a concentração da ordem de μM , inibem a interacção da calmodulina com as enzimas dependentes do Ca^{2+} que são normalmente moduladas pela calmodulina^{6,7}. Assim, concluímos que os AE inibem a proliferação de células ao inibir reacções dependentes da calmodulina.

A procura dos mecanismos de outras funções membranares. Outras questões fundamentais que tentam ser esclarecidas no nosso Centro de Investigação incluem: 1. mecanismos celulares do envelhecimento; 2. mecanismos moleculares da fusão da membrana; 3. como é que os pesticidas influenciam a função da membrana e 4. quais são os mecanismos membranares de adaptação termofílica; 5. como é que a diferenciação influencia o armazenamento do Ca^{2+} celular.

Foram realizados avanços significativos nestas áreas: 1. Assim, a peroxidação lipídica, que se pensa estar envolvida no processo de envelhecimento, influencia a actividade de ligação de receptores medida por ligação directa utilizando fármacos marcados com 3H e neuro-

transmissores como marcadores dos receptores⁸; 2. Estamos a investigar a actividade de fusão de vírus envolvidos por membranas lipídicas com diferentes tipos de células, e a fusão de vesículas endocíticas está a ser estudada como modelo para a fusão da membrana intracelular⁹; 3. Os pesticidas DDT, paratião, lindano e malatião perturbam o estado físico e a fluidez de membranas modelo e de membranas nativas, e estas perturbações têm efeitos fisiológicos profundos¹⁰. 4. Microrganismos termofílicos alteram a composição lipídica da membrana em função da temperatura e dos iões no meio de crescimento. Detectámos mudanças nos lípidos e na composição dos ácidos gordos bem como nas propriedades físicas determinadas por calorimetria de varrimento diferencial, ³¹P-NMR e por microscopia de polarização e fluorescência de sondas de sensíveis à fluidez. As alterações da composição dos lípidos são tais que a geometria lamelar da membrana é mantida independentemente da temperatura de crescimento e bicamadas mais rígidas são formadas a temperaturas mais altas¹¹; 5. A indução de diferenciação celular através do aumento de ácido retinóico aumenta a capacidade de armazenamento de Ca²⁺ dentro do retículo endoplasmático de células HL-60¹².

Biotecnologia. Nos últimos anos, os métodos quimioenzimáticos foram investigados como alternativa aos métodos químicos na produção de péptidos biológicos activos. Com esse objectivo, a busca de novas proteases está a ser realizada em muitos laboratórios. No nosso laboratório, esta procura está concentrada em proteases resistentes ao calor de bactérias termofílicas e em proteases de plantas do gen. *Cynara* cujas flores são bem conhecidas pela sua actividade de coalhar o leite. A enzima do gen. *Cynara* é uma protease ácida, específica para a ligação de péptidos entre resíduos hidrofóbicos. Estamos a estudar actualmente a eficiências da enzima na produção de fragmentos de péptidos activos e na síntese em meios aquo-orgânicos.

Publicações Seleccionadas

¹ GOMES DA COSTA, A. and V. Madeira. Magnesium and manganese ions modulated Ca²⁺ uptake and its energetic coupling in sarcoplasmic reticulum **Arch. Biochem. Biophys.** **249**: 199-206, 1986.

² CARVALHO, C. M., C. Bandeira-Duarte, I. Ferreira and A. P. Carvalho. Regulation of carrier-mediated and exocytotic release of ³H-GABA in rat brain synaptosomes. **Neurochem. Res.** **16**: 763-772, 1991.

³ SANTOS, M. S., P. Gonçalves and A. P. Carvalho. Release of γ-[H]-GABA from synaptosomes: effect of external cations and ouabain. **Brain Res.** **547**: 135-141, 1991.

⁴ ROSÁRIO, L., M. Soria, G. Feuerstein and H. Pollard. Voltage sensitive calcium flux into bovine chromaffin cells occurs through dihydropyridine-sensitive and dihydropyridine-and-W-conotoxin-insensitive pathways. **Neuroscience** **29**: 735-747, 1988.

⁵ SANTOS, R., L. Rosário, A. Nadel, J. Carcia-Sancho, B. Soria, and M. Valdeolmillos. Widespread synchronous §Ca²⁺§ oscilations due to bursting electrical activity in single pancreatic islets. **Pflügers Arch.** **418**: 417-422, 1991.

⁶ LOPES, M. C., M. G. Vale and A. P. Carvalho, Ca^{2+} -dependent binding of tamoxifen to calmodulin isolated from bovine brain. **Cancer Res.** **50**: 2753-2758, 1990.

⁷ LOPES, M. C., M. C. Tavares, M. G. Vale and A. P. Carvalho. Characterization of estrogen and antiestrogen binding to the cytosol and microsomes of breast tumors. **J. Steroid Chem.** **39**: 343-352, 1991.

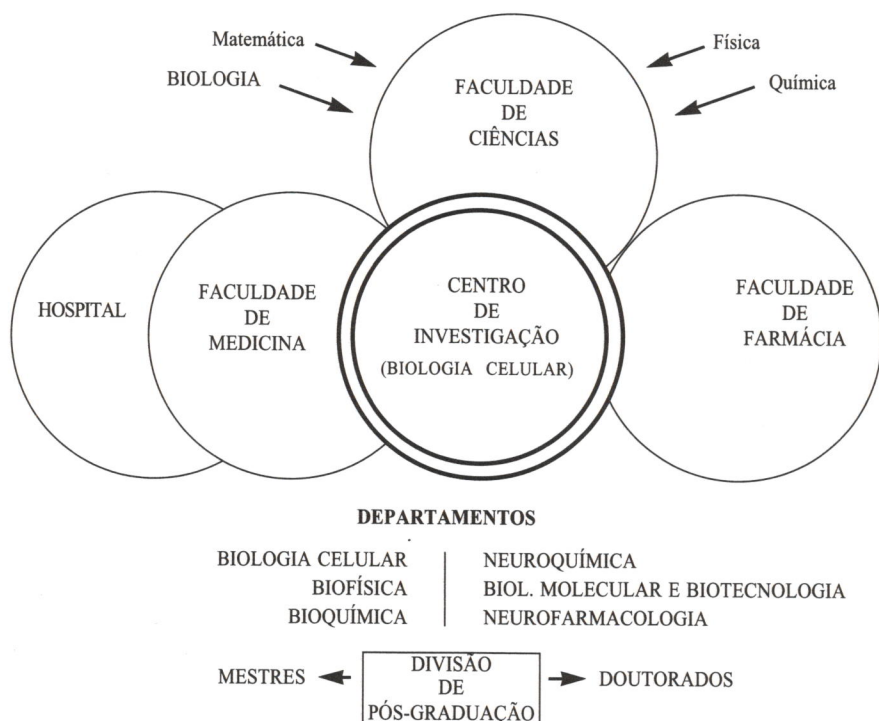
⁸ DUARTE, E. C. R. Oliveira and A. P. Carvalho. Thermodynamics of antagonist and agonist interactions with dopamine receptors. **Eur J. Pharmacol.** **147**: 227-241, 1988.

⁹ LIMA, M. C. P., S. Nir, D. Flascher, K. Klappe, D. Hoekstra and N. Düzgünes. Kinetics of fusion of Sendai Virus with human HL-60 and CEM cells. (Submitted), 1991.

¹⁰ ANTUNES-MADEIRA, M. C. and V. Madeira. Membrane fluidity as affected by the organochlorine insecticide DDT. **Biochim Biophys. Acta.** **1023**: 469-474, 1990.

¹¹ PRADO, A., M. Costa and V. Madeira. Effect of growth temperature on the lipid composition of two strains of *Termus sp.* **J. Gen. Microbiol.** **134**: 1653-1660, 1988.

¹² REGATEIRO, F., C. Carvalho, I. L. Ferreira, V. Bairos and A. P. Carvalho. Calcium stores in electroporabilized HL-60 cells before and after differentiation. **Cell Signalling** **3**: 41-49, 1991.



Handwritten text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is mostly illegible due to fading and bleed-through.



Handwritten text at the bottom of the page, likely bleed-through from the reverse side. The text is mostly illegible.

SITUAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA EM PORTUGAL

*Júlio Maggiolly Novais**

É difícil definir o momento em que se iniciou a investigação em biotecnologia em Portugal, da mesma forma que é difícil determinar qual o verdadeiro momento em que esta área do conhecimento surgiu, ou quando este termo foi inventado e associado a este grupo de actividades.

A biotecnologia é multidisciplinar e, por conseguinte, não existe em grupos isolados que trabalham em campos específicos e definidos; no entanto, a génese de alguns dos grupos actuais de investigação em biotecnologia em Portugal reside de facto nesse tipo de grupos isolados que a determinada altura sentiram a necessidade de se juntarem a outros cientistas com outro conhecimento básico de forma a que, em conjunto, pudessem alcançar um grau de investigação visando a aplicação económica das capacidades de microrganismos.

Em Portugal, no final dos anos sessenta, vários cientistas dedicaram os seus esforços às diferentes ciências biológicas, com um grau variado de qualidade que muitas vezes foi ditado não pela capacidade intelectual dos indivíduos, mas antes pelo acesso limitado a equipamentos e de uma maneira geral às fontes de financiamento adequadas.

Devido à iniciativa da Fundação Gulbenkian, foi então criado um Instituto de Biologia em Oeiras que veio revolucionar o conceito e o conteúdo da investigação científica em Portugal. Subitamente, um grupo de investigadores seleccionados encontraram as condições com as quais sempre tinham sonhado, e que eram as condições mínimas requeridas para conseguir desenvolver boa ciência. Isto deu origem a um rápido e visível salto qualitativo e quantitativo em termos de investigação em microbiologia, em bioquímica e em biologia celular em Portugal.

Nessa época também, foi implementado um programa de acção muito eficaz por intervenção duma instituição governamental – o INIC (Instituto Nacional de Investigação Científica)

* Instituto Superior Técnico.

com outro nome nessa altura, da Fundação Gulbenkian, e também do comité português da NATO e que tinha como objectivo atribuir bolsas a jovens licenciados promissores que lhes permitiriam obter o seu doutoramento no estrangeiro.

Devido ao facto dos portugueses habitualmente não estarem muito interessados em trabalhar permanentemente no estrangeiro, todos eles – ou quase todos –, regressaram e desta forma nos anos setenta um número razoável de novos e jovens doutorados foram colocados em várias universidades e centros e foram o núcleo de vários novos grupos de investigação que apareceram nessa época em Lisboa, Coimbra e Porto. Na ausência de concorrentes, não lhes foi difícil estabelecerem-se e liderar programas independentes de investigação.

Este esforço foi, talvez por acaso, seguido pela introdução em Portugal pela JNICT (Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica) do financiamento da investigação sob contrato. Até essa altura, a investigação era financiada pelo INIC de uma maneira muito igualitária e sem sobressaltos. A JNICT começou a apostar nos grupos mais dinâmicos e nalgumas áreas prioritárias e os resultados começaram a sentir-se nos anos oitenta. Esquece-se por vezes que temos uma história muito recente na investigação e, por conseguinte, não é totalmente justo comparar o desempenho actual dos cientistas portugueses com os que podem ter o mesmo potencial presente mas que possuem uma maior tradição. O início de novos grupos de investigação e novos projectos não traz resultados imediatos e Portugal está de facto numa fase de expansão que, se não for perturbada nos próximos anos, dar-nos-á novos e mais intensos frutos brevemente.

De qualquer forma, a investigação numa área tão ampla como a biotecnologia não pode estar dependente de um pequeno número de grupos, e isto ainda é uma fraqueza em Portugal. A internacionalização actual, que é necessária para o acesso ao financiamento europeu, tem estado muito concentrada nesse pequeno número de grupos, que por vezes atinge um ponto de constrição no que respeita a conseguir responder ao grande número de projectos cooperativos que lhes são oferecidos.

A investigação em biotecnologia na região de Lisboa é ainda realizada no Instituto Gulbenkian de Ciência sobre os temas básicos, mas agora é também acompanhada por alguns grandes grupos tal como o recém-criado Centro de Tecnologia Química e Biológica (CTQB) que mostra grande interesse em vários campos biotecnológicos e o Instituto Superior Técnico onde um grupo trabalhando inicialmente em tecnologia das enzimas nos anos setenta, alargou os seus interesses às outras áreas da tecnologia dos bioprocessos, tal como biorreactores para as enzimas, micro-organismos e células vegetais e também aos processos de biosseparação, considerados quer como uma operação a jusante quer como integrados com a biotransformação. Também sentiram a necessidade de complementar o seu conhecimento com a investigação em microbiologia e biologia molecular. Entretanto, um grande grupo trabalhando em biotecnologia vegetal na Faculdade de Ciências de Lisboa teve um rápido cres-

cimento e tem estabelecido uma rede de colaborações para cobrir os campos complementares.

Além desses grupos de grande escala, foram desenvolvidos outros esforços interessantes no LNETI (Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial) e na Universidade Nova de Lisboa.

Em Coimbra, a investigação está centrada sobretudo na bioquímica e na biologia celular com um pequeno grupo dedicado à área das enzimas e tecnologias dos biorreactores.

No Porto, o Centro de Citologia Experimental atingiu a massa crítica de trabalho nas áreas da microbiologia, biologia vegetal e bioquímica, enquanto que a Escola de Biotecnologia está a constituir um grupo de investigação mais centrado na área da tecnologia alimentar. O esforço desenvolvido na parte norte do país também é importante, na Universidade do Minho, em Braga, onde está a ser efectuada investigação sobre a fisiologia microbiana e a tecnologia dos bioprocessos, e que também começa a ser um pólo de atracção para jovens cientistas promissores.

Através do actual corpo financiador mais importante da investigação em Portugal, a JNICT, a biotecnologia foi beneficiada pelo facto de ser considerada uma área prioritária de investigação e isto implicou o financiamento preferencial desses grupos, resultando num impacto positivo e num rápido desenvolvimento.

Através do programa CIÊNCIA que é parcialmente financiado pelos fundos infra-estruturais da CEE, foram concedidos a estes grupos importantes peças de equipamento e foi-lhes também dada a possibilidade de construir novos laboratórios, o que irá certamente mudar a imagem da investigação biotecnológica durante os próximos anos. Contudo, para permitir que isto aconteça, é essencial que os programas de investigação financiada sob contrato sejam mantidos. De outra forma, os nossos laboratórios poderão tornar-se salas de exposição inúteis dos equipamentos mais recentes.

De facto, o sucesso da investigação em biotecnologia assenta na qualidade dos grupos de investigação envolvidos e também na existência de financiamentos adequados. Até agora, os grupos de investigação portugueses tiveram de contar com os fundos do governo e com o financiamento de projectos por parte de instituições internacionais. Mas existe habitualmente outra fonte que em Portugal está quase ausente e que tem sido um factor negativo para o desenvolvimento. É a ausência de empresas verdadeiramente activas que iriam impulsionar e encorajar o esforço de investigação. Outro ponto negativo é também a ausência aparente de empresários entusiastas decididos em apostar na aplicação prática da investigação que se desenvolve na universidade e nos centros de investigação.

Sem produtos no mercado e sem aplicações visíveis nas áreas da agricultura, saúde e ambiente, a biotecnologia em Portugal, apesar de ser sempre um bem adquirido para o desenvolvimento científico e para o prestígio cultural, irá parecer ter uma contribuição directa

menor para o desenvolvimento económico do país. Contudo, o empenho científico é certamente uma das condições principais para a modernização de um país, e Portugal apenas conseguirá ser um membro completo da comunidade das nações desenvolvidas, se o financiamento da investigação científica for intensificado e forem projectados planos para optimizar os resultados desse esforço de financiamento. Uma das condições principais é o equilíbrio correcto e constante entre formação, infra-estruturas e custos operacionais.

Se isto acontecer, certamente que as aplicações da biotecnologia irão começar a ser visíveis e a recompensa pelo esforço feito será um capital para as próximas gerações.

BIOLOGIA MOLECULAR EM PORTUGAL

*João Vasconcelos Costa**

A Biologia Molecular foi introduzida em Portugal muito tarde, quando o prof. L. Archer regressou dos EUA, em 1969. Foi criado um pequeno grupo de Genética Molecular sob a sua direcção no Instituto Gulbenkian de Ciência (IGC). Nos anos seguintes, outros grupos no IGC, trabalhando em Bioquímica ou Virologia, começaram a aplicar abordagens moleculares com mais frequência aos seus temas de investigação. Ao mesmo tempo, o IGC organizou cursos de pós-graduação que atraíram jovens vindos das universidades para as novas possibilidades da Biologia Molecular. Alguns desses estudantes permaneceram no IGC para a preparação das suas teses de doutoramento.

Estas acções pioneiras que tinham como objectivo introduzir a Biologia Molecular em Portugal adquiriram um impacto total apenas uma década mais tarde, quando praticamente todos os métodos da Biologia Molecular moderna eram prática comum no IGC. No início da década de 80, nenhum outro laboratório em Portugal estava familiarizado com as metodologias do ADN recombinante ou da sequenciação do ADN, por exemplo.

Felizmente, esta situação é agora consideravelmente diferente, embora ainda não seja satisfatória. Foram criados pequenos grupos activos noutras instituições, muitos deles em torno de pessoas que se formaram no IGC. Na área da Grande Lisboa, a Biologia Molecular está agora representada no Centro de Tecnologia Química e Biológica (CTQB), nas Faculdades de Ciências da Universidade de Lisboa e da Universidade Nova de Lisboa, na Faculdade de Farmácia, no Instituto Superior Técnico, no Departamento de Virologia do Instituto de Investigação Agrícola e no Instituto Nacional de Saúde. Estes grupos trabalham em genética molecular bacteriana, na expressão dos genes de plantas, em vírus das plantas e em genética molecular humana. Na Universidade do Porto e no Centro de Citologia Experimental, também surgiram grupos activos nos últimos dez anos, interessados em tópicos de investigação

* Instituto Gulbenkian de Ciência.

não cobertos anteriormente pelo IGC, tal como a Biologia Molecular de fungos e da *Drosophila* ou a caracterização molecular de paramilóidose familiar, uma doença genética identificada em Portugal há muitos anos.

Todos estes grupos têm contribuído significativamente para o interesse crescente das autoridades portuguesas de política científica em Biologia Molecular e nas perspectivas para biotecnologias moleculares. Por exemplo, os laboratórios médicos e os hospitais pedem frequentemente treino na utilização de sondas moleculares ou PCR para diagnósticos médicos.

Contudo, as bases científicas endógenas para o desenvolvimento da biotecnologia molecular ainda são muito insuficientes. A comunidade de biólogos moleculares qualificados é inferior a 30 pessoas, a maioria dos grupos ainda não ganhou o reconhecimento internacional, e o apoio oficial está longe de ser satisfatório. Isto pode ser ilustrado pelo facto de que Portugal ainda não é membro da EMBO, apesar do interesse da EMBO e dos biólogos moleculares portugueses na afiliação. Outro ponto muito fraco é a ausência de qualquer abordagem molecular de muitos laboratórios trabalhando em biologia vegetal ou animal, biologia celular, fisiologia, microbiologia, etc.

Os laboratórios de Biologia Molecular do IGC (Bioquímica, Genética Molecular, Virologia Molecular e Virologia) ainda constituem a maior concentração portuguesa de especialistas, de capacidade de treino e metodologias diversificadas em Biologia Molecular. O IGC pertence à Fundação Calouste Gulbenkian (FCG), a segunda maior fundação na Europa. Durante os anos de menosprezo científico, cultural e educativo do regime de Salazar, a FCG foi a principal instituição portuguesa a preencher a lacuna da acção do Estado. A FCG cedo se apercebeu de que o seu programa de bolsas para o treino científico no estrangeiro não era suficiente para um avanço da qualidade da ciência portuguesa e decidiu criar os seus próprios centros de investigação. O Centro de Biologia, agora o IGC, foi criado em 1965. Nessa altura, era nitidamente o único centro de investigação completamente profissional português de estilo internacional.

O IGC não é um instituto de grandes dimensões. Tem um pessoal de 27 cientistas permanentes e cerca de 50 estudantes graduados ou visitantes, distribuídos por nove laboratórios chefiados por um investigador principal.

A Biologia Molecular é agora um campo principal no IGC. O sector da Biologia Molecular do IGC tem uma experiência consolidada numa vasta gama de metodologias: DNA recombinante em muitos sistemas, construção de bibliotecas genómicas e de cDNA, clonagem de expressão em plasmídeos, fagos e vírus de animais, sequenciação, sistemas *in vitro* para a replicação do DNA, transcrição e tradução, mutagénese *in vivo* e *in vitro*, anticorpos monoclonais, etc. A colaboração interna na microscopia electrónica de ácidos nucleicos e métodos computacionais estão disponíveis.

Os projectos a decorrer neste momento são os seguintes:

Laboratório de Bioquímica: citocromos P450: caracterização estrutural e funcional de regiões promotoras dos genes IIC7 e IIHAL; estudos enzimáticos e regulação destes citocromos; acção de promotores e anti-promotores da hepatocarcinogénese na expressão de citocromos P450. Caracterização molecular das mutações PKU na população portuguesa.

Laboratório de Genética Molecular: expressão de genes da *Tetrahymena pyriformis* sob condições de «stress»: genes da tubulina e regulação transcripcional; estabilidade do mRNA da tubulina; mecanismos pós-tradução. Família multigénica da poli-ubiquitina na *T. pyriformis* e na *Lupinus albus*. «Stress» hipertérmico em fungos: genes envolvidos em termotolerância e genes relacionados com a fase estacionária; regulação transcripcional do gene da glucoamilase sob controlo de elementos promotores de genes de choque térmico em «stress» severo na *S. cerevisiae*. Participação na rede europeia para a sequenciação do genoma da *S. cerevisiae*.

Laboratório de Virologia Molecular: Biologia molecular do vírus da peste suína africana (VPSA): mecanismo de replicação do DNA; papel DNA celular amplificado associado ao DNA replicativo viral; caracterização molecular de intermediários replicativos; mecanismos de recombinação e resolução de telómeros. Identificação, sequenciação e caracterização de genes de enzimas VPSA envolvidos na replicação do DNA. Caracterização molecular de mutantes DNA. Identificação de factores *trans* de VPSA e genes para proteínas de ligação do DNA. Mapeamento de promotores por expressão de recombinantes de vírus da vacina. Clonagem de expressão em baculovírus de genes para antígenos virais importantes.

Laboratório de Virologia: interacções vírus-célula; mecanismo de acção do interferão na infecção por VPSA; estudos sobre o papel do citosqueleto na regulação, organização e transporte das estruturas virais de VPSA; epidemiologia molecular do VPSA.

Além destes estudos fundamentais, este sector desenvolveu alguns projectos com aplicação à biotecnologia ou aos cuidados de saúde: preparação de sondas DNA biotiniladas para diagnóstico, preparação de anticorpos monoclonais com interesse industrial ou para a construção de biossensores, preparação por engenharia genética de antígenos para testes serológicos, diagnósticos pré-natais. Também se pode desenvolver alguma actividade no campo da construção de vacinas.

Recentemente, o Laboratório de Microbiologia introduziu métodos de Biologia Molecular nos seus estudos de taxonomia dos fungos, desenvolvendo sondas de DNA para a rápida identificação de fungos industriais, médicos e alimentares.

Outro grupo de laboratórios do IGC (Biologia Celular, Fisiologia, Microbiologia, Farmacologia) estuda uma vasta gama de problemas em biologia celular, nomeadamente: modulação hormonal da secreção por glândulas sexuais, relações entre a matriz extracelular

e o citosqueleto no desenvolvimento embrionário; citoquímica dos neuropéptidos; enzimas envolvidas na proteólise intracelular; termomicrobiologia de fungos industriais e médicos; bioconversão pelos fungos de ácidos polissacáridos e orgânicos; mecanismos de acção tóxica de produtos finais da fermentação alcoólica em fungos.

A fisiologia da membrana é também uma área comum a vários grupos do IGC, nos laboratórios de Biologia Celular, Microbiologia, Farmacologia e Fisiologia. Os interesses principais deste sector do IGC são receptores para os neurotransmissores, e transporte biológico: caracterização farmacológica, isolamento e purificação de receptores de adenosina, e formação e inactivação da adenosina em células nervosas; vias de tráfego da membrana endocitária e vias e cinética da endocitose de proteínas secretórias na vesícula seminal; mecanismos transcelulares de transporte de pequenos iões e moléculas orgânicas e de água; transporte de membrana em fungos e leveduras.

Finalmente, o Laboratório de Biomecânica está interessado na simulação teórica do controlo neuro-muscular, na modelação do princípio de conservação do movimento cinético, e na dinâmica da coluna vertebral. Juntamente com o Laboratório de Fisiologia, o Laboratório de Biomecânica providencia a todo o IGC experiência na computação e na modelação e simulação de sistemas moleculares e biológicos.

O IGC possui uma das melhores bibliotecas biológicas em Portugal, que é frequentemente usada por investigadores de outros institutos. Também possui a única instalação de produção para animais de laboratório de alta qualidade em Portugal. O biotério fornece animais para muitos outros laboratórios portugueses e de facto a maior parte da sua produção é para uso externo.

O papel do IGC na educação científica em Portugal é unanimemente reconhecido. Além da contribuição individual de muitos investigadores do IGC como professores convidados em várias universidades, o IGC forneceu regularmente ensino formal e tutorial para jovens licenciados. Os «Estudos Avançados de Oeiras», um programa de cursos monográficos instituídos em 1969 pelo falecido Prof. van Uden, foi pioneiro do ensino de pós-graduação em Portugal e foi uma oportunidade única para muitos jovens investigadores. A maioria dos cursos eram dados com a colaboração de distintos professores estrangeiros e o programa ganhou um suporte internacional da CEE. Nos últimos dez anos, os cursos do IGC têm sido integrados no programa oficial de cursos anuais de Mestrado, em colaboração com a Universidade Nova de Lisboa.

CAPÍTULO IV

FÍSICA

e Astrofísica. O nascimento do Centro de Astrofísica da Universidade do Porto é o resultado mais saliente desse esforço.

Negociações com a ESA (European Space Agency) decorrem neste momento e espera-se que uma participação portuguesa na ESA venha a ocorrer num futuro próximo.

3 – Há um Peso Crescente da Física Aplicada

Com a participação nos programas europeus de ID (ESPRIT, BRITE, JOULE, etc.) tem havido um envolvimento maior da Física portuguesa em acções de desenvolvimento tecnológico. Cresceu, por exemplo, o papel da Física de Materiais e Superfícies, da Óptica Aplicada, da Instrumentação.

4 – Mantém-se a importância da Física Teórica e da Física Matemática

Nas principais áreas de investigação em Física (Matéria Condensada, Partículas e Campos, Nuclear, etc.) a Física teórica tem tido sempre um peso apreciável. O interesse pelo estudo de sistemas não lineares e caóticos tem vindo a aumentar nos últimos anos.

Em conclusão: numa conjuntura contraditória, em que perduram deficiências estruturais, com alguma instabilidade quanto a financiamentos, tem-se verificado um crescimento regular da Física portuguesa, acompanhado duma maior internacionalização e maior participação em programas comunitários.

FÍSICA DA MATÉRIA CONDENSADA EM PORTUGAL

*João António de Bessa Meneses e Sousa**

1. Origens

A Física da Matéria Condensada representa uma área de investigação relativamente importante em Portugal com um número estimado em 100 investigadores permanentes doutorados. Têm sido organizados regularmente Simpósios e Escolas Ibéricos conjuntos de Física da Matéria Condensada (MC) pelas Sociedades Portuguesa e Espanhola de Física. A 10.^a Conferência Europeia de Física da Matéria Condensada foi também realizada em Portugal (1990), organizada pela DMC da Sociedade Portuguesa de Física e sob o patrocínio da Sociedade Europeia de Física.

Pode-se traçar uma actividade consistente (e generalizada) neste campo em Portugal desde os finais dos anos 60, quando um número representativo de estudantes de doutoramento portugueses estavam a realizar as suas teses no estrangeiro. A ênfase principal incidia então na Física do Estado Sólido e de Baixas Temperaturas: supercondutividade, semicondutores, propriedades eléctricas, térmicas e magnéticas de sólidos cristalinos; estudos estruturais com raios X. Existia já em Portugal uma tradição precoce na aplicação da difracção de raios X a estudos estruturais de sólidos, com grupos organizados nos anos 60.

Por volta de 1970, foram criados na Universidade do Porto os primeiros grupos de investigação em Física das baixas temperaturas (Propriedades de Transporte, Propriedades Magnéticas e Supercondutividade) e instalado o primeiro liquefactor de hélio em Portugal. A investigação em Cristais Líquidos foi introduzida em Lisboa, e mais tarde também a Física dos Polímeros, bem como o estudo de sólidos de baixa dimensionalidade e orgânicos. Seguiram-se-lhes os estudos de Vidros e Cerâmicas, Espectroscopia Óptica de Sólidos (principalmente em Aveiro) e a investigação em Dieléctricos e Ferro-eléctricos (Porto, Lisboa). Desenvolvimentos adicio-

* Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

nais incluíram os semicondutores amorfos (células solares; Lisboa) e a introdução de métodos nucleares microscópicos em Matéria Condensada (principalmente em Lisboa e Coimbra). A Ciência das Superfícies, a investigação básica/aplicada em películas finas e heteroestruturas (Lisboa, Braga, Porto, Aveiro), os métodos computacionais e de simulação, são na actualidade novos campos de trabalho com grande actividade. Os físicos teóricos têm vindo a juntar-se progressivamente ao campo da matéria condensada, principalmente nas áreas da física estatística avançada (transições de fase e fenómenos críticos), magnetismo, supercondutividade, líquidos e cristais líquidos, fluidos electrónicos e correlações electrónicas.

2. Difracção de Neutrões e de Raios X

Vários grupos portugueses utilizam grandes instalações europeias em técnicas de difracção de neutrões para a investigação em matéria condensada, principalmente o Instituto Laue Langevin, Grenoble e o Laboratório L. Brillouin, Saclay.

A difusão de neutrões e de raios X em pequenos ângulos tem sido utilizada para estudar gels especiais formados por microemulsões de água, óleo e surfactantes. Foram descobertos novos diagramas de fase, incluindo algumas estruturas cristalinas fascinantes (Fac. Ciências, U. Lisboa, Dep. Física).

Investigadores da U. Porto (Dep. Física & Centro de Física – INIC) estudam o chamado Magnetismo «Exótico» em metais e ligas de terras raras: helimagnetismo e novas estruturas moduladas, fases comensuradas e incomensuradas, fenómenos críticos. Outro grupo utiliza a difracção de neutrões para estudar estruturas moduladas em certas classes de materiais ferro-eléctricos (e. g. compostos BCCD), identificando fases de elevada comensurabilidade.

Em Coimbra, existe um laboratório de raios X bem equipado na Faculdade de Ciências e Tecnologia (Dep. Física). O trabalho é complementado com estudos de difracção de neutrões no Instituto Laue Langevin, em Grenoble. Exemplos ilustrativos incluem: (i) a estrutura cristalina de materiais com propriedades não lineares e a interacção entre as propriedades estruturais e ópticas cristalinas (ii) Estudos de densidade de carga e magnetização de sistemas de transição metal-metalóide (hibridização p-d) e de compostos iónicos de metais de transição (comportamento dos electrões de valência) (iii) Espectroscopia Compton, distribuição espacial do momento linear do Electrão, ligação química e densidades electrónicas em difluoretos MF_2 de tipo Rutilo (col. Univ. Konstanz); (iv) Difusão de raios X por matéria magnética, usando radiação de fontes sincrotrão no Laboratório Daresbury (projecto «Ciência» da CEE sobre «Difusão de fotões e de neutrões por materiais magnéticos»).

O Reactor de Investigação Português, funcionando no Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial – LNETI, nas suas instalações em Sacavém, está actualmente a ser

equipado para trabalhos com feixes de neutrões. Investigadores do Departamento de Física do LNETI (Grupo de Difusão de Neutrões) realizaram trabalhos originais na optimização dos instrumentos de neutrões especializados, conhecidos por EDNPA ou Espectrómetros de Difusão de Neutrões) realizaram trabalhos originais na optimização dos instrumentos de neutrões especializados, conhecidos por EDNPA ou Espectrómetros de Difusão de Neutrões de Pequeno Ângulo. Os esforços do grupo orientam-se para o desenvolvimento das técnicas de difracção de neutrões e dos EDNPA para o estudo de estruturas atómicas ($0,4 - 10 \text{ \AA}$) e de microestruturas ($10 - 1000 \text{ \AA}$), respectivamente. A técnica EDNPA será particularmente útil para o estudo de uma grande diversidade de tópicos: poros em cerâmicas, precipitados em ligas metálicas e soluções de polímeros. Está encomendado um difractor de neutrões e está em construção uma unidade EDNPA. Estes são os primeiros dois instrumentos de um Laboratório de Difusão Nuclear (LDN) para trabalho experimental com feixes térmicos de neutrões. Espera-se que o LDN venha a oferecer à comunidade científica um conjunto coerente de técnicas avançadas para apoiar o esforço de formação e modernização, a nível universitário, neste campo e para o estímulo da investigação em Física do Estado Sólido e noutros ramos fundamentais da ciência moderna. O Laboratório irá fazer parte duma «rede» de instalações europeias, grandes e pequenas, equipadas para trabalhos de difusão de neutrões.

3. Métodos nucleares em Física da Matéria Condensada

Os métodos nucleares para a investigação em Matéria Condensada, principalmente de sólidos, têm sido introduzidos progressivamente em Portugal ao longo dos últimos dez anos.

Existem já as seguintes técnicas no grupo de Física do Estado Sólido Nuclear do Centro de Física Nuclear da U. Lisboa (INIC) e LNETI: interações hiperfinas usando correlações angulares perturbadas $\gamma\gamma$ e $e^-\gamma$, RBS/canalização iónica (Retrodispersão de Rutherford), ERIP (Emissão de Raios X Induzida por Partículas), DHRE (Detecção de Hidrogénio por Recuo Elástico), Activação de Neutrões, Implantação de Iões de isótopos radioactivos e estáveis. Existe uma instalação para implantação de iões para iões de azoto de baixa energia e elevada corrente. Estudos ilustrativos incluem: (i) identificação de iões localizados em locais específicos das redes cristalinas e estudos de difusão de impurezas em sólidos (Mg, Be, Si, Ge, GaAs); papel das impurezas; fenómenos de amorfização e recristalização em materiais opto-electrónicos (LiNbO_3); (ii) Caracterização de superfícies e interfaces de películas finas magnéticas com estruturas em multi-camadas.

Em Coimbra (Fac. Ciências e Tecnologia), as técnicas nucleares são sobretudo aplicadas por dois grupos de investigação. Um dos grupos utiliza as Correlações Angulares Perturbadas para investigar o efeito do hidrogénio em metais puros e em ligas: interacção com a rede

metálica (e defeitos), identificação de fases hidrogenadas e suas transformações, hidrogénio em películas finas. A espectroscopia Mossbauer do ferro é utilizada para estudar a estrutura de vidros. Foi estabelecida uma colaboração internacional com a Univ. Konstanz; Han-Meitner Inst., Berlim; CEN e CNRS, Grenoble; CNRS, Nancy; Rutherford Appleton Lab., Grã-Bretanha; e Geophys. Lab., Carnegie Inst., Washington. O outro grupo usa técnicas de aniquilação de positrões (tempos de vida e «alargamento» Döppler) para estudar estruturas de defeitos em metais e em ligas metálicas (col. K. F. A., Julich), defeitos em superfícies (e sua vizinhança), bem como as características das interfaces em meios estratificados e líquidos multifásicos: formação de positrões e sua difusão em micelas, medidas de parâmetros micelares, identificação de transformações micelares.

4. Física das Baixas Temperaturas e Fenómenos Cooperativos

Existe um centro de dimensão apreciável em Física da Matéria Condensada na Universidade do Porto (Centro de Física – INIC e Departamento de Física), onde desde 1970 foram sistematicamente introduzidos os estudos em física das baixas temperaturas e muitas técnicas experimentais associadas, para o estudo de uma vasta gama de propriedades físicas e de ciência de materiais. A actividade em Matéria Condensada, centra-se em 4 grupos experimentais e 1 grupo teórico, com um total de 21 doutorados. Faremos aqui um breve resumo da investigação experimental destes grupos (ver 8., para o trabalho teórico).

O grupo de «Propriedades de Transporte» usa uma grande diversidade de técnicas de transporte (eléctricas, térmicas, termo-eléctricas e termomagnéticas; ultrasons pulsados), completadas por análise DTA e expansão térmica (em implementação) para estudar um grande conjunto de fenómenos físicos: (i) transições de fase magnéticas, diagramas de fase e fenómenos críticos (ii) localização de electrões em metais amorfs e meios desordenados (iii) transporte em filmes finos e em multicamadas (iv) reacções de estado sólido (cinética de crescimento) e transições estruturais. Os materiais estudados abrangem supercondutores de alta temperatura, cerâmicas e películas preparadas por ablação laser (projecto CEE, com 14 laboratórios europeus), películas magnéticas amorfas preparadas por pulverização catódica (col. Lab. L. Néel, Inst. Max Planck, Complexo de Campos Magnéticos Intensos, Grenoble), ligas e compostos de terras raras (col. Univ. Warwick, Grã-Bretanha), intermetais de terras raras (col. Lab. L. Néel, Grenoble; Univ. Hiroshima, Japão), compostos ternários à base de urânio (col. Univ. Bordéus), ímanes de FeRB de materiais rígidos magnéticos avançados (col. Philips Res. Lab.), películas em multicamadas (projecto Euram-Britte).

O grupo de «Supercondutividade» está envolvido em estudos de supercondutividade, medindo calores específicos, magnetizações, susceptibilidades magnéticas (a.c.) e o efeito

magneto-calórico. Foi estabelecida e desenvolvida uma colaboração internacional no campo dos supercondutores de T_c elevada (projecto de supercondutividade da CEE, com 14 laboratórios europeus) e magnetismo (Univ. Santander e Lab. Louis Néel, Grenoble).

O grupo de «Ferroeléctricos» concentra a sua actividade principal no estudo de transições de fase em dieléctricos. o grupo implementou várias técnicas (macroscópicas) com alta resolução e precisão para o estudo de diversas propriedades físicas, e. g. efeito piro-eléctrico, ciclos de histerese, constante dieléctrica complexa. Como exemplos de investigação refere-se o estudo da ferro-electricidade, de estruturas moduladas e de vidros dipolares. Os materiais estudados incluem os compostos $A_V B_{VI} C_{VII}$ (alteração da dimensionalidade com a composição), compostos de betaína (identificação e caracterização de novas fases; completadas com estudos de difracção de neutrões em Saclay) e cristais líquidos ferro-eléctricos. Foi estabelecida uma colaboração científica intensa, nomeadamente com a Univ. Pierre e Marie Curie, Univ. Bordéus, Univ. Saarlandes, Saarbrücken, CNET, Bagneux e Univ. du Maine.

O grupo de «Calores Específicos e Propriedades Magnéticas» tem estado a trabalhar principalmente em materiais magnéticos, tais como ligar à base de Fe-R-B/N, ligas intermetálicas de terras raras com ênfase nos compostos de valência mista. As técnicas relevantes são a susceptibilidade magnética (Curie-Faraday, ac e dc); calores específicos; momento magnético, resistividade eléctrica. Todas estas propriedades são medidas em função da temperatura, desde a zona do hélio líquido até 700°C. Também a técnica DTA e as propriedades elásticas são actualmente medidas. Muito do trabalho tem sido realizado com colaboração internacional, através de projectos apoiados pela CEE como: EURAM-BRITE e CEAM III, o que permite contactos muito interessantes com mais de 80 instituições europeias incluindo grupos tanto da universidade como da indústria. Deve também mencionar-se o intercâmbio científico com o Japão, Universidade de Kope e Tóquio.

Na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa existe uma actividade de investigação considerável no campo da Matéria Condensada, cobrindo diversas técnicas experimentais, que incluem a Física das Baixas Temperaturas e estudos teóricos em Física da Matéria Condensada (ver 8.). Como exemplos ilustrativos de estudos experimentais em curso, menciona-se:

- Estrutura de colóides (gels), estudadas por difracção de neutrões e de raios X (ver 2.).
- Propagação ultrassónica em ligas magnéticas e materiais amorfos. A colaboração internacional inclui nomeadamente a Univ. de Cambridge, Lab. L. Brillouin/CEN-Saclay e a Univ. de Heidelberg.
- Caracterização magnética de supercondutores com elevada temperatura crítica, incluindo óxidos de espinel. Metastabilidade de materiais supercondutores.
- Propriedades de transporte e magnéticas de películas finas e multicamadas. Colaboração internacional: CRTBT, LEPES, Lab. Cristalogénese (CNRS, Grenoble).

Na Universidade Nova de Lisboa (Fac. Ciências e Tecnologia) existe um grupo de Física Aplicada. A investigação centra-se nos fenómenos cooperativos em dieléctricos e suas aplicações, juntamente com a compreensão de fenómenos em electretes, isto é, o processo de formação de densidades de carga eléctrica em materiais como polímeros, vidros e cerâmicas, e a polarização ferro-eléctrica em polímeros. Exemplos ilustrativos incluem:

(i) Polarização Dieléctrica. Armazenamento de Carga. Electretes. Ferro-eléctricos. Materiais Piezo e Piro-eléctricos. Efeito de Comutação Ferro-eléctrica. Técnicas de Simulação. Aplicações e desenvolvimento de Sensores, Transdutores e Instrumentação.

(ii) Fenómenos Eléctricos. Descargas em Dieléctricos; simulação de fractais e análise do caos em plasmas vítreos. Colaboração internacional: Universidade de Bangor (Grã-Bretanha), Universidade de Aberdeen (Grã-Bretanha), Universidade de S. Paulo (Brasil).

Na Universidade de Aveiro (Departamento de Física e Centro de Física – INIC), uma área de investigação debruça-se sobre materiais não cristalinos, procurando uma maior compreensão da ligação entre a estrutura amorfa (insuficientemente descrita) e as propriedades microscópicas. Aqui, as heterogeneidades, especialmente a sua forma e distribuição em estruturas aleatórias, desempenham um importante papel. As técnicas experimentais incluem a susceptibilidade magnética (4K-300K), a espectroscopia da constante dieléctrica e a ressonância electrónica de spin para a caracterização de heterogeneidade em vidros óxidos magnéticos – um material paradigmático. Utiliza-se a Radiação de Sincrotrão em Daresbury, Grã-Bretanha, (Programa da CEE sobre as Grandes Unidades de Investigação) e Hamburgo (Hayslab), Alemanha (cinética do crescimento), e das instalações de Campos Magnéticos Intensos em Nijmegen, Holanda, (aglomeração magnética).

Na Universidade do Minho (Departamento de Física), está a ser criado um novo grupo, que se dedicará à Física dos Dieléctricos. Começando com o crescimento de cristais a partir de soluções aquosas, serão estudadas propriedades ópticas, eléctricas e estruturais de novos materiais dieléctricos, especialmente naqueles que apresentam transições estruturais, ferro-electricidade, ferro-elasticidade e transições incomensuradas-comensuradas.

O Grupo de Estado Sólido do LNETI-Sacavém tem estado a trabalhar em supercondutividade com T_c elevada desde a descoberta destes materiais em 1987-88. Foram criadas as condições adequadas para a preparação e caracterização destes materiais (nomeadamente as técnicas de medida de fenómenos de transporte de alta resolução em amostras de pequena dimensão) a fim de investigar o estado normal e as propriedades supercondutoras dos óxidos cerâmicos, em colaboração com outros grupos de investigação em Portugal e no estrangeiro. Uma cooperação com vários laboratórios europeus (Paris, Grenoble, Wuppertal, Julich e

Roma) no âmbito de um projecto Science (1989-91) permitiu a investigação em Lisboa dos efeitos termo-eléctricos de películas finas epitaxiais de alta qualidade caracterizadas por outras técnicas nos diferentes laboratórios. Um outro projecto patrocinado pela JNICT envolve as Universidades de Lisboa (Fac. de Ciências) e de Aveiro (Dept. de Cerâmica e Vidro); materiais supercondutores de alta temperatura obtidos por diferentes métodos de processamento, são caracterizados sistematicamente através de medidas físicas executadas no LNETI.

5. Espectroscopia e Soluções Líquidas

Na Universidade de Aveiro (Departamento de Física e Centro de Física – INIC) as Técnicas de Espectroscopia do Estado Sólido, como a emissão e a absorção (UV, V. IV), espectroscopia de resolução temporal (ms, μ s, ns). Transformados de Fourier e EPR, são utilizados para estudar as propriedades ópticas de semicondutores cristalinos e heteroestruturados. Os materiais estudados incluem GaP, GaSe, Cd, Te, Si; também o diamante, como cristal ou película. E dada a ênfase ao estudo de impurezas e defeitos nestes materiais, incluindo as diferenças e os efeitos de tensões mecânicas em interfaces; estuda-se também o papel de campos externos, com a aplicação de tensões mecânicas uniaxiais e de campos magnéticos elevados.

Na Universidade do Minho (Departamento de Física) as técnicas de espectroscopia são utilizadas para o estudo de diferentes áreas da Física da Matéria Condensada:

(i) Espectroscopia Óptica de sistemas moleculares micro-heterogéneos. As estruturas de sistemas micro-heterogéneos, tal como micro-emulsões e micelas, são estudadas por meio de espectroscopia de fluorescência com resolução temporal e de fluorescência em regime estacionário, tendo em vista aplicações à medicina e à indústria.

(ii) Espectroscopia Raman: Ligas supercondutoras e super-redes (Si/Ge) serão estudadas com espectroscopias Raman e de luminiscência.

No Instituto de Investigação Científica e Tropical (IICT), Lisboa, têm sido desenvolvidas técnicas de espectroscopia de emissão de raios X. Foi montado um espectrómetro laboratorial de raios X por dispersão de comprimento de onda, para o estudo espectroscópico de elementos do Mg (12) até ao Fe (26) por emissão de raios X.

Investigadores do IICT, Instituto Superior Técnico e Fac. de Ciências U. de Lisboa, estão a utilizar técnicas EXAFS e XANES para estudar fases cristalinas contendo Ti e Zr, em colaboração com investigadores franceses do LURE/Orsay, e XAS (limiar de absorção de raios X $L_{2,3}$ ou 2p do Ti) com a colaboração holandesa e alemã em BESSY/Berlim. Ambos os projectos são desenvolvidos sob o programa LSI-CEE utilizando radiação de sincrotrão.

No Centro de Física da Matéria Condensada (INIC), Lisboa, um experiente grupo de investigação estuda, desde 1972, a estrutura e as propriedades dinâmicas de soluções líqui-

das iónicas, utilizando difractometria de raios X, espectroscopia Raman e, mais recentemente, espectroscopia EXAFS (em LURE, Orsay; sob o programa da CEE das Grandes Instalações de Investigação). Os movimentos moleculares em tais soluções e a função de correlação inter-molecular são tópicos correntes desta investigação.

As técnicas Espectroscópicas também são utilizadas em muitas outras instituições portuguesas, para trabalho de investigação em Física da Matéria Condensada.

6. Cristais Líquidos e Sólidos Orgânicos

Os cristais líquidos, quer sejam moleculares ou poliméricos, formam uma classe de materiais com propriedades fascinantes e uma grande variedade de aplicações na tecnologia moderna.

Em 1974 foram iniciadas em Portugal as primeiras actividades de investigação sobre cristais líquidos e polímeros cristalinos líquidos, no Centro de Física da Matéria Condensada – INIC, Lisboa. Nos anos seguintes o grupo adquiriu projecção internacional e estabeleceu fortes ligações com vários grupos de investigação na Europa e nos EUA.

A actividade de investigação actual inclui os aspectos experimentais e teóricos, cobrindo um número apreciável de áreas no campo dos cristais líquidos e ciência e tecnologia dos polímeros, destacando-se aqui os seguintes: (i) desenvolvimento de técnicas de reometria baseadas em RMN para polímeros cristalinos líquidos; (ii) síntese, propriedades e aplicação de novos polímeros cristalinos líquidos derivados da celulose (um recurso nacional importante); (iii) dinâmica molecular e interpretação molecular de propriedades visco-elásticas dos cristais líquidos.

Existe em Portugal uma tradição consolidada de estudo de materiais condutores orgânicos com propriedades quase unidimensionais, durante mais de 15 anos. O trabalho começou com a descoberta e o estudo, em Sacavém, dos primeiros metais moleculares no início da década de 70. Actualmente, dois grupos – um no LNETI (Sacavém) e outro no IST (Lisboa) – cooperam no estudo de metais sintéticos, com uma combinação rara, mesmo ao nível internacional, entre síntese química, determinações estruturais de precisão com raios X, caracterização física especializada de propriedades magnéticas e de transporte electrónico. Esta complementaridade entre química e física do estado sólido tem sido um factor de sucesso destes grupos na sua investigação dos fenómenos de baixa dimensionalidade baixo em materiais orgânicos.

A ênfase tem recaído no estudo de sólidos com cadeias magnéticas e condutoras e na interdependência das instabilidades de baixa dimensionalidade de ambas as cadeias existentes num mesmo estado sólido. Estas actividades de investigação sobre condutores moleculares desenvolveram-se também no âmbito de uma Acção de Investigação ESPRIT (1989-92) com grupos parceiros em Orsay (França) e Copenhaga (Dinamarca).

Mais recentemente a investigação sobre materiais condutores de baixa dimensionalidade no LNETI foi alargada a sistemas inorgânicos, nomeadamente óxidos de molibdénio e bronzes. Em cooperação com grupos do CNRS-Grenoble e Groningen-Holanda, foram estudadas em Portugal as instabilidades da onda de densidade de carga destes compostos, e o transporte eléctrico não-linear associado, por medições de transporte com grande resolução (poder eléctrico, condutividade térmica, métodos de correntes pulsadas).

7. Películas Finas, Multicamadas e Semicondutores Amorfos

No Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores (INESC, Lisboa), estão a ser investigados os seguintes tópicos:

(i) Películas Finas Magnéticas: Envolve a preparação por difusão de super-redes e estruturas magnéticas tendo em vista o fabrico de sensores magnetoresistivos (estruturas de spin-válvula). Está a ser realizado um grande esforço para compreender o papel específico da difusão na interface (versus difusão em volume) nas propriedades de transporte destas estruturas. Está-se a construir um sistema de deposição UHV de feixe electrónico com três canhões para a pulverização de materiais (sputtering). Uma segunda linha de actividade envolve a preparação e caracterização de películas para memórias magneto-ópticas, envolvendo tanto meios amorfos (Tb-Nd-Fe-Co) como materiais preparados em multicamadas (Co-Pt). Uma terceira linha de actividade, agora a ser iniciada, diz respeito à investigação da propagação do spin através de uma camada não metálica.

(ii) Semicondutores Amorfos: A investigação em semicondutores no INESC está dirigida actualmente para as aplicações de silício amorfo em aparelhos opto-electrónicos, nomeadamente fotodetectores de silício-germânio amorfos de reduzida banda e díodos emissores de luz de silício-carbono amorfos de grande banda para o fabrico de mostradores planos. Está a ser montado um conjunto completo de técnicas opto-electrónicas de caracterização destes materiais, quer em regime permanente quer em regime transitório. Está também em construção uma câmara dupla de deposição com um «load-lock», para a deposição de vapor químico com taxa de deposição aumentada por plasma ecr, para fabrico de dispositivos opto-electrónicos.

No Instituto Superior Técnico (Dep. Física, Grupo de Estado Sólido), foram também introduzidas recentemente as seguintes áreas de investigação:

(i) Heteroestruturas Semicondutoras: O programa concentra-se na utilização de novas técnicas de deposição a baixas temperaturas do tipo vapor químico (DQV) para a deposição de heteroestruturas semicondutoras baseadas em silício e permitindo a «engenharia» do

hiato e banda de energia. A ênfase situa-se numa abordagem global e integrada do crescimento cristalino, estruturas de filmes multicamadas e propriedades de transporte, de modo a conseguir um controlo fino das propriedades ópticas e electrónicas de estruturas multicamadas de Si e suas ligas do SiGe e SiC, para utilização em dispositivos electrónicos e opto-electrónicos.

(ii) Magnetismo de superfícies: O programa está orientado para o crescimento e a caracterização in-situ de películas finas e superfícies magnéticas. Está actualmente em construção um sistema de deposição UHV com feixe de electrões com análise RHEED e caracterização magneto-óptica in-situ. O objectivo é realizar um estudo combinado de propriedades estruturais, magnéticas e de transporte dos filmes e comparar os resultados com os obtidos para filmes preparados por pulverização catódica no grupo do INESC. Algumas das estruturas em estudo têm aplicação directa em memórias magneto-ópticas e em sensores magneto-resistivos.

Na Universidade do Minho (Dep. Física), existem técnicas de pulverização por magnetão (dc e rf) para a produção de filmes finos, para aplicações à engenharia mecânica, óptica, electrónica e à conversão directa de energia. A investigação dos fenómenos físicos subjacentes ao próprio processo de pulverização e deposição é também objecto desses estudos. A ablação por laser e a evaporação são também técnicas disponíveis. As películas são caracterizadas por difracção por interferometria e de raios X, absorção óptica, EEA (Espectroscopia Electrónica de Auger) e espectroscopia de massa.

Investigadores na Univ. Porto (Centro de Física – INIC) estão envolvidos num projecto Euram-Britte europeu sobre os aspectos fundamentais e tecnológicos de materiais magnéticos em multicamadas. O trabalho no Porto abrange estudos de propriedades de transporte e magnéticas, em vastas gamas de temperatura e de campos magnéticos.

Na Univ. Nova de Lisboa (Fac. Ciências e Tecnologia), desde 1975 que existe um grupo de investigação a trabalhar nas áreas de preparação, caracterização física e de simulação de processos de películas finas, silício e ligas amorfas, bem como camadas óxidas condutoras transparentes (OCT). O grupo dispõe das seguintes técnicas experimentais: (i) descarga luminiscente (díodo, tríodo e câmara dupla), evaporação térmica (ii) propriedades eléctricas (condutividade, poder termo-eléctrico, efeito Hall); propriedades ópticas (nomeadamente absorção no V, IV e UV; PDS e CPM; resposta espectral); difracção de raios X em incidência rasante; espectroscopia de IV. As aplicações relevantes incluem células solares, detectores de partículas, sensores de imagem e ópticos, matrizes activas baseadas em transístores de películas finas (ver relatório sobre Ciências dos Materiais).

Estão em curso mais de oito projectos internacionais no âmbito de programas especiais da CEE, com intensa colaboração entre universidades, institutos de investigação e empresas privadas europeias.

8. Grupos Teóricos em Matéria Condensada

O grupo teórico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa está actualmente envolvido nas seguintes áreas:

(i) Mecânica estatística de superfícies e interfaces; fenómenos críticos em superfícies e transições de wetting; efeitos de microgravidade; simulação e métodos computacionais em líquidos; teoria dos cristais líquidos e problemas de confinamento, misturas de líquidos.

Colaboração internacional: Univ. Bristol, Univ. Autonoma Madrid, Univ. Cornell.

(ii) Transições de fase em sistemas magnéticos desordenados. Supercondutividade de alta temperatura. Colaboração internacional: Univs. Oxford e Califórnia; Saclay (Física Teórica).

O objectivo do grupo teórico do Centro de Física da Matéria Condensada – INIC (Lisboa) consiste no estudo de vários sistemas de matéria condensada e as suas propriedades estáticas e dinâmicas, nomeadamente sistemas fortemente correlacionados e o desenvolvimento dos métodos e técnicas necessários para este estudo. Sistemas de interesse típicos têm sido: sistemas magnéticos, líquidos, interfaces, cristais líquidos, supercondutores, sistemas desordenados, sistemas com impurezas e sistemas de baixa dimensionalidade. Fez-se um uso extensivo de vários métodos e técnicas como: teoria do campo, funcional de densidade, técnicas de perturbação e não-perturbativas, grupo de renormalização, processos estocásticos, a fim de estudar o equilíbrio, desequilíbrio, fenómenos dependentes do tempo, tanto em sistemas clássicos como quânticos. Foram amplamente utilizadas técnicas computacionais, nomeadamente técnicas de simulação avançada, incluindo métodos de dinâmica molecular e de Monte-Carlo.

O grupo de Física Teórica da Faculdade de Ciências e do Centro de Física (INIC), U. Porto, tem interesses em tópicos e problemas com grande relevância em todo o campo da Matéria Condensada: fenómenos críticos, estatísticos e dinâmicos em sistemas de spin; Percolação; Autómatos Celulares; Dinâmica de Fluidos; Desordem e interações em sistemas electrónicos; localização e supercondutividade, sistemas com T_c elevado; Áreas Clássicas da Fenomenologia. Além de técnicas analíticas, o grupo de física teórica faz também uso extensivo de técnicas de simulação avançada e de métodos computacionais.

Em Coimbra (Centro de Física Teórica-INC) o grupo teórico, de início principalmente orientado para a física nuclear, está também a realizar investigação sobre as propriedades físicas de agregados e superfícies de metais simples, usando métodos baseados no funcional de densidade e o método jellium (com extensões). Um outro tópico de investigação está relacionado com o comportamento de ondas de spin em isolantes ferro e antiferromagnéticos. Nestas áreas, a colaboração faz-se principalmente com Erlangen e Grenoble (Projecto Ciência da CEE) bem como com New Orleans (projecto de investigação colaborativo da OTAN).

Investigador(es) da Univ. Évora têm estado envolvidos em estudos teóricos fundamentais sobre o problema geral das correlações de electrões nos sólidos, com relevância para a supercondutividade a T_c elevada, propriedades electrónicas de condutores moleculares e transições metal-isolador.

O presente relatório não pretende ser exaustivo. Pelo contrário, foram seleccionados tópicos particulares das principais instituições de investigação portuguesas na Física da Matéria Condensada (MC). Em áreas em que ocorre uma sobreposição apreciável com o campo da Ciência dos Materiais, o trabalho complementar de alguns grupos representativos de investigação em MC aparecerá também no relatório de «Ciência dos Materiais».

FÍSICA DA RADIAÇÃO E DESCARGAS EM GASES

*Armando Ponce de Leão Policarpo**

I – Física e desenvolvimento de detectores

No campo dos detectores, o trabalho anterior desenvolvido em Portugal debruçou-se principalmente sobre os aspectos fundamentais, com grandes dificuldades na construção de instrumentos de maiores dimensões ou complexos, embora tenha sido desenvolvida com sucesso alguma instrumentação para a indústria e para a medicina utilizando métodos nucleares.

Por aspectos fundamentais entendemos a física e os mecanismos dos processos envolvidos e também as características intrínsecas que são factores que limitam as suas capacidades como detectores, tais como as resoluções em energia, tempo e posição, a capacidade de funcionamento a elevadas taxas de contagem, os limites de dimensão, etc. Os tópicos principais estavam relacionados essencialmente com o desenvolvimento do contador gasoso de cintilação proporcional, o estudo de avalanches, de relevância para o conhecido problema da ambiguidade esquerda-direita, e a utilização de vapores de baixos potenciais de foto-ionização para a detecção de fótons. Também foram realizadas experiências relevantes com líquidos quentes.

Desenvolveram-se ainda detectores Geiger-Muller para aplicações industriais e dosímetros de dose elevada para radiação gama, neutrões e beta.

Mais recentemente, foi implementada a capacidade para construir grandes instrumentos e, no âmbito de uma grande colaboração internacional, foi construída uma parte importante de um detector de identificação de partículas. Este sistema, composto por 32 módulos, sendo cada um deles um contador de Cherenkov inserido entre dois cintiladores, permite a identificação de kaões carregados num grande fundo de piões. Dá-se, neste trabalho, uma visão geral, possivelmente não exaustiva, da situação portuguesa no desenvolvimento de detectores, considerando principalmente o domínio da física.

* Universidade de Coimbra.

1 – Os detectores gasosos atravessam um período de intensos desafios e a compreensão dos processos fundamentais é essencial. As linhas de investigação que estão a ser consideradas são complementares: mecanismos de desenvolvimento de descargas em particular para câmaras de placas paralelas; emissões VUV resultantes de avalanches e os correspondentes processos de realimentação fotónicos; a detecção UV e técnicas RICH; distribuições de carga de avalanches e as propriedades de localização que implicam, em particular utilizando densidades elevadas de electrodos. A possibilidade de utilizar a cintilação proporcional associada a ganhos de carga médios para desenvolver «cintiladores activos» para a radiação de sincrotrão está também a ser investigada.

Os limites de operação dos detectores gasosos estão a ser alcançados, tornando-se então essencial a utilização de condições cuidadosamente controladas. Estão a ser implementadas as técnicas relevantes.

2 – O trabalho experimental no desenvolvimento de um detector GSPC, de grelhas paralelas, de xénon e de baixo custo para aplicações à análise EDXRF tem progredido, procurando a optimização da resolução energética. Foram introduzidas técnicas novas no desenho do GSPC, em particular relativamente à janela para os raios X e à grelha de alta tensão, esta depositada directamente na janela do PM.

3 – As simulações de Monte Carlo do transporte de electrões em gases raros permitiram uma investigação da cintilação do GSPC. A absorção de raios X de baixa energia no xénon gasoso também está a ser investigada, utilizando um modelo de simulação pormenorizado de todos os processos envolvidos na interacção e no transporte de electrões no gás. Foi ainda estudada a variação de F. W. e das dimensões da nuvem primária de electrões com a energia dos raios X, bem como a distorção do espectro de energia causada pela perda de electrões para a janela do detector.

4 – Continua a ser desenvolvida a técnica de calorimetria com compensação de fibra cintilante/chunbo para detectores de partículas de alta precisão a serem utilizados num ambiente LHC. O calorímetro deverá ser rápido, hermético e tanto quanto possível resistente à radiação. Além das exigências específicas para um ambiente LHC, o calorímetro deverá obedecer aos padrões requeridos noutras aplicações.

O grupo português assumiu responsabilidades específicas quanto a estudos de resistência à radiação das fibras cintilantes, à calibração do calorímetro e à análise dos seus testes em feixe.

5 – Com o fim de avaliar as características do xénon e do cripton líquidos como detectores e de um calorímetro electromagnético utilizando estes meios, e tirando partido dos sinais quer de carga quer de luz, algumas propriedades relacionadas com a sua ionização e cintilação serão estudadas: valores W e F, tempos de decaimento da cintilação, velocidades de deriva dos electrões, resolução em posição, etc. Será investigado o efeito de alguns p. p. m. de compostos orgânicos e inorgânicos nestes parâmetros.

6 – A utilização do sílcio amorfo para detectores de radiação pode ter algumas vantagens importantes no que respeita aos concorrentes cristalinos, nomeadamente a facilidade de

uma grande área de deposição, a maior resistência à radiação, a facilidade do processamento e, finalmente, a capacidade de integrar o detector com circuitos amorfos ou policristalinos. A investigação nesta área está a decorrer e serão consideradas e desenvolvidas estruturas para detectores de partículas alfa, beta e raios X, para a indústria, medicina e aplicações envolvendo a radiação de sincrotrão.

7 – Uma aplicação à medicina, agora iniciada, diz respeito ao desenvolvimento de uma câmara gasosa para o estudo do fluxo sanguíneo local na isquémia do miocárdio. Entre outros projectos, podemos considerar uma instalação radiográfica digital com alta capacidade de taxa de contagem, eficiência quântica elevada e doses de exposição reduzidas e as suas aplicações para a avaliação do conteúdo mineral do osso (osteoporose). A possível utilização de detectores líquidos, quentes e criogénicos, também se está a considerar.

8 – Uma aplicação industrial actualmente em progresso está relacionada com o controlo de qualidade do papel, em particular com a medida da sua formação. As características principais a serem consideradas são a exequibilidade da aplicação industrial e a estabilidade a longo prazo da resposta do sistema. Serão desenvolvidos sistemas, que poderão fornecer informação a uma e duas dimensões.

9 – Está a ser considerada a dosimetria de doses elevadas de radiação gama, de neutrões, e beta utilizando dosímetros termoluminescentes, com aplicações em reactores nucleares, em instalações industriais de raios gama e em terapêutica. A resposta do dosímetro é analisada em função das suas características e do tipo de radiação e energia.

10 – No âmbito de um programa para o desenvolvimento de métodos nucleares aplicados e instrumentação, para a indústria portuguesa, foi empreendido um esforço para construir detectores gasosos a preços reduzidos. Este objectivo foi alcançado.

O trabalho actual prossegue na modelação da avalanche para otimizar a eficiência do detector.

Estes programas, além dos seus objectivos imediatos, também contribuem para a implementação de infra-estruturas e a formação de especialistas que, esperamos, sejam envolvidos, num futuro próximo, quer em projectos científicos (HEP, ciência espacial, medicina), quer em aplicações a outros domínios de uma natureza mais prática.

II – Descargas e electrónica em gases

É dada informação sobre um grupo de investigação português trabalhando neste campo. As suas actividades principais são:

1 – Modelação cinética de descargas dc, rf e de micro ondas em vários gases raros, gases moleculares e misturas gasosas, incluindo: a) soluções numéricas para a equação de

Boltzmann dos electrões utilizando códigos de Boltzmann muito precisos desenvolvidos pelo grupo; b) geração de conjuntos consistentes de secções eficazes de colisão electrão-átomo/molécula a partir de dados de transporte; c) acoplamento da cinética dos electrões com a cinética de espécies pesadas excitadas, átomos dissociados e radicais utilizando modelos colisionais-radioactivos que são resolvidos juntamente com a equação de Boltzmann; d) análise pormenorizada da influência da frequência do campo na cinética dos electrões, na produção de espécies activas, e nas características das descargas; e) comparação detalhada de previsões de modelos (características das descargas, população de várias espécies, etc.) com a experiência.

2 – Modelação auto-consistente de descargas produzidas por ondas de superfície, incluindo uma descrição completa da cinética da descarga (electrões, espécies pesadas) e das características de propagação da onda (relação de dispersão e distribuição espacial do campo electromagnético ao longo e através da descarga). A equação de Boltzmann dos electrões, as equações de equilíbrio para a espécies pesadas e as equações de Maxwell são resolvidas em conjunto.

3 – Foi realizado trabalho experimental em descargas produzidas por ondas de superfície, incluindo vários tipos de diagnóstico (interferometria, sondas electrostáticas, espectroscopia óptica) e desenvolveram-se fontes laser excitadas por aquele tipo de ondas. Construiu-se um laser de CO₂ baseado ainda na excitação referida com uma eficiência total de cerca de 10%.

Resumo da actividade científica

	N.º anual médio de doutorados (equiv. a tempo inteiro) (1)	Orça- mento médio anual (ECU) (2)	Publica- ções (3)	Actas (4)	Outras activida- des cien- tíficas (5)	Activida- des de perita- gem (6)	Projectos interna- cionais (7)	3 + 4 ÷ 1 por ano (8)	2 ÷ 1 (9)
Detec- tores	7.0	220 000	61	50	15	10	5	2.6	31 400
Descar- gas em gases	1.5	40 000	25	36	14	5	1	6.8	26 700

Obs.: a informação refere-se aos últimos seis anos.

(2) Financiamentos nacionais. Salários não incluídos.

(3) & (4) As publicações e actas dizem respeito a revistas peritadas e a conferências internacionais com realização periódica regular, respectivamente.

(5) Outras actividades científicas referem-se a encontros internacionais e indica-se o número de palestras convidadas mais o número de presenças em comités científicos e presidências de sessões.

(6) Actividades de peritagem referem-se a encontros internacionais e indica-se o número de palestras convidadas mais o número de participações em comités internacionais regulares como perito.

(7) Projectos internacionais referem-se ao número de colaborações em grandes projectos aprovados por comités científicos internacionais.

Física e desenvolvimento de detectores

Instituições Portuguesas: Departamento de Física e Centro de Física da Radiação e dos Materiais (INIC – Instituto Nacional de Investigação Científica) da Universidade de Coimbra; Departamento de Física e Centro de Física Nuclear (INIC) da Universidade de Lisboa; Departamento de Ciências dos Materiais da Universidade Nova de Lisboa; Centro de Física Molecular da Universidade de Lisboa (INIC); Instituto de Ciências e Engenharia Nuclear do LNETI (Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial); LIP (Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas).

Publicações: Nucl.Instr.Meth. -31; Adv.in X Ray Analy. -4; Vacuum -2; Eur.J.Phys. -2; J. Phys.D. -1; X-Ray Spectr. -1; Nucl.Phys.B. -2; Z. Naturforsch -1; IEEE, Trans.Nucl.Sci. -3; Nucl.Phys.D. -1; Nucl. Phys.A -1; Ioniz.Rad. -2; Rad.Phys. Chem. -4; Appl. Rad. Isot. -1; Kerntechnik -1; Phil-Mag. -1; J.Of Cryst. Solids-3.

Colaborações internacionais: Organisation Europeenne pour la Recherche Nucléaire (CERN); European Space Agency (ESA); Hahn Meitner Institut, Berlim; Universidade de Leicester; Universidade de Waseda, Tóquio; Mullard Space Science Laboratory; Colégio Universitário, Londres; Universidade de Torino; Institute of Space Physics, Beijing; Universidade de Praga; CIEMAT, Espanha; Harwell Laboratory, Oxfordshire; Universidade de Budapeste; Universidade Politécnica de Madrid; College de France, Paris; World Laboratory, Lausana; Institute for High Energy Physics, Protvino, Serpukhok; Universidade de Pavia; Universidade de Cagliari; INFN, Itália; Universidade de Marselha.

Grandes projectos internacionais: «Gas proportional scintillation counters» EUREKA EU.39; «CP LEAR Collaboration» CERN PS195; «Photovoltaic modules and particle detectors based on amorphous silicon devices» EUREKA n.º 0366; «Scintillating fibre calorimetry at the LHC» CERN DRDC/90-23/RD1; «Liquid xenon (krypton) calorimetry» CERN DRDC/90-70/RD-14; «Proposal to Study and Improve the Radiation Hardness of Gaseous Detectors for Use at Very High Luminosities» CERN DRDC/90-40/RD-10.

Descargas e electrónica em gases

Instituições portuguesas: Departamento de Física e Centro de Electrodinâmica (INIC) do Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Publicações: J. Phys.D-12; J.Appl.Phys.-1; J. Vac.Sci. Techn.-1; IEEE Trans.Plasma Sci.-1; Physica Scripta-1; Plasma Chem.Plasma Process.-1; Chem. Phys.Lett.-1; Rev.Int.Hautes Tempe.Refract.-1; Chapters in books: 6 (Plenum-4; World Scientific-1; Adam Hilger-1).

Colaborações internacionais: Universidade de Paris XI, Orsay; Universidade de Montreal; RuhrUniversitat, Bochum; Universidade de Tecnologia de Eindhoven; Universidade de Córdoba; Universidade de Sófia.

Grandes projectos internacionais: «Development, diagnostic and modelling on microwave discharges for plasma chemistry and plasma processing» OTAN RG 105/87.

Agradecimentos: agradece-se a colaboração de vários membros dos grupos de investigação envolvidos e de M. Salet S. C. P. Leite, R. Ferreira Marques e Ermelinda P. Lima.

FÍSICA NUCLEAR APLICADA

*José Carvalho Soares**

A Física Nuclear desempenhou um papel de extrema importância no desenvolvimento da Ciência e Tecnologia e, conseqüentemente, no progresso económico, educacional e social de todas as nações desenvolvidas. A Física Nuclear Experimental foi um campo de investigação particularmente relevante nessas nações, tendo fixado metas avançadas para o desenvolvimento de teorias que levaram não só à compreensão dos processos básicos dos constituintes da matéria mas, mais do que isso, em muitos casos, ao controlo da natureza pelo homem. Campos de investigação avançados têm como consequência educação e treino de novas gerações, desenvolvimento de novas tecnologias, novos materiais e novas teorias.

Nos anos 60, decisões políticas conduziram à introdução, em nações como Portugal, de infra-estruturas pesadas para investigação em Física Nuclear Experimental. Essas infra-estruturas foram localizadas em Laboratórios de Estado e, na prática, ficaram fechadas à investigação universitária. A consequência natural para o país foi clara. As Universidades não têm infra-estruturas de investigação e as infra-estruturas criadas não são adequadas para resolver os problemas do país uma vez que há falta de recursos humanos.

Os erros do passado conduziram, hoje, a uma situação de privilégio relativamente ao futuro no campo específico das aplicações da Física Nuclear. Este curto resumo pretende dar conta disso nos seguintes pontos:

1. Infra-estruturas da Física Nuclear Experimental.
2. Recursos Humanos em Física Nuclear.
3. Trabalho de Investigação Usando Métodos Nucleares.
4. Conclusões.

* Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

1 – Infra-estruturas da Física Nuclear Experimental

Devido à evolução da investigação em Física Nuclear Experimental as infra-estruturas existentes são utilizadas para o trabalho de Física Nuclear Aplicada. Estas infra-estruturas estão localizadas no Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (LNETI) e nos Departamentos de Física e Centros do INIC das Universidades de Coimbra e Lisboa.

O reator português de investigação (RIP) de 1MW é usado pelos grupos do LNETI na base de prestação de serviços. O acelerador van de Graff de 2 MV localizado, também, no LNETI em Sacavém foi equipado com as seguintes facilidades para técnicas nucleares analíticas: RBS/canalização iónica, PIXE, NRA e, mais recentemente, ERD de hidrogénio. Ele é usado pela Universidade de Lisboa e LNETI num programa de investigação baseado em colaboração. No âmbito desta colaboração foi possível instalar mais recentemente no CERN/ISOLDE equipamento de coincidências $e^- - \gamma$, único neste tipo de trabalho e apropriado para educação e treino de estudantes, não só no campo das aplicações da Física Nuclear, mas também em programas de investigação básica de Física Nuclear.

As infra-estruturas de Física Nuclear do INIC e Universidades de Coimbra e Lisboa estão especializadas para estudos de interacções hiperfinas usando a técnica de correlações angulares perturbadas (Coimbra e Lisboa), e as técnicas do efeito de Mössbauer e a aniquilação de positrões (Coimbra).

2 – Recursos Humanos em Física Nuclear

O «Know How» de Física Nuclear é criado nas Universidades com os respectivos cursos. Em Portugal há trabalho de relevo a nível de teses de mestrado e de doutoramento no campo da Física Nuclear Teórica quer em Coimbra quer em Lisboa. O mesmo não se passa no campo da Física Nuclear Experimental. Uma iniciativa para reanimar este domínio de investigação, com o convite a um cientista «senior», está em curso. Essa iniciativa, que se encontra em fase de avaliação, tem em vista desenvolver um laboratório para educação e treino de estudantes portugueses com o fim de promover programas de colaboração internacional.

Os Grupos de Física Nuclear Aplicada apoiam a criação deste laboratório, pois a experiência ganha nele é indispensável para corrigir erros do passado na educação e treino de estudantes no campo da Física Nuclear Experimental os quais motivaram a presente situação.

3 – Trabalho de Investigação Usando Métodos Nucleares

O trabalho de investigação no campo das aplicações da Física Nuclear conduziu à organização de dois Institutos de Estudos Avançados (ASI) patrocinados pela NATO (1987) e a um Simpósio da E-MRS em Estrasburgo (1991). Estas realizações são o resultado de uma intensa colaboração entre a Universidade e o LNETI durante a última década envolvendo colaborações e suporte financeiro, principalmente, da República Federal da Alemanha.

3.1. Estudos de Interações Hiperfinas

Estes estudos podem ser considerados como a força motriz do desenvolvimento da Física Nuclear Aplicada nos centros do INIC em Coimbra e Lisboa.

Os principais temas de investigação são:

- Armazenamento de hidrogénio em metais (Coimbra);
- Defeitos e impurezas em metais e semicondutores, caracterização e processamento de materiais optoelectrónicos, fabrico de guias de onda e estudos de caracterização e oxidação interna em berílio e magnésio (Lisboa). Parte deste trabalho é feito no CERN/ISOLDE usando o equipamento de coincidências electrão-gama preparado para estudar isótopos de vida curta.

3.2. Investigação em ciência dos materiais usando feixes de iões

Os temas de investigação correntes são:

- Estudos de localização e difusão de impurezas em materiais de alta importância tecnológica como berílio e magnésio, niobato de lítio, arseneto de gálio e silício;
- Estudos de caracterização de superfícies e interfaces de filmes muito finos e superredes para aplicações magneto-ópticas;
- Detecção de elementos leves e estudos de perfis de concentração;
- Desenvolvimento de técnicas de análise de alta sensibilidade;
- Modificação e processamento de materiais usando feixes de iões;

Estão sendo desenvolvidos trabalhos de colaboração com grupos de químicos e metalurgistas das Universidades do Porto, do Instituto Superior Técnico de Lisboa, do Departamento de Metalurgia do LNETI e da Universidade Técnica de Darmstadt (Alemanha) para identificar temas onde a colaboração interdisciplinar possa contribuir para a produção de novos materiais.

3.3. Técnicas de Aniquilação de positrões e efeito de Mössbauer

Ambas as técnicas foram introduzidas em Coimbra. A informação que podemos obter com elas é complementar da informação descrita antes e, em ambos os casos, estas técnicas

podem ser aplicadas quer em problemas realmente fundamentais, como a caracterização de defeitos pontuais em materiais, ou em problemas mais orientados para o campo das aplicações. Os temas de investigação corrente são:

- Defeitos em metais e ligas metálicas e estruturas em camadas;
- Estudos de positrónio em multifase líquida.

4 – Conclusões

O trabalho desenvolvido em Coimbra e Lisboa apresentado em teses de mestrado e doutoramento e, consequentemente, as publicações em revistas internacionais de reconhecido mérito dão a possibilidade de avaliar o desenvolvimento obtido no campo da Física Nuclear Aplicada. Este desenvolvimento foi programado e foi possível dados os esforços dos cientistas de Portugal e Alemanha. Uma década foi tempo suficiente para preparar em Portugal as primeiras infra-estruturas para criar trabalho relevante de mestrado e doutoramento neste campo. De facto, os grupos de investigação das Universidades de Coimbra e Lisboa têm programas de investigação próprios e o Centro de Processamento e Caracterização de Novos Materiais proposto pelo LNETI e INIC ao Programa CIÊNCIA financiado pela CEE pode ser apresentado aqui como uma proposta portuguesa que é o principal resultado das iniciativas tomadas há dez anos. O sucesso e os resultados estarão fundamentalmente dependentes do sistema de avaliação capaz de colocar prioridades nacionais para o futuro desenvolvimento da investigação em materiais novos e avançados. Para manter a dinâmica dos grupos de investigação que trabalham no campo das aplicações da Física Nuclear em Ciência dos Materiais será necessário colocar metas avançadas, seguir problemas interessantes e alargar as colaborações nacionais e internacionais. Há hoje infra-estruturas, experiências e recursos humanos em Coimbra e Lisboa capazes de entrar em colaborações internacionais.

FÍSICA DAS PARTÍCULAS EM PORTUGAL

*José Mariano Gago**

1. Os antecedentes e a adesão de Portugal ao CERN (1985/1986)

A Física das Partículas (Física das Altas Energias) é um domínio recente em Portugal. O seu desenvolvimento não seguiu a trajectória usual de outros países europeus onde apareceu como uma evolução natural dos programas científicos de institutos de física nuclear ou de organismos de energia atómica. Não existiu física das altas energias experimental em Portugal até 1978, quer como actividade de investigação, quer como tema de ensino, embora um pequeno número de físicos teóricos estivesse já activo em Lisboa e em Coimbra.

Esta situação peculiar da física das partículas portuguesa há 15 anos atrás reflecte o isolamento científico do país nessa época. Portugal não foi membro fundador da Organização Europeia de Pesquisa Nuclear (CERN), criada em 1954, e não teve qualquer acordo institucional com o CERN até 1981.

A primeira experiência de física das altas energias onde estiveram presentes físicos portugueses como membros de uma equipa portuguesa foi WA 74 (Efeito de auréola em colisões antiprotão-protão). Esta experiência foi aprovada e realizada em 1982.

A adesão de Portugal ao CERN foi assinada formalmente em Março de 1985. Portugal tornou-se um estado membro do CERN em 1 de Janeiro de 1986.

Em Maio de 1985 o número de físicos das altas energias portugueses era cerca de 30, 15 deles experimentais (8 doutorados, 7 licenciados) em Coimbra e Lisboa e 15 físicos teóricos em Lisboa (8 doutorados). Contudo, apenas 8 físicos experimentais tinham competência específica em experiências de física das partículas; os outros faziam parte de um grupo de física nuclear em Lisboa e de um grupo de Coimbra especializado em física da radiação com aplicações no desenvolvimento de novos detectores de ionização.

* Instituto Superior Técnico. LIP – Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas.

Num plano a longo prazo traçado por físicos de altas energias portugueses em 1985, era admitido que Portugal deveria atingir um nível de 4-6 físicos experimentais e de 3 físicos teóricos por milhão de habitantes em 1995 (40-60 experimentalistas e 30 teóricos). Estes objectivos (multiplicando por 2 o número de teóricos e por 3 o número de experimentalistas em dez anos) estavam provavelmente não muito longe da realidade. Hoje, a meio caminho (1991), Portugal tem 36 físicos experimentais das altas energias (18 doutorados) envolvidos quer em experiências de física das altas energias, quer em projectos de I&D associados, além de alguns engenheiros e técnicos especializados. Em física teórica das partículas, o crescimento também foi muito evidente: 29 teóricos em 1991 (26 doutorados).

Deve ser salientado que o factor principal que permitiu esta evolução positiva da física das altas energias em Portugal foi a adesão de Portugal ao CERN em 1985/1986. Essa adesão criou o impulso para atrair novos físicos, impôs a abertura de uma nova fonte de financiamento dedicada à física das altas energias e estimulou um novo quadro institucional para esta actividade de investigação (o LIP, um laboratório nacional para a física das altas energias experimental e projectos de I&D associados, foi criado como organização sem fins lucrativos em 1986, em Coimbra e Lisboa. O GTAE, uma rede nacional de físicos teóricos das altas energias, situado em Lisboa, foi também criado em 1986).

2. Projectos de investigação em Física das Partículas Experimental

2.1 Experiências de altas energias do CERN

O LIP está actualmente envolvido em três experiências de altas energias no CERN, em colaboração com outros institutos de investigação: PS195 (no LEAR), NA38 (no SPS com feixes de iões) e DELPHI (no LEP).

2.1.1 Colaboração na experiência PS195

A experiência PS195/CPLEAR tem como objectivo estudar a fenomenologia da violação CP através de um novo método: os feixes puros de K^0 e anti- K^0 produzidos em aniquilações prótão-antiprótão em repouso.

A experiência irá medir os efeitos de interferências e a assimetria nas amplitudes de desintegração de K^0 e anti- K^0 em 2 píões, 3 píões, 2 fótões e canais semi-leptónicos. O método utilizado tem a vantagem de reduzir os erros sistemáticos em comparação com outras experiências, devido à produção simétrica de K^0 e anti- K^0 identificados sem ambiguidade na aniquilação e à detecção simultânea de todos os produtos da desintegração.

A colaboração CPLEAR é formada por quinze instituições científicas europeias e uma universidade americana. A equipa portuguesa juntou-se à colaboração em 1987 e tem contribuído tanto para o equipamento como para a análise dos dados da experiência.

A experiência tem estado a obter dados e a sua análise física está em decurso. Espera-se que alguns dos objectivos iniciais possam ser atingidos durante 1992, nomeadamente as medições de $|\eta+|$ e $\phi+|$ com boa precisão. A análise tem estado concentrada nos acontecimentos com quatro partículas carregadas no estado final. A medição da assimetria temporal diferencial de K^0 e $(\text{anti-}K^0) \rightarrow \pi^+\pi^-$ permitiu uma observação directa da diferença entre as taxas de desintegração do K^0 e $\text{anti-}K^0$ pela primeira vez. Os resultados preliminares obtidos com parte da estatística de 1990, são: $|\eta+| = (2,24 \pm 0,16) \times 10^{-3}$ e $\phi+| = 46,8^\circ \pm 3,5^\circ$.

2.1.2 Colaboração na experiência NA38 no CERN

A experiência NA38 faz parte do programa do CERN de iões pesados e o seu objectivo é encontrar um novo estado da matéria – o plasma quark-gluão (PQG) – e estudar as suas características, nomeadamente a temperatura e a densidade bariónica correspondente à transição da fase hadrónica para a fase de plasma.

Os resultados principais obtidos pela experiência NA38 são:

- a supressão do J/Ψ para elevados valores da densidade de energia e para baixos valores do seu momento transversal;
- aumento da produção da ressonância Φ em relação às ressonâncias Ω e $R\Omega$;
- possível indicação de uma maior supressão do Ψ' que do Ψ .

Todos estes resultados podem ser explicados no quadro da formação do PQG, embora alguns deles também possam ser interpretados de uma forma mais convencional, tal como difusão de glúons no estado inicial da interacção e/ou absorção de Ψ e Ψ' no estado final.

O LIP participa na experiência NA38 desde o seu início, em 1985, com a responsabilidade do desenvolvimento e manutenção do sistema de aquisição de dados, a colaboração no desenvolvimento e teste do «trigger» e na análise de dados; e também na concepção, produção e manutenção de um dispositivo electrónico (FARCE), servindo de interface aos sistemas RMH e CAMAC.

2.1.3 Colaboração na experiência DELPHI

O LEP é o maior acelerador de electrões/positrões mundial e o único capaz de produzir com grande estatística o bóson Z^0 , uma partícula fundamental na estrutura teórica das interacções fracas e electromagnéticas.

A experiência DELPHI iniciou a obtenção de dados em Agosto de 1989. Quase todos os resultados obtidos até agora estão publicados. As medições mais relevantes dizem respeito à

massa e às larguras, total e parcial, do Z0. O número das famílias de neutrinos leves foi estabelecido com um pequeno erro.

Está prevista uma produção de 1000 000 de Z0's em 1991 o que irá possibilitar um teste de alta precisão do Modelo Padrão.

A participação portuguesa do LIP em DELPHI começou em 1986, no ano em que Portugal se tornou um membro do CERN. O período 1986/89 foi marcado pelo desenvolvimento de electrónica rápida e *software* de aquisição e de análise. Em 1989/90, iniciou-se a colaboração do LIP na experiência (um trabalho de grande complexidade devido quer às grandes dimensões e à diversidade dos detectores e à competição entre as várias experiências do LEP) e na produção dos primeiros resultados físicos, tal como o estudo da produção de pares de tau e a busca de partículas supersimétricas e compostas.

A participação actual do LIP em DELPHI diz respeito principalmente ao sistema de aquisição e à análise física dos dados. Parte da análise é realizada em Lisboa, com um interesse especial na busca da desintegração de partículas supersimétricas ou compostas, bem como na física do tau.

2.2 Outros Projectos de I&D relacionados com a Física das altas energias

Nesta secção, tentarei apenas resumir os principais projectos de I&D directamente relacionados com a física das altas energias. Os projectos directamente relacionados com o desenvolvimento de detectores são referidos em pormenor na contribuição de A. Policarpo a esta Conferência. Os relacionados com a electrónica podem ser encontrados na contribuição de G. Barreira à Conferência.

2.2.1 Desenvolvimento de Detectores Gasosos para a Física das Altas Energias

O desenvolvimento da tecnologia de detectores é um elemento essencial para o sucesso dos novos aceleradores para a exploração total da sua elevada luminosidade.

Os detectores gasosos atravessam um período de grandes desafios e a compreensão profunda dos processos fundamentais envolvidos é essencial. As linhas de investigação que são consideradas neste projecto são seguidas em estreita colaboração com o CERN: mecanismos de quebra de corrente, em particular em câmaras de placas paralelas, emissão VUV de cascatas e os processos de *feedback* de fótons correspondentes, detecção UV e técnicas RICH rápidas, distribuições de carga de cascatas e as resultantes propriedades de localização e desenvolvimento de melhores sistemas electrónicos de leitura, em particular utilizando leituras de densidades elevadas, envelhecimento e eventuais efeitos de danos devidos a radiação. (LIP-Coimbra).

2.2.2 Investigação e Desenvolvimento de um Calorímetro de Xénon Líquido

De forma a avaliar as características de um calorímetro electromagnético que utiliza sinais de carga e luz, estão a ser estudadas algumas propriedades relacionadas com a ionização e a

cintilação do xénon. Alguns dos parâmetros a serem considerados são os valores W e F , os tempos de declínio da cintilação, velocidades de deriva dos electrões, resolução em posição, etc. O efeito de algumas p.p.m. de compostos orgânicos e inorgânicos nestas quantidades irá ser investigado.

Estas propriedades são relevantes para outras aplicações do xénon líquido como detector e alguns dos dados estão relacionados com processos fundamentais.

Propriedades como as capacidades espacial e direccional, características de sincronização e, eventualmente, melhoria da resolução energética, serão estudadas tendo em vista o desenvolvimento de calorímetros electromagnéticos, tirando partido das instalações do CERN. Este é precisamente o objectivo de um projecto de I&D recentemente submetido ao CERN por investigadores de vários institutos, entre os quais se inclui o LIP-Coimbra.

2.2.3 Calorimetria de fibras cintilantes

(I&D em Calorimetria Hadrónica com fibras ópticas cintilantes e chumbo – o projecto SPACAL/CERN).

No final de 1987 um grupo de cientistas portugueses com experiência em danos devidos a radiação em fibras ópticas cintilantes associou-se ao projecto SPACAL e empreenderam o estudo e a melhoria da resistência à radiação de fibras candidatas ao calorímetro SPACIAL.

Em 1988 a participação portuguesa foi alargada a outras actividades no projecto SPACAL. O grupo participou no projecto e na construção do primeiro protótipo bem como na aquisição de dados e na análise dos resultados dos testes usando feixes junto do acelerador SPS.

A colaboração SPACAL/LAA/CERN obteve resultados excepcionais nos últimos três anos com um calorímetro protótipo de 20 toneladas. O calorímetro é quase compensado (electrão/pião=1,05), apresentando bons módulos calorimétricos electromagnéticos ($12,9\%/\sqrt{E} + C(\theta_z)$ (-1,2% para $\theta_z = 3^\circ$) e hadrónicos e linearidade de 10 a 150 GeV. Actualmente, o calorímetro de fibra cintilante/chumbo do SPACAL é o mais rápido disponível e apresenta uma separação electrão/pião da ordem de 10^{-3} . Quanto à resistência à radiação, foi obtido um limite de 7 Mrad utilizando as melhores fibras disponíveis actualmente.

O LIP participou nos estudos de resistência à radiação das fibras, e na concepção, construção e teste do primeiro protótipo.

A segunda parte do projecto, iniciado em 1990, é dedicada à aplicação deste tipo de detector num ambiente LHC (*Large Hadron Collider*= Grande Colisionador de Hadrões).

2.2.4 Colaboração com o CERN nas Áreas da Electrónica VLSI e Redes de Transferência de Dados por Satélite

Este projecto irá ser desenvolvido em duas áreas principais:

- Colaboração com projectos de engenharia electrónica VLSI no âmbito do projecto RD12 do CERN (READ OUT SYSTEM TEST BENCHES) e a Electrónica de «Front-End» para Aceleradores futuros.
- Prosseguimento da colaboração com o projecto CHEOPS a fim de instalar uma Rede Europeia de Transferência de Dados utilizando o Satélite Olympus da Agência Espacial Europeia (estação de terra portuguesa do LIP a instalar em Abril de 1992 no Instituto Superior Técnico).

3. Projectos de Investigação em Física das Partículas Teórica

Este tema bastante vasto (mais de 200 publicações em revistas científicas nos últimos quatro anos 1987-1990) pode apenas ser apresentado aqui de forma esquematizada.

3.1 Física Hadrónica

Nesta área, podemos incluir o estudo do modelo sigma quiral linear para os quarks e a força NN, a energia própria do Delta na matéria nuclear, a polarização de gluões e a intermitência e a estrutura fractal da produção multihadrónica.

3.2 O Modelo Padrão e Para Além do Modelo Padrão

Inclui-se aqui o estudo de um modelo supersimétrico com violação da paridade R, modelos para a violação CP, grande momento magnético do neutrino e novas ideias para explicar a estrutura dos acoplamentos de Yukawa, bem como o estudo do vácuo no sector QCD utilizando métodos não perturbativos.

3.3 Reacções nucleares

Esta área inclui o estudo da força tensorial a curtas distâncias, *spin* e efeitos relativistas em reacções nucleares, etc. Também são estudadas reacções nucleares com poucos corpos.

3.4 Cosmologia e gravitação

A actividade neste campo situa-se principalmente na interface entre a astrofísica, a cosmologia e a física das partículas (estrelas combinadas de bosões-fermiões, estrelas de neutrões e dimensões extra, etc.).

Como já indicámos, a rede nacional de física teórica das altas energias, GTAE, cobre a maioria da actividade nesta área, com investigadores em Lisboa (IST, FCL, CFMC, e GTAE) e Coimbra (UC).

4. Produção científica

No ano de 1990, a actividade em física experimental das altas energias e projectos de I&D associados realizada no LIP (Coimbra e Lisboa) produziu 24 publicações (em co-autoria) em revistas científicas internacionais.

No mesmo ano de 1990, o número de artigos do GTAE (Física Teórica das Altas Energias e temas relacionados) publicados em revistas científicas foi de 48.

A Física das Altas Energias «strictu sensu» é um subconjunto da produção combinada do LIP e do GTAE. Uma análise preliminar baseada no SCI mostrou que a FAE, que representava 10% da produção total portuguesa em Física em 1985, cresceu para cerca de 27% em 1990.

5. Principais Problemas Institucionais

O rápido desenvolvimento da FAE em Portugal foi uma consequência natural da associação de Portugal ao CERN em 1985/86. Embora nos últimos cinco anos tenham sido concedidos financiamentos para projectos de investigação, formação e infra-estruturas, os respectivos montantes têm vindo a diminuir ano após ano e a ser afectados por uma instabilidade crescente nos procedimentos e apoios oficiais.

A iniciativa dos físicos e a ajuda de políticas de apoio ao desenvolvimento deste domínio científico a seguir à adesão ao CERN ajudaram a estabelecer uma estrutura institucional razoável para a física das altas energias teórica (GTAE) e experimental (LIP). Contudo, e ao contrário do que seria desejável, não se lhe seguiu a criação de uma entidade de financiamento especializada adequada (nem para FAE, como é de regra noutros países, nem para quaisquer outros campos de investigação). Por outro lado, a falta de lugares de investigador em Portugal afecta crucialmente o desenvolvimento desta área: dado que empregos novos apenas estão disponíveis para cargos de ensino nas universidades, os investigadores em tempo parcial são a regra. Esta situação singular penaliza gravemente os laboratórios portugueses na cooperação e na competição internacionais.

Finalmente, podemos notar que a exclusão limiar da física das altas energias do acesso ao maior programa de apoio estrutural ao desenvolvimento científico e tecnológico português, cofinanciado pela CE, denominado «Ciência» (1990-93), impediu a satisfação de necessidades infra-estruturais básicas neste domínio – espaços de trabalho e de laboratório, bem como equipamento científico pesado.

NOTAS BREVES

Na Sessão de Física da Conferência foram ainda apresentadas quatro curtas contribuições escritas que se publicam a seguir, referentes a actividades de investigações em Física, que não foram, pelo menos na sua totalidade, cobertas pelas apresentações dos membros do Painel:

- Cristais Líquidos (A. F. Martins)
- Investigação em Física Molecular (A. Moutinho)
- Astronomia em Portugal (M. T. Lago)
- Física da Fusão de Plasma (C. Varandas)

CRISTAIS LÍQUIDOS

*António Farinha Martins**

Os cristais líquidos, moleculares ou poliméricos, constituem uma classe de novos materiais, com propriedades fascinantes e uma vasta gama de aplicações na tecnologia moderna.

As actividades de investigação sobre cristais líquidos e polímeros cristalinos líquidos foram iniciadas em Portugal, em 1974, no Centro de Física da Matéria Condensada do INIC, em Lisboa, pelo Prof. A. F. Martins. Durante os anos seguintes este grupo desenvolveu-se relativamente bem, adquiriu notoriedade internacional e estabeleceu fortes laços com vários grupos de investigação na Europa e nos EUA:

A actividade actual de investigação deste grupo inclui aspectos tanto experimentais como teóricos e abrange vários domínios no campo da ciência e tecnologia dos cristais e polímeros líquidos com ênfase nos seguintes aspectos: (i) desenvolvimento de técnicas de reometria baseadas em RMN para polímeros cristalinos líquidos; (ii) síntese, propriedades e aplicações de novos polímeros cristalinos líquidos derivados da celulose (um importante recurso nacional); (iii) dinâmica molecular e interpretação molecular de propriedades visco-elásticas de cristais líquidos.

* Centro de Física da Matéria Condensada (INIC).

INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA MOLECULAR

*António Moutinho**

A linha de Investigação 2 do CFMUL tem dois ramos, um no Complexo I (INIC) no Instituto Superior Técnico em Lisboa (GIF – Grupo de Investigação em Feixes Moleculares) e o outro no Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL) no Monte da Caparica (GIDS – Grupo de Investigação e Desenvolvimento em Superfícies).

GIF – Grupo de Investigação em Feixes Moleculares

Neste grupo, são efectuados estudos de Física Molecular sobre fases gasosas utilizando feixes moleculares.

Interesses actuais:

- transferência de electrões em colisões átomos-moléculas alcalinos a energias hipotermicas; na realidade são estudados vários aniões poliatómicos através de espectroscopia de massa de formação de pares iónicos;
- reacções intramoleculares em aglomerados iónicos obtidos por bombardeamento electrónico de um feixe de aglomerados.

GIDS – Grupo de I&D em Superfícies

Neste grupo são realizados estudos de Física Molecular sobre superfícies.

Interesses actuais:

- estudos SIMS (*Secondary Ion Mass Spectrometry* , Espectroscopia de Massa de Iões Secundários) em experiências de feixe-superfície de alvos metálicos e semicondutores (com ou sem moléculas absorvidas) com feixes de Cs^+ e K^+ ;

* Centro de Física Molecular das Universidades de Lisboa.

- transferência de electrões na interacção ião-superfície;
- características das descargas de magnetrão;
- produção de películas metálicas finas por deposição de magnetrão.

Os desenvolvimentos nestes últimos campos suscitaram algum interesse por parte da indústria portuguesa.

Nestas actividades de investigação têm sido obtidos grandes proveitos da cooperação com vários laboratórios europeus (FOM – Institute for Atomic and Molecular Physics de Amsterdão, Instituto Hahn Meitner de Berlim, Universidade de Edimburgo e outros) ao longo dos últimos 20 anos.

ASTRONOMIA EM PORTUGAL

*Maria Teresa Lago**

Breve resumo do passado recente

A última década testemunhou um ponto de viragem na situação da astronomia em Portugal. Em 1984, foi criado o primeiro curso de licenciatura em Astronomia na Universidade do Porto. Alguns anos mais tarde (1987), a junta de investigação nacional (J.N.I.C.T) procedeu a um inquérito completo sobre as instalações, pessoal e actividades junto das únicas (até então) instituições de Astronomia financiadas pelo Estado: os 3 Observatórios Universitários (Coimbra, Lisboa e Porto) e o Observatório Nacional em Lisboa. Os resultados extremamente pobres deste primeiro inquérito geral aos observatórios em tempos recentes forneceu uma imagem realista da situação e acentuou a urgência de um programa cuidadosamente estruturado para impulsionar a Astronomia em Portugal.

Breve resumo da situação presente

A adopção desde 1988 de uma proposta para um programa geral tendo em vista o desenvolvimento da Astronomia (preparado por um grupo de trabalho) parece estar a produzir um impacto real. A proposta inclui as seguintes acções (simultâneas):

1 – A educação da nova geração de astrónomos, tanto ao nível de licenciatura como ao nível de doutoramento; o treino de licenciatura tira partido de programas de curtos períodos de visita e de colaboração; quanto aos doutorados, devido à carência de orientadores adequados em Portugal e à falta de tradição de investigação em Astrofísica, muitos dos doutoramentos estão a ser preparados no estrangeiro. Este desenvolvimento tem sido possível gra-

* Centro de Astrofísica da Universidade do Porto.

ças a um programa contínuo de bolsas para estudos de pós-graduação disponibilizadas ao longo dos últimos 3 anos. Como resultado disso, existem neste momento mais de 20 estudantes de pós-graduação em Astronomia, muitos deles em países europeus. De novo, a participação portuguesa em programas e organizações de colaboração, como a *European Astrophysical Doctoral Network* (EADN) tem-se revelado muito proveitosa.

2 – Apoio a projectos de investigação individuais, nomeadamente sobre:

- Cosmologia (Estudo de Matéria Negra)
- Electrodinâmica de Pulsares
- Física Solar (Ondas de MHD)
- Astrofísica Estelar (Estrelas Jovens)
- Astrofísica Nuclear

3– Instalações de observação – considerando a importância de os astrónomos e os estudantes de pós-graduação portugueses terem acesso a boas instalações de observação e comparando as opções das instalações nacionais em relação à colaboração em observatórios internacionais, foi tomada a decisão de negociar a participação no *European Southern Observatory* (ESO) (Observatório Europeu do Sul). Foi assinado um Acordo entre Portugal e o ESO, em Julho de 1990. Através deste acordo, durante um período de transição de até 10 anos, Portugal tem o estatuto de observador nas comissões e no conselho do ESO, assim como uso pleno das instalações do ESO. Além disso, durante este período, o equivalente da contribuição anual para o ESO deverá ser utilizado em Portugal para desenvolver investigação astrofísica moderna e para elevar o número de astrónomos em Portugal até um nível fraccional comparável com o existente nos restantes países europeus. 1991 é o primeiro ano da implementação deste acordo.

4 – Criar infra-estruturas nacionais de Astronomia. Um resultado imediato foi a criação na Universidade do Porto de um Centro de Astrofísica, ainda o único centro nacional de investigação neste campo. Este Centro fornece apoio a projectos de investigação em Astrofísica, nomeadamente instalações computacionais adequadas e os programas computacionais padrão para a redução e a análise de dados astronómicos. Ele também desempenha um importante papel de apoio à educação dos futuros licenciados. Além disso, o Centro promove a Astronomia em geral, nomeadamente através da organização de conferências, pequenos cursos, seminários, etc. Por exemplo, a «2.^a Escola Europeia de Astrofísica de Pré-doutoramento» da EADN decorreu em Portugal (Setembro de 1989). O «1.^o Encontro Nacional de Astronomia» foi também organizado pelo Centro em Julho de 1991, permitindo uma oportunidade de encontro aos investigadores e estudantes portugueses. O Centro continua a desempenhar um importante papel junto de futuros estudantes de pós-graduação, fornecendo ao mesmo tempo informações, conselhos e contactos com outros grupos científicos. Através da sua unidade de divulgação científica iniciou um vasto programa destinado a crianças em idade escolar (desde as

escolas primárias até às do ensino secundário) e para o público em geral. O projecto, de nome «Astronomia nas Escolas», chegou desde Novembro de 1990 a mais de 15 000 crianças e envolve um planetário portátil que é levado para as escolas para sessões especiais apresentadas por equipas que inclui um membro da unidade e estudantes finalistas da licenciatura em Astronomia treinados no Centro. Este organizou ainda a visita a Portugal da Exposição do ESO. Só no Porto a exposição foi visitada por mais de 13 000 pessoas, metade das quais estudantes de escolas secundárias.

Comentários finais

Se este esforço de coordenação prosseguir, temos fortes razões para um optimismo acerca do futuro da Astronomia em Portugal.

ACTIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO NO CENTRO DE FUSÃO NUCLEAR DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO NA ÁREA DA FÍSICA DA FUSÃO DO PLASMA

*Carlos Varandas**

A investigação em Fusão Controlada é efectuada em Portugal apenas no Centro de Fusão Nuclear do Instituto Superior Técnico. Existem presentemente dois projectos principais:

(i) «O projecto ISTTOK»

(ii) «Sistemas reflectométricos por micro-ondas para o ASDEX e o ASDEX-Upgrade», desenvolvido no quadro do Programa Europeu de Fusão, através dum contrato de Associação celebrado entre a Comunidade Europeia de Energia Atómica (EURATOM) e o Instituto Superior Técnico.

Os objectivos principais do primeiro projecto são:

(i) – criar um laboratório local para a investigação em fusão nuclear;

(ii) – fornecer uma formação básica em física e tecnologia dos plasmas orientadas para a fusão a jovens físicos e engenheiros;

(iii) – desenvolver novos diagnósticos, usando o ISTTOK para ensaios, tal como um analisador de deflecção de feixe de iões e um sistema de fluorescência induzida por laser;

(iv) – desenvolver um programa científico baseado nos seguintes tópicos:

– optimização das descargas indutivas a baixo campo B;

– estudo de transporte de partículas e energia;

– estudo do aquecimento do ciclotrão de electrões e fluxo de corrente em tokamaks.

Os objectivos principais do segundo projecto são:

(i) – estudar fenómenos de transporte no plasma do tokamak ASDEX usando análise de dados resultantes de medições de densidade de reflectometria por micro-ondas;

* Centro de Fusão Nuclear do Instituto Superior Técnico.

(ii) – desenhar, construir e operar um novo sistema reflectométrico para o tokamak ASDEX Upgrade do IPP Garching a fim de medir os perfis de densidade de plasma e as flutuações de densidade;

(iii) – alargar a cooperação internacional neste campo tentando desenhar os sistemas reflectométricos para as próximas grandes máquinas de fusão, como o NET e o ITER.

A Associação EURATOM/IST mantém um diálogo científico regular com os seguintes laboratórios e instituições internacionais:

- JET – «Jet Joint Undertaking» (Inglaterra)
- Associação EURATOM/IPP – Garching (Alemanha)
- Associação EURATOM/FOM – Neuwegein (Holanda)
- Associação EURATOM/EPFL – Lausanne (Suíça)
- Associação EURATOM/CEA – Cadarache (França)

CAPÍTULO V
CIÊNCIAS BIOMÉDICAS

AS CIÊNCIAS BIOMÉDICAS PORTUGUESAS EM 1991: NO CRUZAMENTO DA AVALIAÇÃO E DA VALORIZAÇÃO

*Maria de Sousa**

No decurso da preparação do texto sobre as Ciências Biomédicas Portuguesas, que foi incorporado no livro da Europália «Ciência em Portugal»¹, tornaram-se evidentes duas importantes descobertas:

1. Vários cientistas nascidos em Portugal, para os quais o país não pôde oferecer a oportunidade de plena realização pessoal nos anos sessenta, estão actualmente em cargos de chefia em instituições norte-americanas e europeias, cujo trabalho teve, e continua a ter, um impacto nos campos da Biologia Celular, Patologia, Neurociências e Imunologia¹.

2. Dentro do país as Neurociências constituem o campo mais homogêneo, com grupos activos nas três cidades principais – Lisboa, Coimbra e Porto – e contribuições que cobrem as sub-áreas de Neuro-anatomia, Neurofarmacologia, Neuroquímica, Neurogenética Humana e Neurologia Clínica.

A Imunologia, a Biologia da Célula e da Membrana vêm a seguir, sem uma distribuição tão equilibrada por todo o país ou um alcance extensivo semelhante de sub-áreas. Alguns aspectos da cultura do país proporcionaram aos grupos biomédicos oportunidades privilegiadas para estudar doenças relacionadas com África, doenças hereditárias e doenças com possíveis antecedentes genéticos. Algumas dessas oportunidades foram aproveitadas com sucesso para o país e para a Europa².

Ao encontro destes resultados encorajantes, uma política de financiamento das ciências biomédicas altamente encorajadora foi iniciada em 1987³; nos últimos dois anos foi refor-

* Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar.

¹ de Sousa, M. and Vicente, C. [1991] «The Portuguese Biomedical Sciences in 1990: talent in the face of historical adversity» in Gago, J. M. (ed.) *Science in Portugal*, Imprensa Nacional.

² Clavel, F., Guetard, D., Riun-Vezinet, F. et al. (1986), «Isolation of a new retrovirus from West African patients with AIDS» in *Science* 223:343-6.

³ de Sousa, M. [1991] «JNICT's Health Sciences Program: from Autoradiography of talent» in Carvalho, A. P. (ed.) *Biociências* (no prelo).

çada pelas injeções de consideráveis financiamentos europeus infra-estruturais para edifícios, equipamentos, bolsas de mestrado e doutoramento⁴ [ver Tabela 1].

Tabela 1
CRONOLOGIA DO ORÇAMENTO

ANO	Escudos [x 30 ³]	ECU [x 10 ⁶]	ITEM
1985	0	0	—
1986	29,703	0,2	Projectos (novos)
1987	338,375	2,6	Projectos (novos)
1988	228,080	1,5	Projectos (cont.)
1989	DND	DND	DND
1990	150,000	1	Projectos (novos)
	77,930	0,5	Bolsas
1991	140,000	1	Projectos (cont.)
	20,000	0,2	Projectos (novos)
	3,000.000	20	Programa Ciência
	135.652	1	Bolsas (cont.)
	DND	DND	Bolsas (novas)

DND: Dados não disponíveis

A natureza irregular dos financiamentos para projectos de investigação [mostrado também na Tabela 1] é, no entanto, um motivo de apreensão para muitos dos cientistas da comunidade portuguesa.

Este Simpósio é assim uma excelente oportunidade para avaliar a utilização pela Comunidade da Investigação Biomédica Portuguesa do início promissor que lhe foi dado em 1987. Uma vez que a recente introdução no país de fundos infra-estruturais e de treino de pós-graduação veio da Comissão Europeia, é, para nós, de grande importância ver os nossos próprios resultados expostos à avaliação de cientistas e dirigentes da política científica em Bruxelas.

Se nos sairmos bem dessa avaliação, esperamos poder impor o próximo passo. Para utilizar totalmente o investimento feito pelo Governo português e pela Comissão Europeia, o país deve agora adoptar uma política de financiamento que garanta a continuidade do processo iniciado e criar fundos para acomodar o regresso da população pós-doutorada em 1994.

O objectivo da discussão geral é conhecer os modelos europeus de financiamento de investigação biomédica, os programas europeus disponíveis nos campos onde os cientistas portugueses já se distinguiram e o financiamento de pós-doutoramento.

⁴ *Programa Ciência* (1990), Publicação da JNICT, Lisboa.

Uma rápida análise do padrão das contribuições científicas realizadas por um único e notável indivíduo ao longo da sua vida de investigação indica que a política de financiamentos da investigação num país com um baixo PNB deveria talvez evoluir em torno de financiamentos generosos, e a avaliação estrita do indivíduo dedicado, criativo e produtivo capaz de atrair jovens indivíduos dedicados, criativos e, por sua vez, produtivos. Tal indivíduo provavelmente irá devolver este investimento com mais de uma contribuição significativa ao longo da sua vida científica; além disso, é provável que uma dessas contribuições seja reconhecida como «útil» por empresas industriais para o desenvolvimento de novos métodos e tecnologias de diagnóstico ou terapêutica.

Como nota final na correspondência iniciada com colegas identificados através dos indicadores SCI durante a preparação do trabalho para a Europália, pedimos-lhes para nos falarem acerca das suas carreiras científicas e também para uma palavra de conselho para outros que desejem começar uma carreira de investigação. Até esta altura, dos 11 contactados, 9 responderam. As suas respostas estão a ser reunidas em conjunto numa publicação separada chamada *Post-scriptum*.

As apresentações que se irão seguir foram escolhidas como ilustrações de alguns dos pontos referidos anteriormente. Também se revelam como complementos das apresentações que vão ser feitas no painel de Ciências Médicas presidido pelo Prof. J. Lobo Antunes.

AVANÇOS NA INVESTIGAÇÃO DO HIV2

*Maria Odete Santos Ferreira**

Começámos em 1984 os primeiros estudos sero-epidemiológicos sobre a infecção HIV em Portugal. Em Setembro de 1985, tentámos isolar o primeiro vírus num doente português.

A escolha dos doentes incluiu alguns hospitalizados na Unidade de Doenças Infecciosas e Parasitárias do Hospital Egas Moniz de Lisboa com a qual mantínhamos uma boa cooperação científica, nomeadamente com os Drs. J. L. Champalimaud, Jaime Nina e Kamal Mansinho. Este hospital recebe os doentes das nossas antigas colónias, com base num acordo com Portugal. Esses doentes tinham para nós uma difícil interpretação da sua serologia. Apesar dessa mesma serologia ter sido sempre considerada negativa nos laboratórios estrangeiros a que recorriámos nestes casos especiais.

O isolamento do nosso primeiro vírus foi efectuado em Setembro de 1985 num doente natural e residente na Guiné-Bissau em tratamento no Hospital Egas Moniz. Suspeitava-se que este doente estivesse com uma infecção classificada, na altura, como Complexo Relacionado com SIDA (CRS) embora apresentando sempre uma serologia negativa. Esta ambiguidade levou-nos a um estudo mais aprofundado. Assim, a partir de um trabalho de colaboração entre a equipa portuguesa (M. O. Santos Ferreira, J. L. Champalimaud, J. Nina e K. Mansinho) e a equipa dirigida por L. Montagnier, foi possível o isolamento e a caracterização biológica e molecular do segundo vírus da SIDA: O HIV tipo 2. Portugal viu assim o seu nome ligado à descoberta do HIV tipo 2 (*Science*, **233**, 343-346, 1986).

Prosseguindo esta boa cooperação e utilizando o protótipo HIV2 como antígeno, conseguimos seleccionar 15 soros seropositivos para o HIV2 pertencentes a doentes internados no Hospital Egas Moniz. Esta selecção permitiu-nos em seguida isolar mais de uma dúzia de vírus HIV2 demonstrando que a infecção pelo «Vírus de Imunodeficiência Humana» de tipo 2 (HIV2) estava associada à SIDA na África Ocidental (*New Engl. J. Med.* **316**, 1180-1185, 1987).

* Departamento de Microbiologia, Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa.

Após termos sido os primeiros a detectar o HIV2 na Europa (Lisboa) e em África (Guiné-Bissau), começámos a estudar a prevalência da infecção pelo HIV2 na população portuguesa, e nas populações dos países africanos de expressão portuguesa e Brasil. Este estudo permitiu revelar os primeiros casos de infecção pelo HIV2 no continente americano (Brasil – São Paulo) – (*Lancet*, **402**, 1987).

Tendo as equipas de R. Gallo e M. Essex dúvidas acerca da patogeneidade do HIV2, a nossa equipa e a equipa médica dirigida pelo Dr. Champalimaud, trabalhando em estreita colaboração, conseguiram demonstrar o poder patogénico do HIV2, num encontro realizado em Genebra, em Fevereiro de 1987, organizado pelo Director do Programa Especial OMS, sobre SIDA (Dr. J. Mann), onde participaram como conselheiros temporários da OMS na área dos «Novos retrovírus associados ao HIV recentemente identificados».

No mesmo encontro apresentámos não só os resultados dos estudos epidemiológicos que tínhamos vindo a realizar desde 1985, sobre a prevalência do HIV, principalmente do HIV2, na população europeia e africana dos países de expressão portuguesa, como também os primeiros resultados de um estudo realizado em colaboração com o Instituto de Medicina Tropical/Universidade de Lisboa (Prof. F. Antunes) e Ministério da Saúde da Guiné-Bissau (Dr. Celestino Costa) nas populações de duas regiões rurais da Guiné-Bissau, perto da fronteira do Senegal: Biombo e São Domingos (Tabancas Cupedo, Djugul e Colage). Este estudo permitiu-nos detectar o primeiro HIV1 na Guiné-Bissau. Os resumos destas comunicações foram publicados no *WHO Bulletin* (Março de 1987).

Tendo como objectivo a avaliação da prevalência da infecção pelo HIV2, aceitámos colaborar num projecto submetido à nossa apreciação pela Universidade Agostinho Neto de Luanda, em Angola e posteriormente aprovado pelo Reitor e pelo Ministro da Educação. Iniciámos assim uma cooperação com Luanda no campo das DST, incluindo a SIDA. Esta cooperação permitiu detectar, pela primeira vez, a presença do HIV2 em Angola e observar a distribuição geográfica dos dois vírus nesse território, através do estudo da seroprevalência na população de seis províncias. Os resultados obtidos conduziram à suspeita de que Angola poderia ter sido o país em que os dois vírus se encontraram (*JAIDS*, **3**, 780-786, 1990).

Na nossa «Unidade de Retrovírus e Infecções Associadas» (URIA) que será integrada no novo «Centro de Patogénese Molecular» – em construção – continuamos as investigações no campo da SIDA Africana.

A URIA tem os seguintes objectivos:

Objectivos gerais:

1. Desenvolvimento da investigação sobre o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e SIDA.

2. Colaboração com os Serviços de Saúde Pública no controlo da propagação da SIDA.
3. Ensino superior através da organização de cursos avançados nos campos da Virologia, Biologia Molecular e Microbiologia.
4. Orientação de estágios de estudantes de Mestrado e Doutoramento.
5. Cooperação com instituições científicas nacionais e internacionais, nomeadamente com instituições de países de expressão portuguesa e da CEE, através da participação em programas de investigação e de educação, *workshops* e acções concertadas.
6. Colaboração com a indústria no desenvolvimento de métodos mais rápidos e eficazes para a detecção da infecção pelo HIV, particularmente na avaliação laboratorial de novos reagentes de detecção viral e de novos agentes antivirais.

Objectivos de investigação específicos:

I. Epidemiologia e vigilância da infecção pelo HIV

Projectos de investigação

- Seroprevalência e Biologia Molecular de Retrovírus Humanos HIV1 e HIV2 em Angola (Projecto n.º 87-679 da JNICT).
- Detecção de infecções virais numa população sócio-económica bem definida (Projecto n.º 87-444 da JNICT, Prof. R. Victorino, Fac. Med. Lisboa, Enf.ª Cunha Teles, Fundação do Bom Sucesso).
- Transmissão mãe-filho da injeção pelo HIV na população angolana.

II. Variabilidade do HIV

Projectos de investigação

- *Caracterização de isolados HIV nos países africanos de expressão portuguesa e no Brasil.* Em colaboração com a Universidade Agostinho Neto de Luanda, Hospital de Cabinda e o Programa de Prevenção e Controlo da SIDA de São Paulo, Secretaria de Estado da Saúde.
- *Caracterização biológica e molecular de um Vírus da Imunodeficiência Humana tipo 2 não fusogénico.* Este projecto está integrado no projecto da CEE número SCI-0195-C(TT) denominado «Molecular understanding of membrane events leading to retrovirus entry into host cells and viral propagation» e coordenado por J. M. Ruysschaert da Universidade Livre de Bruxelas.

III. Diagnóstico e patogénese de infeções associadas à imunodeficiência

Projectos de investigação

- *Desenvolvimento de um sistema de replicação e expressão genética em Microbactérias* (Projecto n.º 87-403 da JNICT).
- Infeções fúngicas em doentes imunodeprimidos.
- Infeções virais em doentes imunodeprimidos.

IV. Colaboração internacional em curso

A URIA tem os seguintes programas de colaboração internacional:

- «Caracterização molecular de um Vírus de Imunodeficiência Humana tipo 2, não-fuso-génico» com o Departamento de Química Biológica da Universidade Livre de Bruxelas (Prof. Arsène Burny).
- Acção concertada da CE «Interaction of HIV proteins with the cells membrans» (Prof. Volker Erfle, GSF München, Alemanha).
- Acção de Estimulação BC «Molecular understanding of membrane events leading to retrovirus entry into host cells and viral propagation» SCI-0195-C (TT) (Prof. J. M. Ruyschaert, Fac. Ciências, Universidade Livre de Bruxelas).
- Caracterização de isolados HIV (Prof. L. Montagnier, Unidade de Oncologia Viral, Instituto Pasteur de Paris).
- Controlo de qualidade de reagentes para o diagnóstico viral («Ortho Diagnostic Systems Inc.», Raritan, Nova Jersey, EUA).
- Avaliação pré-clínica da actividade anti-fúngica de novas moléculas «Janssen Research Foundation», Bearse, Bélgica.

V. Investigadores trabalhando no projecto da SIDA africana na URIA

M. O. Santos Ferreira, M. H. Lourenço, J. Moniz Pereira, G. Freitas, J. M. Pereira, N. Taveira, P. Cavaco Silva, J. Gonçalves, P. Gomes.

MECANISMOS MEDULARES E SUPRAMEDULARES DE PROCESSAMENTO DA DOR. ASPECTOS ESTRUTURAIS

*António Coimbra**

Este programa de investigação no domínio do sistema sensitivo somático iniciou-se há 20 anos, destinado a elucidar os circuitos sinápticos subjacentes ao processamento da dor na medula espinal, com técnicas sobretudo neurocitológicas. Não se deve esquecer que a investigação das neurociências sempre atraiu fortemente os pesquisadores ibéricos desde o fim do século XIX. A neurociência básica foi então dominada por Cajal em Espanha, assim como a neurologia clínica teve mais recentemente brilhantes cultivadores em Moniz e Andrade, em Portugal. Hoje em dia, várias equipas continuam activas entre nós, quer na vertente básica, quer na clínica, dando origem a uma apreciável fracção da nossa produção científica. Existem seis equipas estáveis no primeiro caso, que se enumeram no quadro 1.

Em primeiro lugar, parece-nos útil proceder a uma breve revisão do tema de investigação. Graças a experiências de electrofisiologia e neuro-anatomia em animais, combinadas com pesquisas psico-físicas no homem, sabe-se, desde alguns anos, que a dor é transmitida por categorias especiais de neurónios sensitivos. Verificou-se que os neurónios aferentes nociceptivos primários (axónio 1 à direita na figura 1) possuem axónios finos, quer amielínicos (fibras C) quer mielínicos delgados (fibras A δ), de condução lenta, terminando principalmente no corpo dorsal superficial da medula-espinal, ou seja nas lâminas I e II de Rexed. Pelo contrário, os aferentes não-nociceptivos, que transportam o afluxo inócuo, são mielínicos grossos (axónio à esquerda na figura 1) e terminam nas lâminas III a VI. Os neurónios nociceptivos de segunda ordem localizam-se principalmente nas lâminas que recebem o afluxo nócico, I-II, e IV a VI em menor grau. Contudo, a maioria das células nociceptivas que projectam para o tálamo e outros alvos supraspinais concentram-se na lâmina I (neurónio que envia para cima axónio 2 na figura 1), ao passo que a lâmina II só possui interneurónios (figura 1).

* Instituto de Histologia e Embriologia. Faculdade de Medicina do Porto.

O elo sináptico entre o neurónio primário e o de segunda ordem tem sido alvo de interesse especial desde que se soube que os sinais modificados pelo segundo podiam diferir dos transmitidos pelo primeiro. Este facto implica a existência de processos moduladores que actuem como filtros de transmissão sináptica, geralmente atribuídos à actividade de interneurónios contendo GABA ou peptídeos opióides (figura 1). Mais recentemente descobriram-se agentes supraspinais de modulação em núcleos do tronco cerebral, nomeadamente a substância cinzenta periaqueductal e vários núcleos da formação reticular. Tais núcleos recebem projecções da lâmina I suplementares da via espinotalâmica e as suas respostas consistem em sinais inibidores descendentes em direcção ao corpo dorsal da medula (fibra 3 na figura 1).

O nosso grupo tem dado contribuições a este tema de investigação em duas vertentes principais. A primeira diz respeito à sinaptologia periterminal dos aferentes primários no corno dorsal superficial (ver quadrado pequeno na figura 1). De facto, sem um modo de identificar as terminações dos aferentes primários na medula tornava-se impossível analisar as suas relações sinápticas com os neurónios de segunda-ordem. Fomos pois os primeiros a mostrar que as terminações primárias se encontram no centro (C na figura 2) de glomérulos sinápticos (quadrado na figura 1). Esses botões centrais mostravam possuir, efectivamente, uma actividade de fosfatase ácida endógena (FRAP) exclusiva dos neurónios aferentes primários (Coimbra et al., 1970) e sofriam degenerescência Walleriana após rizotomia dorsal (Coimbra et al., 1974). Além disso, verificámos que os terminais centrais glomerulares escuros e sinuosos (Ribeiro-da-Silva e Coimbra, 1984) pertenciam a aferentes amielínicos nociceptivos já que eram destruídos pela capsaicina (Ribeiro-da-Silva e Coimbra, 1984). Com a ajuda de traçadores exógenos estáveis descrevemos recentemente quatro subtipos de terminais glomerulares primários oriundos de aferentes finos (Cruz et. al., 1987; 1991).

Em todos os glomérulos, além de contactos axodendríticos, observámos botões axonais pressinápticos ao botão primário (V_2 na figura 2) que continham GABA (Ribeiro-da-Silva e Coimbra, 1982), assim como dendritos pressinápticos (V_1 na figura 2) aos dendritos pós-sinápticos convencionais, que pareciam conter opióides endógenos. As sinapses axo-axonais provavelmente exercem inibição pré-sináptica dos aferentes primários por meio de GABA. Na realidade observámos, recentemente, uma expressão aumentada de GABA nos interneurónios espinais em situações experimentais de dor crónica (Castro-Lopes et al., 1992). Esta resposta neuronal a um afluxo doloroso contínuo apoia o papel inibidor do GABA sobre os aferentes primários proposto por Eccles nos anos 60.

A nossa segunda vertente investigacional abordou a caracterização dos neurónios de segunda-ordem localizados na lâmina I. Caracterizámo-los em 4 tipos estruturais (figura 3) por meio da coloração de Golgi (Lima e Coimbra, 1986). Cada tipo morfológico mostrou ter

alvos de projecção supraspinal preferenciais e imunorreactividade específica (Coimbra e Lima, 1989, 1990; Lima et al., 1991). Por exemplo, as células marginais projectavam exclusivamente para o núcleo reticular dorsal do bolbo, e eram imunorreactivas exclusivamente ao GABA.

Presentemente, interessa-nos identificar os neurónios de segunda-ordem que transmitem tipos diferentes de afluxos dolorosos. Escolhemos para o efeito a detecção precoce imediata do proto-oncogene *c-fos* combinada com marcação retrógrada de alvos supraspinais. Embora estímulos nódicos – químicos, térmicos ou mecânicos, activem o *c-fos* principalmente nas células da lâmina I, as noxas térmicas também provocam a indução de *c-fos* na lâmina IIo, e as noxas mecânicas no conjunto das lâminas II a V (Coimbra et. al., 1991 a, b). Além disso, verificaram-se diferenças significativas na capacidade de resposta à dor das diferentes células de projecção da lâmina, quando efectuamos colorações duplas para os traçadores retrógrados e a proteína Fos. Concluiu-se que os vários tipos de células da lâmina I transmitem o afluxo doloroso com eficácia variável consoante o alvo supraespinal e o tipo de estímulo doloroso recebido (Coimbra et. al., 1991 a, b.).

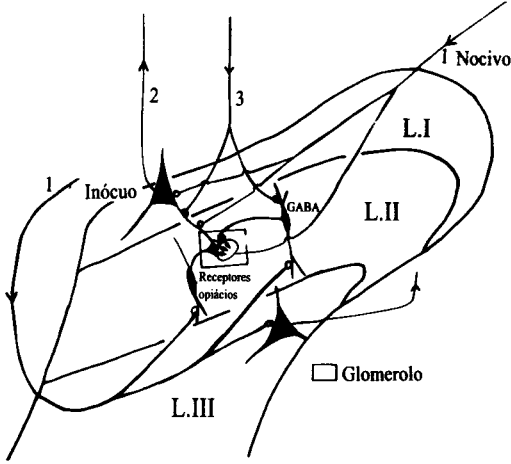
Quadro 1

EQUIPAS DE INVESTIGAÇÃO ACTIVAS EM NEUROBIOLOGIA EM PORTUGAL 1991

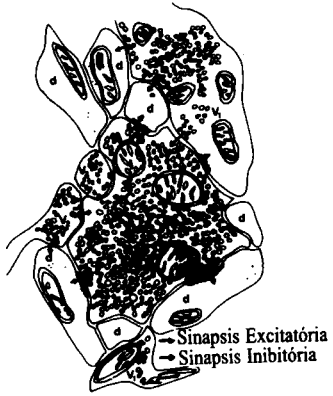
-
1. MECANISMOS ADRENERGICOS, *W. Osswald & S. Guimarães*. Dept. Farmacologia. Faculdade de Medicina do Porto. 1969.
 2. MECANISMOS ESPINAIS E SUPRAESPINAIS DE PROCESSAMENTO DA DOR. *Coimbra & D. Lima*. Dept. Histologia e Embryologia. Faculdade de Medicina do Porto. 1970.
 3. EFEITOS DE DIFERENTES NOXAS SOBRE O SNC. *M. Paula-Barbosa & M. A. Tavares*. Dept. Anatomia. Faculdade de Medicina do Porto. 1978.
 4. REGULAÇÃO DE Ca^{2+} E NEUROSSECREÇÃO. *A. P. Carvalho*. Dept. Zoologia. Universidade de Coimbra. 1980.
 5. NEUROBIOLOGIA DA ADENOSINA. *J. A. Ribeiro, A. M. Sebastião & M. L. Gonçalves*. Dept. Farmacologia, Instituto Gulbenkian de Ciência. Lisboa (Oeiras). 1982.
 6. ALTERAÇÕES ELECTROFISIOLÓGICAS DO HIPOCAMPO DURANTE O DESENVOLVIMENTO. *P. F. Costa*. Dept. Fisiologia, Fac. Ciências Médicas. Lisboa. 1989.
-

Nota: Investigadores responsáveis em itálico. Datas referem-se ao ano de início do trabalho das equipas.

CORNO DORSAL DA MEDULA

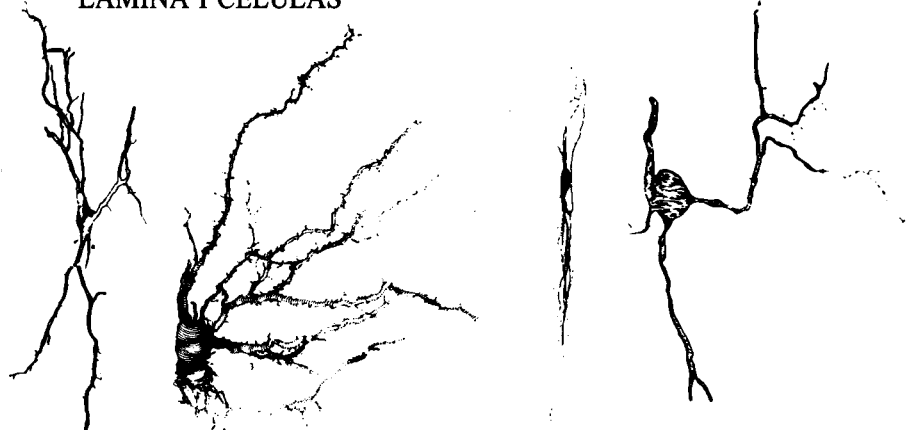


GLOMERULO



1 2

LÂMINA I CÉLULAS



Piramidal Multipolar Fusifor Achatada 3

PUBLICAÇÕES DA EQUIPA CITADAS

- CASTRO-LOPES, J. M. Tavares, I., Tolle, T. Jovita, A. and Coimbra, A. (1991) *3d IBRO World Congress, P29.3*, Montreal.
- COIMBRA, A. and Lima, D. (1989) *NATO ASI Series A: Life Sciences 176*: 199-215, Plenum Press, New York and London.
- COIMBRA, A., Magalhães, M. M. and Sodrê-Borges, B. P. (1970) *Brain Res.* 22: 142-146.
- COIMBRA, A., Sodrê-Borges, B. P. and Magalhães, M. M. (1974) *J. Neurocytology* 3: 199-217.
- COIMBRA, A., Avelino, A. and Lima, D. (1991a) *3d IBRO World Congress, P.28.14*, Montreal.
- COIMBRA, A., Lima, D. and Avelino, A. (1991b) *3d IBRO World Congress, P.28.15*, Montreal.
- CRUZ, F., Lima, D. and Coimbra, A. (1987) *J. Comp. Neurol.* 261: 221-236.
- CRUZ, F., Lima, D., Zieglgansberger, W. and Coimbra, A. (1991) *J. Comp. Neurol.* 305: 3-16.
- LIMA, D. and Coimbra, A. (1988) *Neuroscience* 27: 215-230.
- LIMA, D. and Coimbra, A. (1989) *J. Comp. Neurol.* 279: 327-339.
- LIMA, D. and Coimbra, A. (1990) *Neuroscience* 34: 591-606.
- LIMA, D., Mendes-Ribeiro, J. A. and Coimbra, A. (1991) *Neuroscience* 45: 137-152.
- RIBEIRO-DA-SILVA, A. and Coimbra, A. (1980) *Brain Res.* 188: 449-464.
- RIBEIRO-DA-SILVA, A. and Coimbra, A. (1982) *J. Comp. Neurol.* 209: 176-186.
- RIBEIRO-DA-SILVA, A. and Coimbra, A. (1984) *Brain Res.* 290: 380-383.

PROGRESSOS NA INVESTIGAÇÃO ONCOLÓGICA EM PORTUGAL (1980-1991)

*Manuel Sobrinho-Simões**

No início dos anos oitenta a situação da investigação oncológica em Portugal estava longe de ser perfeita. Havia apenas um grupo, apoiado pelo INIC e pela Fundação Gulbenkian, com publicações regulares em revistas internacionais. Cerca de metade dos artigos publicados entre 1980 e 1985 tratavam de características epidemiológicas e clínico-patológicas dos tipos de cancro mais prevalentes no norte de Portugal, e a outra metade focava características ultrastruturais, imunocitoquímicas, morfométricas e citométricas (ADN) de tumores e lesões tumoriformes da tiróide. Neste período também houve publicações esporádicas sobre a resposta à quimioterapia do cancro avançado, tal como sobre as características clínico-patológicas de neoplasias peculiares ou de pequenas séries de tumores. A quantidade total de artigos, incluindo Relatórios de Casos Clínicos, Comunicações Breves e Editoriais, publicados de 1980 a 1985, são cerca de 50 (8 a 10 por ano). Apenas três destes artigos – todos eles resultantes de projectos de colaboração com instituições europeias – foram publicados em revistas com um factor de impacto superior a 4. A cooperação na investigação entre os departamentos de patologia e centros oncológicos portugueses era, então, praticamente nula. E não havia cursos graduados de patologia oncológica ou biologia oncológica.

A situação é actualmente muito melhor sob diversos pontos de vista. Existem vários grupos efectuando um trabalho de investigação bastante bom em tumores sólidos e leucemias na Faculdade de Medicina do Porto, no Instituto de Oncologia de Lisboa e na Faculdade de Medicina de Lisboa. Estes grupos começaram a servir no final dos anos oitenta como pontos de apoio para investigadores isolados e em outras instituições. O número médio de artigos publicados em revistas internacionais aumentou para 20-25 por ano. Existem mais de 20 estudantes de doutoramento portugueses que trabalham em problemas oncológicos quer em Portugal quer no estrangeiro, e em Março deste ano começou na Faculdade de Medicina do Porto o primeiro Curso de Mestrado em Oncobiologia jamais organizado em Portugal.

* Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, IPATIMUP.

As razões para esta evolução são múltiplas: um fortalecimento dos departamentos de patologia em várias instituições, principalmente devido ao apoio da Fundação Gulbenkian, uma melhor formação dos patologistas e oncologistas, crescente introdução de biólogos, bioquímicos, etc., em escolas médicas e centros oncológicos, criação de registos oncológicos, participação em acções concertadas e outros programas da CEE, implantação de institutos multidisciplinares de âmbito nacional tal como o Instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto e, finalmente, a identificação da patologia molecular em geral e da investigação oncológica em particular como uma área prioritária do apoio da JNICT.

Está obviamente para além do alcance deste pequeno texto discutir a importância relativa destas causas no desenvolvimento da investigação oncológica em Portugal.

Irei concentrar-me no papel da JNICT neste processo por razões de simplicidade e também por pensar que a relevância dada à patologia molecular e os grandes financiamentos para cursos de Mestrado e de Doutoramento contribuíram de facto para mudar drasticamente a estrutura da investigação oncológica em Portugal.

Selecionei dois exemplos para ilustrar a minha opinião: a comparação dos projectos de investigação relacionados com cancro aprovados no PMCT/1987 e no PMCT/1990, e a descrição da influência na quantidade e qualidade das publicações alcançadas através de um financiamento significativo num campo específico da investigação oncológica.

Apenas seis projectos sobre investigação oncológica foram financiados pela JNICT no PMCT/1987. Um destes projectos procurava estabelecer um registo oncológico de base populacional, três concentravam-se nas características imunocitoquímicas de alguns tipos de tumor e os restantes dois propunham o estudo de carcinomas gástricos e leucemias do ponto de vista da citogenética e da genética molecular (tabela 1).

Tabela 1
Projectos sobre cancro ou lesões pré-cancerosas (JNICT-PMCT 1987)

TEMA	CHEFE PROJECTO	INSTITUIÇÃO
Registo Oncológico no Hospital de V.N.Gaia	J. Teixeira Gomes	H.V.N. Gaia/ICBAS
Imuno-citoquímica de adenomas da pituitária	M. Luísa Cristina	Faculdade de Medicina de Lisboa
Imuno-citoquímica de tumores do ovário	Silvério Cabrita	Faculdade de Medicina de Coimbra
Imuno-citoquímica das células B periféricas	J. Castro Melo	ICBAS/H. Sto. António
Carcinoma gástrico no norte de Portugal: citometria de fluxo, citogenética e genética molecular	M. Sobrinho-Simões	Faculdade de Medicina do Porto
Marcadores genotípicos de diferenciação de linfócitos	Leonor Parreira	Faculdade de Medicina de Lisboa

A imagem é de facto muito diferente agora porque seis dos sete projectos sobre cancro ou lesões pré-cancerosas financiados pela JNICT no PMCT/1990 tratam da (cito)genética molecular de vários tipos de tumores, lesões tumoriformes e leucemias (Tabela 2).

Tabela 2
Projectos sobre cancro ou lesões pré-cancerosas (JNICT-PMCT 1990)

TEMA	CHEFE PROJECTO	INSTITUIÇÃO
Ploidia e citogenética dos tumores da tiroideia	Jorge Soares	Instituto de Oncologia de Lisboa
Citogenética molecular da polipose gástrica familiar	Sérgio Castedo	Faculdade de Medicina do Porto
Evolução fenotípica e genotípica de clones leucémicos	J. Eduardo Guimarães	Faculdade de Medicina do Porto
Citogenética molecular das doenças renais poliquísticas	Mateus Prata	Fundação da Universidade de Lisboa
Biologia molecular do tumor de Wilms e retinoblastoma	M. Solano Almeida	Faculdade de Ciências de Lisboa (UN)
Epidemiologia do cancro do pulmão	Anabela Mendes	Administração de Saúde de Lisboa
Papel do EGFR e c-erb-B2 no carcinoma da tiroideia	Clara Sambade	Faculdade de Medicina do Porto

O segundo exemplo está relacionado com a evolução da investigação sobre o carcinoma gástrico que ainda é o cancro mais frequente em Portugal. De 1980 até 1987 foram publicadas apenas dois artigos em revistas internacionais (*Cancer* e *World Journal of Surgery*) sobre este tema. Ambos eram estudos clínico-patológicos do tipo descritivo. Como resultado directo do financiamento significativo de um projecto de estudo dos aspectos de biologia celular, citogenética e genética molecular do carcinoma gástrico no norte de Portugal, o número de artigos publicados sobre este tema em revistas internacionais indexadas é actualmente cerca de 5 a 7 por ano (Tabela 3).

Outras duas vantagens importantes resultaram do envolvimento da JNICT na investigação oncológica: estabelecimento de uma forte interdisciplinaridade com reforço das colaborações inter-institucionais ao nível nacional e internacional, e aumento significativo de jovens licenciados executando os seus trabalhos em projectos de índole oncológica.

Tabela 3

Projecto «Carcinoma Gástrico no Norte de Portugal» da JNICT (PCMT – 1987)

1988 – Prognosis in gastric carcinoma. The preeminence of staging and the futility of histological classification.	Digestive Disease Pathology
1991 – Familial gastric poliposis revisited. Autosomal dominant inheritance confirmed.	Cancer Genetics & Cytogenetics
Immunohistochemical analysis of ras oncogene p21 product in human gastric carcinomas and their adjacent mucosas. A study of 80 cases.	Pathology Research & Practice
Isochromosome 8q: a recurrent change in gastric carcinoma	Cancer Genetics & Cytogenetics
1992 (in press) DNA content of gastric lesions with particular emphasis on gastric carcinoma. A study of 71 consecutive cases using flow cytometry.	Digestive Disease Pathology
Loss of y chromosome in gastric carcinoma. Fact or artifact?	Cancer Genetics & Cytogenetics
Signet ring cell carcinoma of the stomach. A morphometric, ultrastructural and cytometric study.	Ultrastructural Pathology
C-erb-B2 expression in primary gastric carcinomas and their metastases.	Modern Pathology
P-53 mutations in gastric carcinomas.	British Journal of Cancer

O recém-nascido PROGRAMA CIÊNCIA está já a contribuir (e, espera-se, irá continuar a contribuir no futuro...) para esta evolução positiva através do reforço da componente educativa do «problema», nomeadamente através de bolsas para professores e investigadores convidados entre bons cientistas estrangeiros, e da criação de dois novos centros dedicados principalmente à investigação oncológica em Lisboa (Centro de Investigação de Patobiologia Molecular) e no Porto (Centro de Investigação de Biopatobiologia Oncobiologia da Universidade do Porto).

CIÊNCIA BÁSICA E COOPERAÇÃO INTERNACIONAL NA PATOLOGIA MOLECULAR DE UMA DOENÇA NEUROLÓGICA PORTUGUESA

*Maria João Mascarenhas Saraiva**

Em 1952, Andrade descreveu pela primeira vez uma forma peculiar de polineuropatia, caracterizada pela deposição sistémica de amiloide e por um envolvimento particular dos nervos periféricos¹. Endémica na região norte de Portugal, a doença tem um modo de transmissão autossómica dominante, com uma idade de início dos primeiros sintomas habitualmente na 3.^a-4.^a década da vida, com uma progressão inexorável para a morte num espaço de 10-15 anos.

A doença foi posteriormente descrita em indivíduos sem ascendência portuguesa, nomeadamente no Japão, na Suécia, na Grécia, em Itália e nos Estados Unidos. Foram mais tarde descritas formas de polineuropatia amiloidótica familiar (PAF) diferentes da portuguesa no que à idade de início, ritmo de progressão, órgãos atingidos e morbilidade diz respeito.

Da natureza química da proteína amiloide na PAF pouco se sabia até 1978, altura em que Costa et. al. demonstraram que a proteína fibrilhar que se acumula nos tecidos dos doentes portugueses com PAF estava imunologicamente relacionada com a transtirretina (TTR, proteína até então conhecida como pré-albumina)². Costa et. al. sugeriam então a possibilidade de uma mutação genética estar na base da produção de uma TTR anormal depositada e/ou precipitada nos tecidos sob forma de fibrilhas de amiloide. Investigações subsequentes sobre o soro e os depósitos de amiloide revelaram uma substituição de valina por metionina na posição 30³ e estudos familiares confirmaram a TTR Met 30 como marcador bioquímico da doença⁴.

Desde então, o nosso conhecimento sobre a estrutura da proteína amiloide nas várias formas hereditárias de amiloidose cresceu enormemente. Deve-se isto em parte ao volume considerável de informação disponível sobre as propriedades físico-químicas, estrutura, meca-

* Centro de Estudos de Paramiloidose e Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto.

nismos genéticos e funcionamento da TTR humana e ao uso de modernas técnicas de biologia molecular. Estes instrumentos conduziram à identificação de diversas mutações pontuais na TTR, permitindo um rápido diagnóstico nas fases pré-natal, pré-sintomática e sintomática⁵.

Até à data, foram descritas cerca de 29 diferentes mutações da TTR, a maior parte das quais associadas à deposição de amiloide⁶. O que nos intriga é a heterogeneidade associada com a heterogeneidade genética. Por exemplo, enquanto algumas mutações produzem cardiopatia (e não neuropatia), outras produzem apenas opacidades vítreas, enquanto outras dão lugar a ambas (neuropatia e cardiopatia). Além disso, algumas mutações não são amiloidogénicas mas originam hiper-tiroxinemias (devido à função da TTR no transporte das hormonas da tiroide), ao passo que outras ainda são aparentemente não-patogénicas. É por esta razão que as doenças relacionadas com a TTR são hoje objecto da atenção de neurologistas, cardiologistas, oftalmologistas e endocrinologistas. A grande, e nuclear, questão a respeito deste grupo de doenças é saber porque é a TTR uma proteína amiloidogénica com consequências clinicamente heterogéneas.

É possível que um factor comum ao processo amiloidogénico exista entre os diferentes factores e este eventual factor pode estar relacionado com uma alteração provocada pela mutação na estrutura tridimensional da molécula. Para demonstrar esta teoria, podemos alargar o *screening* das mutações de TTR e caracterizá-las; para tanto, em cerca de 5000 indivíduos da população portuguesa «normal» se procuraram mutações da TTR; têm sido descobertos casos interessantes nestes estudos, tais como heterozigotos compostos para duas mutações da TTR aparentemente não-patogénicas⁷ e heterozigotos compostos com uma mutação patogénica e outra não patogénica⁸. Como é que a presença desta última afecta a mutação patogénica é o que falta esclarecer mas serão provavelmente necessários vários anos para chegarmos a alguma conclusão. Estão em estudo neste momento programas de *screening* para mutações da TTR extensíveis a populações com neuropatias, cardiopatias e hipertiroxinemias.

Para facilitar a tarefa de caracterização destas TTRs mutantes desenvolveu-se um sistema de expressão bacteriano⁹ e obtiveram-se cristais de TTR Met 30. As modificações tridimensionais operadas na molécula devido à substituição do amino-ácido revelam agora que um movimento drástico tem lugar num resíduo de cisteína, que se desloca 1,5 Å e que, em resultado, fica exposto ao meio¹⁰. Se o maior acesso da cisteína ao meio é comum entre as mutações amiloidogénicas, é muito difícil de prever, tanto mais que as mutações se situam em partes distintas da molécula; por outro lado, mutações não-amiloidogénicas estão também distribuídas em locais distintos da molécula; assim, sem análises de cristais de outras mutações por meio de raios X é meramente hipotético avaliar a conformação de TTRs mutantes. Estudos da ligação das várias TTR mutantes sintéticas, tais como a interacção com a tiroxina, com a proteína de ligação do retinol (RBP) e bifenil policloreto (PCBs) são também importantes

para corroborar os estudos de raios-X e permitem-nos vislumbrar a biologia da proteína em condições normais e patogénicas. Este estudo está em curso.

O potencial amiloidogénico da própria TTR é certamente determinante na formação de amiloide mas não é seguramente o único factor, como o prova a heterogeneidade na idade de início observada em portadores da TTR Met 30. Outros factores, genéticos ou não, poderão, pois, actuar na amiloidogénese, nomeadamente os elementos tecidulares; a ligação aos tecidos poderá determinar a deposição da TTR e a presença de GAGs, por exemplo, neste tipo de amiloide foi demonstrada, se bem que possa tratar-se de um acontecimento pós-fibrilhar. A contribuição tecidual pode também explicar a razão pela qual alguns tecidos revelam particular predisposição para a deposição de amiloide, ao contrário de outros e a razão pela qual uma mutação particular de TTR se deposita no coração e uma outra no nervo.

Os modelos animais são úteis para investigar esta questão e foram já produzidos no Japão, por três grupos, diferentes ratinhos transgénicos para a mutação met 30^{11, 12}, tendo-se descoberto amiloide praticamente em todos os órgãos, a começar pelo intestino a partir dos 6 meses de idade, à excepção do nervo periférico. Há, pois, modelos animais para a formação de amiloide mas não para a neuropatia.

Enveredámos por um caminho alternativo para estudar os factores moduladores da formação de amiloide «in vivo». Trata-se de células transgénicas, facilmente induzidas a secretar TTR mutante através de um vector retrovítico deficiente¹³. Estas células podem ser transplantadas para tecidos apropriados durante um certo período de tempo a fim de fornecerem um precursor da amiloide, tornando o sistema propício à análise de factores moduladores, para diferentes mutações de TTR, tal como as que originam sintomas graves e precoces e possíveis mutações para testar estudos conformacionais.

As abordagens multidisciplinares aqui sumariadas, que abrangem a genética, a bioquímica, a biofísica, a patologia e a fisiologia, são fulcrais para nos fornecerem novas pistas terapêuticas para o combate não só da PAF (um verdadeiro problema de saúde pública em Portugal) como outras doenças associadas à TTR.

Bibliografia

- ¹ ANDRADE, C. A peculiar form of peripheral neuropathy: familial atypical generalized amyloidosis with special involvement of the peripheral nerves. *Brain* 75, 408-427 (1952).
- ² COSTA, P. P., Figueira, A. S., Bravo, F. R., Amyloid fibril protein related to prealbumin in familial amyloidotic polyneuropathy. *Proc. Natl. Acad. Sc. USA* 75, 4499-4503 (1978).

- ³ SARAIVA, M. J. M., Birken, S., Costa, P. P., Goodman, D. S. Amyloid fibril protein in familial amyloidotic polyneuropathy, Portuguese type. Definition of molecular abnormality in transthyretin (prealbumin). *J. Clin. Invest.* 74, 104-119 (1984).
- ⁴ SARAIVA, M. J. M., Costa, P. P., Goodman, D. S., Biochemical marker in familial amyloidotic polyneuropathy, Portuguese type. Family studies on the transthyretin (prealbumin)-methionine-30 variant. *J. Clin. Invest.* 76, 2171-2177 (1985).
- ⁵ ALMEIDA, M. R., Alves, I. L., Sakaki, Y., Costa, P. P., Saraiva, M. J. M., Prenatal diagnosis of familial amyloidotic polyneuropathy: evidence for an early expression of the associated transthyretin methionine 30. *Human Genetics* 85: 623-626 (1990).
- ⁶ SARAIVA, MJM., Recent advances in the molecular pathology of familial amyloidotic polyneuropathy. *Neuromuscular Disorders* 1: 3-6 (1991).
- ⁷ ALVES I, Almeida, M.R., Altland K., Palha J.A., Coelho T., Costa P.P., Saraiva M.J., Report of an heterozygotic individual for two transthyretin variants. *Am J Human Genet* (abst). In press.
- ⁸ SARAIVA, M. J. M., Almeida, M. R., Alves, I. L., Moreira, P, Costa, P. P., Gawinowicz, M. A., Banzhoff, A., Altland, K., Molecular analyses of an acidic transthyretin Asn 90 variant. *Am. J Human Gen* 48: 910-914 (1991).
- ⁹ FURUYA, H., Saraiva, M. J. M., Gawinowicz, M. A., Alves I. L., Costa, P. P., Sasaki, H., Goto, I., Sakaki, Y., Production of recombinant human transthyretin with biological activities toward the understanding of the molecular basis of familial amyloidotic polyneuropathy. *Biochemistry* 30: 2415-2421 (1991).
- ¹⁰ BLAKE CCF, Terry CJ, Damas Am, Oliveira P, Saraiva MJ, Alves IL, Costa PP, Matias PM, Furuya H, Sakaki Y., Crystal structure of recombinant Met 30 transthyretin suggests a molecular basis for amyloidogenesis in familial amyloidotic polyneuropathy (FAP). Submitted for publication.
- ¹¹ SASAKI, H., Nakazato, M., Saraiva, M. J. M., Matsuo, H., Sakaki, Y., Activity of a metallothioneintransthyretin fusion gene in transgenic mice. *Mol Biol. Med.* 6: 345-353 (1989).
- ¹² SHIMADA K, Maeda S, Murakami T, Nishiguchi S, Tashiro F, Yi S, Wakasugi S, Takahashi K, Yamamura K., Transgenic mouse model of familial amyloidotic polyneuropathy. *Mol Biol Med* 6: 333-343 (1989).
- ¹³ BONIFÁCIO M.J., Ezzedine D., Sakaki, Y., Breakefield X., Saraiva M.J.M., Retrovirus-mediated gene transfer of transthyretin and mutant transthyretin: potencial for the study of amyloidogenesis. In preparation.

CAPÍTULO VI
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

INSTITUTO
DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

TENDÊNCIAS DA INVESTIGAÇÃO AGRÍCOLA EM PORTUGAL

*António Alberto Monteiro Alves**

Em relação aos últimos quinze anos, pode afirmar-se que o balanço da evolução da I&D no sector agrícola é positivo. Para esta constatação devemos considerar não apenas o passado, mas comparar com outros sectores de investigação mais avançados. Alguns principais factores contribuíram para esta tendência positiva:

a) O aumento do número de estudantes pós-graduados que obtiveram graus académicos (principalmente doutoramentos). De início, obtidos no estrangeiro, especialmente na Grã-Bretanha, França e E. U. A. Este esforço inicial no recurso a centros de investigação estrangeiros permitiu que hoje seja possível, em algumas áreas, termos a capacidade de produzir em bom nível os nossos próprios doutorados.

b) Numa fase inicial, a criação de Centros de Investigação universitários, integrados no Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC) (1975), também foi importante, especialmente para a melhoria da dimensão dos grupos de investigação pela associação de pequenas equipas de investigadores já existentes, particularmente nas Faculdades de Agronomia e Silvicultura, e na Faculdade de Medicina Veterinária.

c) O desenvolvimento de um sistema financiador baseado em projectos e com alguma avaliação de resultados e, simultaneamente, uma internacionalização progressiva da comunidade científica portuguesa. De facto, durante os últimos anos, a situação tende a modificar-se substancialmente, com várias fontes de financiamentos, não apenas do INIC, mas também da JNICT e, muito significativamente, da Comunidade Europeia.

Considerando apenas os últimos dez anos – 1980-1990 –, no conjunto das ciências da Agricultura, da Silvicultura e Veterinária, regista-se mais de uma centena de doutorados, enquanto no período de trinta anos anterior – 1950-1980 – apenas se verificaram cinquenta doutorados.

* Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Não obstante, a situação actual tem algumas desvantagens. Por um lado, porque o atraso era grande em comparação com outros países europeus, e por outro lado, porque ainda subsistem várias indefinições políticas, sociais e económicas quanto ao futuro e aos objectivos da própria agricultura portanto, da I&D agrícola em Portugal.

Com o objectivo de proporcionar uma visão geral, actual, da I&D em Portugal parece ser conveniente começar pela perspectiva dos ramos principais da actividade económica, a agricultura e horticultura, a silvicultura e a produção.

Desta forma, a situação da investigação na área da agricultura e uma visão geral das instituições de investigação portuguesas e dos seus recursos humanos e financeiros são dados no primeiro artigo (Nuno Moreira, *I&D Agrícola em Portugal. Visão Geral e Perspectivas*). Neste artigo, são feitas algumas sugestões sobre algumas decisões organizacionais básicas necessárias par estimular a I&D nas ciências agrícolas, nomeadamente: 1) «necessidade de aumentar os contactos intenacionais...»; 2) «necessidade de aumentar as responsabilidades e o envolvimento da indústria»; 3) «avaliação científica e estratégica da investigação»; 4) «esclarecer a decisão acerca do papel e deveres dos institutos de investigação governamentais»; 5) «decisão nacional sobre o futuro da Investigação Agrícola Tropical».

Em relação ao sector das Florestas, onde deve ser salientado que a sua importância económica aumentou com o decurso da integração europeia, as actividades e perspectivas de investigação são descritas por J. S. Pereira, *Investigação nas Ciências Florestais em Portugal*. Aí é apresentada uma conclusão geral, considerando algumas limitações principais nesta área, como a formação de recursos humanos e decisões judiciosas na selecção de tópicos de investigação: «se a melhoria do desempenho for desejada, os investimentos deverão ser dirigidos para onde os recursos humanos podem fornecer um bom “value for money” em termos de resultados».

Da mesma forma, é realizado por A. P. Portugal um resumo completo da estrutura económica actual e tendências da investigação na área da produção animal. (*As Actividades de I&D na Ciência Animal. A Área da Produção Animal*). São apresentados quatro objectivos gerais da investigação em produção animal: 1) «Aumentar a utilização e melhorar a alimentação não-tradicional...»; 2) «Maximizar a produção da Europa do Sul, potencializando os seus recursos»; 3) «Tornar o afluxo potencial de energia retida por biotipos locais mais eficiente»; 4) «Desenvolver tecnologias de produção que potencializam a qualidade dos produtos animais».

Tendo em vista a selecção de tópicos que cobrissem horizontalmente a problemática da maioria dos produtos agrícolas e a impossibilidade de cobrir todas as áreas, pareceu mais adequado escolher o tema da genética e melhoramento de plantas, e dois outros temas relacionados com a protecção das plantas e animais para uma visão global da investigação nas ciências da agricultura. A área importante das agro-indústrias não foi esquecida, mas considerou-se

que o seu tratamento poderia ser feito num outro painel, o da Biologia e Biotecnologia. Por outro lado, áreas como a da Economia e da Sociologia Rurais, e a Engenharia Rural, foram consideradas marginais para este painel que foi essencialmente dirigido para as ciências agrícolas com bases biológicas.

A situação da área da genética e do melhoramento de plantas é um bom exemplo para melhorar a orientação recente da investigação agrícola em Portugal. Maria Wanda Viegas, no artigo «*Genética e Melhoramento das Plantas em Portugal: Passado e Presente*» diz: «... A área da genética vegetal que durante quase cinquenta anos esteve dirigida principalmente para a citogenética dos cereais e das plantas endémicas, conduzindo à descoberta de vários genes envolvidos no controlo da meiosis e estabelecimento de novas relações filogenéticas, começou a deslocar-se em direcção à análise molecular, durante os últimos cinco anos».

Em relação à investigação em Sanidade Animal e Higiene Alimentar o artigo apresentado por A. Louzã e C. M. V. Martins (*Investigação em Sanidade Animal e Higiene Alimentar em Portugal – o seu Passado, Presente e Futuro*), dá ênfase aos pontos principais que deveriam definir o «padrão» do seu desenvolvimento futuro: 1) «a integração gradual de projectos de investigação numa perspectiva programática utilizando abordagens baseadas na metodologia dos sistemas»; 2) «aumento do envolvimento intra e inter-países das equipas de investigação...»; 3) «fortalecimento de grupos altamente especializados em doenças de animais exóticos»; 4) «expansão de actividades colaborativas de grupos portugueses em actividades I&D em regiões tropicais e sub-tropicais».

As tendências da investigação na protecção das plantas em Portugal foram apresentadas, no seu contexto histórico, no artigo «*A Investigação sobre a Protecção das Plantas em Portugal*» por Pedro Amaro. Nele é salientado que a abordagem da Protecção Integrada foi aceite como sendo a melhor forma para a consideração futura de que «A disponibilidade dos métodos de identificação, especialmente os patogénicos, mais rápidos e rigorosos, os conhecimentos mais profundos sobre a ecologia dos inimigos das culturas e a decisão de recorrer preferencialmente à luta genética pela produção de variedades resistentes ou tolerantes, à luta biológica no que respeita a destruidores e patogénicos, e à luta biotécnica por meio de feromones e de reguladores de crescimento de insectos...».

Apesar das diferenças na abordagem utilizada por cada autor na análise da situação e realizações dos investigadores das ciências agrícolas em Portugal, a maioria dos participantes salientou que houve um progresso substancial na última década. Contudo, ainda há um longo caminho para promover centros de excelência e para alcançar a «massa crítica» capaz de proporcionar um elevado desempenho de muitos dos grupos de investigação em Portugal.

I&D EM AGRICULTURA EM PORTUGAL. ANÁLISE DA SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS

*Nuno Moreira**

Introdução

A agricultura portuguesa no início dos anos 90 representa ainda 6% do PIB e emprega 18% da população activa. A produção agrícola é responsável por 60% do Produto Agrícola Bruto, enquanto que a produção animal e a produção florestal dividem entre si em partes aproximadas os restantes 40%.

A diversidade das paisagens rurais de Norte e Sul reflecte as diferenças de condições sócio-económicas e de tipos de produção, com produções mediterrânicas como sejam a vinha e o olival a representarem 25% do PAB, lado a lado com os «northern products», como os cereais, o leite e a carne. Explorações intensivas e tecnologicamente desenvolvidas coexistem com a exploração extensiva e com explorações subdesenvolvidas.

A adesão recente de Portugal à CE constituiu um desafio de adaptação à sua agricultura, a que em pouco tempo se vem agora somar outro, que é o da nova reforma da Política Agrícola Comum.

O quadro de investigadores portugueses em agricultura engloba um grande número de investigadores que realizaram uma parte do seu trabalho em investigação tropical, e alguns deles continuam a trabalhar nessa área em projectos internacionais e em programas bilaterais que Portugal mantém com as suas ex-colónias.

Embora a tendência nos países membros da Comunidade esteja a ser a redução do investimento público na investigação agrária, a situação geral deste sector em Portugal, juntamente com os desafios que no momento se colocam à produção e com as perspectivas de cooperação com os Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa, apontam para um importante papel da investigação em agricultura.

* Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Situação actual

Instituições

A investigação agrícola, animal e florestal em Portugal é quase exclusivamente desenvolvida nos Laboratórios do Estado e nas Instituições de Ensino Superior, já que as Instituições Privadas sem Fins Lucrativos e as Empresas representavam em 1988 apenas 2% das despesas em investigação no sector.

A investigação do Sector Estado, sobretudo dependente do Ministério da Agricultura, é conduzida principalmente pelo Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA) e pelo Laboratório Nacional de Investigação Veterinária (LNIV). A maioria do seu pessoal, instalações e serviços estão localizados na Região de Lisboa e Vale do Tejo (Fig. 1).

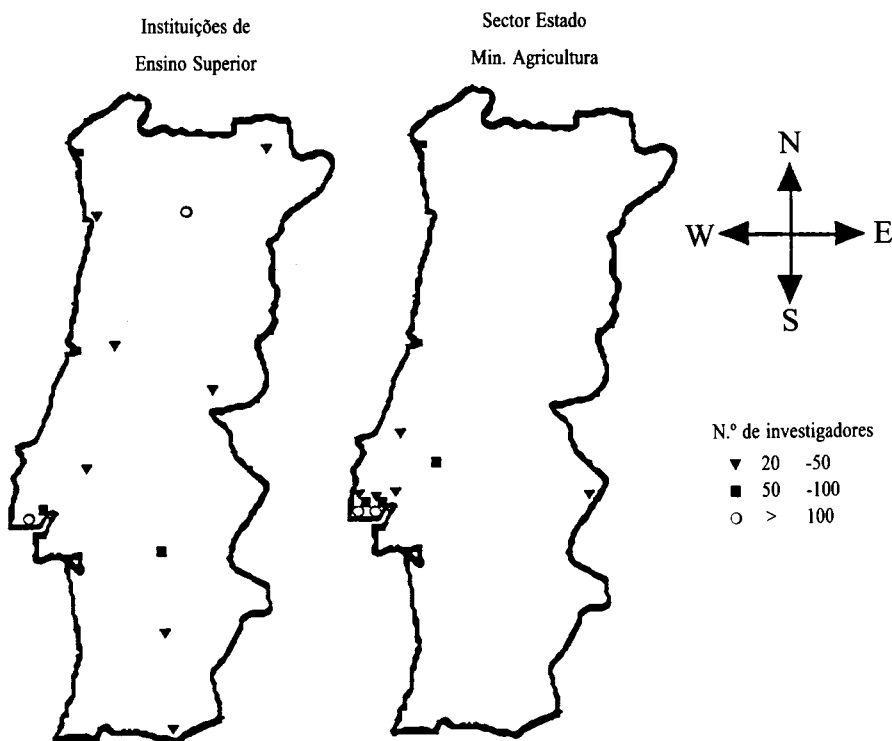


Fig. 1 – Localização das principais instituições com investigação na área da agricultura em Portugal Continental

Cobrindo um largo espectro de temas de investigação, desde a produção, melhoramento, fisiologia, pedologia, horticultura, viticultura e enologia, tecnologia dos alimentos, protecção das

culturas, regadio, nutrição animal, reprodução; diversas áreas de veterinária; produção, melhoramento, ecologia e tecnologia florestal; e ainda estudos sócio-económicos, estes institutos têm um numeroso «staff» mas enfrentam sérias dificuldades no financiamento das suas actividades.

As Instituições de Ensino Superior, tradicionalmente localizadas em Lisboa (o Instituto Superior de Agronomia e a Faculdade de Medicina Veterinária), cobriram o país de Norte a Sul (Fig. 1), com o desenvolvimento nos últimos 15-20 anos de novas Universidades e Institutos Politécnicos, incluindo nas ilhas dos Açores e Madeira. Dedicando-se ao ensino e à investigação, o seu «staff» cresceu rapidamente e apresenta um moral mais elevado.

Recursos Humanos

A distribuição dos investigadores (em equivalente a tempo integral – ETI) por regiões e por tipo de instituições (Sector Estado/Ensino Superior) em Ciências da Agricultura, Silvicultura e Pecuária (incluindo ainda Caça e Pescas) está sumarizada no Quadro 1.

Quadro 1
Distribuição de investigadores (ETI) em Portugal Continental na área de Agricultura, Silvicultura e Pecuária

Instituições	Regiões	Norte	Centro	Lisboa e Vale do Tejo	Alentejo	Algarve
S. Estado/Min. Agricultura		64	129(?)	1474	72	—
Ensino Superior		106	24	200	29	17

Fonte: JNICT (1990) *Inquérito ao potencial científico e tecnológico nacional (1988)*

Financiamento da Investigação

Existe um sistema misto e complexo de financiamento às instituições e financiamento de projectos em programas competitivos. O financiamento é feito pelos Ministérios da Agricultura, da Educação e do Plano.

A despesa em investigação por ETI foi, em 1988, 2 400 contos no sector Ensino Superior e 1 800 contos no Sector Estado.

O financiamento de projectos no âmbito de programas competitivos representou em 1990 um valor de 330 mil contos no INIA e perto de 100 mil contos no programa mobilizador da JNICT. A repartição sectorial destes valores foi no INIA 68% agrícola, 19% animal e 13% florestal e no programa da JNICT 45% agrícola, 31% animal e 24% florestal.

As recentes decisões de financiamento de infra-estruturas em Ciências e Tecnologias Agrárias no âmbito do Programa Ciência (medida E), atribuíram 84% dos 2 460 mil contos a Instituições de Ensino Superior e os restantes 16% ao INIA (Sector Estado).

Perspectivas

Para ilustrar as possíveis perspectivas da I&D em agricultura em Portugal, gostaria de chamar a atenção para o número crescente de doutoramentos e de cursos de mestrado em Portugal ao longo da última década. Estes números (Quadro 2) mostram um franco crescimento da especialização e graduação de quadros na área da investigação agrária. De entre o número total de doutoramentos na década (124), trinta foram realizados no estrangeiro, sobretudo nos EUA (13) e na Grã-Bretanha (10).

Quadro 2
Doutoramentos* e cursos de mestrado portugueses em agricultura

Anos	Doutoramentos*				Cursos de Mestrado (n.º)
	Agrícola	Animal	Florestal	Total	
1981	2	1	1	4	1
1982	3	1	1	5	1
1983	4	—	2	6	1
1984	6	—	1	7	1
1985	6	2	—	8	1
1986	7	5	1	13	2
1987	12	1	3	16	2
1988	9	1	1	11	3
1989	19	4	4	27	5
1990	18	6	3	27	7

* Números relativos ao «staff» do ISA (Lisboa), da UTAD (Vila Real) e da Universidade de Évora

Comentários finais

Embora considere relativamente prometedoras as perspectivas a curto/médio prazo da I&D em agricultura em Portugal, há aspectos que reclamam urgente atenção e decisão, de que destaco:

- a necessidade de aumentar os contactos e envolvimento dos investigadores portugueses em projectos e programas internacionais;

- a necessidade de aumentar a participação e responsabilidades do sector produtivo;
- a avaliação científica e estratégica;
- uma clara decisão quanto ao futuro, papel, objectivos e meios dos Institutos ou Laboratórios do Estado;
- uma decisão estratégica e flexível que contemple os interesses e os recursos nacionais quanto ao futuro da investigação agrária tropical.

INVESTIGAÇÃO NAS CIÊNCIAS FLORESTAIS EM PORTUGAL

*João Santos Pereira**

Introdução

Em Portugal as florestas são importantes não só devido às suas influências ambientais e na preservação da vida selvagem, mas também por causa da sua importância económica. Portugal é o único país da CEE que é um exportador líquido de produtos florestais. Acontece o contrário com a agricultura, tradicionalmente insuficiente para as necessidades de consumo interno (ver Fig. 1). Os produtos principais na lista de exportações de Portugal são a pasta de papel, a cortiça e a madeira, mas o país necessita ainda de importar quantidades apreciáveis de madeira (principalmente madeira de alta qualidade de zonas tropicais e temperadas) e de papel (principalmente feito de pasta de coníferas).

Valores de importação-exportação de produtos florestais e agrícolas (1989).

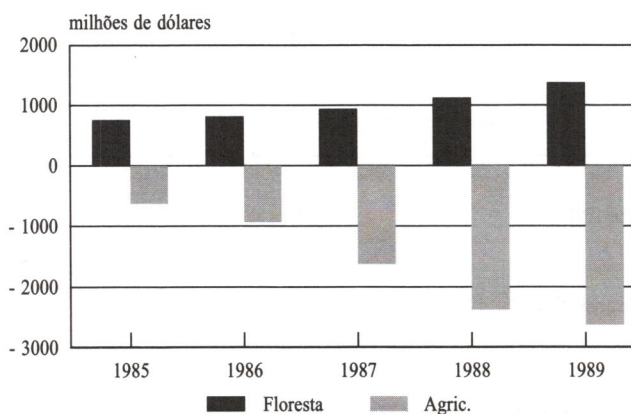


Figura 1

* Dept. Eng. Florestal, Instituto Superior de Agronomia.

Esta situação seria ideal para estimular a investigação científica e, até certo ponto, foi o que aconteceu, mas a um nível que não é compatível com a importância relativa do tema. Em 1987-1988, num dos programas principais realizados pela JNICT (Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica) a investigação florestal apenas teve cerca de 19% dos fundos dados às ciências agrícolas em geral, com um total de 1,1 milhões de ECU.

Neste trabalho procurarei fazer uma descrição da situação actual da investigação realizada em Portugal nas ciências florestais e tentarei avaliar os resultados desta investigação. Não foi uma tarefa fácil porque não está disponível muita informação crítica ou então simplesmente não se diferencia o sector que aparece integrado em Ciências Agrárias ou nas Ciências dos Materiais, por exemplo. Por conseguinte, a avaliação que irei apresentar é necessariamente subjectiva e incompleta em alguns aspectos.

A situação actual da investigação

Na ausência até à data de uma lista actualizada de instituições de investigação no sector florestal, reuni dados de fontes diferentes, incluindo comunicações pessoais, numa tentativa de caracterizar a situação actual da investigação. A Tabela 1 mostra o número de investigadores (investigadores principais mais assistentes, i. e., candidatos a doutoramento com contrato com o empregador) por instituição. É extremamente difícil, nalguns casos, distinguir a investigação da simples assistência técnica à indústria mas tentei seleccionar apenas o que se poderia qualificar de investigação e desenvolvimento (I&D).

Tabela 1
Número de investigadores em Ciências florestais

Universidades	43
Laboratórios estatais (INIA)	22 (a)
Indústria	14

(a) de «Informação INIA», N.º 17 (1990)

Igualmente importante para caracterizar a situação da investigação é o número de bolsas para estudos de graduação. Este número aumentou recentemente de um valor negligenciável para cerca de 20 (incluindo licenciados inscritos no curso de Mestrado do ISA mas com o patrocínio de Institutos Politécnicos). Mesmo sendo ainda em pequeno número, esta situação

evidencia um acréscimo importante de interesse dos jovens licenciados pela investigação nessa área.

O impacto a longo prazo deste esforço irá depender muito da integração dos participantes em universidades e outras instituições. Creio que será necessário um bom programa de bolsas de pós-doutoramento (e bolsas de estudo de doutoramento para estudantes com mestrados), incluindo o estímulo de trabalhar em outros países, para alcançar a excelência neste processo.

Tabela 2
Número de projectos em áreas diferentes das ciências florestais em 1989.

Reprodução e Genética	9
Silvicultura e Florestação	6
Ecologia	3
Fisiologia e Bioquímica	8
Propagação Vegetativa	6
Incêndios florestais	5
Hidrologia e Solos	7
Patologia e Entomologia	4
Biometria e Modelação do Crescimento	6
Produtos florestais	6
Economia	1
Outros produtos florestais	3

Os principais tópicos de investigação são dados na Tabela 2, juntamente com o número de projectos em cada área. Esta lista pode estar incompleta mas deverá notar-se que não é possível uma análise mais completa porque os dados estão dispersos através de diferentes publicações ou simplesmente não estão disponíveis. Além disso, o esforço real por trás de cada projecto pode ser bastante diferente porque os recursos humanos e financeiros podem diferir substancialmente (e. g. de 3000 a 130 000 ECU ou mais).

Resultados da Investigação

A avaliação dos resultados da investigação científica pode ser baseada em vários critérios por exemplo, o material publicado ou o impacto no desenvolvimento técnico, económico e cultural. Considerando as publicações, apenas existe um grupo (ISA, Lisboa) que tem um registo «normal» de publicações. O restante, ou nunca apresenta resultados ou então publica

em publicações obscuras sem condicionamento (sem «referees»). Escolhendo um método objectivo da avaliação do impacto das publicações, i. e., o número de citações dos trabalhos, encontramos um nível muito baixo de citação. Apenas um autor (da universidade, ISA), tinha nos últimos 5 anos um número de citações superior a 50. Dos outros autores (ou autores potenciais) 4 têm menos que 5 citações e a maioria nunca é citada (*nota*: foram evitadas as auto-citações).

Considerando que uma parte da investigação pode ter apenas importância local, outra via de avaliação seria o impacto no desenvolvimento técnico e económico. Novamente, é uma tarefa difícil. Em muitos casos, o desenvolvimento técnico realizou-se sem ou com um impacto negligenciável da investigação local. Por exemplo, a florestação de terras comunitárias na década de quarenta, tal como a de terras de propriedade privada na década de sessenta pelos serviços públicos, foi realizada sem qualquer investigação associada. Isto não significa que o resultado fosse tecnicamente mau. Pelo contrário, aqueles foram tempos de inovação técnica. Como de costume, existe conhecimento suficiente na literatura para uso imediato em caso de necessidade. Uma tentativa incipiente mas notável de investigar um tema de importância local consistiu numa série de trabalhos sobre o sobreiro realizados durante os anos 1930-1940 por J. Natividade e seus colaboradores. A falta de continuidade desperdiçou largamente este esforço.

No caso dos serviços públicos o impacto da investigação tem sido mínimo porque muitos serviços nunca desenvolveram as suas próprias fontes de desenvolvimento técnico, controlo de qualidade e extensão. Isto torna a comunicação entre os investigadores e os serviços difícil e resulta numa confusão de tarefas entre o que deveria ser investigado como fonte primária de conhecimento e o que necessita de ser feito em termos de uma implementação de técnicas.

Apesar de algumas excepções isoladas, a influência principal das actividades de I&D no desempenho desses serviços públicos tem sido feita através do treino universitário do seu pessoal. Todavia, iniciou-se recentemente uma maior cooperação, especialmente em áreas específicas tal como os incêndios florestais, por exemplo. Outro caso de impacto importante da investigação no desempenho e na tomada de decisões dos serviços públicos tem sido a avaliação do impacto ambiental da florestação com espécies de rápido crescimento. A universidade (ISA) providenciou o suporte de investigação científica necessário a esta tarefa.

Em relação às indústrias, o impacto da investigação é bastante variável. Na última década houve algum impacto da I&D nas áreas de qualidade da cortiça, extracção da resina de pinheiro e química. Contudo, as indústrias mais avançadas – pasta celulósica e alguns sectores da indústria da cortiça – trabalham sobretudo com tecnologia importada. A relação dos departamentos de florestação da indústria da pasta celulósica e as organizações de investigação tem sido boa desde há alguns anos. Especialmente no caso da silvicultura, na fisiologia e na genética do eucalipto, Portugal alcançou reconhecimento internacional.

Os outros utilizadores da investigação em ciências florestais serão os agricultores. Apesar de 80% das terras florestais serem propriedade privada em Portugal, a maioria dos agricultores não tem a capacidade financeira ou técnica para serem utilizadores independentes dos resultados das actividades de I&D. Por conseguinte serão muito dependentes dos serviços de extensão florestal, cuja existência é virtualmente nula. Contudo, alguns agricultores mostraram interesse de serem utilizadores directos dos resultados de I&D, nomeadamente os sectores de florestação da indústria da pasta celulósica, que possuem grandes áreas de floresta, e os proprietários de exploração agro-florestais de sobreiros no Sul de Portugal. Até aqui, o impacto da investigação verificou-se principalmente na melhoria da silvicultura do eucalipto. Tal deve-se não só à melhoria da tecnologia em consequência da utilização de dados de investigação, mas também à incorporação dos resultados da investigação centrada no impacto ambiental da florestação com espécies de rápido crescimento.

Conclusões

Nas últimas décadas houve uma razoável actividade de I&D nas ciências florestais, de que resultou um número apreciável de publicações com origem na universidade (nomeadamente no ISA). Em geral porém, o impacto da investigação florestal tem sido pequeno na melhoria da tecnologia, apenas com algumas excepções. É demasiado cedo para avaliar a influência da cooperação com outros países da CEE no desenvolvimento da investigação. O fraco desempenho de algumas instituições com vocação para as acções de I&D no sector sugere que nesses casos a ênfase deve ser posta na formação de recursos humanos. A selecção de tópicos para a investigação deverá contemplar não apenas as necessidades do sistema sócio-económico, mas também a capacidade de produzir investigação de boa qualidade. Uma política rígida de selecção das prioridades de investigação que negligencie este último aspecto resultará provavelmente dum desperdício de recursos. Se for desejada a melhoria do desempenho, deverão ser dirigidos investimentos para locais onde os recursos humanos podem garantir resultados úteis e, em geral, para o treino de investigadores.

ACTIVIDADES DE I&D NO DOMÍNIO DA CIÊNCIA ANIMAL: CASO PRODUÇÃO ANIMAL

*Apolinário Vaz Portugal**

1 – Situação da produção animal em Portugal

A produção animal a nível nacional satisfaz as necessidades de procura no mercado Português. Situações conjunturais e liberdade nas regras do mercado (caso do Mercado aberto, CEE) podem quebrar este equilíbrio e provocarem, em determinadas situações mais competitivas, a importação de alimentos de origem animal, nomeadamente de carne e mais especificamente de carne bovina.

Portugal manifesta consumos baixos de leite e carne, cerca de metade da média da CEE. Para tal facto tem contribuído sobretudo o baixo poder de compra da população portuguesa. É previsível, no futuro, um mercado favorável à expansão da procura de alimentos de natureza animal, desde que a «imagem pública» da produção animal ultrapasse as dificuldades por que passa. Sente-se, a nível internacional e como consequência desta má «imagem» da produção animal (sistemas de produção utilizando factores exógenos de estimulação da produtividade e de orientação para a deposição dos componentes da carne; agressão ambiental pelos sistemas intensivos de produção; reflexos no «bem estar» animal e outros) uma clara recessão no sector que não atingiu significativamente Portugal, dado os seus níveis baixos de consumo de produtos de origem animal. Pelo contrário a evolução da procura interna de bens alimentares, entre 1976 a 1986, permitiu assinalar valores anuais de crescimento no consumo de alimentos de natureza animal per capita da ordem de 1,15 Kg de carne bovina, 1,51 Kg de carne suína, 2,7 Kg de leite e 1,71 Kg de queijo.

A contribuição na produção agrícola total da produção animal na última década, tem variado entre valores de 50 a 55%, prevendo-se a continuação do crescimento, embora mais lento, da produção animal. Contudo a obtenção de elevadas produtividades físicas em pro-

* Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa e Estação Zootécnica Nacional.

dução animal em Portugal tem conduzido ao recurso à utilização de alimentos concentrados ricos em energia e proteína (aumento de **consumos intermédios** provenientes da importação). Tal facto reduz o **valor acrescentado** nas taxas de crescimento da produção animal. Nestas circunstâncias a adopção de sistemas de produção intensiva, desligada do consumo de recursos locais, acentua a fragilidade do sector em termos de vantagens comparativas com outras produções agrícolas. Acentua-se a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias de produção agrícola, assentes na **inovação e adaptação tecnológicas**, considerando várias opções produtivas, face aos recursos disponíveis. As interfaces criadas pelos interesses do trinómio **Planta/Animal/Ambiente** e a «imagem» da Produção Animal feita pelo **consumidor** marcarão os desafios que terão de enfrentar as actividades de I&D, para **manipular** a produção, orientando-a para **produzir o que se vende**.

Existe uma grande necessidade de utilização de **tecnologia moderna** de forma a permitir que seja possível um **regresso**, sem perda de produtividade aceitável, a sistemas de produção mais extensivos ou preferivelmente «mais naturais». Também existe a necessidade de se ter uma abordagem mais competitiva e eficiente na produção renovável de energia. Devemos investir no futuro! Portugal, nos novos desafios que se colocam procurará criar espaço e desenvolver acções que sirvam a Ciência e a Tecnologia, apostando na afirmação dos seus recursos endógenos.

Necessita Portugal de melhorar a sua capacidade científica nestas áreas, mantendo um fluxo contínuo de interesse e sensibilidade nas actividades de I&D, evitando-o fazer, como é hábito, **através de ciclos descontínuos de acção, de intervenção e de organização**. Portugal terá assim oportunidade para se juntar aos países europeus, nomeadamente aos do Sul, tornando-se referência nos projectos europeus para a criação de novas tecnologias para a produção animal, promovendo assim melhor capacidade para produzir oferecendo «**saber aos outros**».

2 – Integração da produção animal no sistema científico e tecnológico português

As actividades de I&D em produção animal realizam-se no território Nacional por equipas de dimensão e interesses variados, com graus frágeis de comunicabilidade e mobilidade entre si. Os recursos financeiros são obtidos de:

- Receitas feitas na própria Instituição;
- Contratos de Investigação celebrados com a J.N.I.C.T.* e o I.N.I.C.*;

* J.N.I.C.T. – Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica.

* I.N.I.C. – Instituto Nacional de Investigação Científica.

- Orçamentos do Estado;
- Contratos com Instituições Privadas sem fins lucrativos e Empresas;
- Projectos de programas da Comunidade ou de outras organizações Internacionais.

No financiamento global das actividades de I&D em Portugal destaca-se o grande peso do Estado, nas dotações. Contudo Portugal ainda não vai além de valores da ordem de 0,5% do PIB como comparticipação do Estado às actividades de I&D! A participação das Empresas em actividades de I&D em agricultura situa-se à volta dos 0,2% dos gastos totais! A Agricultura, Pescas e Alimentação dispõe de 23,6% de pessoal investigador qualificado no total de recursos humanos ligados a actividades de I&D, que representam 1,5% da população activa.

O sistema científico e tecnológico na área produção animal está integrado no **cenário** descrito e manifesta grandes fragilidades, traduzidas:

- Na dispersão, sem dimensão, da localização geográfica onde, salvo o caso da Estação Zootécnica Nacional, Santarém, não existe nos núcleos dispersos a massa crítica mínima;
- Na pouca expressiva formação pluridisciplinar das equipas de investigação;
- No envolvimento principal das equipas de I&D em actividades pedagógicas e de ensino na Universidade e Institutos Politécnicos, o que resulta numa falta de tempo para as actividades de I&D (equipas, em média, compostas por menos de 4 investigadores que são professores);
- Na falta de um sistema de coordenação, envolvendo a análise e a discussão dos interesses dos vários intervenientes, onde se salienta a falta de critérios para a definição de prioridades, o praticamente inexistente acompanhamento das acções, embora se dispoña de processos de avaliação credíveis;
- No baixo nível de integração na comunidade internacional.

Sente-se a necessidade de maior dimensão disciplinar e mais conhecimento das **Ciências Básicas** na formação das equipas multidisciplinares responsáveis, em «system approach» pela definição de técnicas de produção animal que sirvam melhor as nossas condições de produção. A motivação para o diálogo interdisciplinar torna-se, num **ambiente ou «campus científico»** devidamente dimensionado, um factor decisivo para a intervenção e importância da investigação disciplinar em produção animal.

Os núcleos dispersos pelo País onde se realizam actividades de I&D em produção animal localizam-se:

- Açores (Departamento de Ciências Agrárias da Universidade dos Açores);
- Beja (Escola Superior Agrária);

- Bragança (Escola Superior Agrária);
- Castelo Branco (Escola Superior Agrária);
- Coimbra (Escola Superior Agrária);
- Évora (Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Évora);
- Lisboa (Faculdade de Medicina Veterinária e Instituto Superior de Agronomia);
- Santarém (Estação Zootécnica Nacional, INIA e Escola Superior Agrária);
- Vila Real (Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro).

A Estação Zootécnica Nacional, só por si, dispõe de 55 a 60% do total do pessoal científico (nível investigador), dedicado a **Ciência da Produção Animal** (total do pessoal investigador em produção animal – 45 unidades como investigador, considerado este como doutorado ou equiparado).

Salienta-se o peso do Ministério da Agricultura nas actividades de I&D em agricultura e obviamente em produção animal, seguindo-se, a distância significativa, a contribuição da JNICT e do INIC. Por tradição em Portugal alguns Ministérios sectoriais, caso do da Agricultura, mantêm nos seus serviços actividades de I&D. O Ministério da Agricultura é responsável pelo maior esforço nos gastos financeiros globais com as actividades de I&D em produção animal e suporta as despesas com pessoal, que consomem, no todo recebido, valores superiores a 95% (valores atribuídos aos anos de 1990 e 1991).

Para além dos factores citados que enquadram a disponibilidade nacional para actividades de I&D em agricultura, «senso lato», saliente-se a necessidade que a Investigação Científica tem de se implantar e ser reconhecida na sociedade portuguesa, sentindo esta a sua indispensabilidade e o peso da sua intervenção na evolução. Só assim construir-se-ão **novos cenários** de desenvolvimento, mesmo crescimento sustentado e apresentar-se-ão melhores rácios de **custos – benefícios**. É necessário uma maior contribuição e esforço em meios financeiros e humanos qualificados para se realizarem as tarefas que Portugal enfrenta nestes domínios.

Para concluir, há necessidade de:

- a) Levar a sociedade portuguesa a interessar-se pela investigação científica, porque a Ciência também é Cultura.
- b) Aumentar os recursos financeiros e humanos, promover na formação de equipas pluridisciplinares o conhecimento e domínio das ciências básicas e procurar, numa fase inicial, concentrar esforços em locais onde a massa crítica desejada possa ser alcançada.
- c) Estabelecer uma política para investigação científica de uma forma contínua e sem sobressaltos, evitando a incerteza e a insegurança financeira e organizativa.

3 – Aspectos gerais da investigação científica em produção animal em Portugal: doutrina e principais linhas de estudo

As orientações para os estudos de I&D a executar em **produção animal** por forma a se atingirem as tecnologias que melhor sirvam os problemas reais nacionais, visam:

- a) A contribuição destas actividades para o avanço da Ciência nestas áreas, enraizadas no domínio e manipulação da **tecnologia biológica**.
- b) A obtenção de um produto animal de elevada qualidade e, quando possível, de características próprias (marca de origem, estimulando a procura pelo consumidor de produtos com marca de origem).
- c) O se atingir custos de produção mais baixos e competitivos nos diversos segmentos da produção animal, valorizando recursos locais disponíveis ou a disponibilizar (aproveitamento de biomassa).
- d) O se assegurar a defesa do meio ambiente, o evitar a desertificação do mundo rural e

- das mesmas em esquemas de melhoramento genético (a criação de animais de melhores aptidões aos fins em vista, mesmo a possibilidade de animais transgénicos).
- c) Estudo dos ritmos reprodutivos das raças nacionais fundamentados na caracterização dos perfis endócrinos a eles associados, na fertilidade, no intervalo entre partos e na precocidade reprodutiva; implementação, desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias no foro da reprodução com vista a maximizar o ciclo reprodutivo dos animais (redução do anestro, viabilidade embrionária, fecundação «in vitro», sexagem, clonagem e transferência embrionária); aumento da capacidade leiteira da mãe; programação das parições e sazonalidade da reprodução, por forma a se obterem partos ao longo do ano e uma melhor cobertura das necessidades do animal para a gestação, lactação e crescimento.
 - d) Identificação do efeito alimento/produto animal depositado por forma a privilegiar a eficiência da conversão alimentar, as características próprias do produto final e a obtenção de custos de produção para os diversos segmentos da cadeia de produção animal (estudo do valor produtivo de fontes alimentares, sua caracterização e modificação por métodos biotecnológicos).
 - e) Desenvolvimento regional de sistemas de produção que maximizam recursos locais, provocam o ordenamento da produção animal para zonas onde se encontrem **vantagens comparativas** para a sua alimentação, manutenção, eficiência e custos e constituem áreas com relevância no desenvolvimento regional, contribuindo desta forma para a correcção de assimetrias.
 - f) Conversão da biomassa para a produção de alimentos para os animais, usando novas enzimas, articulando estas acções com instituições nacionais e estrangeiras a trabalhar nos domínios da Biotecnologia.

Este grande enunciado de intenções visa:

- a) Aumentar a utilização e enriquecimento de alimentos não tradicionais (uso da biomassa disponível para a produção de alimentos para animais).
- b) Maximizar as condições de produção do Sul da Europa, potencializando os seus recursos.
- c) Tornar mais eficiente o fluxo potencial de energia fixada nos biotipos desta região.
- d) Desenvolver tecnologias de produção que potencializem a qualidade do produto animal e as suas características especiais a originarem a marca de origem.

Destacam-se prioritariamente os seguintes temas que vêm merecendo estudos específicos nas diversas Instituições a nível nacional:

- a) Manipulação da fermentação reticulo-ruminal, reduzindo a produção de metano, maximizando a produção de proteína microbiana à custa de energia proveniente da utili-

zação de glúcidos, de outros componentes parietais e de gorduras, reduzindo a desaminação reticulo-ruminal.

- b) Conservação de fontes alimentares e disponibilização dos nutrientes das mesmas por acções enzimáticas dirigidas (destruição de ligações lignocelulósicas).
- c) Aumento da eficiência digestiva, procurando, através do incremento da digestibilidade, obter maiores quantidades de nutrientes e reduzir o impacto ambiental provocado pelos dejectos animais (reduzir as quantidades de fezes, urina e gases nomeadamente o metano para a mesma quantidade de matéria orgânica ingerida).
- d) Estudo de interacções entre alimentos e entre metabolitos, aumentando a digestibilidade e a eficiência digestiva na conversão do alimento em nutrientes, buscando a formulação e preparação do alimento completo.
- e) Estudo comparativo do metabolismo e caracterização da cobertura das necessidades do animal, face ao meio e às suas características genéticas (raça e família).
- f) Estudos da adaptação metabólica, manipulação e orientação do metabolismo por substâncias endógenas (imunofisiologia) e exógenas que reduzam os gastos com a conservação, nomeadamente em períodos de escassez alimentar. Estas intervenções não devem reduzir a actividade metabólica, pondo em causa o aumento do produto por unidade de energia ingerida.
- g) Definição, caracterização e preservação da qualidade do produto animal. Promover estudos sobre a estrutura histológica, composição bioquímica da carne em fases e níveis diferenciados do crescimento e engorda para animais com características diversas quanto aos potenciais de crescimento, de maturidade e de engorda.
- h) Influência da alimentação e dos sistemas de produção na composição e qualidade do produto animal, leite e carne, e manipulação no aumento da deposição dos componentes desejáveis.
- i) Recolha e análise de registos produtivos por forma a se definir a metodologia de colheita e de tratamento de dados que melhor sirvam o enquadramento do animal no ambiente que o rodeia e no tipo de exploração, auscultando as tradições e a cultura dos povos a sensibilizar e motivar para a evolução.
- j) Níveis elevados de produtividade unitária e alterações metabólicas precursoras de doenças resultantes da intensificação da produção animal e influência dos mesmos níveis na longevidade animal e composição do produto.

Esta a síntese que o tema solicitou no tempo permitido, sem nos alongarmos em detalhes, facultou-se uma informação sobre **o que nos preocupa e o que nos ocupa**.

A GENÉTICA E O MELHORAMENTO VEGETAL EM PORTUGAL PASSADO E PRESENTE

*Wanda Suriname Viegas**

Introdução

Sendo uma das principais estratégias do Melhoramento Vegetal a utilização de novas espécies e de genes que permitam a obtenção de culturas mais produtivas e com maior valor nutritivo, dever-se-á realçar neste contexto a importante contribuição portuguesa durante os Descobrimentos, comprovada pelo intenso intercâmbio de espécies vegetais entre continentes, nomeadamente pela introdução de batata-doce, papaia e ananás sul-americanos em África e do côco, banana e manga asiáticos em África e na América. Igualmente importante foi a sua contribuição para a introdução de algumas espécies actualmente fundamentais nos nossos hábitos alimentares tais como milho, batata, laranja e chá. Portugal foi também responsável pela organização e transmissão de muita informação sobre novas espécies vegetais desconhecidas na Europa até então.

Contudo, a partir desse período áureo, caracterizado por uma elevada diversidade genética das culturas, tem vindo a acentuar-se uma diminuição progressiva de variabilidade, provocando um aumento de vulnerabilidade a pragas, a doenças e a «stress» abióticos actualmente patente em muitas das culturas. Paralelamente, o actual ritmo de crescimento demográfico exige a obtenção de elevados níveis de produção embora a disponibilidade de novos terrenos agrícolas para uma agricultura sustentada seja limitada. Portugal encontra-se também envolvido no presente desafio mundial de gerar soluções que permitam um aumento da produtividade, mantendo simultaneamente o equilíbrio ambiental. Neste âmbito, têm sido desenvolvidos diversos programas de melhoramento das culturas com maior importância económica, visando essencialmente a obtenção de cultivares mais tolerantes aos «stresses» bióticos e abióticos e a utilização de técnicas culturais mais eficazes.

* Departamento de Botânica e Engenharia Biológica, Instituto Superior de Agronomia.

Instituições e programas

Em Portugal, o desenvolvimento de projectos de melhoramento das espécies vegetais com base no conhecimento das Leis de Mendel iniciou-se logo após a sua redescoberta, pois já em 1901 o Ministério da Agricultura recomendava a utilização de hibridações no trigo para a obtenção de variedades mais produtivas e com maior qualidade nutritiva. A Estação Agrária Nacional, criada em 1923, foi o primeiro Instituto onde existiu um Departamento vocacionado para o desenvolvimento de programas de melhoramentos de plantas, tendo-se essencialmente dedicado à produção de «linhas puras» de variedades regionais portuguesas. No contexto da Genética e do Melhoramento Vegetal deve-se realçar, a partir de 1920, a fundamental importância da notável contribuição do Prof. António Câmara, do Instituto Superior de Agronomia, na implantação da Genética Vegetal como uma nova área científica de tal forma que, também através do seu empenho, foi pela primeira vez incluída num *curriculum* das Universidades portuguesas. O Prof. António Câmara foi ainda o director da Estação Agronómica Nacional (EAN), criada em 1936, em cujo Departamento de Genética se desenvolveu uma excelente escola científica. O Departamento de Melhoramento de Plantas Arvenses da EAN constituiu o núcleo de formação da Estação Nacional de Melhoramento de Plantas de Elvas, criada em 1942. Embora de início estas duas Instituições se dedicassem essencialmente ao melhoramento de cereais, actualmente desenvolvem diversos programas de melhoramento em outras espécies nomeadamente proteaginosas, oleaginosas, pastagens, forragens e vinha, os quais já permitiram a obtenção de numerosas cultivares melhoradas. Posteriormente, foram criadas a Estação Nacional de Fruticultura em Alcobaça, principalmente vocacionada para o desenvolvimento de projectos de selecção e de melhoramento das fruteiras, e o Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, instituição pioneira no estudo de aspectos fisiológicos e genéticos da resistência dos cafeeiros às ferrugens e que tem produzido inúmeras cultivares mais adaptadas às condições específicas de distintos países tropicais.

Na área do Melhoramento Vegetal deve também ser realçada a importante contribuição de algumas Universidades, nomeadamente a do Instituto Superior de Agronomia (ISA), em Lisboa, onde se têm desenvolvido projectos de relevo no melhoramento da vinha, tremço, trigo e eucalipto e a da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) onde decorre um importante projecto de melhoramento do tritcale e de algumas culturas regionais.

Em Portugal, os programas de Melhoramento Florestal iniciaram-se na década de 30 através da criação da Estação Experimental Florestal do Sobreiro, desenvolvendo-se actualmente na Estação Florestal Nacional diversos programas entre os quais se poderá realçar o melhoramento do pinheiro bravo para a obtenção de árvores com taxas de crescimento superior e com melhor porte, o do sobreiro para o aumento da produtividade e da qualidade da cortiça e o do choupo para a melhoria da sua produtividade e resistência. Paralelamente, devido ao

crescimento exponencial de plantações de eucalipto no país, tem-se observado um grande incremento de projetos dedicados ao melhoramento desta espécie, especialmente degen-

Plantação de eucalipto

— Na ilha de Suriname —

Atualmente, encontra-se em Suriname uma grande variedade de espécies de eucalipto, sendo as principais as plantações de eucalipto para a produção de celulose. Uma das variedades mais utilizadas é a *Eucalyptus grandis*, que é uma espécie de eucalipto originária da Austrália. Esta espécie é muito utilizada para a produção de celulose, devido ao seu rápido crescimento e à sua alta produtividade. Além disso, a *Eucalyptus grandis* é também utilizada para a produção de madeira, sendo uma das principais espécies utilizadas para este fim. A *Eucalyptus grandis* é uma espécie de eucalipto que se adapta muito bem ao clima de Suriname, sendo uma das principais espécies utilizadas para a produção de celulose e madeira.

— Na ilha de Suriname —

Atualmente, encontra-se em Suriname uma grande variedade de espécies de eucalipto, sendo as principais as plantações de eucalipto para a produção de celulose. Uma das variedades mais utilizadas é a *Eucalyptus grandis*, que é uma espécie de eucalipto originária da Austrália. Esta espécie é muito utilizada para a produção de celulose, devido ao seu rápido crescimento e à sua alta produtividade. Além disso, a *Eucalyptus grandis* é também utilizada para a produção de madeira, sendo uma das principais espécies utilizadas para este fim.

Como podemos perceber, a *Eucalyptus grandis* é uma espécie de eucalipto que se adapta muito bem ao clima de Suriname, sendo uma das principais espécies utilizadas para a produção de celulose e madeira. Além disso, a *Eucalyptus grandis* é também utilizada para a produção de madeira, sendo uma das principais espécies utilizadas para este fim. A *Eucalyptus grandis* é uma espécie de eucalipto que se adapta muito bem ao clima de Suriname, sendo uma das principais espécies utilizadas para a produção de celulose e madeira.

Paralelamente, decorre também o desenvolvimento de projectos para o estudo do controlo génico do desenvolvimento, através da análise de alterações induzidas pela excisão de elementos transponíveis.

– *Bancos de germoplasma*

A maioria do germoplasma utilizado nos programas de melhoramento descritos proveio de diversas organizações internacionais com as quais as instituições portuguesas mantêm uma colaboração científica, nomeadamente, CIMMYT, FAO, ICARDA e CIAT.

Em Portugal também têm sido estabelecidos bancos de germoplasma de diversas espécies, seja devido à premente preocupação em se reprimir a erosão da biodiversidade, seja devido ao reconhecimento da importância das espécies selvagens como reservatórios de genes que poderão vir a ser vitais no futuro para o melhoramento das culturas existentes e até como potenciais culturas alternativas.

Financiamento e formação

Nos programas de Melhoramento Vegetal desenvolvidos no país verificou-se sistematicamente algum desfasamento entre os objectivos propostos e a sua realização, principalmente devido ao baixo nível de financiamento disponível para a sua execução e também à inexistência de programas de formação de quadros especializados. Estas restrições têm sido no entanto ultrapassadas durante os últimos cinco anos através da elaboração de contratos de investigação, implementados pelo Instituto Nacional de Investigação Científica e principalmente pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, que permitiram o financiamento de diversos projectos no âmbito da investigação fundamental e aplicada nas Ciências Agrárias e, paralelamente, têm contribuído para a diferenciação científica de um grande número de jovens investigadores vocacionados para as áreas de Genética e de Melhoramento Vegetal. A recente implementação no Instituto Superior de Agronomia de especializações em Melhoramento Vegetal, ao nível de Licenciatura e de Mestrado, irá certamente também contribuir para a formação de um maior número de quadros especializados naquelas áreas.

As perspectivas optimistas actualmente existentes nas áreas da Genética e do Melhoramento Vegetal serão certamente ainda mais reforçadas através do desenvolvimento de projectos de investigação com colaboração internacional, essencial para a resolução dos problemas globais que os países industrializados e os países em desenvolvimento actualmente enfrentam.

INVESTIGAÇÃO EM SANIDADE ANIMAL E EM HIGIENE DOS ALIMENTOS – PASSADO, PRESENTE E FUTURO

*Armando Carvalho Louzã e Carlos Manuel Ventura Martins**

Introdução

Em Portugal, a investigação em sanidade animal e em higiene dos alimentos tem sido, quase em exclusivo, da responsabilidade de instituições veterinárias.

No entanto, recentemente, têm surgido grupos de investigação multidisciplinares, localizados em diversas instituições, a desenvolver temas relativos às doenças animais e à salubridade alimentar e a que tem correspondido a apresentação, a discussão e a publicação crescentes de interessantes resultados e conclusões.

Tal como acontece em outras áreas do sector agrícola, as instituições veterinárias portuguesas têm revelado algumas dificuldades na adaptação à rápida evolução dos conceitos científicos e das atitudes relacionadas com o reforço da investigação por projecto, orientada de acordo com prioridades estratégicas.

O Passado

Historicamente, as instituições veterinárias têm tido a responsabilidade de garantir a prevenção e o controlo das doenças zoonóticas que afectam as espécies pecuárias e os animais de companhia. A maior parte dos recursos humanos e materiais foram concentrados naqueles objectivos. Por outro lado, o investimento financeiro no sector pecuário tem sido sempre escasso e a aceitação social dos profissionais veterinários (embora responsáveis pela erradicação da raiva canina desde 1960) apenas lentamente desenvolvida.

* Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa.

Agravando esta situação, o ambiente político e económico imposto durante meio século bloqueou a iniciativa privada, perverteu a organização das associações de produtores e institucionalizou o papel do veterinário estatal no sector pecuário.

Nesta conjuntura, a produção científica em sanidade animal e em higiene alimentar foi modesta quer em termos quantitativos quer qualitativos.

Situação de algum modo diversa registou-se nas ex-colónias de Angola e de Moçambique. Em ambos estes países foram instalados laboratórios de diagnóstico e de investigação veterinários nos anos vinte. Estas instituições beneficiaram de orçamentos mais amplos, permitiram a expressão da iniciativa individual e a dimensão dos problemas a resolver promoveu uma dinâmica própria, consubstanciada em extensos contactos internacionais com os outros países da região.

Foram abordados temas relativos às doenças animais mais graves para a pecuária local, tais como a Peste Suína Africana, a Peripneumonia Contagiosa dos Bovinos, as Tripanossomíases e outras, tendo sido produzido trabalho científico de reconhecimento internacional até à data da independência daqueles territórios.

Entretanto, em 1963, foram instaladas em Angola e em Moçambique instituições de ensino superior e, especificamente, no âmbito das Ciências Veterinárias. Um programa de bolsas de estudo para preparação de quadros próprios conduziu à formação científica especializada de pessoal de origem portuguesa que foi, quase em exclusivo, expatriado para Portugal na década de 70.

Um vasto programa de formação e treino dirigido a docentes universitários, no estrangeiro, tinha entretanto sido iniciado a partir da resolução da questão da equivalência dos graus obtidos.

Este programa criou a oportunidade para o treino de um número significativo de jovens veterinários em universidades credenciadas do Reino Unido e dos Estados Unidos.

No final da década de setenta, a Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica (JNICT) iniciou uma política de atribuição de financiamento para projectos de I&D e para bolsas de estudo baseada em critérios adequados e transparentes, em pareceres científicos independentes e na avaliação periódica dos resultados obtidos.

Esta estratégia (coordenada por um veterinário infelizmente já desaparecido) foi determinante para o aparecimento e a consolidação de novos grupos de investigação, sobretudo em instituições de ensino superior.

Este programa foi apoiado, também por outras instituições científicas e de educação como a Fundação Gulbenkian, o British Council, a Fundação Fulbright, o Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC) e, mais recentemente, a Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento (FLAD), cujos incentivos financeiros tornaram possível a viabilização do investimento inicial, ou em curso.

O Presente

Os grupos de investigação e desenvolvimento em sanidade animal e em higiene dos alimentos estão, presentemente, sobretudo concentrados em duas instituições veterinárias – a Faculdade de Medicina Veterinária (FMV) da Universidade Técnica de Lisboa e o Laboratório Nacional de Investigação Veterinária (LNIV) da Direcção-Geral da Pecuária (Ministério da Agricultura).

A Faculdade de Medicina Veterinária acolhe três centros de investigação (Toxicologia, Parasitologia e Patologia Comparada) instalados e mantidos pelo INIC, para além de algumas outras unidades de investigação apoiadas exclusivamente através de projectos de I&D de instituições nacionais como a JNICT, a FLAD, o INIC e de financiadores internacionais como a Comunidade Europeia (EC), o British Council (BC) e o Banco Mundial. No caso destes núcleos de investigação, as principais áreas de trabalho são a imunologia celular, a epidemiologia económica, a patologia aquática e a higiene dos alimentos.

A outra instituição tradicionalmente vocacionada para o estudo de problemas de sanidade animal e de higiene dos alimentos é o Laboratório Nacional de Investigação Veterinária, fundado em Lisboa em 1913. Esta instituição é responsável pelo diagnóstico oficial das doenças animais e dos problemas de contaminação biológica ou química dos alimentos. Distribui-se, a nível nacional, por quatro cidades: Lisboa (sede) e três laboratórios regionais (Porto, Évora e Faro). As suas actividades de I&D orientam-se preferencialmente para o desenvolvimento de metodologias de diagnóstico e de produtos imunogénicos, sendo financiadas, quase em exclusivo, pelas dotações anuais da tutela.

O LNIV é laboratório de referência nacional para todas as doenças animais de classificação A. B. da Comunidade e referência internacional recomendada pelo Office International des Épidémiologies para a Peripneumonia Contagiosa dos Bovinos.

Outros grupos de investigadores sedeados em instituições privadas ou estatais têm vindo a intervir, quer por iniciativa própria quer em colaboração, em alguns aspectos das doenças animais e da higiene e salubridade alimentares. Dentre estas instituições destacam-se outras universidades e institutos agrários distribuídos pelo país (Porto, Vila Real, Évora, Coimbra, Castelo Branco, Beja, Ponte de Lima) e também outros locais como o Instituto Gulbenkian de Ciência (IGC), o Instituto de Higiene e Medicina Tropical (IHMT), o Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT), o Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA) e o Instituto Nacional de Saúde (INSA).

Na última década, as principais características da I&D em sanidade animal e higiene dos alimentos foram: i) o desenvolvimento de projectos orientados para a resolução de problemas específicos financiados preferencialmente por instituições nacionais de apoio à I&D; ii) a constituição de novos grupos de investigação liderados por cientistas qualificados, locali-

zados em instituições do ensino superior; iii) o apoio adicional de programas internacionais de formação avançada (British Council, INVOTAN, Fulbright Foundation) e de agências de financiamento científico como a FLAD, a Comunidade Económica Europeia e a NAS/BOS-TID para a aconsolidação, a expansão e a mobilidade dos grupos de investigação; e iv) a intervenção crescente de grupos nacionais em programas de I&D internacionais, tanto na Europa como em regiões tropicais e subtropicais.

Um dos resultados mais destacados da presente estratégia de financiamento de projectos de I&D tem sido a concentração dos grupos de investigação no estudo das maiores limitantes à produção e à eficiência dos sectores pecuário e de saúde pública.

Esta política, baseada na selecção e na avaliação de projectos aplicando critérios de qualidade por objectivos, principalmente nas seguintes áreas atendendo às prioridades nacionais e considerando as qualificações dos grupos de investigação proponentes, têm dirigido as linhas de investigação no sector da saúde animal relativamente a duas áreas principais:

i) doenças de grande impacto na pecuária e zoonóticas que afectam os efectivos locais ou as espécies animais de companhia;

e, ii) investigação orientada para sistemas como forma de identificação e caracterização de problemas limitativos da produção e da eficiência dos agentes económicos intervenientes (produtores e processadores de alimentos).

Na última década, tem sido notada a divulgação crescente de trabalhos de investigação portugueses em revistas e em reuniões científicas, sobretudo nas seguintes áreas:

Imunologia celular, biologia molecular, diagnóstico e epidemiologia de Peste Suína Africana;

Epidemiologia, diagnóstico e testagem de vacinas de Brucelose; Biologia e metodologias de diagnóstico de Peripneumonia Contagiosa de Bovinos;

Diagnóstico e desenvolvimento de vacinas de Leishmaniose canina;

Patologia de animais aquáticos;

Toxicologia de resíduos químicos em alimentos destinados à alimentação humana e animal;

Epidemiologia económica em sistemas de produção de bovinos leiteiros, de suínos e de pequenos ruminantes.

A qualidade e a capacidade de alguns destes grupos de investigação é reconhecida no estrangeiro, encontrando-se envolvidos tanto na coordenação como na colaboração de projectos internacionais de I&D na Europa e em regiões tropicais e subtropicais de África e da América do Sul. A maior parte destes projectos são financiados pelo Banco Mundial e pela Comunidade Europeia.

Actualmente, estão disponíveis diferentes oportunidades para reforçar os grupos existentes e para possibilitar a integração de novos elementos que tenham beneficiado do programa de bolsas de estudo para formação avançada iniciado pela JNICT, no início dos anos oitenta.

A definição de áreas prioritárias canalizou a maior parte dos fundos disponíveis para os domínios da Biotecnologia, da Agricultura e Agro-Indústria e da Aquacultura.

O Programa Mobilizador de Ciência e Tecnologia e, mais recentemente, o Programa Ciência têm sido instrumentos importantes de incentivo a iniciativas de I&D. Exemplificando, registe-se o facto de uma proposta da Faculdade de Medicina Veterinária para a criação de um centro interdisciplinar de investigação veterinária ter obtido o primeiro lugar absoluto na competição nacional no domínio Agricultura.

O Futuro

É previsível que a evolução, a curto e médio prazos, das actividades de I&D no sub-sector pecuário da sanidade animal esteja directamente dependente da aplicação das obrigações legais relativas à livre circulação e comércio de animais vivos e seus produtos no espaço comunitário, a partir de Janeiro de 1993. A título de exemplo, refira-se que as explorações pecuárias ou as regiões que persistirem ou forem infectadas com algumas doenças contagiosas serão penalizadas em termos económicos e forçadas a adoptar programas acelerados de erradicação.

Para fazer face a este cenário, terão de ser introduzidas inovações nas atitudes e nas metodologias disponíveis, baseadas no desenvolvimento de sistemas informativos adequados.

A prevenção, o controlo e a erradicação das doenças animais altamente contagiosas exigem o concurso da investigação fundamental para a descoberta de novas soluções biológicas e de estratégias profilácticas mais eficientes.

A outro nível, os padrões de qualidade e de garantia de salubridade exigidos aos produtos alimentares serão um factor determinante para o seu comportamento comercial, uma vez que tanto o produtor como o processador de alimentos são agora directamente responsabilizados, confrontando-se com consumidores mais informados e exigentes.

Áreas de vocação interdisciplinar, como a Saúde Pública e a Protecção do Ambiente, assistirão também a uma crescente intervenção de especialistas de saúde animal integrando grupos pluridisciplinares.

Em nossa opinião, os principais objectivos a propor em programas nacionais dinamizadores de I&D em pecuária ou em higiene dos alimentos deverão ser: i) a promoção de iniciativas e de mecanismos catalizadores para o relacionamento entre as instituições de investigação e os agentes económicos dos sectores pecuário e da agro-indústria; e, ii) o recurso crescente a metodologias de abordagem por sistemas nos estudos de sanidade animal e de higiene dos alimentos por forma a promover o respeito pelos ecossistemas locais e a assegurar adequados padrões de Saúde Pública e de Protecção do Ambiente.

Presentemente, alguns grupos de investigação estão já a colaborar com parceiros dos sectores privado e estatal utilizando programas da Comunidade Europeia, como os programas COMMET (higiene e tecnologia alimentares), CAMAR (imunologia celular de Peste Suína Africana), STD-3 (epidemiologia económica em sistemas de produção animal) e competindo internacionalmente em projectos de I&D e de assistência técnica financiada por agências de desenvolvimento.

O modelo de desenvolvimento futuro da I&D em sanidade animal e em higiene dos alimentos será, provavelmente, caracterizada por: i) gradual integração de projectos em programas de investigação orientados por perspectivas de abordagem global; ii) colaboração crescente intra e inter-países de grupos de investigação em projectos e em programas; iii) reforço de grupos de excelência na investigação de doenças exóticas; e, iv) expansão de actividades de colaboração de grupos de investigação nacionais em iniciativas de I&D em regiões tropicais e sub-tropicais.

ÁREAS DE INTERVENÇÃO NOS "MEDIA" CIENTÍFICOS DE GRUPOS DE SANIDADE ANIMAL E DE HIGIENE DOS ALIMENTOS

PESTE SUÍNA AFRICANA	Imunologia celular Biologia molecular Epidemiologia económica Diagnóstico laboratorial
BRUCELOSE	Epidemiologia económica Diagnóstico laboratorial Avaliação de vacinas
PERIPNEUMONIA	Biologia molecular Diagnóstico laboratorial
LEISHMANIOSE	Diagnóstico Desenvolvimento de vacinas
PATOLOGIA AQUÁTICA	Imunologia Parasitologia
HIGIENE DOS ALIMENTOS	Toxicologia de resíduos Toxinas bacterianas
MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA	Epidemiologia económica Sistemas informativos Modelagem

INSTITUIÇÕES FINANCIADORAS E MONTANTES DESTINADOS ÀS ÁREAS
DE SANIDADE ANIMAL E DE HIGIENE DOS ALIMENTOS PARA PROJECTOS
E BOLSAS DE ESTUDO NOS ÚLTIMOS 20 ANOS

		1970/75	1975/80	1980/85	1985/91	Total Investido \$US x 1000
JNICT	P			3	19	1049
	B				62	417
INVOTAN	B	3		3	5	147
INIC	P				7	180
	C				18	N.D.
GULBENKIAN	B	2	2		1	N.D.
FLAD	P				1	246
	B				5	7000
B. COUNCIL	B	1		1	10	86
FULBRIGHT	B			2	1	38
B. MUNDIAL	P			1 [□]	1	426
LNIV	P				35*	1654*

C - Centros - N.D. - Não disponível - □ Reforço institucional - * Dados relativos a actividades de I&D e respectivo orçamento anual

A INVESTIGAÇÃO DA PROTECÇÃO DAS PLANTAS EM PORTUGAL

*Pedro Amaro**

A investigação científica realizada em Portugal em protecção das plantas acompanha a evolução ocorrida nesta área desde a sua diferenciação no início da segunda metade do século XIX.

Após uma fase inicial, especialmente preocupada com a identificação e conhecimento da biologia das pragas e doenças das culturas agrícolas e florestais, vai-se procurando encontrar meios de luta eficazes, com progressivo recurso à luta química, em especial a partir da década de quarenta na sequência da descoberta de pesticidas organossintéticos, como DDT, zinebe e MCPA. Os inconvenientes e os efeitos secundários dos pesticidas levam a uma forte reacção, a partir da década de sessenta, no sentido de acautelar os ecossistemas e proporcionar intervenções com menor impacto ecológico. A disponibilidade de métodos de identificação, em especial de patogénicos, mais expeditos e rigorosos, os conhecimentos mais profundos sobre a ecologia e a etologia dos inimigos das culturas, o recurso preferencial à luta genética com produção de variedades resistentes ou tolerantes, à luta biológica quer a pragas quer a patogénios, à luta biotécnica, com utilização de feromonas e reguladores de crescimento de insectos, tem permitido caminhar no sentido da protecção integrada. Deste modo, prevalece hoje a preocupação de acompanhar «in loco», consciente e frequentemente, a evolução da problemática fitossanitária das culturas, de reduzir ao mínimo e só quando indispensável as intervenções com meios de luta, recorrendo à luta química só quando não houver alternativa.

Nestas condições, a investigação em protecção das plantas, efectuada na década de oitenta nas universidades, escolas superiores agrárias e organismos regionais e centrais do Ministério da Agricultura, nomeadamente do Instituto Nacional de Investigação Agrária, tem privilegiado as técnicas expeditas e rigorosas de identificação de patogénios, em particular vírus e viróides, a prospecção de inimigos nomeadamente de infestantes nalgumas culturas (citrinos,

* Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

pomóideas) e a relacionada com a nova legislação fitossanitária da CEE, como a cochonilha de S. José, *Quadraspidiotus perniciosus* e o nemátodo dourado, a produção de material isento de vírus e a selecção de variedades com resistência ou tolerância a doenças, como no caso de cereais praganosos em relação a ferrugens, septorioses e outras doenças e pragas e nos citrinos, pomóideas e prunóideas, relativamente a vírus e viróides.

Os estudos sobre prejuízos causados por inimigos das culturas têm sido identificados ou iniciados, nomeadamente no caso de pragas da oliveira, de pragas do colmo e da septoriose do trigo e triticales, dos nemátodos da batateira. A problemática do nível económico de ataque, isto é da intensidade de ataque a que correspondem prejuízos superiores ao custo dos tratamentos, é abordada cada vez com mais frequência, procurando-se, muitas vezes, adaptar às condições portuguesas os valores de níveis económicos de ataque adoptados noutros países europeus em especial da área mediterrânica. Tal acontece, por exemplo, com a traça da uva, o bichado, ácaros, psilas e afídeos de pomóideas e a mosca da azeitona.

Também se tem generalizado, no âmbito dos Serviços de Avisos, a investigação e a utilização prática de armadilhas sexuais, com recurso a feromonas, e de armadilhas cromotrópicas e alimentares para monitorizar as pragas e melhorar o conhecimento da sua bioecologia.

A luta biológica em relação a pragas está sendo motivo de intensa investigação, em especial nas Universidades dos Açores e de Évora, no Departamento de Entomologia da Estação Agronómica Nacional e no Instituto Superior de Agronomia. São objectivos alcançar a melhoria da limitação natural, através do mais profundo conhecimento dos ecossistemas e em particular do conjunto dos auxiliares e da redução das destruições causadas pelos efeitos secundários dos pesticidas; procura-se também estudar a possibilidade de proceder ao aumento das populações de auxiliares através de «largadas» de insectos ou ácaros adquiridos no mercado especializado ou produzidos em «biofábricas», como as existentes, em relação a tricogramas, nas Universidades dos Açores e de Évora. As culturas protegidas, as pomóideas, a vinha (no caso de ácaros predadores), os citrinos, a oliveira, o tomateiro (em relação à *Heliothis armigena* e as pastagens nos Açores no caso da *Mythima unipuncta*) são as culturas agrícolas privilegiadas por esta investigação. Também se está intensificando a investigação sobre luta microbiológica com recurso a baculovirus (ex: contra o bichado da macieira) e *Bacillus thuringiensis*.

A luta biológica em relação a patogénios está sendo também motivo de investigação, nomeadamente pelo recurso a batérias e fungos no combate a patogénios no solo.

A solarização do solo, como meio de luta cultural de interesse em regiões de clima mediterrânico, está sendo estudada, por exemplo, como meio de combate a *Roselinia necatrix*, a outros patogénios e também a infestantes e pragas do solo.

No âmbito da luta biotécnica, está sendo dada particular atenção aos reguladores de crescimento de insectos (pelo menor impacte negativo nos auxiliares) e, ainda, ao emprego de feromonas no método da confusão e à luta autocida, neste caso, no combate à mosca da fruta.

A luta química perdeu claramente prioridade no âmbito da investigação, sendo dada atenção a problemas toxicológicos sobre resíduos nos alimentos e poluição do solo e da água. Ensaio de eficácia continuam sendo efectuados pelas empresas de pesticidas, pelo sector de homologação do Centro Nacional de Protecção da Produção Agrícola e pelo Laboratório de Patologia Vegetal Veríssimo de Almeida.

A Sociedade Portuguesa de Fitopatologia e Fitofarmacologia está contribuindo para um amplo debate sobre a problemática da protecção das plantas, e em particular da protecção integrada em Portugal e naturalmente da investigação sectorial, através da realização de uma série de simpósios sobre temas como Auxiliares e Produtos Fitofarmacêuticos (Maio 1991), Protecção Integrada da Macieira e Pereira (Dezembro 1991), Solarização do Solo (Junho 1992) e Protecção Integrada de Citrinos (Janeiro 1993).

Também a expansão e melhoria do ensino da protecção das plantas nas universidades e escolas superiores agrárias e o arranque do ensino de pós-graduação, traduzido no funcionamento do Mestrado em Protecção Integrada no Instituto Superior de Agronomia, têm importante significado para melhor fomentar e intensificar a investigação em domínios da protecção das plantas.

CAPÍTULO VII
CIÊNCIAS DO MAR E DA TERRA

OBSERVAÇÕES INTRODUTÓRIAS

*Mário Ruivo**

1. A decisão de incluir neste Painel as Ciências Oceânicas e da Terra, resultou, por um lado, de restrições de tempo e, por outro lado, da vantagem de uma abordagem que facilitasse uma melhor compreensão dos fenómenos naturais interactivos. A percepção das variações ambientais planetárias que afectam a geo-biosfera, e nas quais os oceanos são mediadores, incluindo nas suas interacções com os continentes, reforçou esta abordagem.

2. Pela própria natureza dos seus objectos de estudo, as Ciências Oceânicas e da Terra envolvem escalas espaciais que, em muitos casos, ultrapassam as fronteiras nacionais, requebrem continuidade na investigação e monitorização dos parâmetros relevantes, assim como um intercâmbio efectivo de dados compatíveis. Estas ciências fizeram, nas últimas décadas, progressos consideráveis, conducentes a novos paradigmas científicos (por exemplo, tectónicas das placas) e a melhores capacidades de previsão. Isto deve-se, em parte, à utilização de equipamentos e tecnologias sofisticadas – e dispendiosas – incluindo meios operacionais de observação e investigação. As Ciências Oceânicas e da Terra são, por isso, particularmente adequadas a um trabalho de equipa, podendo também beneficiar – o que depende dos temas – de formas de cooperação intergovernamental, para além da tradicional colaboração académica e no âmbito de redes internacionais de especialistas.

3. Nesta breve introdução, desejo salientar que a teoria unificadora da tectónica das placas, baseada em investigações geológicas e geofísica de larga escala, abriu, por sua vez, o caminho aos progressos espectaculares, realizados nas últimas décadas, em vários domínios das Ciências Oceânicas e da Terra. Estes contribuíram significativamente para a localização, exploração, avaliação e gestão de recursos naturais, bem como para outros fins práticos.

* Antigo Secretário da Comissão Oceanográfica Intergovernamental; Vogal do Conselho Coordenador da Comissão Nacional da UNESCO.

Embora ambas tenham sido afectadas no seu desenvolvimento até aos anos 70, pelo isolamento cultural de Portugal, no plano das Ciências do Mar beneficiaram de um regime um pouco mais aberto, devido aos compromissos assumidos pelo governo, de participação em projectos e actividades de organizações internacionais de investigação marinha e de pescas (ICES, ICNAF, NEAFC, etc.). Desde o restabelecimento da democracia, o sistema científico português entrou num processo de renovação e, embora de maneira irregular e assimétrica, de expansão, sob vários estímulos, nomeadamente a internacionalização da ciência. Contudo, em Portugal, o esforço nacional em investigação aplicada, está, na nossa opinião, ainda abaixo da massa crítica desejável.

Esta evolução é documentada, no que diz respeito às Ciências da Terra, em artigos recentes dos Professores António Ribeiro¹ e Delfim Carvalho². O primeiro apresenta um resumo da história da tectónica em Portugal no século XIX e na primeira metade do século XX. O segundo oferece um resumo conciso da investigação e dos mecanismos institucionais no domínio da geologia aplicada, assim como um panorama dos estudos e conhecimentos respeitantes aos recursos minerais. Fornece, ainda, informação sobre novas linhas de investigação dos Serviços Geológicos de Portugal, incluindo na ZEE nacional. O novo Mapa Geológico de Portugal, numa escala de 1:500 000, produzido por aquela instituição, cobre a plataforma continental.

No que refere à cartografia marítima, foi realizado um trabalho valioso pelo Instituto Hidrográfico da Marinha, o qual mantém operacional vários navios hidrográficos e actua como ponto focal para o IODE³. Estes meios de trabalho no mar são complementados pela frota de investigação do Instituto Nacional de Investigação de Pescas. O INIP é responsável pelo desenvolvimento progressivo de uma rede nacional de informação e documentação em Ciências Marinhas, sendo, também, ponto focal para o ASFA⁴.

O «Perfil Nacional em Ciências do Mar – Portugal: Nível II»⁵, realizado como projecto piloto conjunto da IOC e da JNICT, oferece um panorama da utilização, a nível nacional, dos oceanos e dos seus recursos, contendo dados e informações factuais sobre as capacidades científicas existentes (infra-estruturas, recursos humanos, aspectos institucionais, programas de investigação). Inclui, ainda, uma avaliação dos factores limitativos ao desenvolvimento do sector, como base para a formulação de medidas correctivas.

¹ Ribeiro, A., «A Evolução da Tectónica em Portugal durante o século XIX», in *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, Publicações do II Centenário da Academia das Ciências de Lisboa, pp. 765-771, 1986.

² Carvalho, D., «Serviços Geológicos de Portugal», in *Revista da Petrologia*, 35:28-33, 1989.

³ IODE – International Oceanographic Data and Information Exchange, um dos serviços oceânicos coordenados pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental (IOC).

⁴ Um produto do «Aquatic Sciences and Fishery Information System» (ASFIS), mantido pela FAO/IOC/UN, e publicado por um editor privado.

⁵ Ruivo, M. ed. «Marine Science Country Profile», JNICT, 1990, 68 pp.

Os recursos humanos científicos e técnicos das Universidades e Laboratórios do Estado, em 1989, eram da ordem de 340 especialistas: cerca de 14% tinham o grau de doutor, 8% tinham o grau de mestre. A maioria do pessoal científico dedica-se à biologia marinha e à investigação da pesca, sendo estas predominantemente de natureza descritiva e, em menor escala, orientadas para o estudo da dinâmica de populações (incluindo recrutamento de espécies pelágicas – sardinha – em função das variações ambientais, tais como factores abióticos, produtividade, etc.). A investigação no domínio da aquacultura está a desenvolver-se de forma satisfatória, tanto a nível académico como aplicado.

A partir de uma pesquisa do «Aquatic Science and Fisheries Abstract» (ASFA), cobrindo o período 1982-90, foram identificadas 780 publicações científicas de autores portugueses. Embora a cobertura não se possa considerar exaustiva, não está certamente longe do total dos artigos publicados. Contudo, as referências não abrangem adequadamente a «literatura cinzenta». De qualquer forma, oferecem uma base útil para uma análise preliminar: Investigação das Pescas, 12%; Ictiologia Geral, 11%; Aquacultura, 11%; Ecologia, 10%; Produtividade e Ecossistemas, 8%; Comunidades Aquáticas, 8%; Dinâmica de Populações, 6%; Poluição, 6%. À Oceanografia Física, Geologia Marinha, assim como à Engenharia Oceânica, correspondem percentagens mais baixas.

4. As contribuições apresentadas neste Painel oferecem um panorama actualizado das investigações em curso ou planeadas nos respectivos domínios.

A existência de alguns núcleos de investigadores qualificados e activos, envolvidos em actividades de formação de recursos humanos especializados, constituem os pólos do futuro desenvolvimento das Ciências do Mar e da Terra. A evolução depende, porém, no imediato, do apoio que se espera do «Programa Ciência», co-financiado por Portugal e pela CEE, e complementado por outras linhas de financiamento da JNICT, no âmbito do Programa Mobilizador de Ciência e Tecnologia ou equivalente. Neste contexto, vale a pena notar a crescente interacção e colaboração entre as Universidade e os Laboratórios do Estado. Todavia, são desejáveis medidas adicionais de coordenação por razões de economia e de eficiência, entre outras, nomeadamente quando se trata de projectos interdisciplinares e de média ou grande dimensão, que requerem a participação de várias equipas e a utilização de equipamentos pesados e infra-estruturas de apoio colectivo.

O nível de participação dos especialistas e instituições portuguesas em programas e projectos de investigação internacionais, tem evoluído mais lentamente do que seria desejável, devido principalmente a carências nos fundos de contrapartida, assim como meios e condições de trabalho inadequadas. Exemplos desta situação são, entre outros, a não participação em estudos de mar profundo, e um envolvimento limitado nas componentes oceanográficas do Programa de Investigação sobre o Clima Mundial patrocinado pela WMO, ICSU e IOC. Note-se, também, que Portugal não realiza investigações na Antártica.

Neste contexto, desejo recordar que em 1987/90, as Ciências Oceânicas representavam 12% do financiamento do Programa Mobilizador da Ciência e Tecnologia da JNICT, tendo esta verba sido reduzida em 1990, para 8%. Não me foi possível identificar, no tempo disponível, as componentes respeitantes às Ciências da Terra, neste Programa.

O «Marine Science and Technology Programme» (MAST), da CEE, inclui, actualmente, 8 projectos com participação portuguesa (num total de 156), representando aproximadamente 486 860 Ecus. No âmbito do Programa Ciência, 7 MECUS foram originalmente destinados às Ciências Oceânicas. A mesma quantia foi atribuída às Ciências da Terra e Ambientais. Portugal participa num projecto do EUROMAR.

5. Finalmente, farei uma referência aos potenciais oferecidos pela situação de Portugal no Atlântico, no contexto do processo de internacionalização de investigação científica e de cooperação no âmbito das comunidades. Na nossa opinião, essa posição geográfica oferece oportunidades para uma estratégia que se apoie na ZEE nacional e na área marítima entre Portugal continental, Açores e Madeira, particularmente favorável às investigações em mar profundo, ao estudo das interacções oceanos/atmosfera e das suas aplicações à previsão meteorológica e do estado do mar. Esta região oceânica ocupa uma posição central na perspectiva do desenvolvimento do «Sistema Global de Observação dos Oceanos» (GOSS) recentemente criado pela COI em colaboração com a WMO, o qual visa fornecer os dados necessários ao Programa Mundial de Investigação sobre o Clima, assim como para fins de avaliação ambiental e protecção do meio marinho. Aquela área é, também, particularmente interessante para estudos tectónicos, e de vulcanologia e investigação sísmica.

DESENVOLVIMENTOS RECENTES DA OCEANOGRAFIA EM PORTUGAL

*Armando F. G. Fiúza**

1. Introdução

Durante as últimas duas décadas teve lugar em Portugal um notável aumento da actividade no domínio da Oceanografia e das suas aplicações. Este facto, está obviamente associado ao ressurgimento geral do interesse pela ciência e tecnologia que ocorreu como parte das consequências culturais das alterações políticas que tiveram lugar neste país no início dos anos setenta, mas reflecte também a actual intensificação da investigação marinha à escala mundial e o aumento generalizado da utilização do mar – exploração de recursos vivos e não-vivos (incluindo energia), recreio, transporte, defesa, receptor de detritos, etc,

Para além dos seus laços históricos bem conhecidos com o oceano, Portugal tem interesses marítimos de interesse bem prático. Por exemplo, a sua Zona Económica Exclusiva, que abrange grandes áreas em torno dos arquipélagos dos Açores e da Madeira, é a maior dentro da CEE; a pesca e o turismo costeiro são actividades muito significativas com consideráveis implicações sociais e económicas; grande parte do transporte de bens entre Portugal continental e as ilhas e com outros países passa pelos portos portugueses e utiliza companhias de navegação nacionais; a exploração de areia e de cascalho dos estuários e da zona costeira da plataforma continental é uma actividade em crescimento e faz-se prospecção de petróleo ao largo de toda a costa de Portugal continental. Além disso, o estado do tempo e o clima das ilhas e do continente são controlados em grande parte por interações ar-mar sobre o oceano vizinho e a estabilidade das suas costas expostas depende das ondas que nelas incidem e da evolução do nível do mar.

Este recente desenvolvimento da investigação oceanográfica em Portugal foi possível principalmente devido ao apoio financeiro da Junta Nacional de Investigação Científica e

* Grupo de Oceanografia, Departamento de Física e Centro de Geofísica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Tecnológica – JNICT, basicamente sob o chamado «Programa Mobilizador», com alguma contribuição do Instituto Nacional de Investigação Científica – INIC (um organismo pertencente ao Ministério da Educação que financia parte da investigação universitária). Também foram feitas importantes contribuições pelo Programa da OTAN «Ciência para a Estabilidade» e por fundações como a Fundação Gulbenkian e a Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento – FLAD. É curioso notar que até agora os oceanógrafos portugueses só receberam um financiamento muito pequeno por parte da CEE.

Nas secções seguintes será apresentado um panorama da investigação oceanográfica recente em Portugal, assim como uma descrição das actividades educativas pertinentes. Esta apresentação respeita fundamentalmente à Oceanografia *sensum strictum*, isto é, às ciências físicas do oceano.

2. Investigação

2.1 Enquadramento institucional

Os oceanógrafos portugueses estão agrupados principalmente no Grupo de Oceanografia da Faculdades de Ciências da Universidade de Lisboa, onde é realizada investigação fundamental e aplicada, simultaneamente com actividades pedagógicas. No Instituto Hidrográfico da Marinha, também se realiza investigação, mas a ênfase principal é dada às aplicações a estudos costeiros. São desenvolvidas actividades relevantes de natureza aplicada e respeitando principalmente a aspectos da engenharia de estuários de portos e problemas costeiros, no Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC, no Instituto Superior Técnico – IST, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e também em algumas empresas de consultoria. Também é realizado trabalho oceanográfico no Instituto Nacional de Investigação das Pescas – INIP, principalmente em relação a recursos piscatórios. Igualmente têm lugar actividades relevantes relacionadas com estuários, na Universidade Nova de Lisboa e na Universidade de Coimbra. Apareceram muito recentemente grupos embrionários em algumas outras universidades localizadas perto do mar, como no Algarve, Açores e Aveiro, mas são compostos apenas por jovens licenciados e por isso levarão algum tempo até que eventualmente evoluam para unidades de investigação.

2.2 Estudos de estuários e do litoral

Em Portugal, existe uma firme tradição de modelos físicos para estudos de hidrodinâmica de estuários e de obras costeiras, desenvolvidos ao longo dos anos pelos engenheiros do LNEC. Modelos numéricos dos maiores estuários portugueses (e. g., Tejo, Sado) foram desenvolvidos mais recentemente por equipas de empresas de consultoria, da Universidade

de Lisboa, do IST, da Universidade Nova de Lisboa e do LNEC, relacionados basicamente com problemas como a intrusão salina, a sedimentação e a qualidade da água. A Divisão de Meteorologia Marítima do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica – INMG, desenvolveu modelos espectrais para a previsão de vagas de vento. Investigadores do INMG, LNEC, do Instituto Hidrográfico, e outras instituições (principalmente de empresas de consultoria), desenvolveram capacidades de modelação numérica da propagação das ondas ou dos seus efeitos na zona costeira. No âmbito de um projecto conjunto, o Instituto Hidrográfico e o LNEC estão a medir espectros direccionais das ondas em vários locais da costa continental portuguesa. Uma equipa multi-institucional dirigida pelo IST tem vindo a trabalhar desde há vários anos num projecto de extracção de energia das ondas e está a ser construída uma unidade operacional piloto nos Açores. O Grupo de Oceanografia da Universidade de Lisboa está a conduzir um programa observacional no estuário do Tejo, utilizando métodos oceanográficos, tais como medições com correntómetros e cadeias de termístores de auto-registo fundeados, em conjunto com campanhas de detecção remota utilizando aeronaves, complementadas por cruzeiros com CTD; o objectivo principal deste projecto é compreender a resposta do estuário à acção forçadora de ventos, marés, descarga do rio e circulação costeira.

2.3. *O oceano costeiro*

Foram realizadas várias investigações pelo Grupo de Oceanografia da Universidade de Lisboa no oceano da região da plataforma e da vertente superior de Portugal continental, utilizando métodos de detecção remota, instrumentos auto-registadores fundeados e cruzeiros oceanográficos, que revelaram muitos pormenores da sua hidrologia e dinâmica. O afloramento costeiro ocorre sazonalmente nesta região, tendo o seu máximo durante os meses de Verão sob a acção dos «ventos aliseos portugueses» de Norte, quando a generalidade da plataforma está ocupada por águas frias e ricas com nutrientes originadas em camadas sub-superficiais da Água Central Oriental do Atlântico Norte, presente ao largo. Durante a estação do afloramento foi identificada, com dados *in situ*, uma corrente em forma de jacto fluindo para Sul sobre a vertente superior de Portugal ocidental, e imagens obtidas na banda do infravermelho por satélite mostraram que, ao chegar ao sudoeste de Portugal, este jacto roda em torno do Cabo de São Vicente e continua para Este ao longo do Bordo da plataforma continental do Algarve (Sul de Portugal) e do sudoeste da Espanha até às proximidades do Estreito de Gibraltar. Durante situações de afloramento intenso, foram detectadas, em imagens térmicas obtidas por satélite, plumas de águas frias afloradas com várias dezenas de quilómetros de largura estendendo-se para o largo por 200 km ou mais; um estudo estatístico utilizando dez anos de dados obtidos por satélite na banda do infravermelho mostrou que essas plumas de mesoescala aparecem em todos os Verões e ocorrem de ano para

ano quase no mesmo lugar, fornecendo assim uma indicação de dependência da topografia, provavelmente devida às cristas localizadas entre os profundos vales submarinos que cortam a margem continental portuguesa. Uma análise das distribuições de pigmento de fitoplanton no oceano superior, obtidas a partir do processamento de cerca de 25 conjuntos de dados de cor do mar obtidos com o Coastal Zone Color Scanner do satélite NIMBUS-7, mostrou que durante a estação do afloramento os campos de pigmentos são muito semelhantes aos da temperatura da superfície do mar, com grandes concentrações de clorofila nas águas frias afloradas, as quais também se estendem para o largo por centenas de quilómetros sob a forma de plumas.

Estas investigações também demonstraram que, durante o Outono, quando os ventos Norte favoráveis ao afloramento abrandam e são substituídos por circulações predominantemente orientadas para norte, ocorre forte convergência e as águas oceânicas mais quentes invadem a plataforma e atingem a costa, conduzindo a uma situação geral de estabilidade vertical. Com a continuação do arrefecimento sazonal, a estratificação diminui até que as águas da plataforma se tornam quase homogêneas a meio do Inverno, excepto nas zonas onde está presente a influência do forte escoamento dos rios do norte de Portugal. Uma característica particularmente importante da circulação invernal que foi também identificada, corresponde a uma corrente de superfície orientada para norte que ocorre ao longo do bordo da plataforma ao largo da costa de Portugal, da Galiza e do norte de Espanha, chegando mesmo até França, que transporta água relativamente morna e salgada de origem sub-tropical. É assim evidente que a circulação do oceano costeiro português se modifica completamente do Verão para o Inverno, chegando mesmo a ter lugar uma inversão das correntes na zona do bordo da plataforma continental.

Medições de detecção remota com sensores de satélites demonstraram também a existência de turbilhões mesoescala com diâmetros de cerca de 100 km ao largo da costa portuguesa. As estruturas frontais ao longo do bordo destes turbilhões indicam a presença de vórtices de escala mais pequena com diâmetros de cerca de 100 km ao largo da costa portuguesa. As estruturas frontais ao longo do bordo destes turbilhões indicam a presença de vórtices de escala mais pequena com diâmetros de 10-20 km; tais «turbilhões frontais» também estão presentes ao longo da frente do afloramento e fornecem alguma evidência da presença de mecanismos de instabilidade, os quais poderão constituir um processo importante nas trocas entre a plataforma e o oceano.

Medições *in situ* de longa duração com correntómetros fundeados na plataforma e na vertente superior indicam escalas típicas de variabilidade nos primeiros 200 m do oceano na banda 30-45 dias, as quais se pensa que estarão relacionadas com os turbilhões e as plumas de mesoescala identificados anteriormente, bem como oscilações numa banda de «alguns dias», provavelmente relacionadas com as instabilidades frontais e com as flutuações do vento



se desloca para Sul ao largo do noroeste da África; esta descoberta de um fluxo de grande escala orientado para Norte, ao largo de Portugal e do NO de Espanha, vem contradizer as ideias anteriormente estabelecidas de que a Corrente de Portugal seria constituída por um movimento largo, lento e para sul. A estrutura pormenorizada da Corrente de Portugal e a sua variação sazonal estão agora a ser investigadas utilizando uma combinação de temperaturas da superfície do mar obtidas por satélite e dados de bóias derivantes na superfície do mar.

2.5 Estudos relacionados com o clima

Como contribuição para o Programa Mundial de Investigação do Clima, e com o apoio de companhias de navegação portuguesas e da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional dos EUA – NOAA, o Grupo de Oceanografia da Universidade de Lisboa dirigiu durante vários anos um programa de investigação a bordo de navios mercantes navegando entre Portugal e os EUA, com a finalidade de avaliar a variabilidade sazonal do conteúdo térmico no primeiro quilómetro do Atlântico Norte a cerca de 36° N, e o transporte meridional de calor ao longo dessa latitude. Um dos resultados foi o de que uma média de 2×10^{15} Watt é transportada para norte, com uma amplitude sazonal inferior a $0,2 \times 10^{15}$ Watt.

No quadro de um outro esforço, extensas séries temporais (de 17 a 35 anos) de medições diárias de temperaturas do mar em estações costeiras portuguesas foram analisadas para estabelecer as suas escalas de variabilidade temporal características. O sinal dominante nestas séries temporais é o sinal anual (sazonal), mas também foi identificada uma variabilidade significativa com períodos no intervalo de 40 a 70 dias, a qual constitui provavelmente uma manifestação oceânica do ciclo Madden-Julian de 50 dias na variabilidade da atmosfera. No domínio das muito-baixas frequências identificou-se um período dominante de cerca de 6 anos; a possível ligação deste último com a Oscilação do Sul-El Niño merece mais investigação adicional. Estiveram envolvidos oceanógrafos portugueses nas actividades de planeamento da Experiência da Circulação no Oceano Mundial – WOCE, uma das principais componentes oceanográficas do Programa Mundial de Investigação do Clima, os quais irão participar activamente nele, especificamente através do lançamento de cerca de 30 bóias derivantes no Atlântico NE dentro do «Programa da Velocidade à Superfície» do WOCE, e da realização da «Experiência da Camada Limite Oriental» do 3º ciclo do WOCE, um estudo de processos abrangendo a totalidade da fachada ocidental da Península Ibérica.

2.6 Atlas Oceanográfico Digital e Gestão de Dados

Os dados do Centro Nacional de Dados Oceanográficos da NOAA foram utilizados pelo Grupo de Oceanografia da Universidade de Lisboa para a criação de um sistema

de processamento, arquivo, representação e gestão de dados baseados em computadores pessoais. Este sistema inclui um Atlas Oceanográfico Digital pormenorizado da Zona Económica Exclusiva Portuguesa, que será brevemente distribuído pelas escolas secundárias portuguesas pelo Ministério da Educação. A última versão do sistema contém uma batimetria de alta resolução e permite o processamento de dados de estações oceanográficas; o sistema possui também a capacidade de sobrepor imagens obtidas por satélite com dados *in situ*.

3. Educação e treino

O ensino superior formal em Oceanografia é ministrado na Universidade de Lisboa no âmbito da Licenciatura em Ciências Geofísicas, opção de Oceanografia. Trata-se de um programa de 5 anos, compreendendo um currículo básico de Física e Matemática durante os dois primeiros anos, disciplinas mais avançadas no terceiro e quarto anos (incluindo seis semestres de Oceanografia) e trabalho sob supervisão durante o quinto ano, conduzindo à preparação de uma tese de licenciatura.

Em 1990 iniciou-se o Mestrado em Oceanografia na Universidade de Lisboa, também sob a responsabilidade do Grupo de Oceanografia. Consiste num programa de 2 anos com cursos formais nos primeiros 2 semestres e trabalho de investigação orientado durante o 2.º ano conduzindo a uma tese de Mestrado.

O ensino de pós-graduação na Universidade de Lisboa também inclui um programa de doutoramento em Oceanografia, no qual os estudantes participam activamente nos projectos de investigação em curso no Grupo de Oceanografia.

4. Perspectivas

Os portugueses, cujos antepassados foram capazes de concretizar um dos maiores e mais interessantes projectos de investigação da humanidade – os Descobrimentos – estão desejosos de contribuir para o progresso da Ciência e Tecnologia do Mar a nível europeu e mundial. Esta contribuição reveste-se de particular interesse devido a factores como a posição geográfica do país (com a sua parte continental na camada limite oriental do oceano, os Açores na crista do Atlântico, e a Madeira no interior do Atlântico subtropical), a existência de bons portos e algumas horas de tempo de navio de grandes profundidades oceânicas, a disponibilidade local de muitas das infra-estruturas necessárias para realizar investigação marítima, e a presença de uma comunidade oceanográfica nacional já significativa.

Espera-se que o governo português e as instituições internacionais adequadas compreendam rapidamente a necessidade de apoiar muito mais fortemente o desenvolvimento da Oceanografia e das suas aplicações em Portugal. Só assim os oceanógrafos portugueses serão capazes de concretizar plenamente o seu potencial no interesse do seu país e de participar, a um nível mais adequado, no desenvolvimento internacional das ciências do Mar.

*Carlos Sousa Reis**

A importância sócio-económica da actividade da pesca em Portugal, aliada ao facto de ser o Estado com a maior Zona Económica Exclusiva no espaço comunitário (>1 600 000 km²),

sos, o que nos contera **em outra forma** o **seránito de nionei**.

[illegible][illegible]

É de realçar o incremento que a partir dos anos 70 as Ciências do Mar sofreram em Portugal, fruto de uma consciencialização de que os recursos marinhos vivos não são automaticamente nem invariavelmente renovados só porque são chamados recursos renováveis, e o reconhecimento da importância da interacção entre as condições ambientais, as técnicas de exploração e os recursos, como factores essenciais à salvaguarda do futuro, para isto muito contribuíram os programas dinamizadores levados a cabo pelo INIC – Instituto Nacional de Investigação Científica e em particular pela JNICT – Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica.

2. Principais programas de I&D

2.1 *Os factores ambientais marinhos*, quer oceânicos quer costeiros, representam uma parte significativa dos programas de I&D em curso. Neste âmbito, desenvolvem-se estudos integrados sobre a interacção entre as condições ambientais e os recursos marinhos em particular dirigidos a pequenos pelágicos, cujo objectivo é caracterizar as massas de águas em função da sua produtividade face à distribuição espaço temporal de ictioplâncton como é o caso do projecto sobre a variabilidade do recrutamento da sardinha (Programa SARP).

A caracterização e quantificação da fauna e flora bentónica associada às condições ambientais e estudos sobre a dinâmica de populações abrange também um significativo número de actividades de I&D, com especial expressão em equipas universitárias.

Estudos sobre os fluxos biogeoquímicos no meio marinho (Programa MAST), a reciclagem de nutrientes, a produção planctónica, a dinâmica de metais pesados e organoclorados, o impacto de alterações antropogénicas em relação aos recursos vivos, etc., tornam-se cada vez mais importantes quer para uma melhor compreensão de certos fenómenos naturais quer para controlo dos agentes poluidores em particular nas zonas estuarinas, lagunares e costeiras.

A ocorrência de microalgas tóxicas e a sua influência cíclica nos estados de insalubridade de moluscos bivalves, faz com que se desenvolva um vasto programa de investigação e monitorização do meio marinho onde se localizam os principais bancos de moluscos bivalves, associado ainda a um controlo bacteriológico das águas e dos recursos conquícolas explorados.

O estudo continuado de certas características físicas, químicas e biológicas do meio marinho e a sua inter-relação com os recursos vivos é outra das áreas de actividade I&D aplicada às Pescas e Aquacultura que surge normalmente associada a projectos específicos, sendo alguns apoiados parcialmente no âmbito dos programas FAR e STEP.

2.2 *Os estudos sobre recursos vivos marinhos explorados* absorvem uma grande parte dos meios humanos e materiais e desenvolvem-se tanto sobre os recursos vivos (nas fases exploradas ou não) das Águas Portuguesas como em Águas internacionais ou de outros países como acontece em zonas tuteladas por organizações internacionais como o ICES, NAFO, CECAF, ICCAT, ICSEAF, incluindo acções de cooperação de I&DT com países de ACP.

O recursos da ZEE portuguesa são objecto de estudos sobre a biologia, ecologia, distribuição, dinâmica de populações, avaliação e acompanhamento da evolução do estado dos mananciais das principais espécies ou grupos de espécies, o que tendo em linha de conta a riqueza específica das nossas águas, faz com que sejam sempre insuficientes os inúmeros projectos em curso neste domínio, face aos múltiplos e complexos problemas para os quais urge ter uma resposta cientificamente fundamentada por forma a permitir uma gestão racional dos recursos explorados. Neste contexto encontram-se vários projectos em curso apoiados parcialmente pela comunidade no âmbito do Programa FAR com particular destaque para os relativos aos recursos da área da NAFO.

A prospecção de recursos ainda não explorados ou pouco explorados, em particular para fora da plataforma continental, tal como certas espécies demersais de peixes e crustáceos de grandes profundidades ou ainda de espécies neríticas de cefalópodes e peixes grandes migradores é objecto de grande empenho, existindo neste domínio projectos apoiados no âmbito do Programa FAR.

A promoção de uma gestão racional dos recursos marinhos com bases científicas tem levado à realização de projectos de investigação em áreas tais como a implantação de recifes artificiais, cuja implantação no NE Atlântico foi desenvolvida pela primeira vez na Costa Sul Portuguesa, passando por estudos de selectividade de artes de pesca a estudos multidisciplinares sobre a actividade da pesca artesanal, cuja importância e especificidade regional é ainda notória em Portugal.

2.3 *O desenvolvimento tecnológico de embarcações, artes e técnicas de pesca* tem sido objecto de alguns projectos de investigação por forma a definir estratégias e avaliar opções face à evolução tecnológica mais recente.

Neste domínio teremos que destacar acções de I&D que visam a aplicação do cálculo automático no âmbito do projecto e no desenho assistido por computador, quer nos testes à escala real no mar quer em escala reduzida, de artes e navios de pesca.

O desenvolvimento e optimização da eficiência de artes de pesca através de novas concepções e materiais que privilegiam o comportamento aerodinâmico, em particular a selectividade no arrasto de crustáceos, bem como no tocante à redução de consumo de combustíveis nas operações de pesca com arrasto de fundo são projectos em curso apoiados parcialmente no âmbito do Programa FAR, e dos quais se esperam resultados significativos.

2.4 *O controlo de qualidade e melhoramento dos produtos da pesca* é uma área de I&D que engloba projectos fundamentais à actividade da pesca, como seja o programa de monitorização de poluentes em peixes, moluscos e crustáceos de interesse comercial, em que se destaca o estudo de bioacumulação de mercúrio e outros que a seguir se enunciam.

Assim, os projectos de I&D sobre a conservação de pescado, bem como a valorização de espécies subutilizadas inserem-se numa necessidade premente em melhorar a rendibilidade dos agentes económicos do Sector da Pesca e diminuição de esforço de pesca sobre certas espécies e a definição de novos critérios e normas de qualidade surgem como essenciais ao desenvolvimento sustentado do sector.

As novas tecnologias daqui decorrentes têm permitido desenvolver projectos na área da transformação e preparação de novos produtos a partir de espécies subutilizadas como p.ex. o verdinho e a sardinha. O isolamento de biomoléculas de grande valor comercial a partir de desperdícios das indústrias de processamento, têm também sido objecto de projectos de I&D, alguns deles apoiados no âmbito do Programa FAR.

2.5 *O desenvolvimento da Aquacultura* apoiada em bases científicas e as relações com o meio ambiente são a base dos projectos de investigação em curso em Portugal.

As implicações do incremento desta actividade, em particular na orla costeira, tem motivado também um desenvolvimento associado da aquacultura em «offshore», apesar das boas condições que existem para a produção de organismos marinhos «inshore», pelo que se promovem estudos tendentes ao aproveitamento das potencialidades da Costa Portuguesa na Aquacultura em «offshore».

Estudos sobre a fisiologia da reprodução e da nutrição de espécies como o robalo, dourada, linguado, pregado, salmão, camarão, amêijoia e ostra, nas diversas fases dos seus ciclos de vida, são genericamente objecto da grande maioria dos projectos I&D em curso.

O melhoramento zootécnico de reprodutores das espécies com interesse para aquacultura, o estudo das doenças e potenciais agentes patogénicos presentes no meio natural e nos organismos objecto de cultura, bem como estudos sobre os efeitos da aquacultura (p. ex. de regime intensivo) sobre o meio natural e o ordenamento das zonas litorais com apetência para a aquacultura são outro grupo de projectos de relevo nesta área do conhecimento.

3. Perspectivas

A internacionalização das relações institucionais, em particular no espaço comunitário, associada aos programas de mobilidade de técnicos e investigadores e aos apoios estruturais ao desenvolvimento da investigação, poderão a curto prazo contribuir cabalmente para o

desenvolvimento socio-económico do País promovendo sinergias benéficas ao Sector das Pescas e Aquacultura.

O futuro da investigação e desenvolvimento aplicado às Pescas e Aquacultura em Portugal, passa pelo ainda maior contributo que venha a ser proporcionado ao tecido produtivo do Sector para o que se torna necessário manter, senão mesmo ampliar, os níveis de formação técnico/científica específica e consequentemente criar estímulos à aplicação dos conhecimentos neste domínio científico.

A necessidade, cada vez mais evidente, de promover projectos multidisciplinares, conduzirá seguramente, num futuro próximo, a uma melhor articulação e aproveitamento dos meios humanos e materiais, proporcionando um diálogo construtivo da massa crítica nacional e internacional e conduzirá a uma redução significativa na duplicação ainda existente de certas acções de I&D, mal-grado algumas dificuldades tanto em meios humanos qualificados como em recursos materiais.

A melhoria de estrutura de base e a dinamização de projectos de I&D, cujo conteúdo e objectivos sejam cientificamente exequíveis, poderão contribuir a curto prazo para um desenvolvimento sustentado do Sector das Pescas e Aquacultura, em que a componente científica é cada vez mais importante, merecendo uma aceitação que, se por um lado é gratificante, por outro é a assumpção de uma responsabilidade crescente.

ESTADO DA ARTE EM GEOLOGIA MARÍTIMA EM PORTUGAL

*António Marcos Galopim de Carvalho**

O grande desenvolvimento nos campos básicos da ciência marítima é um resultado feliz do chamado «Programa Dinamizador da Ciência Marítima», realizado pela JNICT em 1987.

Após a atenção dos poderes públicos ter sido alertada para o interesse fundamental de alguns projectos submetidos na sequência do programa mencionado, apareceram vários grupos de trabalho, formados por investigadores de instituições diferentes.

Dos campos desenvolvidos, pode-se salientar o estudo da dinâmica sedimentar da plataforma continental portuguesa e o conhecimento sismotectónico da margem continental ibérica ocidental. O trabalho que está a ser realizado dentro destes dois projectos, ligados estruturalmente entre si e ambos com a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, é interdisciplinar e inter-institucional, sendo o Instituto Hidrográfico uma das instituições participantes a salientar pela sua maior importância nestes projectos.

Estão a decorrer neste momento, e no âmbito dos referidos projectos, as seguintes acções complementares:

1. identificação das principais características dos diferentes processos que fornecem material à plataforma;
2. identificação e caracterização de paleo-processos;
3. localização e estudo de paleo-litorais;
4. caracterização da evolução do litoral português;
5. estudo pormenorizado de alterações recentes ou da amplitude da acção de processos;
6. inventário de possíveis falhas activas na plataforma;
7. identificação de formações geológicas na plataforma;
8. geomorfologia da plataforma;
9. utilização de ROV (Veículo de Operação Remota).

* Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Para além dos objectivos científicos dos dois projectos e devido à ausência de uma «escola» portuguesa de Geologia Marinha, surgiu a necessidade de criar e formar um grupo de jovens investigadores (12, actualmente).

Foi dada atenção especial à cooperação interdisciplinar e inter-institucional, numa base nacional e internacional. Uma troca constante de resultados e experiências está a decorrer entre as diferentes organizações e investigadores envolvidos.

O trabalho desenvolvido desde 1987 produziu:

18 relatórios;

23 artigos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais;

59 comunicações apresentadas em encontros científicos nacionais e internacionais.

Os estudos a decorrer são em grande parte baseados em dados obtidos durante cruzeiros marítimos, que foram programados com base na maximização de meios humanos e materiais pelas instituições que se interessam por estes problemas e na minimização dos custos relativos a utilização de navios. Desta forma, foram promovidos 14 cruzeiros, uma contribuição de extrema importância para a obtenção de dados.

A preocupação natural com os problemas que afectam o litoral português, alguns dos quais muito actuais e pondo em perigo pessoas e bens, levou à realização de 10 campanhas de campo em várias praias portuguesas.

Embora seja muito interessante falar dos esforços desenvolvidos e do trabalho já concluído ou em curso de realização, devem-se referir como mais significativos alguns dos resultados obtidos, agora considerados como aceites e difundidos nas comunidades científicas nacional e internacional. De entre os mais importantes referem-se:

- determinação da taxa de aumento médio relativo do nível do mar em Portugal;
- quantificação das taxas de recuo da linha de costa, dos anos 40 até ao presente;
- adaptação de um modelo computacional para estudar a refacção e a difracção das ondas;
- tentativa de determinação, baseada em modelação computacional e em dados reais, de taxas de recuo da linha de costa induzida pelo aumento relativo médio do nível do mar;
- avaliação do potencial em inertes na plataforma continental do Minho;
- estudos de biocenoses, tanatocenoses e paleotanatocenoses de ostracodos da plataforma continental e procura de ostracodos glaciários na plataforma do Minho relacionado com o paleo-litoral de há 18 000 anos A. P.;
- estudo de minerais pesados da plataforma continental entre Nazaré e a foz do Rio Minho, que pormenoriza e corrige o existente em vários aspectos;
- análise morfo-estrutural da plataforma continental a norte de Peniche;
- padrão da distribuição de sedimentos na plataforma continental nortenha;
- modelação de remobilização induzida por ondas, utilizando ondas com diferentes características e partículas de pesos específicos diferentes;

- estudo de associações de foraminíferos ao largo de Viana do Castelo, permitindo a detecção da paleotanatocenose *Elphidium Crispum*, relacionável com a recente paleo-litoral Drias (11 000 anos a. C.);
- determinação de taxas de acumulação baseadas no método de Pb 210 em núcleos sedimentares obtidos em cruzeiros co-promovidos pelo projecto;
- pormenorização da configuração de paleo-litorais e da evolução da plataforma entre Nazaré e Caminha, desde o último máximo glaciário;
- determinação da ondulação de tempestade relacionada com duas destas ocorrências afectando a costa portuguesa;
- caracterização das plumas túrbidas relacionadas com rios que se esvaziam na plataforma portuguesa nortenha;
- descoberta de estruturas arqueológicas com 2 000 anos de idade e participação no estudo do seu enquadramento geológico e na sua reconstituição;
- estudo de núcleos da vertente ocidental da montanha submarina da Galiza, que evidenciou a existência de contrastes glaciário/inter-glaciário nas associações de foraminíferos bentónicos;
- granulometria e caracterização composicional das areias da praia submersa entre Aveiro e o Cabo Mondego e correlação com a barra de rebentação.

No último encontro sobre a plataforma continental portuguesa, promovido pelos dois projectos mencionados, que teve lugar em Lisboa, de 22 a 24 de Maio de 1991, foram apresentadas mais de 50 comunicações. As comunicações referidas foram apresentadas por 150 participantes, representando 35 instituições.

AMPLIAR A BASE DE RECURSOS – TAREFA MAIOR DA GEOLOGIA

*Delfim de Carvalho**

1. Generalidades

Portugal é um país com geologia complexa e está relativamente bem dotado de recursos minerais metálicos e não metálicos, na sua maior parte gerados em processos geológicos do ciclo hercínico, ou seja, num período que durou cerca de 400 milhões de anos. Alguns destes depósitos são conhecidos desde as épocas Romana e pré-Romana, e os outros foram descobertos muito posteriormente, com predominância para o período de 1950 a 1980, em consequência de intensa actividade do Estado e de empresas mineiras em investigação geológica e prospecção, dirigida, predominantemente, para os sulfuretos polimetálicos, ouro, estanho, tungsténio e urânio. A descoberta mais notável foi a de Neves-Corvo, jazigo de cobre e estanho com projecção à escala mundial, que constitui a maior fonte actual daqueles metais na Europa.

A relevante contribuição dos recursos geológicos para a economia do país (principalmente a partir de metais-base, tungsténio, estanho, ouro, urânio, mármore e granitos) e a boa potencialidade para a descoberta de novos depósitos minerais, justificaram o desenvolvimento da investigação geológica desde tempos recuados. Com efeito, Portugal tem longa e bem conhecida tradição na actividade geológica. Foi um dos primeiros países a criar um Serviço Geológico, em 1848, por iniciativa da Academia das Ciências, e cedo iniciou o levantamento sistemático do território, tendo publicado em 1876 o mapa geológico de todo o país à escala 1:500 000, o qual foi premiado na Exposição Internacional de Filadélfia e considerado um dos primeiros do género no mundo. Durante as últimas décadas tem sido desenvolvida intensa actividade visando o melhor conhecimento da Base de Recursos e dos processos geológicos relacionados com a formação de jazigos minerais. Foi assim criado um enorme manancial de

* Serviços Geológicos de Portugal.

dados que tornaram possível a publicação de vários tipos de mapas geológicos básicos e temáticos a diferentes escalas. Cerca de 90% do território está já coberto por cartografia geológica, da qual a maior parte corresponde a levantamentos na escala 1:25 000 e respectiva publicação em folhas 1:50 000. Assim, no que se refere a área coberta por cartografia de detalhe, um dos melhores indicadores do grau de conhecimento geológico, Portugal situa-se entre os países mais bem colocados. Por isso, tem sido possível dar adequado contributo para os projectos da Carta Geológica do Mundo, Carta Metalogénica da Europa, Mapa dos Jazigos de Ferro da Europa, Mapa Hidrogeológico da Europa e Atlas Mineiro Mundial, promovidos pela UNESCO.

Os depósitos minerais não são mais do que produtos normais resultantes dos processos geológicos, sendo por isso crucial para a prospecção mineira a existência de mapas geológicos à escala regional e de detalhe com elevada qualidade científica, só possíveis de conseguir por equipas multidisciplinares de geocientistas bem qualificados. Por esse facto, tem sido dada especial ênfase a esta actividade, representando os novos mapas 1:200 000 e 1:50 000 o produto material de tal esforço. Um moderno mapa na escala 1:500 000 cobrindo todo o País, incluindo a geologia da plataforma, já pronto para impressão, irá proporcionar a divulgação de novos dados e novas interpretações de grande interesse, não só para a prospecção mineira, mas também para as múltiplas aplicações da Geologia.

Os resultados da investigação são regularmente publicados em vários periódicos científicos nacionais e em consagradas revistas internacionais. A revista portuguesa de geologia mais antiga e mais divulgada (primeiro volume em 1883) é a *Comunicações* (Serviços Geológicos de Portugal), da qual se faz distribuição e intercâmbio com muitas instituições de 70 países, incluindo 180 universidades, 114 centros de investigação e 70 associações científicas.

Uma visão genérica dos temas de investigação desenvolvida em Portugal relacionados com a Base de Recursos pode ser obtida do anexo que inclui uma listagem de projectos seleccionados entre os que estão em curso nas universidades, organismos do Estado e empresas.

2. Rumo à Base de Recursos para o Século XXI

A Base de Recursos corresponde ao conjunto dos depósitos de substâncias geológicas conhecidas e desconhecidas na crosta terrestre susceptíveis de exploração lucrativa, no presente ou no futuro. Daqui decorre que a descoberta, delimitação e caracterização desses depósitos constitui a fase crucial do processo de avaliação global, mas importa não esquecer que é das condições económicas e da tecnologia que depende a passagem das substâncias de natureza geológica a recursos. Assim, os depósitos existentes para cada profundidade da Base de

Recursos são, em termos práticos, fixos, mas os recursos neles contidos podem variar de dia para dia. Por tal facto, constitui dever de qualquer Estado possuir, em cada momento, o melhor conhecimento possível da sua Base de Recursos. Para a consecução deste difícil objectivo é, obviamente, necessário desenvolver múltiplas acções, em particular no domínio das Geociências, Prospekção Mineira, Mineralogia e da Tecnologia Mineira. Isso implica, quase sempre, trabalho multidisciplinar complexo, exclusivamente realizado por organismos estatais, empresas e universidades. Tal tem sido o caso em Portugal, com resultados bastante satisfatórios.

Numa abordagem tendente a «medir» o grau de conhecimento geocientífico da Base de Recursos portuguesa, podem considerar-se seis zonas principais: Zona de Trás-os-Montes (ZTM), Zona Centro-Ibérica (ZCI), Zona de Ossa Morena (ZOM), Zona Sul Portuguesa (ZSP), Zonas (Orlas) Meso-Cenozóicas* (ZMC) e a Zona Económica Exclusiva (ZEE). As áreas que as constituem correspondem a unidades geológicas com especificidades bem conhecidas da literatura. Para simplificação, apresenta-se no Quadro I, o resumo do resultado do ensaio de avaliação qualitativa agora realizado, o qual traduz, tão-somente, a opinião do autor.

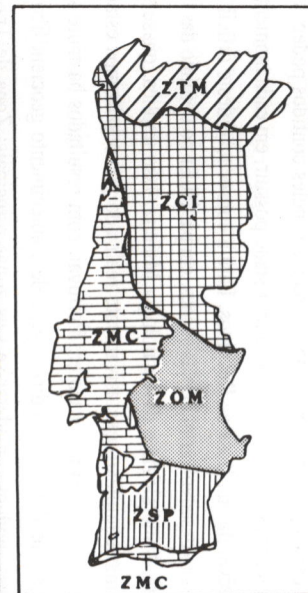
Da análise deste Quadro pode deduzir-se que, em termos gerais, existe um grau de conhecimento razoavelmente bom para as áreas potenciais das diferentes zonas até profundidades da ordem dos 300 metros, mas para lá deste horizonte apenas na Zona Sul Portuguesa se atinge o nível 4 (Bom). Com efeito, isso não surpreenderá, uma vez que a ZSP (em Portugal) contém metade da designada Faixa Piritosa Ibérica, a qual constitui, como se sabe, o maior distrito mineiro e a maior reserva de metais da Europa ocidental. De salientar que a quase totalidade das actuais reservas da parte portuguesa (mais de 400 milhões de toneladas de sulfuretos polimetálicos maciços), foi descoberta durante o período de 1953-1977. Este notável sucesso é consequência directa da intensa actividade de investigação que conduziu à melhor compreensão da geologia e da génese dos respectivos jazigos minerais, conjugada com o progresso na eficácia dos métodos geofísicos entretanto ocorrido. A ZSP tem sido objecto de vastos programas de prospekção pelo Estado e por empresas mineiras, mas, apesar disso, continua a revelar-se como a região mais promissora para novas descobertas de importantes jazigos minerais.

Porém, não restam dúvidas de que novos alvos serão cada vez mais difíceis de definir em todas as zonas atrás referidas. Por isso, é da maior importância otimizar as técnicas a aplicar, bem como refinar os parâmetros determinantes da prospekção, incluindo a modelação de depósitos e a integração de conceitos prospectivos combinando de forma coerente dados geológicos, geoquímicos e metalogénicos. Por outro lado, será também necessário definir novas áreas potenciais para além das já conhecidas, o que implica consideráveis esforços para alargar a investigação a níveis mais profundos da crosta, em áreas-chave, com recurso a sonda-

* Inclui o maciço de Monchique.

Quadro 1
Conhecimento Geocientífico para diferentes profundidades da base de recursos em Portugal

Áreas e ocorrências, Profundi- dade (metros)	Z T M	Z C I	Z O M	Z S P	Z M C*	Z E E
	Ag, Asb, Au, Ba Be, Cr, Cu, Fe Fds., Geot., Li, Mo, Nb, Pb PGE, Qtz., REE Sb, Sn, Ta, Talc, U, W	Ag, Au, Be, Carv., Caul., Cu, Fds., Geot., Li, Nb, P, Pb, Qtz., Sb, Sn, Ta, Ti, U, W, Zn	Ag, Asb, Au, Carv., Cu, Fds., Fe, Geot., Ni, Pb, Qtz., REE, Sb Sn, Zn, Zr	Ag, Au, Ba, Bi Co, Cu, Fe, Ge, Geot., I, Mn, Pb, S, Se Sb, Sn, Zn	Al, Caul., Cu, Diat., Fds., Gas, Geot., Ges., Lig., Mn NaCl, Nb, Óleo REE, Ta	Areia, Cascaelho, Gás NaCl, Óleo, P, "Placers", Outros metais
0 - 300	3	2	3	5	4	2
300 - 500	2	1	2	4	3	2
500 - 1 000	1-	1-	1	2	2	2
1 000 - 1 500	0	0	0	1	2	2
1 500 - 3 000	0	0	0	0	1	1
3 000 - 5 000	-	-	-	-	1-	1-



5 - MUITO BOM 4 - BOM 3 - RAZOAVELMENTE BOM
2 - RAZOÁVEL 1 - INCIPIENTE 0 - NULO

PRIORIDADE PARA INVESTIGAR
COM SONDAGENS PROFUNDAS

Note: Símbolos a negro significam produção actual ou no passado

* Inclui o Maciço de Monchique

gens. Tal investigação será indispensável para responder a questões de natureza estratigráfica e estrutural, cruciais para melhor compreender a evolução geotectónica, podendo vir a revelar novos horizontes ou alargar os limites conhecidos das áreas potenciais tradicionais e, até mesmo, obrigar a reformular certos parâmetros na prospecção, bem como possibilitar medidas do fluxo de calor de importância relevante para a avaliação do potencial geotérmico (HDR).

O Quadro I mostra algumas áreas que se recomendam, desde já, como prioritárias para investigação por meio de sondagens relativamente profundas. A área de Neves-Corvo e sua continuação para SE em direcção à fronteira, a área de Aljustrel, os complexos ultramáficos de Trás-os-Montes e alguns dos granitoides mais radioactivos da Zona Centro Ibérica, são excelentes alvos para investigação polivalente, envolvendo equipas pluridisciplinares de organismos estatais, de universidades e de empresas mineiras. Pelo elevado interesse económico dos depósitos do tipo Neves-Corvo* a primeira prioridade deverá ser para a selecção de um ou mais alvos na continuação do lineamento vulcânico «Estação de Ourique-Neves» para SE do jazigo de Neves-Corvo, em áreas já definidas pela geologia, geofísica e por sondagens relativamente superficiais.

Na ZEE as sondagens profundas são necessárias para adequado conhecimento da estrutura e cobertura sedimentar do talude e rampa continental, da transição continente/oceano e para proporcionar dados de importância relevante para a avaliação do potencial em recursos geológicos.

2.1. *Desenvolvimentos da Investigação Recente*

2.1.1. Zonas continentais

Os jazigos minerais e os processos geológicos relacionados com a sua formação têm sido objecto de vários projectos de investigação por geocientistas portugueses e de outras nacionalidades, especialmente nas últimas três décadas, sendo os respectivos resultados publicados em revistas internacionalmente consagradas. Nos últimos anos verificou-se um incremento assinalável desta investigação graças à participação em equipas de projectos financiados no âmbito do Programa-Quadro da Comunidade (ver lista anexa).

Por terem grande expressão em Portugal, os granitos hercínicos têm sido objecto de intensa e diversificada investigação por vários grupos de especialistas de organismos estatais e de universidades nacionais e estrangeiras. Desses projectos resultou já grande quantidade de dados em diversos domínios, designadamente, petrologia, geoquímica multi-elementar, Terras

* O mundialmente famoso jazigo de Neves-Corvo produz 120 000 t/ano de Cu e 5 000 t/ano de Sn a partir de minérios com teores anormalmente altos. O valor bruto total dos metais economicamente recuperáveis deste depósito excede os 6 biliões de ECU. A mina emprega 1000 trabalhadores e as reservas demonstradas e inferidas podem assegurar, em condições normais de mercado, algumas décadas de actividade.

Raras, isótopos, inclusões fluidas e controlo estrutural, proporcionando uma base sólida para definir e correlacionar a vasta gama de mineralizações associadas aos granitoides, em especial de estanho, volfrâmio, nióbio, tântalo e ouro, com grupos específicos de granitos e, bem assim, estabelecer critérios de descoberta de jazigos mais selectivos e eficazes.

Estudos integrando técnicas multidisciplinares têm vindo a ser desenvolvidos na investigação de mineralizações de ouro, PGE e de sulfuretos polimetálicos maciços, tendo em vista a definição de modelos de depósitos minerais que permitam o apuramento de conceitos rigorosos e a melhoria da economia e eficácia na prospecção. Nestes projectos estão envolvidos investigadores portugueses e de outros países da Comunidade, e, também, no caso dos sulfuretos polimetálicos, de universidades japonesas e do USGS. Os relatórios de progresso já revelaram resultados muito promissores no que se refere à mineralogia, geoquímica dos isótopos estáveis, inclusões fluidas e à expressão geoquímica de algumas daquelas mineralizações.

A Faixa Piritosa Ibérica, em geral, e o jazigo de Neves-Corvo, em particular, têm mobilizado consideráveis meios de investigação. Resultados de particular interesse foram obtidos através da aplicação de técnicas sofisticadas, designadamente, ICP-AES, ICP-MS, cromatografia iónica e activação neutrónica, em projecto de cooperação conjunto dos Serviços Geológicos de Portugal e do United States Geological Survey (USGS), financiado pela FLAD (Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento). O estudo das Terras Raras de litotipos do Complexo Vulcano-Silicioso permitiu caracterizar melhor o vulcanismo e os processos sin e pós mineralização, e a litogeoquímica pôs em evidência padrões de distribuição do ouro à volta de jazigos de sulfuretos e de centros vulcânicos.

A investigação geoquímica de águas e plantas na área de Neves-Corvo pôs em evidência, pela primeira vez, que as folhas da Azinheira (*Quercus ilex*) constituem sensível meio de amostragem, podendo vir a revelar-se de grande eficácia na prospecção de jazigos ocultos. Estes estudos demonstraram que vários elementos-traço presentes nos minérios a grande profundidade foram preferencialmente concentrados, em particular, nas folhas e, também, nos ramos do primeiro ano de crescimento das azinheiras. Estes extraordinários resultados são pioneiros e podem vir a dar contribuição relevante para novas descobertas de jazigos do tipo da Faixa Piritosa.

2.1.2. Zona Económica Exclusiva

O uso dos oceanos e a exploração dos seus recursos tiveram início nos primórdios da civilização, pelos primeiros habitantes das áreas costeiras. Nos tempos modernos a prospecção e a exploração de petróleo e gás em zonas submersas das margens continentais veio a requerer imenso esforço de investigação em quase todos os ramos da Ciência e Tecnologia.

Num futuro previsível a exploração de crostas e nódulos polimetálicos do fundo dos oceanos e, muito provavelmente, de sulfuretos polimetálicos junto às zonas de acreção de

crosta oceânica, irá exigir maior recurso à aplicação de tecnologias avançadas. Não restam dúvidas de que a exploração dos recursos oceânicos e o uso racional dos oceanos serão, ainda, cada vez mais dependentes de desenvolvimentos na fronteira do conhecimento tecnológico.

Por razões de ordem geográfica, estratégica, científica e económica, Portugal tem significativo papel a desempenhar nas Geociências Marinhas. Entre esses factores importa, pela sua relevância, destacar os de natureza oceanográfica a seguir indicados:

- Portugal tem a maior ZEE dos países da Comunidade e situa-se próximo do oceano profundo, o que lhe confere singularidade no contexto europeu.
- Localizando-se no lado Este da bacia oceânica subtropical, é uma zona favorável à ocorrência de «upwelling» costeiro com implicações para produtividade orgânica e no potencial em petróleo. Por outro lado, a presença da corrente mediterrânica, de consequências únicas na biologia e geologia, torna possível o estudo da circulação profunda e suas variações no passado remoto.
- As fronteiras de três das principais placas da litosfera (Americana, Euroasiática e Africana, nos Açores; Euroasiática e Africana, no continente) situam-se dentro da ZEE portuguesa. Tal facto é bem elucidativo da importância desta região para a compreensão dos fenómenos geológicos à escala global.

O potencial de utilização da ZEE portuguesa para o transporte, deposição de resíduos, defesa, etc. requer igualmente profundo conhecimento geológico da área.

O reconhecimento geológico da ZEE e da plataforma continental portuguesa iniciou-se em 1975, por acção do Serviço de Fomento Mineiro (SFM) e pelos Serviços Geológicos de Portugal (SGP). Desde então, foram publicados mapas nas escalas 1:1 000 000 e 1:200 000, estando já terminada a primeira fase de reconhecimento geral da geologia e da cobertura sedimentar da plataforma, com vários resultados publicados na literatura da especialidade.

No futuro, os principais objectivos de investigação em geologia marinha centrar-se-ão no alargamento do conhecimento geológico a toda a ZEE, incluindo as planícies abissais e os arquipélagos dos Açores e Madeira, bem como na promoção de estudos detalhados em áreas com potencialidades em recursos geológicos e de interesse ambiental. Uma vertente importante da investigação diz respeito à identificação da transição continente/oceano na margem ocidental Ibérica, através da geofísica e do recurso a sondagens profundas, tal como foi atrás referido. Os estudos científicos para a obtenção de dados geológicos e geofísicos, essenciais para a compreensão da estrutura geológica da ZEE, deverão ser prioritariamente orientados para a avaliação de recursos, paleoceanografia e geologia marinha ambiental.

No presente, os SGP desenvolvem, conjuntamente com outros membros dos WEGS (Western European Geological Surveys) e com algumas outras das principais instituições oceanográficas mundiais, acções e estudos sobre a margem Ibérica e bacias oceânicas adjacentes.

A parte da superfície terrestre imersa e sob jurisdição portuguesa é dezoito vezes superior à da área emersa relativa a Portugal. Reconhecer e desenvolver tão vasta fronteira sub-oceânica requer estreita cooperação com outras instituições geológicas e oceanográficas internacionais. Só em conjunto será possível aumentar significativamente a necessária informação para importantes decisões relativas à utilização e desenvolvimento dos recursos não vivos da ZEE. É nessa linha que os SGP têm vindo a concretizar projectos no domínio das Geociências Marinhas com equipas e apoios internacionais, designadamente:

- A sedimentação marinha quaternária recente de Portugal às ilhas Canárias.
- Transporte sedimentar nas margens atlânticas europeias.
- Os fosfatos e sedimentos associados na margem ocidental Ibérica como registos de mudanças oceânicas.
- O impacto de processos naturais e das actividades do homem no sistema marinho do nordeste Atlântico.
- Estudo de praticabilidade de um Laboratório Bêntico Abissal para experimentação de longo prazo.
- Tendências actuais e perspectivas para a realização de um Atlas Digital Marinho.
- Aplicação de modernas técnicas de detecção remota para estratégias de gestão do ambiente marinho.

3. Comentário Final

Muito embora a problemática dos recursos minerais e sua adequação para responder às necessidades futuras seja já tema importante para os responsáveis do planeamento e de governantes, poucas dúvidas restam de que o abastecimento de substâncias geológicas e o impacto ambiental, decorrente da exploração de recursos com teores cada vez mais baixos, irão ser preocupação maior das próximas gerações. Portugal é dotado de alguns depósitos minerais de grande dimensão e tem elevado potencial para a descoberta de novos outros. Por tal facto, importa envidar persistentes e vigorosos esforços em I&D para melhor compreender os processos mineralizantes e desenvolver novos e mais efectivos métodos que conduzam à avaliação segura e oportuna da sua Base de Recursos.

O progresso das nações, no seu todo, continua a ser fortemente dependente dos metais e nada parece provar que tal vá mudar no futuro. Os novos materiais e as novas tecnologias vêm requerendo um número crescente de novas «commodities» que têm de ser encontradas. Os Geocientistas têm papel decisivo a desempenhar nas novas descobertas e no necessário aumento dos recursos geológicos disponíveis. Instituições modernas, eficazes e com meios adequados são outros dos pré-requisitos para tornar essa enorme tarefa possível e frutuosa.

PROJECTOS DE INVESTIGAÇÃO DA CEE COM PARTICIPAÇÃO PORTUGUESA
(Programas: RAW MATERIALS, SCIENCE, MAST, COMETT, JOULE)

ÁREA	TÍTULO	PARTICIPANTES
GEOLOGIA ECONÓMICA E PROSPECÇÃO	– Multidataset Analyses for the Development of Metallogenic/Economic Models and Exploration Criteria for Gold Deposits in Western Europe. – Recherche Multidisciplinaire de Guides de Prospection des Mineralizations Aurifères Filoniennes: Application à la Partie Ouest du Massif Hespérique (Espagne, Portugal). – Integrated Multidisciplinary Exploration Techniques for Gold and Precious Metals in the Western Iberian Peninsula. – Platinum Group Elements Mineralization in Two Basic Ultrabasic Complexes in Northern Portugal.	EDM; BGS Riofinex (UK) ITGE, GPPG (ESP), GSI (IR) SGP/SFM-DGGM, FCUP, FCUL Gregu (F); Un. Leeds (UK) ITGME, RTM (ESP), SGP/LAB/SFM-DGGM BGS, NIGEL, EM, US (UK) ITGME (ESP), FCUL, Open University, SGP-DGGM
TECNOLOGIA MINEIRA	– Optimizing Mining Methods by Advanced Numerical Modelling of Complex Rock Mass Behaviour. – Generalization, Improvement and Implementation of the Software Package Computer Aided Planning of Underground Mining Exploitation (CAPUME).	Pirites Alentejanas Taramines (IR); CUT (NL) Hellenic Ferroalloys (GR) Pirites Alentejanas ADIST/IST U. Roma, U. Trieste
MINERALOGIA	– Development of a New Treatment Process for Wolframite Slimes Tailings. – Industrial Methods for the Control of the Column Flotation. – Diseo y Sintesis de Nuevos Reactivos para la Flotacion Selectiva de Sulfuros Complejos. – High Temperature Bioleaching of Complex Mineral Sulfides	BTW, LAB-DGGM WSL, Mozley (UK) EDM; BRGM (F) M. Almagrera EDM; ITM (I) M. Almagrera (ESP) CTM/LNETI WSL, WU (UK) UCM, US, UAM, RTM (ESP)
	– AFAIRS – Associação Universidade-Empresa para a Formação no Âmbito da Indústria e Recursos do Subsolo.	FEUP, IST, ESEMM, ESEMUIO (ESP)
GEOCIÊNCIAS MARINHAS	– Late Quaternary Marine Sedimentation from Portugal to the Canary Islands. – Feasibility Studies for an Benthic Laboratory for Long Terms Experiments. – Feasibility Studies for Assessment of Current Trends and Future Directions for an Europe Digital Marine Atlas. – Seismostratigraphic Interpretation of High Resolution Seismic Investigators of the Seafloor – COMETT 5010/C. – Applications of Modern Remote Sensing Techniques for Marine Environment Management Strategies.	Geol. Surv. of Netherlands SGP/IOS Univ. Cardiff GKSS Marine Inst. of Kiel SGP IOS/SGP/University of Reading University of Kiel SGP GEOMAR/SGP University of Kiel
ENERGIA	– Avaliação de Recursos Geotérmicos entre Lamego e Vila Verde da Raia. – Structural Transects of the Rim of Europe to Africa by Marine Reflection Seismics (STREAMRS). – Evaluation of the Petroleum Potential of Portugal's West Coast Basins Using an Integrated Geology Information System (Alpha Project)	FCUL, INMG, IST, UTAD CNRS (F) NSU; IP-Paris, RHBNC, BIRPS, FCUL FCUL, FCUC, FCUP, GPEP Un. Amst.; Geol. Surv. Denm.

PROJECTOS DE INVESTIGAÇÃO EM PORTUGAL PARA ALÉM DOS DO PROGRAMA-QUADRO DA CEE,
RELACIONADOS COM A BASE DE RECURSOS (Financiamento: PIDDAC, INICT, INIC e FLAD)

• Investigação Geológica Soco Cristalino e das Bacias Sedimentares Antemesozoicas	SGP (DGGM)
• Estudo Estratigráfico e Estrutural do Grupo Xisto-Grauváquico	" "
• Estratigrafia e Sedimentologia das Bacias Sedimentares Meso-Cenozoicas	" "
• Investigação da Neotectónica do País e Risco Sísmico	" "
• Investigação Aplicada à Caracterização Processos Geradores de Recursos Geológicos	" "
• Investigação de Recursos Hídricos Subterrâneos Regionais	" "
• Reconhecimento Aptidão Potencial Rochas Fissuradas à Injecção, Armazenamento e Migração de Líquidos Residuais e Produtos Contaminantes	" "
• Avaliação dos Teores de Nitratos nos Aquíferos Vulneráveis à Contaminação Natural ou Antropogénica	" "
• Investigação Geológica de ZEE Nacional Inventariação dos Recursos Minerais da Plataforma Continental	" "
• Investigação Geológica e Geoquímica na Faixa Piritosa	SGP/USGS
• Investigação de Técnicas de Exploração Multidisciplinares e Integradas para o Ouro e Outros Metais	LAB (DGGM)
• Estudo Metalogenético de Minérios de Lítio	" "
• Estudos Hidrometalúrgicos de Separação e Aproveitamento de Ouro e Prata em produtos Minerais Pobres	" "
• Estudos para a Valorização de Minérios de Volfrâmio e Estanho Resultantes da Exploração Mineira	" "
• Mineralogia Aplicada à Beneficiação de Sulfuretos Polimetálicos da Faixa Piritosa	" "
• Estudo de Matérias-Primas Caulíniferas como Alternativa às Fontes Tradicionais de Extracção de Caulino	" "
• Estudo de Novos Maciços para Utilização como Rocha Ornamental	" "
• Prospeção de Cobre, Chumbo, Zinco e Metais Associados no Sector de Grândola-Alcácer da Faixa Piritosa	SFM (DGGM)
• Prospeção de Cobre, Chumbo, Zinco e Metais Associados na Região de Moura-Ficalho da Faixa Magnetítico-Zincífera	" "
• Cartografia do Fundo Radiométrico de Portugal	" "
• Potencialidades Mineiras das Províncias Metalogenéticas Portuguesas – Valorização do seu Conhecimento	" "
• Optimização de Métodos Geoquímicos na Prospeção de Metalotectos Auríferos	UAv/SFM
• O Conhecimento dos Ambientes Litorais e Marinhos do Alentejo (CALMA)	UE
• Estudo Preliminar das Rochas Ornamentais de Santa Eulália (Elvas)	"
• Águas Subterrâneas do Concelho de Mértola	"
• Cartografia Geológica da Região de Azinheira de Barros (Folha 42-B)	UNL/SGP
• Estudos de Sedimentologia e Estratigrafia nas Bacias Meso-Cenozoicas	FCUC
• Processos e Recursos Geológicos no Sector Português da Cadeia Hercínica	"
• Metamorfismo e Geoquímica na Gratinização e na Génese de Jazigos Auríferos	"
• Processos de Transferência de Massa e Energia em Segmentos Crustais	"
• Estudos Hidrogeológicos Relacionados com Termalismo	"
• Hidrogeologia em Formações de Cobertura e de Vulcanismo Recente	"
• Cartografia Geológica para o Ordenamento	"
• Cartografia Geológica da Região de Coimbra-Sul (Folha 19-D)	FCUC/SGP
• Cartografia Geológica da Região de Pinhel (Folha 15-C)	"
• Estrutura da Crusta Inferior da Região de Minho e Trás-os-Montes a partir da Refracção Sísmica Profunda	FCUL (DF)
• Levantamento Aeromagnético do Continente Português	"
• Tratamento Matemático de Observações Geodésicas em Geodinâmica	"
• Contribuição do Fluxo de Calor para o Conhecimento Tectónico do Alentejo	"
• Anisotropia e Heterogeneidade da Litosfera Ibérica (ILHIA)	"
• Estudos Tectónicos e Sismotectónicos para Modelização de Estrutura Profunda da Crusta em Portugal	FCUL (DG)
• Sismotectónica de Portugal Continental	"

• Sismotectónica da Margem Continental Oeste-Ibérica	FCUL/(DG)
• Sismotectónica dos Açores	"
• Sedimentologia, Microfácies e Micropaleontologia do Meso-Cenozóico Português	"
• O Beiral de Viana e o Canhão Submarino do Porto na Evolução da Margem Continental Portuguesa	"
• Dinâmica Sedimentar da Plataforma e Vertente Continental Portuguesa	"
• Estudo Sismotectónico da Junção Tripla dos Açores	CNRS/IFREMER/UHb/ /UHok/UAç UM/SGP
• Cartografia Geológica da Região de Braga (Folha 5-D)	UM
• Cartografia Geoquímica e Caracterização Metalogénica dos Granitoides da Região de Braga (Minho, Portugal)	UNL
• Ostracodos do Cenozóico: Sistemática, Estratigrafia, Paleogeografia, Paleoecologia	GRUP/UNL/Pol.East London
• Base de Dados dos Géneros de Plantas Fósseis Portuguesas	UNL/FCUC
• Sedimentologia de Unidades do Liásico e do Dogger	GRUP/UNL/U.Gran.(Esp)/ /FCUC/U.Compl.Mad.
• Biostratigrafia e Paleogeografia do Jurássico na Península Ibérica	UNL/U.Gran./Un.Tetouan
• Analyses et Comparaisons des Séries à Ammonites du Jurassique Supérieur dans les Zones Externes des Cordilliers Portugais, Bétiqes et Rifaines	UNL/U.Gran.
• Los Margenes Continentais del Sur y Oeste de la Iberia durante el Jurásico Superior y Cretaceo Inferior; un Analisis de Cuencas Comparado	UNL/INP
• Componente e Ostracodos do Projecto. Dinâmica Sedimentar da Plataforma Continental Portuguesa a Norte de Peniche/Oeste-Ibérica	UNL/CNRS
• Programme de Coopération Franco-Portugais de Biostratigraphie et de Paléocologie (Cretácico Terminal, Paleogénico)	UNL/FCG
• Estudos das Faunas, da Palinologia e da Estratigrafia do Quaternário Português: Arqueologia e Apoio à Arqueologia	UNL/CNRS
• Relations entre le Cadre Stratigraphique, Évolution Sequentielle et Paleotectonique du Jurassique Portugais	FEUP
• Informática Aplicada à Engenharia de Minas	"
• LAMOREM – Laboratório de Modelização de Recursos Naturais	FEUP/UA.v./IST
• Rede Integrada de Prospecção e Teledetecção	FCUP
• Granitoides Portugueses. Síntese e Crítica	"
• Hidrogeologia e Estrutura de Rochas Granitoides	"
• Controlo Estrutural de Mineralizações	"
• Mineralizações em Contexto Granítico. Tipologia, Distribuição e Fonte dos Elementos	"
• Caracterização de Fluidos Ligados à Génese de Concentrações Metálicas	"
• Novos Métodos de Caracterização de Maciços Rochosos para a Optimização de Explorações Minerais	IST
• Recursos Minerais Essenciais à Alta Tecnologia	"
• Geoquímica e Termalismo	"
• Minerogénese e Petrogénese Primárias	"
• Sistema de Codificação por Octrees. Aplicação à Modelização das Características <i>in situ</i> de um Jazigo Mineral	"
• Concepção e Implementação de um Sistema de Gestão de Bases de Dados	"
• Cartografia Geológica da Região de Vila Real (Folha 10-B)	UTAD/SGP

300 / O ESTADO DAS CIÊNCIAS EM PORTUGAL

MATRIZ DE PROJECTOS DE INVESTIGAÇÃO EM CIÊNCIAS DA TERRA NAS UNIVERSIDADES PORTUGUESAS

Programa \ Núcleo	UAc (1)	UM	UTAD	UP	UA	UC	UNL	IST	FCL DG	DF	UE	Total ETI / Projecto
Vulcanitos	+					+		2	4	1	1	8
Geometria			2			3		2		4		11
Alteração e Alterabilidade		3			+			4				7
Bacias Cenozóicas						2	5		3	1		11
Geologia do Quaternário		2			1	?	2		1	1		7
Bacias Mesozóicas					+	5	3		3	1		12
Petrologia Geoquímica de Granitoides		3	2	2	+	2			+			9
Metalogenia		1		2	3	2	1	2				11
Geologia Estrutural de Rochas Granitoides		+	1	1,5		?				+		2,5
Recursos Hídricos	+		1	1	2	3	1		6	2	2	18
Recursos Minerais Não Metálicos (* rochas ornamentais)		+	3*	+	3	1	0	2*	3	+	+	12
Cartografia Geotécnica	+				+	1			3			4
Bacias Ante-Mesozóicas (CXG)				1	+	4			1	2	1	9
Cadeia Hercínica-Magmatismo, Metamorfismo e Geodinâmica		+	+	2		3	2		3	1	1	12
Ambientes Geológicos Litorais					+	1	+		8			9
Sismologia	+									8		8
Total ETI/Instituição		9	9	9,5	9	27	14	12	35	21	5	150,5
N.º de doutores/Instituição	1	4	1	5	10	15	9	5	17	6	1	74

(1) Os elementos referentes aos programas em curso na Universidade dos Açores (Centro de Vulcanologia) devem ser considerados sob reserva.

Fonte: Conselho Directivo da Rede de Geociências INIC

- UAc – Universidade dos Açores
- UM – Universidade do Minho
- UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
- UP – Universidade do Porto
- UA – Universidade de Aveiro
- UC – Universidade de Coimbra
- UNL – Universidade Nova de Lisboa
- IST – Instituto Superior Técnico
- FCL – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
- UE – Universidade de Évora
- ETI – Equivalente a Tempo Integral

UM PANORAMA DA INVESTIGAÇÃO EM GEODINÂMICA DOS CONTINENTES E OCEANOS

*António Ribeiro**

1. Introdução

Neste artigo iremos tentar apresentar um resumo dos problemas geodinâmicos à escala global, para cuja resolução Portugal poderia contribuir. De facto, 30 anos após o nascimento da teoria das placas tectónicas, é recomendada uma abordagem integrada ao estudo da Terra considerada como um sistema aberto. A Geodesia, a Geofísica da Terra Sólida e a Geologia contribuem todas para a Geodinâmica; os continentes e os oceanos devem ser estudados em conjunto porque a sua evolução está estreitamente ligada através do conceito de «ciclo de Wilson»: a abertura e o fecho dos oceanos fornece a explicação lógica para a maior parte das cinturas orogénicas geradas durante o registo geológico.

Peço desculpa por apresentar apenas uma visão pessoal desta área de investigação, mas as comissões de coordenação existentes para as Ciências da Terra não fornecem a informação requerida pelos organizadores porque não estão a funcionar e não existe qualquer corpo multidisciplinar para a integração de Ciências Terrestres e Marítimas.

2. O «estado da arte» actual

São discutidos os seguintes tópicos:

2.1. *Investigação Fundamental*

Como resultado da actividade de geocientistas portugueses e outros, está a ser realizado um progresso ao nível teórico e sobre geodinâmica da Cintura Varisca, a evolução dos domí-

* Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

nios oceânicos meso-cenozóico do Tétis e do Atlântico, a geodinâmica da junção tripla dos Açores, a fronteira da placa Açores-Gibraltar e a margem ibérica ocidental.

Como contribuições teóricas devemos referir um modelo estocástico para a estimativa da magnitude das falhas de terremotos baseado nas dimensões das falhas e da taxa de deslizamento; este modelo tem sido validado teoricamente através da utilização de métodos da geometria fractal e está-se a avançar na segmentação de falhas activas pelos mesmos métodos, o que permite uma base para modelos de previsão de terremotos mais deterministas. Estes resultados favorecem os modelos de caos fraco de Bak e Cheng mais que os modelos totalmente caóticos de Turcotte e colaboradores.

Em relação à geodinâmica da Cintura Varisca na Ibéria uma síntese, para a qual todos os ramos da Geologia, Geoquímica e Paleogeofísica contribuíram, foi recentemente publicada. Utiliza muito o conceito de terreno, originado nas cinturas móveis peri-pacíficas, e que se estendeu até às cinturas móveis paleozóicas peri-atlânticas, através do Projecto 233 do Programa de Correlação Geológica Internacional (UNESCO). A geologia superficial de Portugal é agora quase totalmente conhecida (a maioria do país está actualmente coberta por um mapa pormenorizado, ver 2.2) mas a Estrutura Profunda do sub-solo Varisco é largamente desconhecida porque os dados tectónicos, aeromagnéticos, gravíticos e de sismica superficial disponíveis deveriam ser complementados por dados sísmicos profundos e magnetotélúricos, actualmente muito insuficientes. Sugerimos que os dados existentes apontam para um modelo de camadas delgadas para a maior parte das cinturas Variscas ibéricas e isto pôde ser confirmado através de furos de sondagem muito profundos; esta estratégia tem sido seguida por alguns países, como a URSS com o furo de sondagem da Península de Kola (12 km) e a Alemanha com o furo de sondagem de Oberpfalz através do projecto KTB programado para terminar em 1994 (com 12 km) e que irá custar o equivalente ao PROGRAMA CIÊNCIA na sua versão de 1990. A única maneira de implementar esta estratégia é financiá-la à escala europeia, mas avançamos a sugestão de que Portugal está numa boa posição para se candidatar a um furo de sondagem muito profundo devido à existência de um deslocamento tectónico de grande escala, pelicular; a melhor exposição do que na maioria dos países europeus faz com que seja mais fácil correlacionar tectónicas superficiais, sismica superficial e sismica profunda.

A geodinâmica da margem ibérica ocidental favorece a hipótese de que esta margem está num estado de transição de passivo para activo; este poderá ser o único caso no mundo para a iniciação actual de subducção.

O postulado da rigidez das placas foi desafiado e o projecto Tango em decurso poderá fornecer uma grande contribuição para esta questão, utilizando o Sistema Global de Posicionamento para controlar deslocamentos entre a Eurásia estável, a América do Norte estável e dentro da rede dos Açores. Os Açores têm o potencial científico para se tornarem

uma área de testes em geodinâmica (Geodesia, Sismologia, Tectónicas, Geomagnetismo, Vulcanologia, Fluxo Térmico) tanto nas ilhas como na área oceânica em redor. Sugerimos a instalação de uma estação permanente ao alcance de um Satélite Laser na Ilha Terceira – escolhida com base nos critérios sismotectónicos – para acelerar os resultados científicos do projecto Tango.

Também foram produzidas contribuições originais na área da interacção fluido-rocha (natureza, extensão, implicações), particularmente no ambiente submarino, procurando uma melhor compreensão da crosta, da sua evolução e recursos. Estes estudos incluem: a) a proposta de um novo processo (de segunda ordem) em placas tectónicas (edução do Manto); b) provas confirmando que o Moho oceânico é uma fronteira ondulada; e c) as relações físicas e químicas entre o metamorfismo hidrotérmico e os depósitos minerais, nas situações continental e submarina.

2.2. Visão geológica e geofísica dos domínios continentais e oceânicos

Estes incluem mapas geológicos e geofísicos pormenorizados (gravidade e magnetismo) nas escalas 1/50 000 e 1/200 000, mapas temáticos de Geologia (Tectónicas, Neotectónicas, Quaternário, Plataforma Continental, Hidrogeologia, Depósitos Minerais) e Geofísica (Gravimetria, Aeromagnetismo, Fluxo Térmico) a uma escala maior (1/1 000 000).

2.3. Caracterização de recursos naturais do subsolo

Foram realizados estudos específicos relacionados com depósitos minerais (sulfuretos maciços, volfrâmio, estanho, ouro) depósitos não-metálicos (pedras ornamentais, arcias, barros, etc.) recursos energéticos (urânio, carvão, geotérmicos) e águas subterrâneas.

Como exemplo de grande sucesso na exploração mineral por uma equipa de geólogos, geofísicos e engenheiros de minas, primeiro público (1970) e depois privado, referimo-nos ao grande jazigo de sulfuretos de Neves-Corvo (1977), a descoberta mineral mais importante encontrada na Europa desde o fim da segunda guerra mundial.

2.4. Estudos de risco

Os acidentes geológicos em Portugal incluem cheias, terramotos, desabamentos de terras e vulcões. O tema da previsão de terramotos é muito importante para um país sísmico como Portugal. Foram realizados estudos específicos de previsão de terramotos a longo termo baseados na paleosismologia, principalmente para a instalação de grandes obras implicando um desenho anti-sísmico especial.

A primeira previsão de terramotos a médio prazo para Portugal foi apresentada no EUG VI, Estrasburgo, 1991, por I. Martins e L. Mendes Victor, com base no algoritmo de Keilis-Borok e colaboradores. Este é um passo importante realizado nesta área em Portugal.

3. Perspectivas

Qualquer avanço qualitativo da situação da investigação em Portugal depende, acima de tudo, de um aumento substancial de financiamento. Portugal não pode apenas seguir as prioridades de outros países europeus porque possui problemas específicos devidos à sua identidade física e cultural. É o papel da comunidade geocientífica portuguesa aconselhar os decisores da investigação, identificando e classificando as prioridades.

3.1. *Investigação Fundamental: Novos Conceitos, Novos Instrumentos e uma Nova Estrutura Institucional*

Se a comunidade geocientífica portuguesa desejar aumentar a sua contribuição para o desenvolvimento científico a uma escala internacional desenvolvendo *novos conceitos*, ela deve aumentar a sua produtividade científica.

É necessário um desenvolvimento infra-estrutural mas este é insuficiente se não for acompanhado por mais iniciativa na utilização de *novos instrumentos*: intensa modelação computacional e experimental, desenvolvimento de sistemas periciais nas Geociências e na Geomatemática, investimento em novas tecnologias, como detecção remota incluindo veículos de controlo remoto na investigação submarina, cartografia assistida por computador e uso extensivo de bancos de dados e bases de dados.

É aconselhável uma estrutura institucional nova, a um nível nacional. Um Instituto Nacional para as Ciências da Terra e do Espaço (ICTE) está a ser negociado entre as universidades mas também deve incluir comunicações mais fáceis com outras instituições estatuais e privadas através de uma rede flexível. Este Instituto deverá incluir geodesistas, cartógrafos, geofísicos (da atmosfera, marítimos e da Terra sólida), geólogos e geoquímicos bem como astrofísicos. Deverá intensificar a cooperação internacional e europeia na investigação fundamental, aumentando a participação de geocientistas portugueses em programas projectos e instituições internacionais, como IGCP (UNESCO), Geotransversal Europeia, MAST, ODP, Programa Wegener, Europrobe, Programa de Litosfera Internacional, Fronteira Litosférica Oceano-Continente. A cooperação com os países de expressão portuguesa deverá ter a prioridade necessária.

3.2. *Investigação aplicada*

3.2.1. Catástrofes naturais induzindo catástrofes tecnológicas

Os projectos industriais devem adaptar-se à realidade física de cada país. Isto nem sempre aconteceu e podemos referir alguns casos históricos. (O sítio de Ferrel para uma central nuclear e o local de Aldeadávila para depósito de resíduos nucleares e o local do Canal Caveira para depósito de resíduos tóxicos).

Um exemplo adicional é o projecto da barragem de Alqueva, perto de Moura, uma das maiores da Europa; está localizada na falha activa normal de Alqueva, 3 km a Norte da falha inversa principal de Vidigueira-Moura, também activa. Considera-se que esta falha é capaz de produzir terremotos de amplitude 7 com grandes períodos de recuperação (4 000 a 12 000 anos). Mas não podemos excluir que a falha da Vidigueira-Moura é apenas o extremo meridional de um caneamento muito grande, reactivando a fronteira Varisca (> 300 MY) da zona da Ossa-Morena (terreno ibérico) e a zona sul portuguesa; este deslocamento poderia ser responsável pela actividade sísmica difusa do maciço de Évora, que está a ser atentamente observado pelos nossos colegas sismólogos. Neste caso poderão ser gerados eventos sísmicos com magnitudes superiores a 7,5, com períodos de retorno muito longos e deverão ser considerados na concepção sísmica da barragem como um complemento necessário para o bom trabalho geotécnico já realizado para este projecto. É possível uma solução técnica segura se o «input» sismo-tectónico for cuidadosamente considerado.

3.2.2. Geociências Ambientais

Deve ser dado apoio às decisões políticas e de planeamento à escala nacional e à global, em relação, especialmente a mudanças globais e ao aumento do nível do mar, na ordem dos 1,27 a 1,54 mm/ano, na costa portuguesa, dependendo também da neotectónica costeira.

3.2.3. Recursos hipotéticos e especulativos

Portugal é uma das áreas mais favoráveis na CEE para a descoberta de jazigos minerais, considerando as suas características e diversidade geológicas, e dada a extensão de áreas essencialmente inexploradas de depósitos de minério ocultos. Existe um vasto potencial para novas descobertas, não apenas semelhantes aos recursos actualmente conhecidos (recursos hipotéticos, e.g. sulfuretos maciços, tungsténio, urânio no caso de Portugal), mas também para novos tipos de jazigos, sem produtores em grande escala conhecidos até agora semelhantes. Isto inclui petróleo e gás, novos tipos de cobre e depósitos de urânio, prata, ouro e talvez depósitos de elementos do grupo da platina, elementos de terras raras, e metais de alta tecnologia (e.g. tântalo, berílio) e lítio na associação com a pegmatite (o lítio tem um grande potencial na produção de energia a longo prazo). A exploração no ambiente submarino também irá quase inevitavelmente descobrir grandes recursos minerais, metálicos e não-metálicos.

4. Agradecimentos

Vários colegas da comunidade geocientífica portuguesa auxiliaram-me de diferentes maneiras, mas sou o único responsável por qualquer «defeito óptico» neste panorama. Agradeço o

apoio do GPSN, JNICT e INIC. Penso que a melhor prova da qualidade dos geocientistas portugueses é fornecida pelos colegas que, tendo deixado Portugal por várias razões, alcançaram o topo como profissionais em Geociências Puras e Aplicadas. Isto ilustra o que poderia ser feito em Portugal se houvesse um compromisso real com a qualidade na investigação e na universidade por parte do poder público.

INVESTIGAÇÃO EM QUÍMICA MARINHA E POLUIÇÃO

*Carlos Vale**

1. Introdução

Durante os últimos anos observou-se, em Portugal, uma actividade crescente no domínio da Química Marinha e das suas aplicações. Este incremento está associado às preocupações ambientais espalhadas pela Europa ocidental e ao reconhecimento da sua importância por parte dos poderes central e locais. O desenvolvimento da investigação foi tornado possível devido aos apoios financeiros de instituições governamentais, e do seu apoio logístico, como os navios de investigação do Instituto Nacional de Investigação das Pescas e do Instituto Hidrográfico, e da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica através do «Mobilizing Programme». A Fundação Gulbenkian e a Fundação Luso Americana para o Desenvolvimento deram também contribuições financeiras significativas. Recentemente, tem sido recebido algum financiamento proveniente da CE. As actividades mais relevantes no domínio da Química Marinha e Poluição têm sido desenvolvidas por instituições governamentais relacionadas com a pesca, a marinha e a indústria, por direcções-gerais da área do ambiente e por universidades através dos departamentos de química, ambiente e biologia.

2. Áreas de investigação

Ao contrário do que acontece com as disciplinas básicas, a investigação em Química Marinha é, normalmente, multidisciplinar, devido ao facto de os ambientes naturais serem sistemas abertos com interrelações entre os vários compartimentos. Isto implica a existência de programas envolvendo químicos, biólogos, geólogos e físicos.

* Instituto Nacional de Investigação das Pescas.

Portugal apresenta um desenvolvimento industrial reduzido e a poluição marinha tende, por isso, a estar confinada aos estuários e áreas costeiras adjacentes. Alguns destes locais constituem ecossistemas de elevada produtividade, o que pode ocasionar conflitos de interesse entre os vários utilizadores. Para a sua gestão racional tornam-se necessários estudos envolvendo diferentes disciplinas. O primeiro passo para avaliar o efeito dos compostos antropogénicos num ecossistema é a compreensão dos processos naturais que o regulam e, em particular, a reciclagem dos elementos biologicamente activos. O transporte, a distribuição e o destino destes compostos e elementos são grandemente influenciados pelas características de cada ecossistema: a maré é um factor preponderante na maioria dos estuários portugueses; a quantidade e a composição do material fluvial fornecido aos estuários apresenta normalmente grandes diferenças entre a estação seca e a estação húmida; a temperatura atinge valores elevados no Verão, em particular nas áreas intertidais; a plataforma continental é estreita em comparação com outras áreas costeiras europeias; o upwelling é um fenómeno com ocorrência sazonal. A investigação em Química Marinha nestes ambientes pode, portanto, permitir estudar a influência de factores que, em outros ecossistemas europeus, têm efeitos menores.

Seguidamente apresenta-se um resumo das principais investigações desenvolvidas em Portugal nos vários campos da Química Marinha e Poluição.

2.1. *Química dos nutrientes*

Diversos trabalhos têm sido feitos sobre a reciclagem de nutrientes nas regiões da plataforma e talude da costa portuguesa. Estas investigações mostraram as distribuições geográficas dos compostos inorgânicos de azoto, fósforo e sílica e as suas relações com os inputs estuarinos e com a ocorrência sazonal de upwelling costeiro. Observações feitas em pequenos intervalos de tempo revelaram, ainda, a variabilidade dos nutrientes associada ao desenvolvimento deste fenómeno e a sua remineralização junto ao fundo.

As trocas de materiais entre o sedimento e a coluna de água são particularmente importantes na reciclagem de nutrientes, em águas pouco profundas. Este é o caso da Ria Formosa, onde as elevadas temperaturas e oxigenação aceleram a degradação da matéria orgânica. Para além disso, a grande quantidade de organismos bentónicos presentes aumenta significativamente o transporte dos compostos dissolvidos da água intersticial dos sedimentos para a coluna de água. Em lagunas costeiras com deficientes ligações com o mar, como as localizadas no sudoeste de Portugal, desenvolve-se sazonalmente anoxia na água junto ao fundo. O azoto e o fósforo no sedimento podem estar presentes em diferentes formas e, consequentemente, pode variar a sua disponibilidade para a produção biológica. A mobilidade potencial destes elementos tem vindo a ser estudada no estuário do Sado. A disponibilidade de nutrientes (e de outros elementos) no sedimento é grandemente dependente da presença de receptores de electrões. Em contraste com a coluna de água, onde a quantidade de oxigénio dissolvido está

sempre em excesso relativamente às reacções de oxidação, a oxigenação do sedimento é fortemente dependente do equilíbrio entre a penetração de O₂ e o seu consumo. A profundidade de penetração de oxigénio tem sido estudada em sedimentos da Ria Formosa e do estuário do Tejo.

A troca de material dissolvido e particulado entre os estuários e lagunas costeiras e a zona costeira adjacente tem sido considerada uma questão importante por oceanógrafos de diferentes formações. A instalação de recifes artificiais perto da Ria Formosa – onde o número de organismos tende a aumentar e a ser mais elevado do que nas áreas circundantes – cria uma oportunidade única para estudar a exportação de azoto, fósforo e sílica (e de outros micro-elementos) da laguna e o seu progressivo consumo pelo plâncton.

2.2. Metais vestigiais em estuários e áreas costeiras

Grande parte dos estudos sobre elementos vestigiais tem sido realizada em estuários e lagunas costeiras. As concentrações encontradas em diferentes compartimentos destes ecossistemas indicam, genericamente, o seu grau de contaminação e a localização das principais fontes de poluição.

No que diz respeito à distribuição e ao transporte de metais, a maioria dos estudos foram realizados na fase particulada, isto é, nas partículas em suspensão e nos sedimentos. Nos estuários do Tejo e Sado foram determinadas as escalas de tempo em que variam a concentração da matéria em suspensão e os metais a si associados. A maré, surge como um factor preponderante para as distribuições espaciais e temporais de metais, devido à erosão e à sedimentação de partículas, como resultado das flutuações da amplitude de maré e da altura de água. O efeito das cheias foi estudado no estuário do Sado, principalmente devido à elevada concentração de metais no rio e ao aumento brusco do caudal fluvial ocorrido em períodos de inverno. A conclusão geral destes estudos aponta para que, em tais ambientes, dominados pelos processos físicos, as reacções químicas são difíceis de estudar. Por isso, o modelo da caixa preta tem sido a alternativa mais escolhida. Em particular, o mercúrio vem sendo monitorizado em organismos aquáticos e foram realizados estudos de adsorção/desadsorção na Ria de Aveiro e de acumulação em macroalgas do estuário do Tejo.

Embora o sedimento seja um compartimento relativamente estável do ambiente, os perfis verticais de metais registados em sedimentos estuarinos reflectem mais a mistura de partículas, devido à ressuspensão e à bioturbação, do que os processos químicos como a dissolução/precipitação e a adsorção/desadsorção. Nos sedimentos depositados fora dos estuários, obtêm-se perfis mais regulares, registando-se frequentemente a influência da descarga de materiais de origem antropogénica. Estudos realizados sobre os níveis de metais na camada superficial dos sedimentos costeiros e em mexilhões intertidais ao longo da costa mostraram a importância surpreendente dos inputs fluviais na costa portuguesa. Assim, os metais de pro-

veniência antropogénica, podem atingir a zona costeira, presumivelmente associados às partículas finas exportadas pelos estuários. Uma vez incorporados nos sedimentos de fundo, alguns elementos podem, no entanto, ser redissolvidos e posteriormente transferidos para a coluna de água. A diagénese primária de alguns destes elementos está em estudo através de um projecto comunitário.

Com o objectivo de estudar a resposta de sistemas ecológicos a modificações externas, como a poluição industrial e urbana, têm sido desenvolvidos, em condições laboratoriais controladas, diversos trabalhos relacionados com os mecanismos existentes em solução, com os processos na interface partícula/água e com as interacções com as algas. Com base nestes resultados, e tendo em conta os obtidos no campo, foram propostos diversos modelos.

2.3. Identificação e quantificação de micro-contaminantes orgânicos

Os pesticidas organoclorados, os seus metabolitos persistentes e os bifenilos policlorados (PCB) são caracterizados pela baixa solubilidade na água e pela elevada afinidade com os lípidos. Por isso, no ambiente marinho, estes compostos estão estritamente associados com a fase particulada e com o biota. Estudos realizados no estuário superior do Sado revelaram a importância das cheias para o seu transporte. Foi mostrado que os pesticidas, em particular o pp'-DDE, são bons traçadores do material proveniente das cheias, que atravessa o estuário. A determinação de resíduos de organoclorados nos sedimentos superficiais dos estuários do Tejo e Sado indicaram o grau e o tipo de contaminação, assim como a localização das fontes de poluição. Em geral, o conteúdo em matéria orgânica tem uma influência importante na retenção destes compostos no sedimento. Devido à situação geográfica de Portugal face à rota dos petroleiros, o derrame de crude ocorre com frequência na nossa Zona Económica Exclusiva. Os hidrocarbonetos lançados ao mar durante estes acidentes são regularmente identificados.

2.4. Bioacumulação e estudos de toxicidade

Foi realizado um programa «mussel watch» ao longo da costa portuguesa para metais e organoclorados. Observaram-se diferentes graus de contaminação e os níveis mais elevados foram registados em áreas adjacentes aos principais estuários. Estes poluentes têm sido monitorizados nestas áreas. Contudo, estudos feitos com ostras e ameijoas mostraram que a concentração dos organoclorados varia com a sua disponibilidade ambiental, assim como, com o teor em lípidos cuja variação está associada ao ciclo reprodutivo do animal, e com a disponibilidade nutricional. O tamanho dos indivíduos pode também ser um factor importante. A concentração dos metais nestes bivalves reflecte a concentração média no ambiente, mas apresenta também amplas variações sazonais, que podem ser devidas a modificações na disponibilidade ambiental, assim como, a alterações nos processos metabólicos dos organismos.

Laboratorialmente, foi estudada a influência da contaminação ambiental por metais, na síntese de proteínas de baixo peso molecular em mexilhões da Ria Formosa.

As substâncias pouco solúveis na água que se encontram associadas ao sedimento, com os PCB e alguns metais, podem ter um efeito negativo nos organismos bentónicos. Baseado na resposta destes animais à poluição, são seleccionadas espécies para serem utilizadas em testes de toxicidade em sedimentos que, aplicados na costa portuguesa, permitem avaliar o impacto potencial dos compostos de baixa solubilidade no ambiente aquático (projecto comunitário).

3. Perspectivas

Os ambientes naturais são sistemas abertos e complexos, onde os resultados das transformações químicas são, em geral, difíceis de interpretar. Com vista a isolar o efeito de algumas variáveis têm sido realizadas experiências em condições laboratoriais controladas e em mesocosmos. Uma alternativa às experimentações poderá ser a escolha de ambientes naturais apropriados, onde essas variáveis surjam com maior relevância. Os ecossistemas em Portugal são substancialmente diferentes dos existentes no norte da Europa, onde se tem desenvolvido a maior actividade no domínio da Química Marinha e Poluição. É desejável que os cientistas portugueses sejam capazes de concretizar as potencialidades existentes em alguns ecossistemas existentes em Portugal no desenvolvimento de programas de cooperação internacionais.

4. Agradecimentos

A participação em discussões de trabalhos realizados por vários colegas possibilitou-me a elaboração desta breve revisão. A todos agradeço.

The first of these is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution. The second is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution. The third is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution.

The fourth is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution. The fifth is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution. The sixth is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution. The seventh is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution.

The eighth is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution. The ninth is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution. The tenth is the fact that the Commission has not yet decided on the form of the new institution. It is not clear whether it will be a new institution or whether it will be an existing institution.

BIOLOGIA MARINHA NOS AÇORES – O LITORAL E O BÊNTICO

*António M. Frias Martins**

Introdução

Localizados num ponto estratégico, a meio caminho entre a Europa e a América, nos limites superiores dos sub-tropicais, os Açores apenas esporadicamente atraíram missões organizadas que realizassem estudos completos sobre as suas comunidades do litoral e bênticas. A maioria do que é conhecido foi conseguido em cerca de 150 anos por alguns visitantes, portugueses e principalmente estrangeiros, e os seus relatórios são muitas vezes fragmentados devido à natureza restrita das suas amostras. Dignas de serem mencionadas são as «Campagnes Scientifiques» de Alberto I, Príncipe do Mónaco, perto do fim do último século, das quais foi publicada uma boa quantidade de informação acerca das profundidades que cercavam o arquipélago. Contudo, o litoral e as águas pouco profundas permaneceram praticamente intocados. Durante as últimas duas décadas, grupos universitários e empreendimentos internacionais visitaram as ilhas, mas excepto através de relatórios preliminares ou mais ou menos gerais, a maioria das colecções ainda espera um processamento adequado nos museus que os patrocinaram. O aparecimento da Universidade dos Açores, na década de 70, trouxe com ele a possibilidade de um estudo mais aprofundado. A criação de um corpo de cientistas residentes iria permitir observações anuais durante vários anos, revelando assim a verdadeira natureza da dinâmica das comunidades bênticas e do litoral, e provar a sua importância como recursos para consumo humano.

Os recursos

O mar

Um milhão de quilómetros quadrados de mar açoreano, na sua maior parte profundo – a Zona Económica Exclusiva – envolve 2 355 km² de terra açoreana. Por isso não é sur-

* Secção de Sistemática e Evolução, Departamento de Biologia, Universidade dos Açores.

preendente que grande parte do interesse tivesse sido canalizado para o estudo do oceano e dos seus recursos pelágicos. Além disso, a localização privilegiada do arquipélago açoreano também chamou a atenção dos oceanógrafos com interesses além dos da biologia, contribuindo assim fortemente para um conhecimento completo das dinâmicas bióticas e abióticas do Atlântico nordeste. Os dados acerca das várias espécies de atum, espadarte, cavalas e chicharos são conhecimento comum entre os pescadores de várias nacionalidades, nem sempre partilhado com os habitantes locais.

O fundo do mar, marcado por muitas montanhas submarinas, não é de menor importância económica, dado que abriga uma abundância de demersais. No entanto, as suas comunidades benthicas apenas recentemente mostraram a sua riqueza perante os submarinos de missões científicas internacionais (FAMOUS), principalmente com interesses geológicos: ilhas submersas, estes cumes subaquáticos albergam «stocks» possivelmente distintos, acrescentando assim a necessidade de um estudo cuidadoso.

O litoral, estreito e variado, sensível a explorações de grande escala, embora não atraia a atenção como investimento principal, tem sustentado a população açoreana durante quase meio milénio. Contudo, durante os últimos 30 anos, perturbações de várias origens, nomeadamente química e orgânica, intervenções humanas directas, alteraram a morfologia, mas principalmente a sobre-exploração de alguns dos seus recursos deixaram marca. Durante a última década, vários mariscos noutros tempos tradicionais da típica cozinha açoreana diminuíram gravemente e estão em perigo. O «recurso intocado» do litoral poderá muito bem ser as abundantes algas agarófitas que, exploradas com inteligência, poderão adicionar à economia das ilhas um importante elemento positivo.

Recursos humanos e instalações de investigação

A jovem Universidade dos Açores, com 15 anos, é, por agora, a única entidade dotada dos meios para realizar projectos de investigação no arquipélago. O corpo de investigadores instalados nos Açores que trabalham em biologia do mar e das costas é composto principalmente por jovens licenciados, a grande maioria trabalhando já num programa de doutoramento. A estratégia tem sido desenvolver as potencialidades adequadas em áreas específicas do arquipélago, de forma a que daqui a algum tempo grupos açoreanos auto-suficientes possam trabalhar de uma forma coordenada. Com a intenção declarada de polarizar singularidades, a dispendiosa subdivisão das ciências naturais, espalhadas em três das nove ilhas, cobra um pesado tributo ao crescimento e sucesso dos vários departamentos.

Desde o início o mar arrecadou uma boa parte do investimento, como a criação do Departamento de Oceanografia e Pescas na Ilha do Faial. Totalmente dedicado à investigação, em boa hora tomou um lugar especial perto da Secretaria Regional da Agricultura e das Pescas, o seu patrocinador generoso. Pouco mais de uma dúzia de investigadores trabalham

permanentemente no Departamento, aos quais se associam temporariamente três ou quatro estudantes e alguns doutorados. A ênfase situa-se na biologia, espalhada por uma multitude de temas, variando por vezes com as necessidades económicas da indústria da pesca; dois grupos minoritários, química e física, dão esperança ao desenvolvimento de um Departamento de Oceanografia muito desejado, estrategicamente localizado e completo. A investigação biológica, com ênfase na avaliação de «stocks» e dinâmica de populações, foi conduzida quase apenas em espécies comerciais, nomeadamente em oceânicas (atum, chicharro, lula), do fundo do mar (pargo, boca-negra, abrótea) e do litoral (polvo, lagosta, lapas). A ausência de um pequeno navio de investigação fundeado nos Açores limitou muito as capacidades de investigação do Departamento, que tem contado fortemente com barcos de pesca para esse objectivo. A construção já planeada de novas instalações terrestres, com a construção especial de laboratórios adequadamente equipados, irá aumentar muito o papel de líder do Departamento de Oceanografia e Pescas na avaliação dos recursos vivos oceânicos dos Açores.

O Departamento de Biologia, na ilha de São Miguel, teve um interesse secundário no litoral, derivado principalmente das suas actividades de ensino. A teoria corrente de que o bom ensino deve retirar a sua novidade da boa investigação levou ao desenvolvimento de projectos de investigação relacionados com o biota do litoral. O «Programa Mobilizador» da JNICT (Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica) foi decisivo no estabelecimento, a partir do zero, de uma equipa de Biologia Marítima. Um programa de três anos, dedicado às associações biológicas do litoral açoreano, moluscos, algas e crustáceos, forneceu aos três licenciados envolvidos a necessária visão aprofundada sistemática destes grupos, tal como a ideia da sua distribuição e interacções até às águas pouco profundas. Ao mesmo tempo, as infra-estruturas mínimas terrestres (bibliotecas especializadas, laboratório, equipamento de mergulho) foram conseguidas. Os primeiros passos para as instalações perto do mar foram tomados há 2 semanas.

A investigação

Uma das necessidades mais elementares encaradas pelas várias equipas de investigação dos Açores foi a de saber quais eram os seus objectos de estudo. Estudos taxonómicos anteriores, embora de muito valor, eram geralmente bastante incompletos e por vezes inexactos. Além da investigação individual, que reflecte os interesses académicos particulares ou problemas específicos, fazem-se anualmente expedições departamentais às várias ilhas, onde participam cientistas do continente e internacionais, das quais resultam relatórios preliminares, muitos deles apontando para a quantidade do trabalho taxonómico a ser desenvolvido. Desses estudos estão a surgir listas anotadas, tal como o «Catálogo dos peixes marinhos dos Açores», um empreendimento do Departamento de Oceanografia e Pescas, e a «Lista Anotada das

macro-algas marinhas» e a «Lista ilustrada dos gastrópodes marinhos», ambos projectos da equipa de Biologia Marinha do Departamento de Biologia. Desde 1988, foi tentada uma abordagem diferente, realizando, com uma periodicidade de três anos, *workshops* internacionais de investigação de campo dirigidos a um grupo biológico específico, promovidos pela Sociedade de Estudos Açoreanos «Afonso Chaves» e pela Universidade dos Açores. O importante apoio financeiro para tais acontecimentos vem do Governo Regional dos Açores, JNICT, INIC (Instituto Nacional de Investigação Científica), UNESCO e de muitas empresas privadas locais. As Actas, submetidas a revisão por pares, constituem uma referência obrigatória para estudos adicionais na área. O II *Workshop* Internacional de Malacologia, aberto à Biologia Marinha devido ao interesse crescente de certos grupos internacionais com os quais o Departamento de Biologia tem trabalhado, realizou-se este ano. Vinte cientistas da Austrália, de Hong Kong, dos Estados Unidos, da Inglaterra, da Dinamarca, da Bélgica e uma dúzia dos Açores e dois do continente reuniram-se para duas semanas de trabalho sobre vários aspectos da fauna e da flora do litoral. Foram tentadas dragagens até 100 metros. Os dados estão agora a ser trabalhados e espera-se que sejam publicados dois volumes no próximo ano.

Prospectivas

A actualidade da investigação científica no litoral açoreano pode ser resumida num documento nascido dum «Painel sobre a Conservação Marinha», apoiado pela UNESCO sob o patrocínio da delegação portuguesa da COI e realizado no *Workshop* de Malacologia e Biologia Marinha neste ano. Sob o título de «Um Possível Programa de Investigação para a Universidade dos Açores», é esboçada uma proposta multinacional, conciliando investigação aplicada, investigação fundamental e educação da população. Os principais pontos do programa são aqui salientados:

1) Avaliação dos recursos do litoral e da sua capacidade de exploração – A execução da cartografia da zona costeira, particularmente dos recursos biológicos, é uma componente essencial de qualquer plano de gestão da zona costeira. Recomendamos... um sistema de base de dados dos recursos marítimos baseados num PC que traça mapas em várias escalas num Sistema de Informação Geográfico. A obtenção de dados a serem introduzidos num tal sistema pode ser fornecida por explorações sistemáticas utilizando estudantes de licenciatura e especialistas internacionais como no *workshop* actual.

A avaliação da capacidade de exploração do ambiente deverá ser planeada para uma duração de pelo menos dez anos, embora relatórios intercalares possam já apontar tendências. Controlar as alterações numa área (aproximadamente) primitiva e as taxas de recuperação de uma área explorada e esgotada deverá levar a dados comparativos adequados para a compreensão do comportamento a longo prazo das costas açoreanas.

Estudos sociológicos e económicos sobre as alterações históricas na exploração da zona intermaré poderão constituir componentes úteis adicionais do plano.

2) Desenvolvimento das várias áreas de especialidade, integradas nos compromissos de ensino e de investigação da Universidade – Dentro de um tal objectivo a longo prazo a considerável especialização local deverá ser utilizada para continuar a investigar a sistemática das algas e para iniciar já o estudo da sua ecologia, incluindo produtividade, com vista a avaliar o potencial dos recursos para a indústria das algas. Ao mesmo tempo, os estudos já começados deverão ser refinados nas áreas das associações micro-moluscos/algas, dinâmica das populações de peixes e crustáceos, contribuindo assim para uma compreensão das componentes biológicas principais do litoral.

Os estudos ecotoxicológicos deverão ser incentivados de forma a permitir uma avaliação qualitativa da poluição, ajudando assim a criar controlos para desenvolvimentos adicionais nos Açores ou servindo como uma linha de orientação para os níveis de poluição noutro sítio.

A identidade dos temas a serem desenvolvidos serve bem os objectivos da especialização da Universidade em áreas que são peculiares ao arquipélago; acentuar a investigação nos aspectos da ecologia insular, biogeografia e evolução irá contribuir para melhorar a qualidade do ensino nestes campos da Ciência.

3) Envolvimento da população – Os açorianos exploram o mar como sempre fizeram com a terra. O seu sentido de posse irá interpor-se perante qualquer tentativa de limitar os seus direitos de acesso aos seus recursos. Portanto, é de extrema importância que as iniciativas de gerir o litoral venham deles. Assim, deverá ser uma prioridade principal educar o público em geral dos Açores e indicar-lhes claramente as vantagens e os benefícios de uma sã protecção e gestão ambiental da zona costeira.

Estão a desenvolver-se esforços para apresentar esta proposta sob o programa MAST II da CEE. Actualmente ainda estamos a receber interferência de parceiros potencialmente interessados, de modo a melhorar e completar o projecto.

Como observação final, a investigação sobre o litoral e o benthico nos Açores apenas agora começou. As possibilidades para a investigação aplicada são muitas e podem ser extremamente promissoras. Contudo, a localização geográfica, a distribuição espacial, os tamanhos variados e os atributos ecológicos destas ilhas oceânicas afastam-nas das costas continentais, permitindo por conseguinte oportunidades ideais para o teste de teorias básicas de biogeografia, endemismo, colonização e processos de sucessão. Há cerca de um mês tive a feliz oportunidade de expressar esta opinião numa conferência intitulada «Os Açores – um laboratório vivo para o estudo da Evolução», realizada no Institut Royale des Sciences Naturelles de Belgique, e sob o patrocínio da Europália 91. Com todo o respeito pela muito necessária melhoria da economia local, que também me sustenta, também vejo os Açores como o ponto de convergência de muitas áreas de investigação científica fundamental.

CAPÍTULO VIII

MATEMÁTICA

A MATEMÁTICA EM PORTUGAL – UMA BREVE INTRODUÇÃO

*Fernando Roldão Dias Agudo**

É bem sabido que Portugal é uma das nações mais antigas da Europa, com um período de ouro na época dos Descobrimentos – os quais iniciaram o que Arnold Toynbee chamou o período pós-gâmico da História da Humanidade.

Nesse tempo a ciência em Portugal atingiu um ponto alto com importantes contribuições nas áreas da navegação astronómica, cartografia, geografia, biologia, farmácia e outras.

Pelo que respeita à matemática, podemos referir o *Libreo de Algebra en Arithmetica y Geometria* de Pedro Nunes, publicado em Antuérpia em 1957 e os comentários que dele fez em 1907/1908 o jesuíta belga H. Bosmans. Citemos dos *An Sc. Acad. Pol. Porto*, volume 3, 1908:

- I) Pour concevoir combien, même au XVI siècle, le raisonnement sur lettres inventé par Jordan [Jordanus Nemorarius, au XIII siècle] paraissait encore insolite et compliqué, il faut se rappeler quel petit nombre de géomètres en vit les avantages: Viète et avant lui Maurolyco et Nuñez; c'est tout (p.239).
- II) Considéré dans son ensemble ce chapitre [du *Libro de Algebra*] de Nuñez n'a d'analogue chez aucun contemporain. Nuñez a à un certain point de vue surpassé tous ses émules, même les plus illustres, même les Cardan et les Stiefel (p.245/246).
- III) Nuñez fut l'un des principaux précurseurs de Viète; (...). Parmi les grands mathématiciens qui separent Stiefel et Cardan de Viète, il brille au tout premier rang. C'est une des gloires du Portugal (p.270/271).

Um outro livro de Pedro Nunes, o *De Crepusculis*, se escrito num simbolismo actual, apareceria como um tratado moderno de Astronomia Esférica. O autor resolve aí problemas de máximos e mínimos por engenhosos métodos geométricos antes da criação do cálculo diferencial.

* Universidade de Lisboa e Academia das Ciências.

Depois do século XVI, causas várias (expulsão dos judeus, inquisição, perda de vigor depois de um esforço tão grande como foram as grandes navegações em condições bem difíceis, decadência política) levaram a um grande atraso, a uma situação em que não houve progresso científico em Portugal. Infelizmente, tal aconteceu precisamente quando na Europa nasciam duas das maiores criações do pensamento científico – a geometria analítica de Fermat e Descartes e o cálculo de Newton e Leibnitz; quando Newton publicava a sua notável *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. E a situação continuou até meados do século XVIII ou ainda mais tarde.

Os esforços para a reabilitação da ciência em Portugal começaram principalmente com a reforma da Universidade de Coimbra (1772) e com a fundação da Academia das Ciências de Lisboa (em 24 de Dezembro de 1779).

A primeira tinha em vista dar à experimentação um papel de relevo ao ensino dos mestres e aprendizagem dos alunos – veja-se por exemplo, a interessante exposição «Les mécanismes du génie», com aparelhos desse tempo que puderam ser admirados em Charleroi.

Por outro lado, a Academia das Ciências teve, durante o primeiro século da sua existência, um papel preponderante, quer na criação científica, quer no desenvolvimento do país com base na utilização da ciência.

No domínio da matemática, podemos ler nas *Memórias* um método de Monteiro da Rocha para calcular a órbita de um cometa, mais tarde redescoberto pelo astrónomo alemão Olders; o conceito de convergência de uma série (devido a Anastácio da Cunha) antecipando-se à definição clássica de Cauchy; um método para resolver equações algébricas que é essencialmente o bem conhecido método de Horner, publicado um quarto de século mais tarde; e trabalhos pioneiros de Daniel da Silva acerca da rotação de forças em torno dos pontos de aplicação, da cardinalidade da união de conjuntos e de congruências binómicas – mais tarde atribuídos a outros cientistas.

Apesar das suas realizações, nomeadamente aplicações bem sucedidas da ciência para o progresso do país, a Academia das Ciências de Lisboa teve de enfrentar grandes dificuldades durante os mais de 200 anos da sua existência.

A juntar à Universidade de Coimbra, outras instituições de ensino superior foram sendo criadas durante e depois da década de 1830; mas uma vez mais, só esporadicamente a ciência se via encorajada por governantes e parlamentares. E assim, como resultado de frequentes altos e baixos na actividade da Academia e outras instituições, como resultado de um ambiente adverso para o desenvolvimento da ciência, Portugal não tem sido bem sucedido na criação de fortes tradições científicas, com todas as consequências negativas para o desenvolvimento do país.

No nosso tempo na década de 1960 – quando as actividades de Investigação e Desenvolvimento (I&D) foram grandemente estimuladas por organizações como a UNESCO

e OCDE – Portugal envolveu-se num projecto desta última, juntamente com a Espanha, Grécia, Irlanda, Itália e Turquia, para estudo das necessidades de investigação científica e tecnológica em relação com o desenvolvimento económico. Mas apesar das recomendações então feitas para melhorar a situação pela equipa piloto portuguesa encarregada do projecto os objectivos não foram atingidos; e ainda hoje os indicadores usuais (despesas de I&D em percentagem do PIB, número de cientistas e engenheiros ocupados em I&D por 10.000 habitantes, citações na literatura científica) são muito baixos para os padrões europeus.

Alguns esforços continuam a ser feitos para que a ciência em Portugal possa entrar numa fase de desenvolvimento sustentado, em particular nalgumas áreas do conhecimento. Pelo que respeita à matemática pode apontar-se que a secção portuguesa do «World Directory of Mathematicians» de 1970 (4.^a edição) incluía apenas 15 nomes, a 7.^a edição (de 1982) tinha 70 e a última (a 9.^a edição de 1990) continha 125. Por outro lado, o número de trabalhos publicados por matemáticos portugueses nas revistas internacionais de maior prestígio têm vindo a aumentar nos últimos anos. Mas serão os meus colegas que a seguir explicarão com algum pormenor o que estamos a fazer no nosso país nos vários ramos da matemática.

A ÁLGEBRA EM PORTUGAL A INVESTIGAÇÃO: CAMINHOS E ESCOLHAS

*Perdigão Dias da Silva**

Em Portugal, a actividade recente de investigação na área de Álgebra teve como ponto de partida a actividade de pequenos grupos que isoladamente desenvolveram trabalho de actualização-investigação nas Universidades de Lisboa e Coimbra. Na primeira, liderado pelo Prof. Almeida e Costa surgiu, nos fins dos anos cinquenta início dos anos sessenta, um grupo cujos interesses estavam centrados na Álgebra Abstracta tendo desenvolvido a sua actividade fundamental, na época, nas áreas da Teoria de Módulos e Anéis e nas das Teorias de Semigrupos e Reticulados. Na Universidade de Coimbra surgiu nos anos sessenta, impulsionado pelo Prof. Luís Albuquerque e liderado pelo Prof. Graciano de Oliveira, um grupo cujos interesses eram a Teoria de Matrizes e Álgebra Linear. Outra actividade mais isolada era também desenvolvida na Universidade do Porto, nomeadamente em tópicos de Álgebra ligados à Geometria.

Duas forças contraditórias emergem no início da década de setenta marcando profundamente a ciência portuguesa. A primeira tem a ver com uma modernização e abertura cultural que se verificou na totalidade da sociedade, e que na comunidade científica coincidiu com o regresso de Universidades estrangeiras de muitos investigadores que nelas tinham concluído a sua formação graduada. A segunda manifesta-se na massificação do ensino que colocou às universidades gravíssimos problemas de docência. Os efeitos destas duas forças, e da revolução do 25 de Abril, repercutiram-se durante anos na ciência portuguesa nos seus aspectos positivos e negativos.

Foi este enquadramento cultural e científico que determinou desde o início da década de oitenta uma «discriminação científica» manifestada com o aparecimento de novas áreas de investigação e autonomização de outras. Assim, do grupo iniciado pelo Prof. Almeida Costa surgem com autonomia científica e de projecto uma área de Anéis e Módulos cujos tópicos fundamentais foram inicialmente de Anéis, Módulos e suas generalizações, nomeadamente os Semianéis, as Álgebras e as suas Representações e que recentemente se orientou também para aspectos mais

* Universidade de Lisboa.

aplicados nomeadamente as aplicações da Teoria de Anéis aos Códigos e Linguagens. Nos últimos anos doutoraram-se nesta área cinco matemáticos tendo as ligações às escolas inglesa de Álgebra e à escola francesa se aprofundado não só pela participação destas escolas nestes doutoramentos como pelos contactos que com elas posteriormente têm vindo a ser desenvolvidos.

Outro grupo que emerge do núcleo inicial de Álgebra Abstracta é o de Reticulados e Álgebra Universal. Tem tido como principais temas de investigação os Reticulados e as Álgebras da Lógica, tendo tido frequentes contactos com as escolas de Chicago, da Escócia e da Bélgica. Este grupo fortaleceu a sua actividade desde o início da década de oitenta tendo-se doutorado nesta área cinco matemáticos que fizeram o seu doutoramento no País.

A última equipa proveniente da área da Álgebra Abstracta a ganhar autonomia foi a área de semigrupos. Proveniente em parte do grupo inicial do Prof. Almeida Costa, desenvolveu-se nas Universidades de Lisboa uma equipa na área de semigrupos ligada ao grupo da Escócia de semigrupos, estudando principalmente semigrupos infinitos. Uma outra equipa surge também ligada às Universidades do Minho e do Porto, ligada à Escola Americana, com área de especialização na teoria dos semigrupos finitos. Estas duas equipas têm mantido uma estreita colaboração e realizaram nos últimos anos 7 doutoramentos 2 dos quais no País.

Da área de Álgebra Linear surgiram duas equipas de Álgebra Linear principalmente residentes nas Universidades de Lisboa e Coimbra, que têm desenvolvido trabalho nesta área tanto no «core» como em áreas mais específicas tendo firmado uma «expertise» reconhecida nos domínios dos Problemas Inversos de Valores Próprios, Factores Invariantes de Matrizes e no da Álgebra Multilinear mantendo colaboração regular com os mais importantes grupos de Álgebra Linear tanto nos Estados Unidos e Canadá como nas Europa Ocidental (Alemanha, Irlanda, Bélgica e Espanha) e do Leste (Hungria e Checoslováquia) e Ásia (Israel, Índia, China e Japão).

Recentemente a actividade destes grupos tem integrado aspectos novos dentro da Álgebra Linear dos quais é importante sublinhar a «Análise Matricial» (normas de matrizes e contradomínio numérico de uma matriz) e a Álgebra Linear Combinatória. Nesta área doutoraram-se nos últimos anos 14 matemáticos, todos no País.

Por último, originado na área de Álgebra Linear, surgiu no início da década de oitenta um grupo de combinatória que tem desenvolvido o trabalho essencialmente na área da Teoria dos Matroides e Teoria de Grafos. O grupo mais ligado à Teoria de Matroides tem desenvolvido laços especiais com o grupo de combinatória das Universidades de Paris e, mais recentemente, com o grupo de combinatória da Alemanha. Nos últimos anos realizaram-se quatro doutoramentos nesta área.

Para além destes grupos com actividade consistente, outras áreas se encontram em fase de grande desenvolvimento e consolidação que prenunciam o aparecimento a curto ou médio prazo de novos grupos. Assim, a actividade em Lógica e Fundamentos onde se realizaram em anos recentes três doutoramentos, na área da Teoria das Categorias com dois doutora-

mentos recentemente realizados, em Teoria de Grupos com um doutoramento recentemente realizado, e em Geometria Algébrica com um doutoramento recentemente realizado, é indicadora de que às áreas de Álgebra mais tradicionais em Portugal se virão juntar outras que permitirão cobrir harmonicamente os aspectos fundamentais da Álgebra de hoje.

Para concluir gostaria de sublinhar que a esta evolução nos aspectos da investigação científica se veio juntar um aumento significativo do número de docentes e de disciplinas de Álgebra nas Universidades Portuguesas e vários cursos de mestrado foram já efectuados na área da Álgebra, tanto na Universidade de Lisboa como na de Coimbra tendo-se firmado, com funcionamento regular, em Lisboa, um mestrado em Álgebra.

Para além disso tem-se verificado um aprofundamento das ligações entre os grupos portugueses nesta área com grupos noutros países.

Neste último aspecto refira-se a realização recente de vários congressos e *Workshops* de que destacamos o Congresso Internacional de Álgebra Linear realizado em Coimbra em 1984, o Congresso Internacional de Álgebra Universal e Semigrupos de Homenagem ao Professor Almeida Costa realizado em 1988 em Lisboa, o primeiro *Meeting* em Lógica Matemática em homenagem ao Professor Hugo Ribeiro e o segundo Congresso da Internacional Linear Algebra Society que se realizará em Agosto de 1992. Com significado especial refiram-se ainda os *Workshops* em Factores Invariantes de Matrizes e Álgebra Multilinear realizados em Lisboa em 1988 e 1990 respectivamente.

Um tal aumento e a evolução das escolas de raiz portuguesa bem como o acima referido aparecimento de novas áreas permitem esperar que nesta área científica a ciência portuguesa atingirá a sua completa maturidade integrando-se no grupo dos países cientificamente mais desenvolvidos. Para que tal aconteça é fundamental que o esforço recente desenvolvido pelas instituições que tradicionalmente apoiam a investigação científica em Portugal (Fundação Calouste Gulbenkian, Instituto Nacional de Investigação Científica e Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica) possam manter e aumentar os actuais níveis de financiamento à investigação e ao ensino graduado.

APÊNDICE

	Artigos publicados no período 1985-1990	Doutoramentos recentes
Categorias	4	2
Combinatória	13	3
Teoria de Grupos	6	—
Linear Álgebra	85	14
Lógica e Fundamentos	7	3
Anéis e Módulos	6	5
Semigrupos	28	7
Álgebra Universal	11	5

ANÁLISE MATEMÁTICA EM PORTUGAL: IMPRESSÕES DO PASSADO RECENTE E DO FUTURO PRÓXIMO

*Luis Sanchez**

A investigação em Matemática, nos vários campos da Análise Matemática, não tem tradição em Portugal na primeira metade deste século. As características do governo da época, com a sua falta de abertura e mesmo perseguições políticas nos anos quarenta, provocaram o abandono das universidades de alguns professores talentosos e contribuíram sem dúvida para a estagnação da actividade científica.

Uma alteração desta situação ficou-se a dever ao trabalho de J. Sebastião e Silva, que estudou em Itália nos meados da década de quarenta, onde se interessou por Análise Funcional. Embora houvesse alguns professores nas nossas universidades que, sem dúvida, faziam ensino de qualidade em Análise, J. Sebastião e Silva foi um dos poucos que salientou a necessidade de realizar boa investigação. Os seus resultados nas teorias de espaços localmente convexos, distribuições e cálculo operacional tiveram um impacto internacional e tiveram consequências no trabalho subsequente de vários autores; desta maneira, iniciou-se uma linha de investigação em Análise Funcional no nosso país.

Sebastião e Silva morreu em 1972, numa época em que as universidades portuguesas sentiam uma urgência de crescimento devido a um aumento da população estudantil. Embora alguns estudantes, especializados no estrangeiro, já tivessem regressado ao país e iniciado trabalho de investigação sério, as universidades tinham muitos lugares de quadro por preencher. É suficiente lembrar que um grande número de cursos eram então leccionados por assistentes que não eram doutorados. De facto, o sistema universitário sofreu nessa época o descrédito suficiente para que a criação de instituições destinadas à investigação científica, sem ligação administrativa às universidades, fosse bem recebida por influentes sectores de opinião (foi precisamente o caso do Instituto de Física e Matemática – IFM – que o próprio Silva apoiou).

* Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Este estado de coisas sofreu uma mudança drástica depois dos meados da década de setenta. As universidades, beneficiando então dos fundos do INIC (Instituto Nacional de Investigação Científica) através dos seus «Centros de Investigação», começaram a encarar a investigação científica como uma necessidade vital para se afirmarem. Tornou-se evidente que seria essencial competir a nível internacional. Em Lisboa, jovens investigadores no IFM começaram gradualmente a influenciar a actividade dos departamentos de matemática nas universidades, que encaravam como uma fonte da futura geração de matemáticos. Encorajou-se a obter doutoramento no estrangeiro um número sem precedente de estudantes, de entre os melhores. No início dos anos oitenta estes estudantes começaram a regressar ao país, contribuindo para construir Departamentos de qualidade, de acordo com padrões internacionais. Isto é verdade para vários ramos da Matemática, mas é-o especialmente para a área da Análise Matemática.

Olhando para as nossas universidades actuais, vemos que existe investigação significativa num certo número de campos da Análise. Por um lado, devido à fragilidade das instituições de investigação nos anos 50 e 60, e, por outro, à urgência das universidades em absorver pessoal qualificado independentemente do campo de especialização, o corpo docente matemático das nossas faculdades cresceu em direcções divergentes, embora mais fortemente nalgumas delas (e.g. Equações Diferenciais Parciais, Sistemas Dinâmicos). Talvez sem surpresa, a escola iniciada por Silva (que certamente é um grupo significativo) é presentemente apenas uma entre outras que se implantaram rapidamente.

Uma medida da alteração no estado da investigação em Análise é dada sem dúvida pelo nítido aumento no número de professores nas nossas faculdades durante os anos oitenta, juntamente com o número de artigos publicados por matemáticos portugueses em revistas internacionais (tais contribuições, no campo da Análise, anteriores a 1970, surgiram apenas de algumas pessoas isoladas). Entretanto, não devemos esquecer o importante papel para a comunidade matemática da «Portugaliae Mathematica» (a revista internacional fundada em 1936 por Aniceto Monteiro) cujo prestígio está actualmente a aumentar após uma renovação iniciada na década de setenta. Outro indicio significativo da actividade matemática é o número crescente de conferências internacionais realizadas no nosso país com organizadores locais. É interessante mencionar que depois da conferência pioneira sobre a teoria das distribuições realizada em Lisboa em 1964, patrocinada pela OTAN, foi apenas em 1982 que teve lugar outra conferência sobre Análise (dedicada à memória de Silva). E, sem querer ser exaustivo, depois de 86 tivemos simpósios sobre campos tão variados como Sistemas Dinâmicos, Análise Assimptótica, Sistemas Hiperbólicos, Problemas de Mudança de Fase e Análise Microlocal. O próximo encontro da conferência internacional sobre equações diferenciais ordinárias e parciais, Equadiff, terá lugar em Lisboa.

As principais instituições onde está a ser realizada investigação activa na área da Análise são – juntamente com os Centros do INIC – os Departamentos de Matemática das maiores universidades, concretamente: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Universidade do Porto. Outras pequenas universidades estão agora a iniciar a expansão dos seus próprios Departamentos de Matemática e podem vir a ter um papel predominante nos fins desta década. Está presentemente a ser realizado trabalho nos campos das Equações Diferenciais Ordinárias e Parciais, Sistemas Dinâmicos, Análise Funcional e Distribuições, Equações Integrais e Teoria dos Operadores, Mecânica dos Sólidos, Mecânica dos Fluidos, Equações Diferenciais Estocásticas, Análise Numérica e Geometria Diferencial. Por outro lado, outros campos importantes como Funções Reais, Teoria da Medida e Variáveis Complexas continuam a não ter expressão em Portugal. Os contactos internacionais multiplicaram-se, devido ao facto de a maioria dos doutoramentos em Análise terem sido realizados em universidades estrangeiras (e.g. Paris, Sussex, SISSA, Louvain-la-Neuve, Wisconsin, Brown, Minnesota, IMPA, etc.).

Olhando para o futuro, não é difícil prever que daqui a outros dez anos teremos uma situação diferente. Ela irá depender sobretudo do financiamento a ser aplicado nos próximos anos à investigação fundamental e, é claro, do desempenho dos próprios grupos existentes. Vale a pena reparar que, ao contrário da situação nos anos 60 e 70, as universidades estão agora aptas para reforçar o desenvolvimento das suas capacidades científicas. As instituições de financiamento de investigação e desenvolvimento deverão portanto apoiar aqueles grupos de investigação universitários cujo desempenho for avaliado como satisfatório (em termos a serem definidos numa avaliação futura) se se pretende que o progresso realizado na última década não seja perdido, fazendo com que seja necessário recomençar tudo desde o início. Uma vista de olhos a alguns dados numéricos simples mostra que devemos ainda esperar um aumento na produção de artigos científicos. Na viragem do século alguns grupos poderão estar firmemente estabelecidos, outros poderão ter desaparecido. Dado que um número significativo de universidades ainda está em fase de expansão, não é absurdo prever o aparecimento de novos grupos de investigação nos campos da Análise que até ao momento têm estado ausentes. Contudo, devido à indefinição em relação ao futuro das instituições – como o INIC – dedicadas ao financiamento da investigação universitária e à tendência crescente de subordinação da investigação fundamental às necessidades das chamadas áreas «aplicadas», esta pode ser uma visão muito optimista.

APÊNDICE

Alguns números sobre o trabalho em Análise Matemática em três universidades

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

Área	N.º de Professores com Doutoramento		N.º de publicações nos últimos 5 anos
	em 1980	em 1991	
EDP e EDO	5	12	48 artigos, 2 livros
Análise Funcional e Física Mat.	1	7	19 artigos
Geometria Diferencial, Análise de Variedades	2	6	6 artigos, 1 livro
Análise Numérica	0	1	2 artigos
Métodos Mat. da Mecânica	0	3	23 artigos, 2 livros
Sistemas Dinâmicos	0	1	3 artigos

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

Área	N.º de Professores com Doutoramento		N.º de publicações desde 1988
	em 1980	em 1991	
Equações Diferenciais	0	6	10
Teoria das Distribuições	2	3	3
Equações Integrais e Teoria dos Operadores	1	5	14
Análise Numérica	0	4	2

UNIVERSIDADE DO PORTO
GRUPO DE MATEMÁTICA APLICADA

Área	N.º de Professores com Doutoramento		N.º de publicações desde 1988
	em 1980	em 1991	
Equações Diferenciais, Teoria do Controlo	0	3	17

Outras áreas com uma produção significativa incluem: Teoria Ergódica e Sistemas Dinâmicos (11 artigos e 1 livro nos últimos 2 anos), Topologia Algébrica.

INVESTIGAÇÃO MATEMÁTICA ACTUAL EM PORTUGAL (SUB-DOMÍNIOS DA MECÂNICA E FÍSICA MATEMÁTICA)

*António Ribeiro Gomes**

Antes de enumerar os temas, nos domínios da Mecânica e Física Matemática, sobre os quais se efectua investigação científica em Portugal, gostaria de pronunciar uma palavra sobre o panorama matemático global no meu País, para melhor enquadrar a parte final da minha exposição.

O doutoramento é em Portugal, como aliás noutros países, a porta de entrada normal para o prosseguimento de uma carreira académica. Sem a preocupação de rigor extremo direi que, no momento presente, existem cerca de duas centenas de titulares de um doutoramento em Matemática, o que é manifestamente insuficiente para satisfazer as exigências de ensino de qualidade nas treze Universidades estatais e várias outras privadas, tendo como um dado adquirido que a Matemática existe por si própria e é auxiliar de praticamente todas as ciências; embora nestes últimos anos se tenha assistido a um acréscimo considerável de doutoramentos, em termos relativos a situação actual, do ponto de vista do ensino, não é melhor do que alguns anos atrás, considerando a rápida criação de novas universidades a partir da década de setenta e o aumento maciço do número de estudantes no ensino universitário.

É evidente que se torna necessário um grande esforço para recuperar o atraso, se tivermos presente o carácter altamente competitivo da comunidade internacional em que nos encontramos inseridos onde os conhecimentos científicos poderão ser o produto de maior validade no mercado.

Aliás o défice de matemáticos em Portugal, quer no ensino quer na investigação, é um mal crónico e visto o problema deste ângulo compreende-se mal que assim seja, pois a penúria de matemáticos poderia constituir estímulo a que cada vez maior número de jovens pudesse tentar uma carreira que à partida lhe oferece as melhores perspectivas.

* Universidade de Coimbra.

Considerando que a aptidão para a matemática não excluirá a capacidade de obter um diploma de engenheiro, o meio social português criou, durante a primeira metade deste século, um privilégio do estatuto social do engenheiro relativamente ao do matemático, o que está longe de se verificar na generalidade dos países, estes na quase totalidade dos casos não tendo alternativa à carreira de professor do ensino secundário; mesmo considerando os estudantes mais dotados, a opção por uma carreira académica é de uma grande exigência e extremamente difícil na fase inicial, exigindo além das qualidades intelectuais grande estabilidade emocional e em comparação com outras carreiras públicas não se obtém, bem pelo contrário, uma compensação remuneratória adequada, enquanto países há em que é a especialidade científica melhor paga.

Consideramos que um valor minimamente aceitável de doutorados em Matemática em Portugal devia ser cerca de 2 a 2,5 vezes o total existente, sendo para isso necessário uma política de financiamentos adequados para a investigação a médio prazo, para que jovens vocações pudessem decidir-se com segurança por esta via, na certeza de que não veriam comprometido o futuro.

Uma política de não investimento na investigação fundamental e, dentro desta, na investigação matemática, pode trazer para o País atrasos irreversíveis, de que a primeira consequência é a estagnação das Universidades.

É necessário admitir, sem reservas, que o aumento do I & D está intimamente ligado ao desenvolvimento da investigação, quer fundamental quer aplicada, e se partirmos da concepção de que, à partida, só o que é aplicado ou aplicável é elegível, então trabalhamos como míopes.

É necessário dizer ainda que entre aqueles que escolhem a Matemática como carreira de investigação, uma grande parte tem as suas opções centradas na Álgebra e na Análise e somente alguns o fazem nos domínios da Mecânica e Física Matemática.

Apesar disso, encontrar-se-á provavelmente uma contradição entre estas palavras e a enumeração dos temas de investigação, ainda relativamente variados. Isto tem, em minha opinião, uma explicação: a investigação matemática começou a realizar-se em Portugal, de maneira sistematizada, a partir da década de quarenta, sofrendo oscilações no seu desenvolvimento, para se acentuar a partir da década de sessenta.

A maior parte dos matemáticos da geração actual saíram para preparar o doutoramento no estrangeiro, onde encontravam melhores condições de trabalho; integrados em equipas de maiores dimensões, mas tão variadas nos seus domínios de investigação, eis a explicação para a diversidade dos temas.

Existem quatro centros onde se faz investigação matemática nestes domínios com uma certa dimensão:

Centro de Matemática e Aplicações Fundamentais (CMAF), das Universidades de Lisboa, **Centro de Matemática da Universidade de Coimbra (CMUC)**, **Centros de**

Matemática da Universidade do Porto (CMUP, CIUP, CAUP) e Centro de Matemática da Universidade do Minho (CMUM), todos eles, à excepção do último, financiados pelo Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC)

cia de soluções fortes para sistemas do tipo Klein-Gordon-Dirac sem restrições de «grandeza» para as condições iniciais e a existência de soluções globais fracas para certos sistemas hiperbólicos semi-lineares; estudam-se ainda as perturbações de equações de Schrödinger para potenciais singulares;

cações à Mecânica e Teoria dos Campos, variedades simpléticas, variedades de contacto, variedades de Poisson e Jacobi, para a formulação de um quadro geométrico, mais geral, para a Mecânica Analítica e o estudo da redução das variedades de Jacobi e igualmente dos fibradados de Jacobi; desenvolveu-se, igualmente, a investigação na teoria cinética dos gases com o estudo, começado por Chernikov, da versão relativista da equação de Boltzmann em especial a questão do comportamento no infinito e mais recentemente o estudo da mesma teoria cinética dos gases com um número finito de velocidades; ainda numa outra direcção estudou-se o problema das forças e massas concentradas em elasticidade bidimensional pelo método dos desenvolvimentos assintóticos; actualmente, no projecto **«Equações de derivadas parciais da Física Matemática»** estudam-se diferentes problemas como «as condições necessárias e suficientes de hiperbolicidade», «aplicação do método de Galerkin ao modelo tridimensional de vigas elásticas com curvatura e torsão», «polinómios ortogonais e suas aplicações ao problema dos n corpos», enquanto que no projecto **«Aplicações da Análise de Clifford à Física Matemática»**, em colaboração com as Universidades de Ghent, Kent e Charles de Praga, ao abrigo dos programas ERASMUS e TEMPUS, serão desenvolvidos vários temas no domínio da Análise de Clifford, tendo em vista as aplicações à teoria dos spinores e às equações da Física Matemática.

Na Universidade do Porto (CIUP), no domínio geral dos «Métodos geométricos para as equações diferenciais, controlo e singularidades», um grupo de investigadores desenvolve a sua actividade num projecto intitulado **«Controlo Geométrico»** e um outro no projecto **«Teoria das singularidades aplicadas»**. No primeiro, trabalha-se sobre os temas «Controlabilidade local», onde se faz o estudo das situações genéricas da maior codimensão para sistemas de controlo afim em dimensão três e sistemas de controlo geral, não necessariamente análogos, correspondendo a problemas de cálculo das variações com restrições, sempre em dimensão três e «os sistemas hamiltonianos com simetria e descontinuidades para problema do cálculo das variações».

Na Universidade do Minho podemos destacar no domínio da Relatividade Geral, o estudo de alguns aspectos da geometria riemanniana colocados por aquela teoria, em particular «as transformações definidas no espaço-tempo que deixam invariante o tensor de curvatura».

Neste momento desenvolvem dois projectos em Relatividade Geral:

«Pares de Killing: existência e caracterização das métricas; álgebras de Lie e pares de Killing; campos recorrentes e pares de Killing»;

e

«Simetria do espaço-tempo: colineações de curvatura, de Ricci, afins e de homotetia», onde colaboram investigadores de Hull, Aberdeen e Palma de Maiorca.

Para terminar, é necessário dizer que para a Astronomia de posição não tem significado a investigação feita em Portugal neste momento, embora existam três Observatórios Astronómicos

no País. Todavia é justo realçar que na Universidade do Porto (CAUP) existe um grupo de investigação que trabalha no projecto «Desenvolvimento e aplicações do posicionamento por técnicas espaciais» onde, integradas numa rede de estações, se visa estabelecer uma rede gravimétrica de alta precisão na região dos Açores e onde se procura ainda o estabelecimento de órbitas de satélites próximos da Terra, destinados à Geodesia e à Geodinâmica, partindo da observação de satélites NAVSTAR/GPS.

Eis o que considere de maior interesse para vos permitir fazer uma ideia da investigação científica feita em Portugal nestes sub-domínios da Matemática.

Obrigado.

INVESTIGAÇÃO EM ESTATÍSTICA E INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

APÊNDICE: INVESTIGAÇÃO EM HISTÓRIA DAS MATEMÁTICAS

*José Tiago de Oliveira**

O desenvolvimento do ensino da estatística

A Estatística, e também a Investigação Operacional, tiveram possibilidades de iniciar o seu desenvolvimento em Portugal durante a segunda Guerra Mundial com a estadia por dois anos, patrocinada pelo «British Council», do estatístico inglês W. L. Stevens, na Universidade de Coimbra. Mas este foi um início falhado e apenas teve efeito imediato na área de estudos antropológicos e, mais tarde, auxiliou a investigação na área da Genética.

De facto, o ensino de Estatística mais avançada, bem como de Investigação Operacional, começou em Portugal nos meados dos anos cinquenta, embora já se ensinasse Estatística (especialmente a elementar) nas Escolas de Economia, bem como também eram leccionadas algumas aplicações práticas em Agronomia e outras áreas. O ensino das Probabilidades vem com intermitências desde meados do século XIX e instalou-se definitivamente com a organização das Faculdades de Ciências em 1950.

A Estatística, tal como a Investigação Operacional, começaram a adquirir o direito de «cidadania» em 1955 quando foram introduzidas, por lei, nos cursos de Engenharia. Mais tarde, em 1964, aquando da reestruturação dos cursos das Faculdades de Ciências, foram introduzidas num dos cursos de Matemática. Quase imediatamente o ensino começou a difundir-se, de acordo com as necessidades e o sentido de oportunidade, em cursos como Sociologia, Psicologia, História, Medicina, etc., a níveis diferentes.

As primeiras licenciaturas em Estatística foram atribuídas em 1969. Mas, mesmo antes, tinham sido concedidos graus mais elevados como Doutoramentos e Agregações. Durante

* Academia das Ciências de Lisboa.

algum tempo jovens licenciados eram enviados para o estrangeiro para aí obter o seu doutoramento, mas esta tendência está actualmente em regressão.

Graus académicos mais elevados

Segue-se uma descrição dos graus académicos mais elevados em estatística obtidos em Portugal:

<i>Doutoramentos:</i>	antes de 1945	3
	1946/1960	1
	1961/1970	1
	1971/1980	1
	1981/1991	14
<i>Agregações:</i>	em 1965	2

No respeitante à Investigação Operacional uma avaliação aproximada é a de que temos menos de 10 doutorados nos últimos 10 anos, pelas Universidades portuguesas.

A quantidade de publicações

No que respeita à investigação em Estatística, ela começou essencialmente no início dos anos cinquenta, mas mais tarde para a Investigação Operacional. Segue-se uma avaliação geral aproximada da sua dimensão, de acordo com as tendências descritas na secção seguinte. Mas a descrição é baseada num relatório feito pelo Centro de Documentação Científica e Técnica/ INIC, resumindo a investigação realizada nos Centros do INIC durante o período 1975-1990. Tem o defeito de envolver essencialmente a investigação teórica e apenas a realizada nos Centros. Em consequência, dos 317 artigos, folhetos e livros referidos (entre 1284) apenas 1(!) trata da Análise de Variância dando uma proporção errada, porque outros artigos, relatórios de investigação, etc., feitos em Portugal e no estrangeiro não estão incluídos; também alguns artigos, como 2 do autor na História das Matemáticas, não estão listados, etc. Mesmo assim, com estas observações e falhas inevitáveis, deverá ser observado que a quantidade de informação que o relatório contém é muito importante e útil e dá uma ideia geral do que se tem feito.

As 317 entradas para a Estatística e a Investigação Operacional constituem cerca de 25% das 1284 entradas para a Matemática.

Excluindo a única entrada sobre Análise de Variância para as seguintes quantidades das linhas de tendência abaixo:

	#	%
Estatística dos Extremos	85	27
Teoria das Probabilidades	21	7
Análise de Dados	23	7
Processos Estocásticos Especiais	36	11
Estatística Aplicada	25	8
Estatística (Outros)	53	17
Investigação Operacional (determinista)	73	22
Total	316	99

As áreas de investigação

É difícil descrever completamente as diferentes linhas de tendência da investigação nas áreas acima referidas, mesmo tendo em conta que cada cientista nos seus estudos por vezes produz artigos «discrepantes», quer como uma solução para problemas laterais que aparecem na sua actividade de investigação ou como uma questão histórica ligada com os estudos que ele/ela está a realizar.

Também deve ser feita uma dupla observação:

a) dado que a Investigação Operacional não parece estar incluída em qualquer outro relatório, foi brevemente incluída aqui, quer nas secções de Probabilidades e Estatística, quer numa secção especial para os problemas deterministas;

b) uma explicação para a falta de equilíbrio das secções de Probabilidades e Estatística, além da anterior, é o facto de a Estatística dos Extremos ser, de longe, o campo que começou o seu desenvolvimento desde há mais tempo.

Com estas restrições, uma primeira abordagem a uma descrição pode ser a que se segue.

Estatística dos Extremos:

a) decisão estatística para cada uma das distribuições assintóticas de extremos (Gumbel, Fréchet e Weibull) quando se considera que a amostra i.i.d. obedece a uma dessas distribuições;

b) escolha estatística entre os modelos quando se considera que a amostra i.i.d. segue um dos modelos, mas não especificado;

c) velocidade de convergência para as distribuições assintóticas de extremos a partir de sequências de variáveis aleatórias i.i.d. quando as suas distribuições (iniciais) têm uma distribuição assintótica para os extremos; foram obtidos em particular resultados por simulação;

d) obtenção de distribuições assintóticas bi- e multi-variadas de extremos para sequências vectoriais aleatórias i.i.d., supondo que as margens possuem uma das distribuições assintóticas (univariadas) de extremos; estes resultados introduzem uma estrutura de dependência (função de dependência);

e) caracterização directa das distribuições assintóticas de extremos bivariados;

f) desenvolvimento de diferentes modelos de extremos bivariados; comparação com alguns dados empíricos; estudo de alguns problemas de identificabilidade;

g) estudo das características de regressão e de correlação para modelos gerais e específicos de extremos bivariados;

h) decisão estatística para alguns modelos de extremos bivariados;

i) estimativa (não-paramétrica) intrínseca da função de dependência no caso bivariado;

j) estudo dos recordes para sequências i.i.d.;

k) estudo de processos extremos, processos extremomarkovianos e procedimentos estocásticos associados a extremos; alguns métodos rápidos de decisão estatística;

l) extremos e grandes indemnizações em seguros;

m) estudos em modelos de extremos multivariados e de concomitantes;

n) processos de atravessamento de níveis.

Teoria das Probabilidades:

a) estudo da decomposição de medidas de probabilidade;

b) estudo das assintóticas de somas normalizadas de variáveis aleatórias i.i.d. em ordenações triangulares gerais;

c) densidades auto-recíprocas.

Análise de Variância:

a) estudo de alguns delineamentos especiais de experiências;

b) novas técnicas para analisar a interacção; desenvolvimento de testes F selectivos;

c) generalização de pressupostos para ANOVA (modelos subnormais);

d) aplicação destes métodos para aplicar a análises de dados concretos.

Análise de Dados:

- a) estudo de novos coeficientes concordância/ discordância com as suas distribuições assintóticas; sua utilização na análise de tabelas de contingência;
- b) métodos de comparação para testar a independência em geral; utilização do coeficiente de afinidade;
- c) estudo de alguns métodos de análise usando distâncias;
- d) classificação hierárquica e classificação automática.

Processos Estocásticos Especiais:

- a) estudo dos processos estocásticos de Galton-Watson e da análise estatística associada;
- b) estudo de processos estocásticos marcados;
- c) equações diferenciais estocásticas e as suas aplicações à dinâmica populacional e à adaptação ao meio ambiente natural;
- d) estudo de algumas crono-séries especiais (modelos ARMA, etc);
- e) problemas especiais na teoria das filas de espera;
- f) processos de renascimento e outros processos pontuais especiais.

Estatística Aplicada:

- a) a problemas sócio-económicos;
- b) a problemas médicos;
- c) a problemas psicológicos;
- d) a problemas demográficos;
- e) ao planeamento regional.

Outras Linhas de Investigação em Estatística:

- a) propriedades das estatísticas ordinais;
- b) controlo de qualidade e políticas de manutenção;
- c) aspectos especiais da teoria de decisão estatística;
- d) estimativa de densidades;
- e) estatísticas studentizadas;
- f) distribuições predictivas;
- g) misturas;
- h) «outliers».

Investigação Operacional:

- a) teoria dos grafos;
- b) problema do caixeiro-viajante;
- c) cobertura (redes de transporte);
- d) optimização combinatória;
- e) estudos de regionalização;
- f) problemas de localização;
- g) «scheduling»;
- h) métodos de ponto interior para programação linear;
- i) programação discreta;
- j) problemas de optimização multicritério;
- k) problemas complementares.

Apêndice – História das Matemáticas

A parte mais desenvolvida destes estudos é, naturalmente, a História das Matemáticas em Portugal, onde podemos encontrar:

- a) História das Matemáticas e da Navegação na época dos Descobrimentos e publicação de alguns textos básicos dos séculos XIV/XVI, com comentários;
- b) História das Matemáticas desde os Descobrimentos até ao século passado;
- c) Estudos sobre alguns autores portugueses em particular Pedro Nunes (século XVI) e Anastácio da Cunha (século XVIII);
- d) Estudos sobre o desenvolvimento da Astronomia e dos observatórios astronómicos quer em Portugal quer nas Colónias; também é relevante um livro antigo sobre a Astronomia dos «Lusíadas»;
- e) Observações sobre a História das Probabilidades e da Estatística em Portugal.

Fora destas áreas encontramos alguns estudos especialmente de temas de Geometria, Álgebra e Probabilidades e Estatística.

CAPÍTULO IX

QUÍMICA

A QUÍMICA EM PORTUGAL

*Alberto Romão Dias**

Tal como quase todas as áreas científicas, a Química em Portugal teve um desenvolvimento muito significativo nas últimas décadas graças essencialmente aos jovens docentes universitários que nos anos sessenta e setenta obtiveram os seus doutoramentos em universidades estrangeiras e que, de regresso a Portugal, aqui arrancaram com os seus grupos de investigação. A situação actual é, porém, ainda altamente insatisfatória se considerarmos, só para utilizar um indicador, que o número total de artigos publicados em revistas internacionais com autoria ou co-autoria de cientistas nacionais é da ordem de grandeza do número de artigos com origem numa boa universidade inglesa, francesa ou americana. E isto apesar de a Química ser uma das áreas mais desenvolvidas e com mais tradições em Portugal.

É esta a situação que transparece das cinco contribuições especializadas que se apresentam seguidamente nas áreas da Química Inorgânica, Química Orgânica, Química Física, Química Analítica e Engenharia Química.

A situação descrita não implica que não haja em Portugal várias equipas de excelente qualidade como é frequentemente demonstrado em reuniões internacionais. O problema reside essencialmente em que o número de investigadores activos (em percentagem da população) é ainda muito reduzido e em que os meios postos ao seu dispor não são de forma nenhuma comparáveis aos que usufruem os colegas estrangeiros com quem estamos em competição. Por outro lado, a muito débil indústria química portuguesa não actua como catalisador junto dos centros de investigação fazendo-lhes solicitações que possam dar origem a novos temas de pesquisa.

Em tempos muito recentes houve um afluxo significativo, embora insuficiente, de verbas comunitárias para a investigação científica em Portugal, nomeadamente através dos programas CIÊNCIA, PRODEP, PEDIP, etc.

* Instituto Superior Técnico.

Receio que, infelizmente, essa atribuição de verbas não venha a ter o efeito impulsionador que seria legítimo esperar. E isto porque não houve qualquer política de articulação entre os vários programas, seguiram-se modismos ultrapassados e não houve planeamento. Talvez, pior do que tudo, esse investimento não parece corresponder a um esforço sustentado. Tudo sugere que após este «empanturramento» voltaremos ao tempo das vacas magras em que faltam os meios para fazer investigação que seja competitiva a nível internacional, a única que, aliás, vale a pena fazer.

ENGENHARIA QUÍMICA EM PORTUGAL: 1976-1991

*Alírio E. Rodrigues**

Uma breve introdução

Até 1970, a engenharia química estava mais orientada para a «química industrial» e a investigação era muito rara nas universidades portuguesas. Isto significa que um dos paradigmas da EQ – O Movimento da Ciência da Engenharia [1] – entrou no sistema universitário em Portugal com um atraso no tempo superior a uma década. (*Costumo dizer que a constante de tempo no sistema universitário é de 10 anos: isto parece ser outra ilustração!*).

As mudanças nos currículos da EQ ocorreram como uma consequência da chamada «Reforma Veiga Simão» (69/70). Ao mesmo tempo, alguns assistentes foram para o estrangeiro para obter o seu doutoramento; regressaram perto da época da Revolução (25/4/74). O meu relatório baseia-se na minha experiência desde 1976 e relata a minha visão sobre a EQ em Portugal, como fazendo parte dum mundo em mudança.

A engenharia química é leccionada na Universidade Técnica de Lisboa (IST), Universidade do Porto (FEUP) e mais recentemente na Universidade de Coimbra (FCT) e na Universidade Nova de Lisboa (FCT). Cursos afins estão a ser leccionados na Universidade do Minho.

Uma experiência pessoal

Irei contar a minha história que é na realidade uma extensão de «Separações Adsorptivas na Universidade do Porto: Uma visão retrospectiva» [2]. Cheguei à Universidade do Porto

* Laboratório de Engenharia de Separação e de Reacção, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

em 1976 e iniciei um programa de investigação sobre «**Processos de Separação e de Reacção em Meios Porosos**». Nessa época havia assistentes disponíveis e havia um espaço e equipamento limitados. Comecei com o desenvolvimento de uma metodologia para a concepção de processos de adsorção em leito fixo; o sistema fenol/adsorvente polimérico foi escolhido porque havia um espectrofotómetro UV e apenas necessitávamos de comprar uma célula de fluxo! A ideia consistia em medir os parâmetros de equilíbrio, cinéticos e hidrodinâmicos através de experiências simples e independentes para serem usados num modelo para prever o comportamento do leito fixo. A *adsorção em leito fixo* tem uma natureza cíclica de modo que foi estudada a regeneração com produtos químicos: era um interessante problema de *adsorção associada a reacção*. A abordagem foi testada com pequenas moléculas, e mais tarde foi alargada a casos multicomponentes e moléculas maiores tendo em vista aplicações à separação de proteínas. Também testámos a possibilidade de não dispendir produtos químicos na regeneração e seguimos para a investigação em *bombagem paramétrica*. Foram tentados com sucesso os modos directo e recuperativo com uma coluna de 1 cm de diâmetro. Queríamos estudar efeitos de aumento de escala mas as instituições portuguesas não quiseram financiar esse trabalho; o projecto esteve parado durante vários anos até que a CEE o achou interessante e apoiou-o através do Programa Ambiente. Como Astarita afirmou recentemente [3] eu tinha de vender o projecto no Programa Ambiente dado que não era possível vendê-lo com o seu nome: Ciência de Engenharia Química. De qualquer modo pudemos estudar a bombagem paramétrica numa unidade completamente automatizada incluindo uma coluna com 9 cm de diâmetro.

Da adsorção em fase líquida seguimos para a adsorção em fase gasosa tendo em vista aplicações de *adsorção com modulação da pressão* (AMP) para a produção de oxigénio a partir do ar, azoto a partir do ar, purificação de correntes gasosas. Foi desenvolvido um modelo detalhado da pressurização e despressurização o que parece ter interesse para as companhias que trabalham neste ramo.

Todos os **processos de separação** mencionados acima são *processos cromatográficos*, parte do que eu chamo *Processos de Percolação* [4]. São processos de crescente importância em EQ e em aplicações da biotecnologia [5, 6, 7, 8, 9].

Há muitos anos atrás envolvi-me na **Engenharia de Reacção** e pensei que associar **adsorção com reacção química** poderia ter interesse. Isto conduziu a projectos na área dos reactores adsorptivos de leito fixo; do lado da adsorção o tempo útil de operação do adsorvente pode ser aumentado e do lado da reacção é uma maneira de ultrapassar as limitações do equilíbrio da reacção. Foi feita a análise teórica e de novo após uma espera de vários anos foi obtido um importante financiamento para estudos na área da «Protecção contra gases tóxicos». Deve-se esclarecer que a máscara de carbono é um belo exemplo de reactor adsorptivo.

Há quase dez anos atrás fiquei envolvido na área dos catalisadores com poros largos para oxidações selectivas. O que se passa de interessante aqui é que o transporte de massa no interior das partículas do catalisador não é apenas por difusão mas também por convecção. Estudei a importância da convecção intraparticular nas medições de difusão e na concepção de reactores. Devo dizer que entrei nesta área após ter visto os resultados experimentais de um colega de laboratório porque tinha lido um artigo de Nir e Pismen [10] e pensei que a *convecção forçada intraparticular em poros largos* era a explicação para tais resultados. Nesta altura devei salientar a mensagem da *fertilização cruzada* que nunca se deve esquecer na investigação científica. Tivemos ocasião de observar a importância da convecção intraparticular no estado estacionário e comportamento transiente dos reactores de leito fixo. O impacto é importante: a temperatura da alimentação/parede pode ser reduzida para reacções exotérmicas/endotérmicas e deste modo consegue-se realizar uma economia de energia [11, 12]. Contudo, a importância da convecção intraparticular foi reconhecida em outras áreas. Em HPLC foram preparados diferentes suportes (polímeros, aluminas, hidroxilapatite, sílicas) com poros bem acima dos 1000 angstrom. A presença destes poros largos aumenta bastante a eficiência e a velocidade das separações. A cromatografia por perfusão é um nome atribuído ao HPLC com partículas de poros largos. É de esperar que os mesmos fenómenos tenham importância em membranas cerâmicas. Em culturas celulares de plantas e de animais utilizando suportes macroporosos foi já demonstrada a importância da convecção intraparticular.

A chave para compreender o efeito da convecção intraparticular é apenas esta: a **difusão efectiva é «aumentada» por convecção**. Deduzi que o aumento de difusividade é dado por $1/f(\lambda)$ onde o número de Peclet intraparticular que relaciona convecção e difusão é λ .

Nos processos AMP usam-se muitas vezes os zeólitos. Muitos poderiam pensar que os poros dos zeólitos são pequenos e que assim o efeito da convecção intraparticular não é importante. Contudo, existe um grão no grão e este tem grandes poros. De novo, nas etapas de pressurização e despressurização da AMP, existem grandes gradientes de pressão e o fluxo convectivo intraparticular tem de ser levado em conta.

Relacionado com este último aspecto está o tema dos **adsorventes e catalizadores bidispersos**. Tentámos resinas quelatantes, catalizadores suportados no carvão activado, resinas ácidas como catalizadores e estudámos vários processos funcionando a temperaturas e pressões (até 12 bars) moderadas. Estes **reactores multifásicos** [13] foram aplicados ao processo Merox, à síntese de MEBE e à produção de vanilina a partir da lenhina. A metodologia do CRE tem sido aplicada ao estudo dos reactores de biofilme tendo em vista a desnitrificação da água e a biodegradação do fenol, a fermentação de ácido láctico e reactores de polimerização.

Em todos estes projectos foram utilizados métodos numéricos (resolução de EDO's). Era um estudante licenciado em Nancy quando encontrei pela primeira vez a palavra «stiff» no

livro de Lapidus e Seinfeld [13]. Quando cheguei ao Porto tentei obter bons programas computacionais de outros (Laboratório Lawrence Livermore). Apesar de tudo, desenvolvemos programas baseados nos métodos de Lax-Wendroff e dos elementos finitos móveis, além de diferentes programas para simulação de processos.

Estas três áreas: **Engenharia da Separação, Engenharia da Reacção, Modelação Computacional, Concepção & Controlo de Processos** constituem as áreas de investigação do LSRE – **Laboratório de Engenharia de Separação e de Reacção**, uma infra-estrutura fundada o ano passado pelo **Programa «Ciência»** [14]. Trabalham nesse local sete membros da Faculdade e cerca de 14 estudantes de doutoramento. O LSRE irá expandir-se para as áreas da cromatografia preparativa, e dos sistemas multifásicos (LDA, análise de imagens). É nossa intenção entrar em novas áreas [15, 16] para preparar materiais concebidos à medida, utilizar conceitos de rede/ percolação/ fractal em EQ tendo em mente que:

- todos os projectos de investigação são apenas «desejos» no início; se não «desejarmos» nunca iremos ter um projecto;
- devemos manter os olhos abertos às ligações com outras áreas (acoplamento separação/ reacção; olhar para as cerâmicas se formos preparar suportes catalíticos);
- em investigação podemos fazer aquilo que quisermos; pode demorar mais do que gostaríamos (porque não recebemos dinheiro na altura certa) mas as forças externas apenas podem atrasar a conclusão do projecto;
- deve-se saber o que se está a passar em termos de investigação em todo o mundo; a organização de vários ASI da OTAN auxiliou a criação de tais ligações e permitiu que os estudantes de doutoramento tivessem discussões pessoais com os professores.

Um breve resumo da investigação em EQ em Portugal

Investigação na Universidade do Porto (FEUP)

Os outros grupos estão a trabalhar em Catálise heterogénea (deposição e gaseificação de coque, materiais compósitos – Prof. J. Figueiredo), Combustão em Leitos Fluidizados e Fenómenos de Transporte (Prof. J.R.G. Carvalho), Engenharia Bioquímica, equilíbrio Vapor Líquido e LL, Distilação Extractiva e Reactiva, Controlo.

O Departamento alcançou bom nível em engenharia química. Nele, cerca de 25 teses de doutoramento foram já finalizadas. Em termos de publicações em jornais internacionais tem, de longe, a maior produtividade em comparação com outras disciplinas de engenharia na Faculdade de Engenharia ou com os outros departamentos de EQ no país.

Investigação na Universidade de Coimbra

A investigação aborda os Reactores Multitubulares, o Controlo de Processos (Dr. J.A. Castro), Modelação de reactor de leito fixo (Dr. J. Mendes), e

Model. Multivariada.

processos dinâmicos. O reactores multitubulares (RMT) é um tipo de reactor muito utilizado na indústria química, sendo utilizado para a realização de reações químicas, separação de fases, etc.

Os reactores multitubulares são constituídos por um conjunto de tubos, geralmente de aço inoxidável, que são ligados entre si por uma cabeça de reactor. A cabeça de reactor é constituída por um conjunto de tubos, geralmente de aço inoxidável, que são ligados entre si por uma cabeça de reactor.

Modelação de Reactores Multitubulares

Os reactores multitubulares são constituídos por um conjunto de tubos, geralmente de aço inoxidável, que são ligados entre si por uma cabeça de reactor. A cabeça de reactor é constituída por um conjunto de tubos, geralmente de aço inoxidável, que são ligados entre si por uma cabeça de reactor.

Modelação de Reactores

Os reactores multitubulares são constituídos por um conjunto de tubos, geralmente de aço inoxidável, que são ligados entre si por uma cabeça de reactor. A cabeça de reactor é constituída por um conjunto de tubos, geralmente de aço inoxidável, que são ligados entre si por uma cabeça de reactor.

Os reactores multitubulares são constituídos por um conjunto de tubos, geralmente de aço inoxidável, que são ligados entre si por uma cabeça de reactor. A cabeça de reactor é constituída por um conjunto de tubos, geralmente de aço inoxidável, que são ligados entre si por uma cabeça de reactor.

química/bioquímica é um ponto fraco do sistema; as ligações são muito mais fáceis de desenvolver quando as pessoas usam uma linguagem semelhante.

A **falta de boas infra-estruturas** (bibliotecas, assistência técnica e administrativa) é um ponto a ser considerado no topo das prioridades; como resultado dispendemos muito mais esforço para alcançar os mesmos objectivos do que os nossos colegas estrangeiros.

Referências bibliográficas

1. *Frontiers in Chemical Engineering* (Amundson Report), Nat. Acad. Press (1988).
2. Rodrigues, A. E. *Adsorption News*, vol. 1, n.º 3, Int Ads Soc (1990).
3. Astarita, G. *Chemical Engineering and 1993*, CEP (1990).
4. *Percolation Processes: Theory and Applications*, ed A. Rodrigues and D. Tondeur, Sijthoff & Noordhoff (1981).
5. *Ion Exchange: Science and Technology*, ed A. Rodrigues, M. Nijhoff (1985).
6. *Adsorption: Science and Technology*, ed A. Rodrigues, D. Le van and D. Tondeur (1989).
7. *Separation processes: selective adsorption*, B. Crittenden, SERC (1987).
8. *Separation processes: highly selective separations*, SERC (1988).
9. *Separation and Purification: Critical Needs*, Nat Acad Press, Washington DC (1987).
- 10 Nir A. and Pismen L., *Chem Eng Sci*, 32, 35-41 (1977).
11. *Energy efficiency in industrial processes: future R&D requirements*, CEC, EUR 12046EN, ed A. Pilavachi (1988).
12. *Development, Quality, Productivity: Best practice in chemical processing*, The R&D Clearing House, Tollett & Co Ltd (1991).
13. *Multiphase Chemical Reactors*, ed A. Rodrigues, N. Sweed. J. Calo, Sijthoff & Noordhoff (1981).
14. LSRE brochure (1991).
15. *Materials Science and Engineering for the 1990*, Nat Acad Press (1989).
16. *Future Directions in ChE Education and Research*, Univ of Virginia (1987).

QUÍMICA INORGÂNICA EM PORTUGAL NOS ANOS 90

*Júlio D. Pedrosa de Jesus**

1. Introdução

A química inorgânica é praticada em Portugal por uma comunidade relativamente pequena e jovem, concentrada principalmente na área de Lisboa. Os grupos de investigação estão normalmente associados a laboratórios universitários e os respectivos investigadores principais obtiveram os seus doutoramentos no estrangeiro, especialmente na Grã-Bretanha, perto do fim da década de sessenta ou durante os anos setenta. Por isso, não é surpreendente que a maioria das linhas de investigação que são seguidas actualmente reflectam o interesse e a experiência desenvolvidos através desse processo. Contudo, a maior disponibilidade de fundos e de equipamento avançado tem contribuído para o desenvolvimento de novas linhas de investigação e para a concretização de um número crescente de doutoramentos no País.

Infelizmente, ainda não existe envolvimento suficiente de químicos inorgânicos portugueses em programas de investigação. Todavia, a cooperação internacional está presente na maioria dos laboratórios de investigação.

O INIC, Instituto Nacional de Investigação Científica, e a JNICT, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, têm sido as principais entidades financiadoras da investigação. O apoio industrial às actividades de investigação não tem expressão significativa, tanto no que concerne a actividades próprias, como a investigação nas Universidades. Não obstante, na região de Lisboa, os laboratórios estatais têm tido uma actividade importante e a cooperação entre tais institutos e as universidades está a desenvolver-se de forma promissora.

* Universidade de Aveiro, Departamento de Química.

2. Principais Áreas de Investigação

Num encontro realizado em Lisboa, em 11 e 12 de Novembro, para discutir a situação da Química Inorgânica no país, foi possível identificar as seguintes áreas principais de investigação:

ÁREAS	TÓPICOS
Química Organometálica	• Novos métodos de síntese e caracterização • Compostos de lantanídeos e actinídeos • Aplicações em catálise homogénea
Química Bio-Inorgânica	• Metaloenzimas e outras metaloproteínas • Transferência de electrões • Metais como sondas de funções biológicas • Aplicações médicas de complexos metálicos
Química da Coordenação	• Estruturas e mecanismos • Electroquímica • Aplicações em catálise homogénea
Química Inorgânica Física	• Espectroscopia • Fotoquímica • Termoquímica • Cálculo e estruturas electrónicas
Química do Estado Sólido	• Estruturas novas • Precursores de materiais • Materiais magnéticos e electrónicos • Aplicações em catálise

Uma omissão importante é a de que não há virtualmente qualquer investigação em química de elementos principais (de facto, um problema mundial). As quatro áreas indicadas possuem níveis diferentes de desenvolvimento, verificando-se uma grande concentração das actividades de investigação em química organometálica, química bio-inorgânica e química do estado sólido na região de Lisboa. As actividades nas áreas de química da coordenação e de química física inorgânica estão distribuídas por todo o país, em vários laboratórios universitários.

3. Infraestruturas e Recursos Humanos

A comunidade científica que cobre os tópicos indicados em 2. é formada por aproximadamente 100 investigadores com cargos permanentes e por cerca de 100 estudantes de investigação.

O equipamento científico disponível, ou a ser adquirido através do programa CIÊNCIA (um programa patrocinado pela CEE para promover infraestruturas de investigação) será satisfatório se este for completamente concretizado e se o respectivo funcionamento for adequadamente apoiado.

Existem, porém, aspectos de importância crucial para o desenvolvimento da investigação a que é indispensável prestar a melhor atenção. O primeiro prende-se com o nível insuficiente de financiamento, quer para custos de funcionamento, quer para apoio técnico. O segundo tem a ver com o desequilíbrio entre Lisboa e o resto do país e está associado à falta de políticas consistentes de descentralização e à ausência de mobilidade do pessoal das universidades.

4. Tendências

Nos últimos 10 anos houve um grande aumento no número de licenciados envolvidos em investigação conducente a doutoramento em Portugal. Desta actividade resultou a conclusão de mais de 40 doutoramentos, através de teses em tópicos de química inorgânica.

A investigação em química organometálica e bio-inorgânica irá continuar a ser preponderante e existem razões para esperar uma continuação do nível de excelência conseguido na última década. Espera-se, ainda, o crescimento do interesse pela catálise homogénea e por problemas da interface entre Biologia e Química.

Uma área ainda incipiente, mas com um grande potencial, é a química do estado sólido, particularmente em aspectos relacionados com o desenvolvimento de materiais. No encontro de químicos inorgânicos portugueses, referido anteriormente, houve consenso sobre a necessidade de promover o crescimento da química de síntese, em Portugal. Neste contexto, seria interessante que uma parte dos esforços futuros fosse dirigida para a síntese de precursores moleculares de novos materiais. Nesta frente existe uma grande necessidade de explorar a cooperação entre químicos inorgânicos e cientistas de materiais, pelo que se deseja que os desenvolvimentos recentes associados à criação de centros e institutos de investigação contribuam para incrementar uma tal cooperação.

A ideia de criar uma rede nacional englobando laboratórios de síntese e centros de métodos físicos avançados obteve um grande apoio entre os químicos presentes no encontro, em Lisboa, em Novembro passado. Uma tal estrutura poderia ser a base para facilitar projectos conjuntos dentro do país e para a cooperação em programas europeus.

A grande tradição da química física inorgânica em várias universidades e a grande quantidade de equipamento moderno disponível são elementos complementares que deveriam ser

aproveitados para estimular um programa nacional dirigido para o desenvolvimento da química de síntese e de caracterização de novos compostos. Deste esforço poderiam resultar materiais e produtos novos com potencial para desenvolvimento e aplicação em uma grande gama de indústrias nacionais.

QUÍMICA ORGÂNICA EM PORTUGAL – TENDÊNCIAS RECENTES

Ana Maria Lobo*

A Química Orgânica é em Portugal praticada por uma pequena comunidade de químicos que se pode globalmente caracterizar como relativamente nova e cujo trabalho se encontra associado principalmente com os laboratórios universitários.

No País como um todo, a região da grande Lisboa e do vale do Tejo tem um papel preponderante e só aí a interacção com os laboratórios estatais fora do âmbito universitário adquiriu alguma expressão. A cooperação académica com a indústria química é ainda pequena, como resultado do baixo índice tecnológico e da estrutura arcaica de muitas das firmas locais, cujas actividades se encontram centradas em torno de sectores tradicionais tais como a cortiça, a madeira e produtos dela derivados, o papel, os têxteis e o vinho. A colaboração contínua que algumas poucas empresas farmacêuticas estabeleceram com as universidades constitui a excepção à regra.

Um dos indicadores que pode ser tomado como medida da evolução da comunidade de químicos orgânicos é o número de doutoramentos que foram realizados no país nos últimos anos (*Figura 1*). Embora globalmente o seu número seja ainda muito pequeno, o gráfico mos-

* Instituto de Química - Universidade de Coimbra, Portugal.

- b) química de produtos naturais, incluindo a determinação estrutural;
- c) estudos teóricos e espectroscópicos;
- d) estudos químicos com relevância industrial.

Enquanto que o esforço nos estudos teóricos e espectroscópicos se tem mantido praticamente constante, e a química de produtos naturais demonstra uma tendência positiva, o estudo das reacções orgânicas e a síntese denotam o maior ímpeto de crescimento (*Figura 2*).

É também instrutivo observar como o processo de colaboração internacional tem evoluído (*Figura 3*). Enquanto que o Reino Unido tem sido um parceiro constante de colaboração na investigação através dos anos (foi lá que a maioria dos químicos orgânicos mais velhos, actualmente activos, obtiveram os respectivos doutoramentos na década de setenta), os únicos outros dois países com os quais Portugal tem mantido alguma forma de cooperação são Espanha e França. A colaboração com os colegas espanhóis foi mantida especialmente no domínio dos produtos naturais num esforço que inclui o estudo da flora ibérica.

A investigação industrial é escassa, mas algumas poucas empresas do sector farmacêutico têm tido níveis de trabalho excelente. Porém, o trabalho mantém-se frequentemente parte do «know-how» interno da empresa não dando origem a publicações ou patentes. Porém, esta situação está também a alterar-se com um aumento do número de patentes requeridas na área da química orgânica, que constitui de momento cerca de 35% do número total de patentes

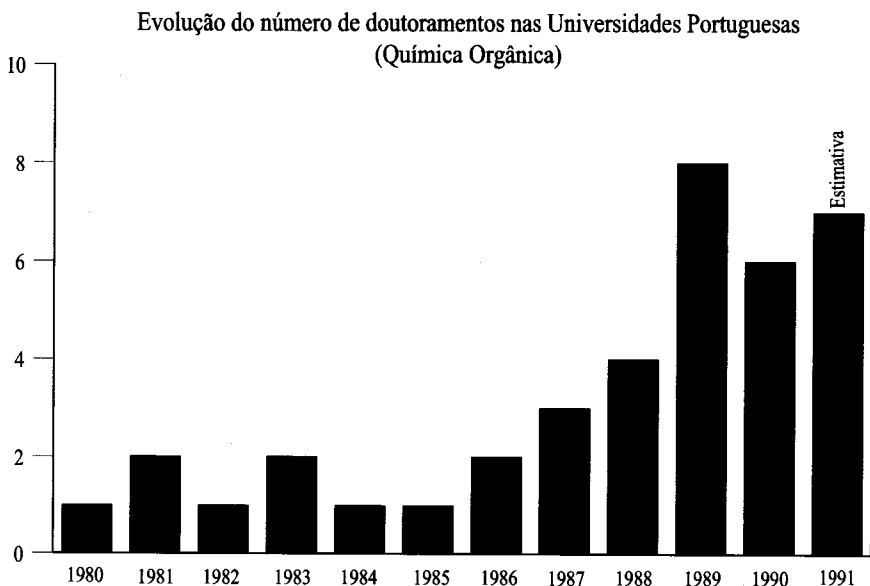


Figura 1

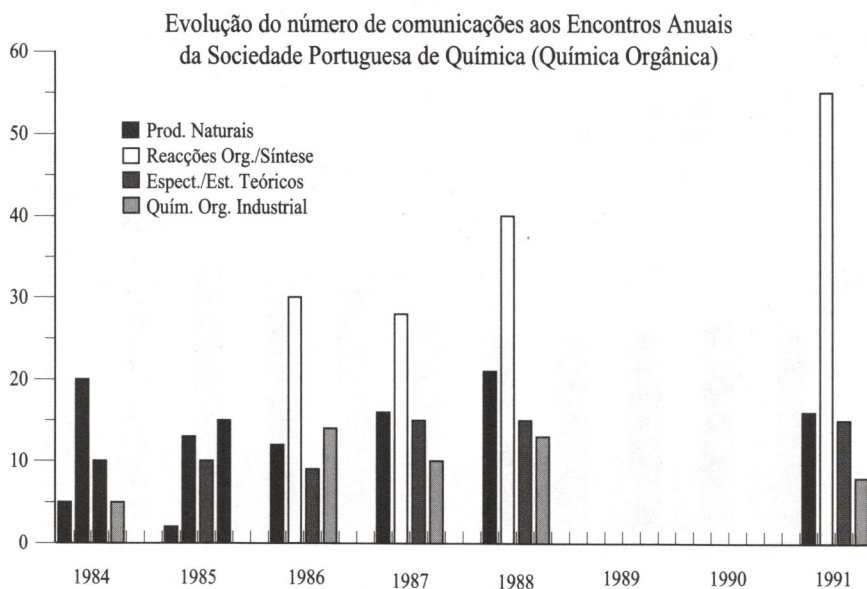


Figura 2

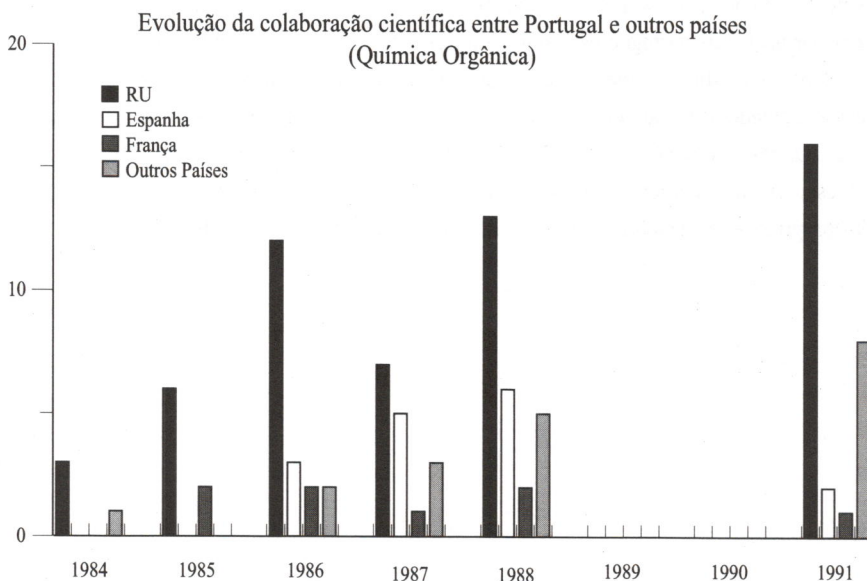
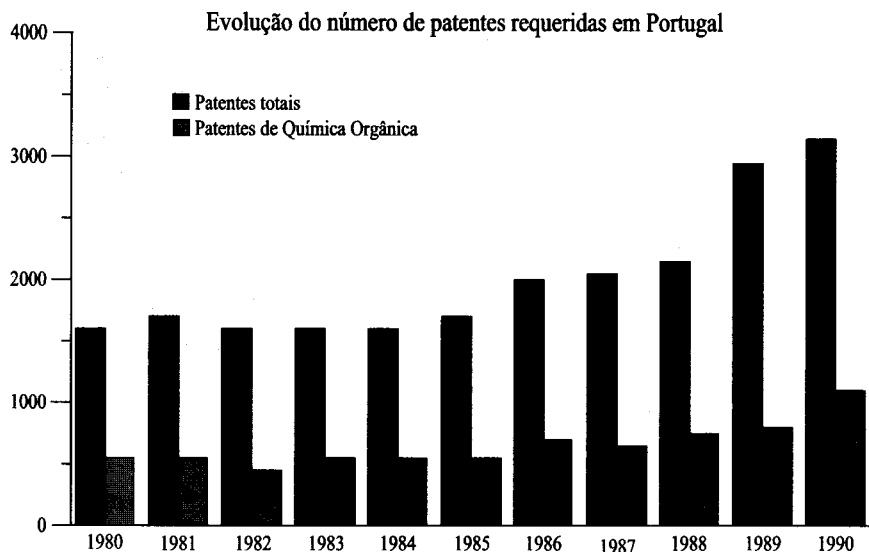


Figura 3



Fonte: Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Figura 4

requeridas em todos os domínios no País (*Figura 4*). Porém a percentagem de patentes requeridas por nacionais portugueses é ainda inferior a 10% do número total pedido.

O nível científico do trabalho realizado em laboratórios subsidiados pelo Estado tem também aumentado à medida que se intensifica o recrutamento de químicos altamente qualificados. Os resultados de investigação, que em certos casos adquiriu já reputação internacional, está lentamente a ter o seu impacto na área das pequenas e médias empresas, incapazes elas próprias de realizarem internamente o necessário trabalho de desenvolvimento.

A QUÍMICA-FÍSICA EM PORTUGAL

*Jorge C. G. Calado**

1. Começos

Dos quatro ramos tradicionais da química – analítica, inorgânica, orgânica e física – a química-física é o mais recente. Emergiu como disciplina separada no último quartel do século XIX, graças às contribuições de cientistas como Van't Hoff (1852-1911), Ostwald (1853-1932), Gibbs (1839-1903) e Nernst (1864-1941). No princípio deste século já era reconhecida como um ramo autónomo da química, a ponto de justificar cátedras especiais – G. N. Lewis (1875-1946) foi nomeado professor de química-física da Universidade da Califórnia em Berkeley em 1912.

A Química-Física é a primeira ciência interdisciplinar a afirmar-se no mapa das ciências, uma circunstância que nesta era actual de interdisciplinaridade não pode deixar de ser realçada. A química-física aparece quando os métodos da física, com a sua preocupação com questões fundamentais, com o seu rigor e exactidão, são aplicados aos problemas complexos da química e geram soluções quantitativamente correctas. Os grandes progressos em ciência dão-se, em geral, nas zonas de encontro (interdisciplinaridade) de várias ciências, e a química-física foi o primeiro resultado desta expansão de fronteiras.

Em Portugal a introdução da Química-Física como disciplina académica ocorre com a profunda reforma do sistema universitário que se seguiu à abolição da Monarquia e proclamação da República em 1910. Com a criação de novas universidades em Lisboa e Porto, Coimbra perde o seu monopólio de cidade universitária em 1911. O Instituto Superior Técnico, semente da futura Universidade Técnica, é também fundado em Lisboa em 1911. Por outro lado, as Faculdades de Ciências de Coimbra, Lisboa e Porto são organizadas de acordo com um modelo único, com curricula comuns levando a uma licenciatura em **Ciências Físico-**

* Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Química.

-Químicas. (Não existiam licenciaturas separadas em física ou química). Este padrão de cursos unificados com curricula comuns nas várias universidades portuguesas haveria de permanecer durante mais de cinquenta anos. A Química-Física (um semestre) e a Química Biológica são algumas das novas disciplinas introduzidas em 1911: ao mesmo tempo as aulas práticas e o estágio no laboratório são, pela primeira vez, tornados obrigatórios. No entanto algumas destas inovações não passam do papel, e levará alguns anos antes que sejam implementadas. Por exemplo, é só nos anos 20 que o ensino da Química-Física é complementado por práticas laboratoriais. Em Lisboa o ensino da Química-Física está entregue a Achilles Machado (que regia também a Química Inorgânica e a Análise Quantitativa), e em Coimbra é Egas Pinto Basto (a quem sucede Rui Couceiro da Costa, um termodinâmico) quem organiza o laboratório e cria um grupo de investigação em Química-Física.

A **Engenharia Químico-Industrial** foi um dos cinco cursos de engenharia criados no Instituto Superior Técnico quando da sua fundação em 1911, e inclui no seu curriculum duas disciplinas inteiramente novas – a *Electroquímica* e a *Química-Física e Radioactividade*. É só bastante mais tarde (1955) que a Química-Física aí se torna uma disciplina independente (um semestre). O interesse pela Radioquímica foi induzido pela conhecida abundância de minérios de urânio em Portugal. Outras escolas seguiram o exemplo, e a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa pôde até estabelecer uma ligação importante com os Laboratórios Curie em Paris.

2. Tempos modernos

Infelizmente o ensino da Química-Física não foi acompanhado pelo trabalho de investigação no mesmo domínio. A investigação científica era praticamente inexistente nos vários ramos das ciências físicas (à excepção da matemática). Por exemplo, em quase cinquenta anos (1918-1964) apenas foram feitos dois doutoramentos em Química pela Universidade de Lisboa, e mesmo estes à custa de trabalho realizado nos Laboratórios de Física! A maior parte do trabalho de investigação (ou desenvolvimento) em química centrava-se no aperfeiçoamento de novos métodos de análise, e principalmente na sua aplicação às águas naturais.

O interesse em investigação nuclear que se seguiu à II Grande Guerra levou à criação de uma **Comissão Nacional de Energia Nuclear** (1952) que imediatamente organizou centros de investigação nos domínios mais pertinentes (física, química, metalurgia, geologia, etc.), espalhados pelas três universidades do país. Ao mesmo tempo iniciou-se uma política de envio sistemático de bolseiros para universidades e institutos de investigação estrangeiros, afim de aí completarem (ou refazerem) a sua formação. Depressa a palavra nuclear passou a ser utilizada como isco para obter os financiamentos necessários, pois algumas das investigações não estavam minimamente relacionadas com a problemática da energia nuclear. Mas era uma

das prioridades declaradas (como hoje as biociências ou os novos materiais) e à sua sombra se acolheu o que de bom se começava a investigar nas universidades portuguesas.

O que se pretendia era, pela primeira vez, formar em Portugal um conjunto de investigadores de qualidade no domínio das ciências básicas. Quando, em 1961, o Laboratório Nacional de Física e Engenharia Nucleares ficou finalmente construído, os Centros de Estudos de Energia Nuclear não foram abolidos, e alguns dos bolseiros destinados ao Laboratório Nacional resolveram permanecer nas universidades. Os Centros de Investigação (da agora chamada Comissão de Estudos de Energia Nuclear) tiveram assim um importante papel de catalisadores da investigação universitária.

A investigação em Química-Física em Portugal é realmente um produto dos anos 60 e o resultado directo de fortes vínculos com universidades anglo-saxónicas. Dos actuais 23 professores catedráticos de química-física em universidades portuguesas, 18 obtiveram o seu doutoramento em universidades inglesas, um em França e os restantes em Portugal (3 dos quais sob a supervisão de um dos professores de formação inglesa). Pode-se dizer que foi esta primeira geração de cientistas que fizeram os seus estudos de pós-graduação no estrangeiro nos finais dos anos 60 e princípios dos anos 70 quem colocou a química-física portuguesa no mapa. Isto explica também a estrutura actual e o desenvolvimento relativo das diferentes áreas de investigação em química-física (a predominância da termodinâmica e da fotoquímica, por exemplo).

Mais tarde, estimulados pela criação de novas universidades e uma reorganização total do sistema universitário segundo o modelo anglo-saxónico (a chamada Reforma Veiga Simão, que instituiu a estrutura departamental, estudos de pós-graduação, reconhecimento de graus académicos obtidos no estrangeiro, etc.) esses cientistas mostraram-se capazes de formar os seus próprios grupos de investigação e de manter uma colaboração activa com os seus parceiros estrangeiros.

Como resultado disto tudo, o número de doutoramentos atribuídos pelas universidades portuguesas aumentou significativamente nos últimos vinte anos. Uma estimativa aproximada (as estatísticas não são fidedignas) aponta para um número de cerca de 40 doutoramentos obtidos no estrangeiro e 80 em universidades portuguesas, no campo da química-física, desde 1970 (a maior parte dos quais após 1975). Uma primeira estatística com os dados (incompletos) disponíveis é apresentada na Figura 1.

3. O presente

Hoje a Química-Física é, talvez, o mais desenvolvido e diversificado de todos os ramos da química em Portugal, e por conseguinte não é fácil apresentar um panorama global e preciso das suas forças e potencialidades. Com excepção do Instituto Superior Técnico que tem uma Secção de Química-Física dentro do seu Departamento de Engenharia Química, as outras uni-

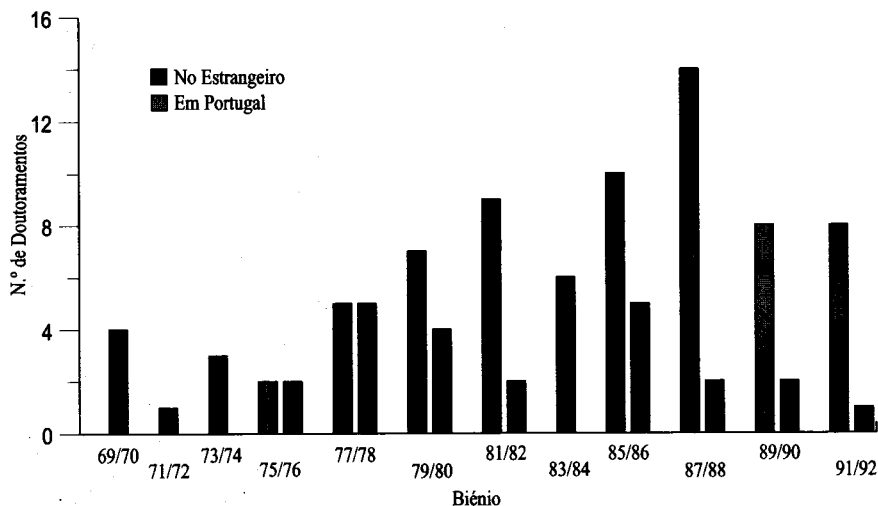


Figura 1 – Distribuição dos doutoramentos em Química-Física

Além destes foram detectados mais 3 doutoramentos feitos em Portugal e 19 no estrangeiro com datas não determinadas.

versidades têm um Departamento de Química integrado. Além disso, alguma investigação em química-física é feita noutros departamentos (de física, de ciência dos materiais, etc.), e ao invés existem grupos em departamentos de química-física que realizam investigação noutras áreas (engenharia química, biotecnologia, etc.). Os limites tradicionais entre os vários ramos da química têm-se alterado e tornado difusos, e hoje muita da química inorgânica, tal como muita da química orgânica é, na realidade, química inorgânica física ou química orgânica física.

Qualquer classificação é, portanto, arbitrária mas por uma questão de clareza e para facilitar as comparações mantêm-se no Quadro I (que mostra a distribuição geográfica dos vários grupos de investigação por domínio de actividade) os capítulos tradicionais da química-física. O critério seguido foi o de incluir na química-física todo o projecto que é como tal considerado pelos seus responsáveis e pelos colegas destes. Mesmo assim, qualquer tentativa de caracterização da actividade de pesquisa científica tem de ser considerada provisória. Embora o meio científico português seja pequeno, a falta de tradição histórica e de estatísticas fidedignas, bem como as inevitáveis cliques e rivalidades interuniversitárias (às vezes dentro da mesma universidade, departamento ou grupo) tornam praticamente impossível uma visão exaustiva e imparcial da actividade científica em qualquer ramo.

Na Tabela 1 referem-se os principais tópicos de investigação em química-física actualmente em curso nas universidades portuguesas: a informação é complementada em Apêndice por uma lista das publicações mais relevantes.

Tabela 1

TÓPICOS DE INVESTIGAÇÃO NAS VÁRIAS ÁREAS DA QUÍMICA-FÍSICA

Química Teórica

– Superfícies de Energia Potencial e Reactividade Química. Dinâmica de Reacções Químicas do Tipo-A-B-C-D. Métodos Computacionais de Mecânica Molecular.

– Cálculo de Orbitais Moleculares pelo Método de Huckel generalizado. Aplicações a Sólidos Inorgânicos. Compostos Organometálicos e Superfícies Metálicas.

Sistemas Modelo de Fotosíntese. Transferência Electrónica Fotosensibilizada em Interfaces Semicondutor (Modificado)/ Electrólito.

- Fotoquímica de Corantes Adsorvidos em Substratos Sólidos e Matrizes Poliméricas

Cinética Química

- Reacções em Solução. Solvólise de Halogenetos de *tert*-Butilo em Solventes Hidroxílicos.
- Cinética de Reacções Envolvendo Moléculas Electronicamente Excitadas.
- Estudo, por Fluorescência, de Reacções Controladas por Difusão. Formação de Excímeros como Modelo para Reacções de Terminação. Aplicação a Processos de Polimerização.

Termodinâmica e Energética

- Termodinâmica Teórica.
- Simulação Computacional pelos Métodos da Dinâmica Molecular, Monte-Carlo e Integrais de Caminho.
- Propriedades PVT e Equilíbrio de Fases a Altas/ Baixas temperaturas e Pressões. Funções Termodinâmicas de Excesso. Medida do Segundo Coeficiente do Virial.
- Efeito Isotópico em Misturas Líquidas Simples.
- Propriedades de Transporte (Condutibilidade Térmica, Viscosidade, Coeficientes de Difusão) de Fluidos.
- Estudo da Interação Solute-Solvente por Métodos Calorimétricos. Relação entre a Conformação Molecular e o Tipo de Interação. Análise do Efeito Hidrofóbico para Compostos Não-Polares. Propriedades Termodinâmicas a Diluição Infinita. Solubilidades de Gases em Líquidos. Misturas de Moléculas Fortemente Associadas.
- Energética das Ligações Metal-Ligando em Complexos Metálicos e Organometálicos e sua Relação com a Energética de reacções Elementares. As Técnicas Usadas Incluem Calorimetria de Reacção-Solução. Microcalorimetria de Combustão, Calorimetria Fotoacústica e Espectrometria de Massa Lã-Ciclótrão.

Química das Superfícies

- Tensão Superficial de Líquidos Criogénicos e Suas Misturas pelo Método da Ascensão Capilar.
- Tensão Superficial de Adesivos Poliméricos pelo Método de Wilhelmy, Molhagem e Medida do ângulo de Contacto.
- Adsorção de Gases e Vapores em Sólidos Microporosos (Zeólitos, Carvão Activado, Óxidos, Argilas, etc.), Adsorção de Misturas de *n*-Alcanos e *n*-Alcanóis por Carvão Activado.
- Preparação e Estudo de Monocamadas Insolúveis na Interface Água/Ar (Balança de Langmuir-Blodgett).

– Catálise Heterogénea (Sólido-Líquido) e Microheterogénea (Micelas) com Sistemas Envolvendo Sais de Tetralquilamónio como Produtos da Reacção ou Catalizadores.

Propriedades Eléctricas e Electroquímica

- Interfaces Electroquímicas.
- Estudos Cinéticos e Mecanísticos de Reacções Electroquímicas Envolvendo Compostos Orgânicos e Organometálicos.
- Estudo de Correlações entre Estrutura e Propriedades Eléctricas e Magnéticas de Condutores Moleculares do Tipo Sais de Transferência de Carga e de Electrólitos Poliméricos Contendo Catiões Multivalentes.
- Design e Síntese de Condutores Orgânicos. Crescimento de Cristais únicos e Estudo das suas Propriedades Eléctricas e Magnéticas.
- Electrólitos Poliméricos para Baterias Sólidas e Dispositivos Electrocrómicos.
- Electrodeposição e Fotoelectroquímica. Electrocatálise.
- Compilação de Dados Electroquímicos.

Uma análise rápida destes tópicos de investigação revela certas características e tendências dominantes. Algumas das áreas, nomeadamente a Fotoquímica e a Termodinâmica, estão largamente difundidas pelo sistema universitário e mostram grande actividade (medida, por exemplo, pelo número de projectos, publicações e doutoramentos produzidos); esta situação, como já foi referido, é em parte devida ao carácter de auto-perpetuação do sistema académico, um sistema onde a maior parte, senão a totalidade dos doutorados, tende a permanecer na universidade em vez de ir revitalizar uma indústria onde a inovação científica e tecnológica própria é ainda incipiente.

Existem sobreposições em alguns dos tópicos e uma ênfase em certos tipos de problemas como os dos compostos organometálicos, adsorção e catálise. Este é um factor positivo da nossa investigação, que leva à colaboração entre grupos e ao estudo de problemas importantes a partir de ângulos diferentes e utilizando técnicas bastante diversificadas. Por outro lado, o panorama actual revela algumas lacunas importantes, por exemplo em certas áreas da cinética química, da ciência dos polímeros e da química do estado sólido.

A vitalidade da investigação portuguesa em química-física fica ainda demonstrada com a existência de fortes e frutuosas colaborações com o estrangeiro, nem sempre num único sentido. Quase todos os grupos estão envolvidos oficial ou informalmente em projectos de intercâmbio e colaboração com grupos similares europeus e das américas (norte e sul), e começa a deixar de ser rara a presença de cientistas estrangeiros de pós-doutoramento em universidades portuguesas. Uma vez mais, revelou-se impossível a contabilização desses projectos e a análise da sua distribuição geográfica, mas a lista de publicações dada em Apêndice é já um indicador da diversidade e importância dessas colaborações.

Quadro I

Distribuição das áreas de investigação em Química-Física nas universidades portuguesas

	UM	UP	UA	UC	UL	IST	UNL
Química Teórica		X		X	X	X	
Espectroscopia			X	X	X	X	
Fotofísica e Fotoquímica	X			X		X	X
Cinética Química				X	X	X	
Termodinâmica e Energética		X		X	X	X	X
Química de Superfícies					X	X	
Propriedades Eléctricas e Electroquímica	X	X		X	X	X	

Legenda:

UM – Universidade do Minho

UP – Universidade do Porto

UA – Universidade de Aveiro

UC – Universidade de Coimbra

UL – Universidade de Lisboa

IST – Instituto Superior Técnico (Universidade Técnica de Lisboa)

UNL – Universidade Nova de Lisboa

APÊNDICE

Bibliografia exemplificativa dos principais tópicos de investigação portuguesa
em química-física*Química Teórica*

J. DIAS DA SILVA, J. BRANDÃO e A.J.C. VARANDAS

Accurate Diatomic Curves for Ne₂, Ar₂, Kr₂ and Xe₂ from the Extended Hartree-Fock Approximate Correlation Energy Model*J. Chem. Soc., Faraday Trans. 2*, 1989, **85** (12), 1851

A.J.C. VARANDAS

Intermolecular e Intramolecular Potentials: Topographical Aspects, Calculation and Functional Representation via a Double Many-Body Expansion Method

Adv. Chem. Phys. 1988, **74**, 255

J.P.P. RAMALHO, B.J.C.CABRAL e F.M.S.S.FERNANDES

A Monte Carlo and transfer-matrix grid path-integral study of the vibrational structure of Br₂ in solid argon*Chem. Phys. Letters*, 1991, **184**, 53

M.J.CALHORDA, R.HOFFMANN e C.M. FRIEND

Adsorption and Reactions of Cyclic Sulfides on Mo(110)

J.Am. Chem. Soc. 1990, **112**, 50

A.E.BATISTA DE CARVALHO, J.J.C.TEIXEIRA-DIAS e R. FAUSTO

Molecular Mechanics Force Field for Conformational Analysis of Aliphatic Acyclic Amines

Struct. Chem. 1990, **1**, 533

Espectroscopia

P.J.A.RIBEIRO-CLARO e J.J.C.TEIXEIRA-DIAS

Vibration Wavenumbers of 4-Aminobenzotrifluoride in the Ground and St. Electronic States from its Supersonic Jet S1-S0 Fluorescent, Infrared, and Raman Spectra

J. Mol. Spectroscopy: 1991, **149**, 34

M.A.CHESTERS, A.B.HORN, L.M.ILHARCO, I.A.RANSLEY, B.H.SAKAKINI e J.C.VICKERMAN

Adsorption and thermal decomposition of trans-but-2-ene on Ru(0001), studied by RAIRS

Surface Science, 1991, **251/252**, 291

M. REI VILAR, M.SCHOTT, J.J.PIREAUX, C. GREGOIRE, R.CAUDANO, A. LAPP, J.LOPES DA SILVA e A.M.BOTELHO DO REGO

Films of Mixtures of Deuterated and Hydrogenated Polymers. An HREELS study

Surface Science, 1991, **211/212**, 782

M.L.COSTA, B.J.COSTA CABRAL e M.A.A.FERREIRA

UVPES of some aliphatic azides, Part III

J. Molec. Struct, 1991, **249**, 181

G.O.SANTANA-MARQUES e A.J.V.FERRER-CORREIA

Fast Atom Bombardment Induced Reduction of Aromatic Oximes

Anat. Chem, 1989, **61**, 1442

J.J.MOURA-RAMOS e G. WILLIAMS

Effect of pressure on the dielectric-relaxation behaviour of a liquid-crystalline side chain polymer

Polymer, 1991, **32**, 909

Fotofísica e Fotoquímica

S.J. FORMOSINHO e L.G. ARNAUT

A Unified View of Ketone Photochemistry

Adv. Photochem, 1991, **16**, 67

M.E.D.G. AZENHA, H.D. BURROWS, S.J. FORMOSINHO, M.G.M. MIGUEL, A.P. DARAMANYAN e I.V. KHUDYAKOV

On the uranyl ion luminescence in aqueous solutions

J. Luminescence, 1991, **48/49**, 522

E.C.C. MELO e S.M.B. COSTA

Kinetics of Fluorescence Quenching of *n* (9-Anthroyloxy) Stearic Acids by Tertiary Amines in Non-ionic Micelles of Triton X-100

J. Chem. Soc. Faraday Trans, 1990, **86** (12) 2155

S.M.B. COSTA, M.M. VELASQUEZ, N. TAMAI e I. YAMAZAKI

Luminescence of Porphyrins

J. Luminescence, 1991, **48/49**, 341

Cinética Química

R.M.C. GONÇALVES, A.M.N. SIMÕES, L.M.P.C. ALBUQUERQUE e S. J. FORMOSINHO

Solvent and Temperature Effects on the Rate Constants of Solvolysis of *tert*-Butyl Bromide in Mono- and Di-alcohols

J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1991, **2**, 931

M.N. BERBERAN-SANTOS e J.M.G. MARTINHO

Diffusion-influenced excimer formation kinetics

J. Chem. Phys., 1991, **95** (3), 1817

Termodinâmica e Energética

J.C.R. REIS

Phase Equilibria and Thermodynamic Conditions for the Obtention of Pure materials

J. Phys. Chem. 1986, **90**, 6078

F.M.S.S. FERNANDES e B.J.C. CABRAL

Modified Ewald Sum and N.V.T. Ensemble in Molecular Dynamics of an Ionic System

Portugal. Phys., 1987, **18**, 39

E.J.S. GOMES DE AZEVEDO e J.C.G. CALADO

Thermodynamics of liquid Methane-Ethane

Fluid Phase Equil. 1989, **49**, 21

I.M.A. FONSECA e L.Q. LOBO

Thermodynamics of liquid mixtures of Xenon and Methyl Fluoride

Fluid Phase Equil. 1989, **47**, 249

J.C.G. CALADO, M. NUNES DA PONTE, L.P.N. REBELO e L.A.K. STAVELEY

Vapor Pressure of Tetradeuteriomethane

J. Phys. Chem. 1989, **93**, 3355

M. DIX, J.M.N.A. FARELEIRA, Y. TAKAISHI e W.A. WAKEHAM

A Vibrating-Wire Densimeter for Measurements in Fluids at High Pressures

Int. J. Thermophys., 1991, **12** (2), 357

J.M.N.A. FARELEIRA, C.A.N. CASTRO e A.H. PADUA

Prediction of the Thermal Conductivity of Liquid Alkane Mixtures

Ber. Bunsenges. Phys. Chem., 1990, **94**, 553

J.S. REDINHA

The Thermodynamics of Solute/ Solvent Interactions

Proc. IX Congresso Iberoamericano de Electroquímica. Tenerife, 1990, 103

E.F.G. BARBOSA, I.M.S. LAMPREIA

Partial molal volumes of amines in benzene. Specific interactions
Can. J. Chem., 1986, **64**, 387

R.M.C. GONÇALVES e A.M.N. SIMÕES

Enthalpies of Solution of *tert*-Butyl Chloride and Bromide in Butanols and pentanols
J. Sol. Chem., 1990, **19** (3), 315

J.A.M. SIMÕES e J.L. BEAUCHAMP

Transition Metal-Hydrogen and Metal-Carbon Bond Strengths: the Keys to Catalysis
Chem. Reys, 1990, **90**, 629

M.A.V. RIBEIRO DA SILVA e M.L. C.C.H. FERRÃO

Energetics of metal-oxygen bonds in metal complexes of β -diketones
Pure Appl. Chem., 1988, **60** (8), 1225

Química das Superfícies

B.S. ALMEIDA, V.A.M. SOARES, I.A. MCLURE e J.C.G. CALADO

The Orthobaric Surface tensions of the Three Binary Mixtures formed by Krypton, Ethane and Ethene
J. Chem. Soc. Faraday Trans. I, 1989, **85** (6), 1217

M.R. CARROTT, P. CARROTT e M. BROTAS DE CARVALHO

Ex-hydroxide Magnesium Oxide as a Model Adsorbent for Investigation of Micropore Filling Mechanisms
J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1991, **87** (1) 185

A.M. GONÇALVES DA SILVA, V.A.M. SOARES e J.C.G. CALADO

Thermodynamics of Adsorption from Solution. Adsorption by Activated Carbon of the Three Binary Systems involving n-Butanol, n-Heptane and n-Dodecane
J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1991, **87** (5) 755

Propriedades Eléctricas e Electroquímica

F.SILVA, M.J. SOTTOMAYOR e A. HAMELIN

The temperature coefficient of the potential of zero charge of the gold single-crystal electrode/aqueous solution interface
J. Electroanal. Chem. 1990, **294**, 239

M.J. MEDEIROS, M. I. MONTENEGRO e D. PLETCHER

The application of microelectrodes to the study of the methoxylation of furan
J. Electroanal. Chem., 1990, **290**, 155

H.M. CARAPUÇA, M.I.S.PEREIRA e F.M.A. da COSTA

Effect of the Preparation Procedure on the Surface properties of NiCo_2O_4 Electrodes
Mat. Res. Bull., 1990, **25**, 1183

J.M. LEGER, I. FONSECA, F. BENTO e I. LOPES

Structural effects in the electro-oxidation of D-sorbitol on Pt electrodes in acidic medium

J. Electroanal. Chem. 1990, **285**, 125

V. GAMA, M. ALMEIDA, R.T. HENRIQUES, I.C.SANTOS, A. DOMINGOS, S. RAVY e J.P. POUGET

Low-Dimensional Molecular Conductors $(\text{Per})_2\text{M}(\text{mnt})_2$ M = Cu and Ni; Low – and High-Conductivity Phases

J. Phys. Chem., 1991, **95**, 4263

V. GAMA, R.T. HENRIQUES, M. ALMEIDA e L. ALCACER

Transport and magnetic Properties of the New Members from the series of organic Conductors $\text{Per}_2[\text{M}(\text{mnt})_2]$,

M = Cu, Ni, Co, Fe, Pd, Au, Pt

Synthetic Metals 1991, **42**, 2553

INVESTIGAÇÃO EM QUÍMICA ANALÍTICA EM PORTUGAL

*Maria de Lurdes Sadler Simões Gonçalves**

A química analítica é o ramo da investigação química que trata do desenvolvimento de novos métodos e do melhoramento dos já conhecidos para atingir novos objectivos e compreender novos problemas.

O químico analítico deve ter um conhecimento profundo da teoria e prática das técnicas utilizadas de forma a obter a informação desejada. O objectivo é interpretar dum modo preciso e exacto os dados obtidos numa experiência, relacioná-los com outra informação disponível e programar qual deve ser o próximo passo na continuação do projecto de investigação.

Numa Sociedade industrializada encontram-se aplicações da análise química por toda a parte, constituindo a química analítica o suporte do químico experimental.

Apresentam-se a seguir de modo não exaustivo vários projectos de investigação em Química Analítica em diferentes Universidades e Laboratórios de investigação do País:

1) Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Centro de Química Estrutural, Complexo I – Lisboa.

Especiação nas águas naturais, projecto de investigação subdividido em:

- 1) Estudos de mecanismos em solução nas águas naturais.
- 2) Estudos de processos na interface nas águas naturais.
- 3) Determinações «in situ» em modelos biológicos e no ambiente real.
- 4) Desenvolvimento de métodos electroanalíticos em termos de aplicabilidade e águas naturais.

O conhecimento do tipo e concentração das várias espécies químicas (especiação) interessa aos químicos, biólogos e geoquímicos preocupados com a compreensão de mecanismos de toxicidade, biodisponibilidade, bioacumulação e biodegradabilidade.

* Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico.

O objectivo é conhecer como é que um sistema ecológico responde a alterações externas tal como descargas de efluentes urbanos ou industriais, de que maneira isto afecta o desenvolvimento do fitoplankton, quais são as espécies químicas disponíveis para os organismos e como é que os seres vivos podem influenciar e ser influenciados pelo ambiente.

Dentro dos tópicos anteriores foram executados vários estudos, tal como:

1a) Estudos termodinâmicos dos iões vanadilo e uranilo com grupos quelantes da matéria húmica.

1b) Cinética da dissociação de complexos com amino-ácidos nas condições da água do mar.

1c) Estudos de complexantes que podem estabilizar o cobre (1) no ambiente.

1d) Influência do NTA na formação de espécies de chumbo nas condições das águas naturais.

1e) Complexação do cádmio e do chumbo com o ácido húmico do solo.

2a) Adsorção de produtos orgânicos na interface mercúrio/solução aquosa (modelo de interfaces nas águas naturais).

2b) Adsorção de complexos na interface mercúrio/ solução aquosa (modelo de interfaces nas águas naturais).

2c) Constantes de estabilidade de metais pesados com proteínas e organismos biológicos por métodos voltamétricos.

3a) Formação de complexos na presença de metais pesados com ligandos naturais libertados por algas unicelulares, em modelos biológicos. Efeitos e resposta dos microorganismos.

3b) Análise de diferentes tipos de compostos orgânicos em águas intersticiais e em modelos biológicos.

3c) Estudo dos ciclos de nutrientes num estuário no Sul de Portugal (Ria Formosa – Algarve).

3d) Tipos de complexos de chumbo e zinco formados com compostos orgânicos e partículas num rio no Norte de Portugal (Rio Este). Influência dos esgotos urbanos e industriais.

4a) Possibilidade e limitações da voltametria de redissolução anódica na análise de metais pesados na presença de ligandos.

4b) Titulações rápidas usando a análise de injeção em fluxo (FIA) para estudos em águas naturais.

4c) Possibilidades de aplicação de métodos voltamétricos com microeléctrodos para estudos em águas naturais.

II) Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

1) Desenvolvimento e avaliação de eléctrodos específicos.

2) Determinações com vista ao estudo da configuração estrutural de alguns tipos de ácidos húmicos.

- 3) Determinação de poluentes na atmosfera.
- 4) Estudos de adsorção em vários tipos de interfaces.

III) Departamento de Química Física, Universidade de Farmácia do Porto

- 1) Desenvolvimento e avaliação de eléctrodos específicos.
- 2) Desenvolvimento de novos detectores (electroquímicos e ópticos) e de células para análise de vários tipos de amostras, por injeção num fluxo.
- 3) Desenvolvimento de métodos automáticos de análise.

IV) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

- 1) Desenvolvimento de métodos cromatográficos aplicados a diferentes tipos de amostras.

V) Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial.

- 1) Análise de sulfuretos naturais e produtos provenientes do seu tratamento metalúrgico.
- 2) Análise de materiais.
- 3) Caracterização de águas de estuário e análise de metais pesados pela técnica «PIXE».

VI) Instituto Nacional de Investigação das Pescas

- 1) Transferência de metais pesados e nutrientes da coluna de água e dos sedimentos.
- 2) Variações sazonais de organoclorados em estuários.

VII) Instituto Hidrográfico

- 1) Efeitos do derramamento de petróleo.
- 2) Determinação de metais pesados em águas naturais (estuários).

VIII) Departamento de Química, Universidade de Aveiro

- 1) Influência de parâmetros externos na adsorção e desadsorção de mercúrio.
- 2) Protonação da matéria húmica em águas naturais.

IX) Universidade do Algarve; Faro

- 1) Influência de metais pesados na produção de proteínas em bivalves (trabalho iniciado no Plymouth Marine Laboratory, Inglaterra).

X) Instituto de Investigação Científica e Tropical, Centro de Cristalografia e Mineralogia-Lisboa

- 1) Análise por fluorescência de raios X de vários elementos em rochas.

XI) Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

1) Aplicações analíticas da potenciometria.

XII) Departamento de Química, Universidade do Minho, Braga

1) Possibilidades dos microellectrodos associados aos métodos electroquímicos.

XIII) Universidade de Évora

1) Interação de iões com partículas de solos.

XIV) Universidade de Coimbra

1) Aplicações analíticas da potenciometria.

2) Desenvolvimento de métodos electroanalíticos e aplicações a vários tipos de amostras.

CAPÍTULO X
ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS II
(Materiais, Mecânica e Estruturas, Civil e Ordenamento,
Hidráulica, Minas)

INVESTIGAÇÃO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS EM PORTUGAL

*Manuel Amaral Fortes**

É discutível se um país com as características de Portugal deve investir preferencialmente em investigação em Ciência e Engenharia de Materiais. Pode argumentar-se que a investigação (inovação) em Materiais tem fracas possibilidades de contribuir, a curto prazo, para o desenvolvimento industrial do País, pelo que poderia parecer mais apropriada uma actividade de «para-investigação», menos ambiciosa. Esta posição não é em geral aceite. De facto, a situação em Portugal, no que se refere à investigação em Materiais, é no sentido de «tentar puxar pela indústria» e não de adaptação ou contemporização com a indústria existente. Mas este dilema entre investigação e aplicação industrial é fortemente sentido pela comunidade portuguesa de cientistas de materiais e repercute-se na organização, objectivos e resultados da investigação que se efectua.

Esta comunicação pretende cobrir a Ciência e Engenharia de Materiais, domínio muito difuso e pluridisciplinar. Por isso, é inevitável uma certa sobreposição relativamente a outras comunicações que serão apresentadas neste Simpósio, nomeadamente as que relatam as actividades em Física da Matéria Condensada e em algumas áreas da Química e Engenharia Mecânica.

Não procurarei fazer uma enumeração exaustiva de grupos e projectos de investigação, pelo que tentarei apenas dar uma ideia geral das actividades de investigação, limitando-me a descrever com mais pormenor os sectores mais fortes em Portugal, no que respeita a qualidade, quantidade (número de investigadores) e impacto.

O texto é complementado com dois Anexos. Um deles contém referências bibliográficas de artigos de autores portugueses em Ciência de Materiais; o outro é uma listagem de projectos CEE em curso, com participação portuguesa.

* Departamento de Engenharia de Materiais, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

Instituições, financiamento e produção

A investigação em Ciência e Engenharia de Materiais é feita, na maior parte, nas Universidades (80% é uma estimativa razoável). Cerca de 10-15% é efectuada num Laboratório do Estado. Há também alguma investigação, talvez 2%, em Centros Tecnológicos (Cerâmicos, Cortiça...). O restante, ou seja, muito pouco, é investigação que se realiza nas empresas industriais. Os principais grupos de investigação nas Universidades estão inseridos em Departamentos de Materiais, que são também responsáveis, todos eles, por licenciaturas de 5 anos. São os seguintes:

Universidade do Minho – Departamento de Engenharia de Polímeros

Universidade do Porto (Faculdade de Engenharia) – Departamento de Metalurgia

Universidade de Aveiro – Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro

Universidade Técnica de Lisboa (Instituto Superior Técnico, IST) – Departamento de Engenharia de Materiais

Universidade Nova de Lisboa (Faculdade de Ciências e Tecnologia) – Departamento de Ciência de Materiais.

Há ainda investigação na área de Materiais em Departamentos de Física, Química, Engenharia Mecânica, Engenharia Química... nas universidades acima referidas e noutras (por exemplo, na Universidade de Coimbra, onde não existe um Departamento de Materiais). O Laboratório do Estado já mencionado é o LNETI (Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial).

Tem-se procurado estabelecer interfaces entre os centros de investigação e a indústria através da criação de instituições sem fins lucrativos, como a UNINOVA (ligada à U. Nova de Lisboa), o ICTM (Instituto de Ciência e Tecnologia dos Materiais) e o ICTPOL (vacionado para I&D em polímeros).

O número de investigadores licenciados que trabalham na área de Materiais é aproximadamente 200 incluindo cerca de 80 doutorados, metade dos quais obtiveram o seu grau em universidades portuguesas. 90% do total estão mais ou menos uniformemente distribuídos entre as 6 principais instituições atrás referidas. O orçamento anual para investigação em Materiais é à volta de 1 bilião de escudos portugueses (cerca de 5 MECU), excluindo os salários. Este orçamento foi recentemente reforçado através do Programa Ciência. Trata-se de um programa para o triénio 1991-93 destinado a criar infraestruturas de investigação; à área de Materiais foi destinada a verba de 17 MECU.

A produção científica, na forma de artigos, comunicações e patentes é relativamente modesta. Por exemplo, o número de artigos publicados em revistas internacionais não excede

certamente os 50 por ano. Pelo contrário, a participação dos cientistas portugueses em projectos da Comunidade Europeia na área de Materiais tem sido entusiástica, o que reflecte, em minha opinião, a necessidade e o desejo de mostrar a utilidade e o mérito da investigação que eles são capazes de fazer, o que não é totalmente conseguido dentro das fronteiras de Portugal. Esta situação está a provocar uma «fuga de massa cinzenta» dos cientistas portugueses para a investigação europeia (mais precisamente, para as necessidades de investigação dos países mais industrializados).

Actividades de investigação

A grande variedade de temas em Ciência dos Materiais que são investigados em Portugal resulta, em grande parte, da ausência de uma política de investigação. Os primeiros doutoramentos foram realizados no estrangeiro, no fim da década de 60 e início da de 70, cobrindo uma larga e heterogénea gama de tópicos científicos. Esta situação não foi jamais corrigida. Além disso, a procura de investigação por parte da indústria é diminuta e não teve ou tem qualquer papel aglutinador dos esforços de investigação. Em consequência, a dimensão dos grupos de investigação é geralmente pequena. De início, a investigação em materiais era centrada no estudo da interligação entre estrutura e propriedades em materiais preparados fora dos laboratórios de investigação. Havia, no entanto, uma quantidade apreciável de investigação fundamental ou básica. A principal alteração que se verificou posteriormente teve a ver com a crescente capacidade de produzir e modificar materiais nos laboratórios de investigação, o que, por seu turno, reflecte a melhoria das infraestruturas disponíveis.

Apresenta-se de seguida uma síntese das actividades de investigação em ciência e Engenharia de Materiais, ordenada por classes de materiais. Os materiais compósitos não são individualizados, sendo referidos nas outras classes.

Cerâmicos

O grupo mais importante é o da Universidade de Aveiro. Os principais temas de investigação são os seguintes:

- Cerâmicos termomecânicos: compósitos cerâmicos incluindo carboneto e nitreto de silício e outros materiais cerâmicos.
- Propriedades eléctricas de materiais cerâmicos (incluindo isoladores, semicondutores, materiais para células de combustível e sensores de oxigénio, titanatos e cerâmicos à base de ZnO).

– Biocerâmicos e biovidros, cerâmicos e biovidros, cerâmicos para implantes (cerâmicos à base de hidroxiapatite e vidros cerâmicos de óxidos).

– Química dos Materiais: tungstatos e niobatos; interacção de metais com biopolímeros; biomineralização; química de minerais.

Na U. Nova de Lisboa há pequenos grupos trabalhando em cerâmicos e vidros: preparação e caracterização de vidros cerâmicos; compósitos cerâmicos de matriz polimérica para aplicações piro e piezoeléctricos. Na U. de Coimbra há investigação em revestimentos cerâmicos (e também metálicos) por «sputterint» (pulverização catódica). Os revestimentos estudados incluem B-N, Al-O e W-C-Co.

Existe em Coimbra equipamento para medida das propriedades tribológicas e tensões residuais.

Vidros

Há investigação em vidros em Aveiro, U. Nova de Lisboa, U. de Lisboa e IST. O grupo do IST tem-se dedicado à preparação e caracterização de vidros de halogenetos com aplicação em fibras ópticas no infravermelho; películas finas de vidros pelo processo sol-gel; e caracterização estrutural de vidros utilizando várias espectroscopias (vibracional, fotoelectrões e absorção de raios-X).

Polímeros

Um grupo de investigação que tem permanecido muito activo desde o seu aparecimento no início dos anos 70 é o actualmente designado Grupo de Materiais Mesomorfos e Poliméricos. Dedicar-se a estudos de química, física e engenharia de cristais líquidos e polímeros. Os principais interesses do grupo são os polímeros de cristais líquidos e os materiais compósitos com propriedades ópticas e mecânicas excepcionais. Os projectos em curso incluem o desenvolvimento de técnicas de reometria por RMN (ressonância magnética nuclear), o estudo de propriedades viscoelásticas de polímeros nemáticos, e a síntese, caracterização e aplicações de polímeros de cristais líquidos à base de poliuretano e celulose.

Na Universidade do Minho há uma actividade considerável em polímeros, particularmente nos termoplásticos. O principal interesse é a optimização do processamento, norteada e apoiada por investigação das propriedades térmicas, mecânicas e eléctricas. Há ainda estudos sobre degradação e reciclagem de termoplásticos.

Os compósitos de matriz polimérica (reforçados com fibra de vidro) são objecto de estudo no Departamento de Engenharia Mecânica do Porto, com incidência na análise numérica orien-

tada para o projecto mecânico e no comportamento em fractura. Esta área também é coberta no IST, com interesse especial na resistência ao impacto de compósitos para aplicações navais.

Há igualmente investigação, em Lisboa, sobre espectrometria mecânica de sólidos poliméricos e sobre reologia de polímeros líquidos e fundidos. Na U. Nova de Lisboa há investigação sobre electretos poliméricos. Em Coimbra há um projecto sobre a optimização da formulação de compostos do tipo PVC.

A investigação que se efectua nos Departamentos de Química será descrita com maior pormenor noutra comunicação, mas é de referir aqui os projectos no IST sobre dinâmica de cadeias poliméricas em solução utilizando técnicas de fluorescência e sobre a adsorção de copolímeros em bloco em latex, utilizando diversas técnicas.

Metais

Áreas como fundição, solidificação e tratamentos térmicos são investigadas em diversos locais, nomeadamente no Porto, onde a tónica é posta nos ferros fundidos ausrevenidos e na fundição em coquilha. O mesmo grupo estuda também compósitos de alumínio (reforçados com fibras cerâmicas). Compósitos deste tipo são igualmente objecto de estudo de um pequeno grupo na U. Nova de Lisboa que se interessa também por reofundição e solidificação rápida.

O grupo mais importante neste sector é o grupo do LNETI, com 45 licenciados, dos quais um terço faz investigação em metalurgia extractiva, um terço dedica-se a estudos de electroquímica e corrosão e os restantes à produção de materiais metálicos por pulverotecnologia e fundição, incluindo compósitos de matriz metálica à base de alumínio (reforçado com carboneto de silício) e aços rápidos. O laboratório tem boas instalações à escala piloto para ensaios de corrosão, ensaios mecânicos e processamento de pós, incluindo atomização e prensagem isostática a quente.

Diversos grupos, nomeadamente no IST e Porto, têm larga experiência em ensaios de fadiga e fractura de materiais, participando em diversos projectos internacionais. Os materiais estudados são sobretudo os metais, mas há igualmente trabalho efectuado em cerâmicos e compósitos de matriz polimérica. A enformação de metais, incluindo produtos pulverometalurgicos, é uma outra área de actividade, quer no IST quer na U. do Porto, e será referida em outros relatórios.

Estudos teóricos sobre aplicações da Termodinâmica Estatística na análise estrutural de ligas metálicas intersticiais (sólidas e líquidas) estão a ser efectuadas no LNETI. Em Coimbra aplica-se a microscopia electrónica de transmissão ao estudo das estruturas de deslocções produzidas por deformação plástica. Finalmente, há no IST investigação sobre crescimento do grão, incluindo simulação em computador, sobre esteologia e sobre problemas topoló-

gicos relacionados com a microestrutura de materiais (p. ex. materiais celulares, policristais, espumas).

Biomateriais

Há dois grupos que fazem investigação em biomateriais. O grupo do Porto é bastante numeroso e inclui cientistas de materiais, biólogos, ortopedistas e dentistas. Os principais temas abordados são: interfaces metal/ cerâmico, revestimentos para biomateriais, monitorização de implantes por telemetria, desenvolvimento de materiais biocompatíveis através de implantação iónica e o comportamento da hidroxiapatite em implantes. O grupo tem contactos e apoios de outros grupos de electroquímica e corrosão. O segundo grupo trabalha em Aveiro e dedica-se especialmente a biocerâmicos e biovidros (ver atrás, em Cerâmicos).

Materiais celulares (incluindo cortiças)

Desde há cerca de 6 anos que tem havido bastante investigação sobre a cortiça como material. Um grupo no IST estuda a cortiça e os produtos dela derivados procurando também desenvolver novos materiais incorporando a cortiça. O grupo tem-se especializado nas propriedades mecânicas da cortiça e alargado a sua actividade às espumas poliméricas, incluindo ensaios mecânicos e modelização da deformação. No LNETI, há também trabalho sobre cortiças relacionado com o desenvolvimento de novos materiais de baixo preço. As madeiras são estudadas no LNETI e num outro laboratório de Estado na área de Engenharia civil (ver abaixo).

Materiais para a electrónica

Um grupo relativamente numeroso da U. Nova de Lisboa faz investigação neste sector, nomeadamente: silício amorfo e cristalino, dispositivos fotovoltaicos, e medidas ópticas e eléctricas em semicondutores, usando uma variedade de técnicas. Há investigação no IST e LNETI em materiais moleculares para a electrónica, incluindo a síntese e caracterização eléctrica e magnética, bem como em electrólitos poliméricos.

No IST, há vários projectos em curso nesta área: películas finas magnéticas; semicondutores amorfos (Si e Si-Ge); um projecto sobre a chamada tecnologia do Si 1,2µm; novas técnicas de deposição química em vapor (CVD) para deposição de heteroestruturas à base de

também actividade relacionada com a degradação e reparação destes materiais. Um pequeno grupo no IST iniciou recentemente estudos sobre a caracterização e restauro de azulejos antigos.

PROJECTOS EUROPEUS EM MATERIAIS COM PARTICIPAÇÃO PORTUGUESA

BRITE-EURAM

- The role of the fiber-matrix interface on the mechanical behaviour and damage development in carbon fiber reinforced composites. 1988.
- Modelization of laser hardfacing of steels with carbide powder injection. 1987.
- Development of a new multilayer hard coating for high speed cutting tools. 1988.
- Glass fibre reinforced composites with modified cementious matrix. 1988.
- Sintering of metal coated ceramic powders for wear and fatigue resistant components. 1988.
- Development of an ion implantation process as applied to the improvement of service life and reliability of rolling bearings in gas turbine engines. 1989.
- Composite materials for marine structures and components. 1990.
- Surface coatings for biomaterials. 1990.
- New plating techniques for aluminium alloys. 1990.
- Assessment of performance and optical strategies for inspection and maintenance of concrete structures. 1990.

SCIENCE

- The characterization of ion implanted Ga As by optical and nuclear methods. 1989.
- Physical properties of thin films of high Tc superconductor oxides of the $\text{YBa}_2\text{Cr}_3\text{O}_{7-\delta}$ family. 1989.
- Advanced control of electrochemical response of metallic materials in bioengineering applications. 1990.
- A new generation of corrosion resistant coating alloys for steel. 1991.
- Structure and properties of liquid and solid foams. 1992.

OUTROS PROGRAMAS

- Exploration of molecular conducting materials as a basis for microelectronics. 1989. (ESPRIT).
- Design of aluminium structures under fatigue loading. 1989. (EUREKA).
- Methodologie de conception des systemes electroniques. 1989. (COMETT).
- Molecular materials and components for microelectronics. 1989. (ESPRIT)
- Development of advanced sensores. 1990. (Joule).
- Optimization of amorphous silicon solar modulus. 1990. (OASIS).
- Development, production and commercialization of photovoltaic modulus and particle detectors based on amorphous silicon devices. 1990. (EUREKA).
- The quality of cork and cork stoppers. 1991. (FOREST).
- Cork agglomerates: characterization and new materials. 1991. (FOREST).
- Survey of new glass applications. 1991. (EFONGA - European Forum on New Glass Applications).

SELECÇÃO DE PUBLICAÇÕES RECENTES (1990-1991) DE INVESTIGADORES PORTUGUESES EM CIÊNCIA DE MATERIAIS

- «Theoretical Comparison of Error in K_{IC} Values Determined by Different Testing Methods of Ceramics», C. S. Martins, M. Steen, L. Guerra Rosa, *Journal of Testing and Evaluation*, **19**, 256 (1991).
- «Monitoring the Wear of Sintered High Speed Steel Tools», M. J. Barata Marques, R.M. Mesquita, *Journal of Materials Processing Technology*, **25**, 195 (1991).

- «Lattice Site of Trivalent Impurities in Mg Doped Lithium Niobate Crystals», L. Kovacs, L. Rebouta, J. C. Soares, M. F. da Silva, M. Hage-Ali, J. P. Stoquert, P. Siffert, C. Zaldo, Z. Szaller, K. Polfar, *Mat. Sci. and Eng.* **B9**, 505 (1991).
- «The Use of Ion Implantation For the Improvement of Service Life and Reliability of Rolling Bearings in Gas Turbine Engines», B.R. Nielsen, B. Torp, A. Dodd, J. Kinder, C.M. Rangel, M. H. Simplicio, A.C. Consiglieri, M.F. da Silva, P. Pászti, J.C. Soares, M. Pitaval, P. Thevenard, *Nucl. Inst. and Methods*, **B59/60**, 772 (1991).
- «High Breakdown Voltage ZnO Varistors Obtained by Pressureless Sintering», P.Q. Mantas, J.L. Baptista, *J. Europ. Ceram. Soc.*, **5**, 237, (1990).
- «Effect of Excess Iron Oxide and Lead Oxide on the Microstructure and Dielectric Properties of $\text{Pb}(\text{Fe}_{2/3}\text{W}_{1/3})\text{O}_3$ Ceramics», P. M. Vilarinho, J.L. Baptista, *Europ. Ceram. Soc. 2nd. Conf.*, (1991).
- «Optimization of Processing Parameters for Direct Vacuum Sintering of a T15 High Speed Steel», M. Santos, M. M. Oliveira, M.M. Rebbeck, A.S. Wronski, *Powder Metallurgy*, **34**, 93 (1991).
- «Chemical and Optical Characterization of Ni-P Spectrally Selective Surfaces Coated by Fluorocarbon Films», A. Cavaleiro, M.T. Vieira, *Solar Energy Materials*, **20**, 245 (1990).
- «Structure and Chemical Composition of W-C-(Co) Sputtered Films», A. Cavaleiro, M. T. Vieira, Lemperière, *Thin Solid Films*, **197**, 237 (1991).
- «Structural Characterization of Co-Re Superlattices», L.V. Melo, I. Trindade, P.P. Freitas, N. Teixeira, M. F. da Silva, C. Soares, *J. Al. Phys.*, (1991).
- «Analysis of Rule Designed Fishing Vessels in Fibre Reinforced Plastics», C. Guedes Soares, R. Roque, *Bulletin Association Technique Maritime et Aeronautique*, (1991).
- «Electrochemical Behaviour of Laser Treated AISI 316L Stainless Steel Surfaces in a Physiological Solution», R.A. Silva, M.A. Barbosa, R. Vilar, O. Conde, M. da Cunha Belo, I. Sutherland, *Clinical Materials*, **7**, 31 (1991).
- «The Immune System at the Metallic Implant Interface: Metal Ions Inhibit Immune Function But Are Not Cytotoxic», G.S. Carvalho, I. Bravo, M.A. Barbosa, *Interfaces in Medicine and Mechanics*, 2eds. p. 19 (1991).
- «The Kinetics of the Photo-Oxidation of Low-Density Polyethylene», M.C.R. Paiva, J.J.C. Cruz-Pinto, *III Eur. Polym. Fed. Symp. Polym. Mater*, 204, (1990).
- «Designing Extrusion Dies for Thermoplastics», J.A. Covas, O.S. Carneiro, A.M. Brito, *J. Elastom. Plast.*, **23**, 218 (1991).
- «Reorientation Instabilities and Viscoelastic Measurements in a Mainchain Thermotropic Nematic Polymer: Optical and NMR Studies», P. Esnault, J. P. Casquilho, F. Violino, A. F. Martins, A. Blumstein, *Liquid Crystals*, **7**, 607 (1990).

- «Mesophase Formation and Intrinsic Viscosity for Some Low-Molecular-Weight Cellulose Acetate Samples», M.H. Godinho, M.J. Seurin, P. Maissa, P. Sixou, *Liquid Crystals*, **5**, 1711 (1989).
- «Influence of Pressure on the Cyclization of a Polystyrene Chain», A.T. Reis e Sousa, J.M.G. Martinho, F. Barros, J.C. André, M.A. Winnik, *J. Lumin.*, **48/49**, 445 (1991).
- «Hydroxyapatite Bioceramics: Sintering and Mechanical Properties», A.B. Lopes, A.T. Fonseca, R.N. Correia, *Proc. «Bioeng 90»*, p. 141 (1990).
- «Slip Casting of Hydroxyapatite With Differential Porosity», J. Simões, R.N. Correia, M.M. Almeida, *Proc. Bioceramics 4*, p. 91 (1991).
- «Short Fatigue Crack Growth in Mixed Mode Conditions in Alli Alloy 2090», M.J. Freitas, *4th Internacional Conference on Fatigue and Fatigue Thresholds*, (1990).
- «Transport and Magnetic Properties of the New Members From The Series of Organic Conductors $(\text{Per})_2\text{-M}(\text{mnt})_2$ $\text{M}=\text{Cu, Ni, Co, Fe, Pd, Au, Pt}$ », V. Gama, R.T. Henriques, M. Almeida, L. Alcácer, *Synthetic Metals*, **42**, 2553 (1991).
- «Polymer Electrolytes Based on Poly(Ethylene-Oxide) and Rare-Earth Salts», T.M. Abrantes, M. Assunção, L. Alcácer, M. Puga, L. Carlos, *Third International Conference on Polymer Electrolytes*, 1991.
- «Statistical Thermodynamic Appreciation of Decomposition of Metal Nitrides at Elevated Temperatures», N. Shohoji, M. Katsura, *Journal of Nuclear Materials*, **170**, 109 (1990).
- «Nitrogen Solution in Molten $\text{Fe}_{1-y}\text{M}_y$ ($\text{M}=\text{Al, Mn}$) Analysed Using Statistical Thermodynamics», N. Shohoji, *Materials Science and Technology*, **7**, 213 (1991).
- «Effects of Hot Water Treatment on the Structure and properties of Cork», M. Emília Rosa, H. Pereira, M.A. Fortes, *Wood and Fiber Science*, **22**, 149 (1990).
- «Deformation and Fracture of Cork in Tension», M. Emília Rosa, M.A. Fortes, *Journal of Materials Science*, **26**, 341 (1991).
- «Initial Stages of the Chloride-Induced Atmospheric Corrosion of Iron: An Infrared Spectroscopic Study», A.M.G. Pacheco, M. Gabriela, I.B. Teixeira, M.G.S. Ferreira, *British Corros. J.*, **25**, 57 (1990).
- «Electrochemical Impedance Studies on Pure Aluminium in Carbonate Solution», J.C.S.S. Fernandes, M.G.S. Ferreira, C.M. Rangel, *J. Appl. Electrochem.*, **20**, 874 (1990).
- «Characterization of the Semi-Dilute Regime of Some Bio-Polysaccharides», A.C. Diogo, I.S. Costa, *Suppl. Rev. Port. Hemorr.*, **4**, (1990).
- «Influence of Neodymium Content on the Catalytic Properties of Zeolite NdHNaY », F. Lemos, J.M. Lopes, F. Ramôa Ribeiro, M. Guisnet, *React. Kinet. Catal. Letters*, **41**, 351 (1990).
- «Structural Investigation of Silica Gel Films by Infra-Red Spectroscopy», R.M. Almeida, C.G. Pantano, *J. Appl. Phys.*, **68**, 4225 (1990).

- «Modification of Fluorozirconate Glass Surface by Chemical Etching», M.C. Gonçalves, J. C. Pereira, R.M. Almeida, *Mater. Sci.Forum*, 67/68, 483 (1991).
- «The Role of the Species Formed in Pecvd Systems on the Density of States of A-Si Films», R. Martins, L. Rodrigues, M. Vieira, E. Fortunato, M. Santos, E. Dirani, N. Carvalho, L. Baía, L. Guimarães, *MRS Symp. Amorphous Silicon Technology*, **192**, 175 (1990).
- «On the Structural, optical, and Electronic properties of Microcrystalline Si.O.C.H Thin Films Prepared in a Two-Consecutive-Decomposition-Deposition-Chamber System», G. Willeke, R. Martins, *Phil. Mag.*, **63**, 79 (1991).
- «Bi-Ca-Sr-Cu-O Superconductors Obtained by Glass Crystallisation; Effect of Potassium Doping», A.P. Gonçalves, I.C. Santos, M. Almeida, M.O. Figueiredo, F. Costa, J.M. Vieira, J.M. Alves, M.M. Godinho, *Physica C* **159**, 273 (1989).
- «Low Dimensional Molecular Conductors (Pev)₂M(mnt)₂, M=Cu and Ni: Low and High - Conductivity Phases», V. Gama, M. Almeida, R.T. Henriques, I.C. Santos, A. Domingos, S. Ravy, O.P. Pouget, *The Journal of Physical Chemistry*, **95**, 4263 (1991).
- «Laser Surface Melting of Aisi 420 Stainless Tool Steel», in «Surface Modification Technologies III», R. Vilar, O. Conde, D. Colin, *TMS, Warrendale, PA*, 343 (1990).
- «Electrochemical Behaviour of Laser Treated Aisi 316L Stainless Steel Surfaces in a Physiological Solution», R.A. Silva, M.A. Barbosa, R. Vilar, O. Conde, M. da Cunha Belo, I. Sutherland, *Clinical Materials* **7**, 31 (1991).

O ESTADO ACTUAL DA INVESTIGAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA EM PORTUGAL

*Vasco Sá**

Resumo

Neste texto apresentamos, num capítulo de introdução, e duma maneira necessariamente breve, os principais centros que se dedicam à investigação em Engenharia Mecânica, numa perspectiva histórica. O contexto do trabalho ultrapassa o da Mecânica no sentido comum, para se ocupar de quase todo o espectro de conhecimentos cultivados nos cursos de Engenharia Mecânica em Portugal.

Num segundo capítulo apresentam-se sucintamente os principais temas de interesse dos vários centros.

Finalmente, num terceiro capítulo comenta-se todo o enquadramento do sistema e tenta-se avaliar as suas possibilidades de evolução num futuro próximo.

1. Introdução

A investigação em Engenharia Mecânica está praticamente concentrada nas escolas universitárias que ministram o respectivo ensino. Assim, em Portugal existem 5 centros de investigação neste domínio: o Instituto Superior Técnico (IST), a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), a Universidade do Minho (UM) e a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (UNL).

O IST é o mais antigo, datando a sua fundação, simultânea com a criação do curso de Engenharia Mecânica, de 1911. É também o centro mais importante de ensino e de investi-

* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. LNETI – Porto.

gação, atingindo já, em certos domínios, uma apreciável expressão internacional, com o seu corpo de investigadores enquadrado por 59 doutores.

O mesmo curso (na época deveriam ser semelhantes por decreto) foi criado em 1915 na Faculdade Técnica, que em 1926 mudou a sua designação para a actual Faculdade de Engenharia. O respectivo departamento sofreu uma crise bastante longa e profunda durante os anos 60, que soube ultrapassar na década seguinte. A FEUP ocupa actualmente o segundo lugar em relação ao número de alunos e de investigadores (43 doutores).

Os três outros centros são bastante jovens. A FCTUC criou o curso de Engenharia Mecânica em 1973. A UM e a UNL são universidades novas, fundadas em 1972, sendo na altura Ministro da Educação o Prof. J. Veiga Simão. Os cursos de Engenharia Mecânica foram criados nestas universidades dois a três anos mais tarde. Além disso, existe um na Universidade da Beira Interior desde 1987.

A publicação em 1970 de uma legislação adequada pelo mesmo ministro intensificou a formação de professores e de investigadores nas universidades estrangeiras (Inglaterra, França e Estados Unidos, por ordem de importância, e ainda Bélgica, Alemanha, Holanda e Suíça). Esta operação prolongou-se durante os anos 80, e ainda continua, apesar de mais lentamente, por virtude de uma maior intervenção das escolas portuguesas, que actualmente têm a dimensão e a capacidade de formar os seus investigadores em vários domínios.

A entrada no sistema de um considerável número de novos investigadores, cheios de entusiasmo, dedicados aos modelos bem assimilados de universidades estrangeiras, trouxe um grande progresso a partir dos anos 80. Desde sempre os investigadores portugueses souberam criar e guardar uma boa relação com os principais responsáveis e animadores dos centros estrangeiros, o que facilitou as suas ligações internacionais.

Fora do sistema universitário a investigação em certos domínios da Engenharia Mecânica é feita pelo Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (LNETI), organismo sob a tutela do Ministério da Indústria e Energia, o Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ), organismo privado, e o Centro para a Conservação de Energia, organismo misto, reunindo entidades públicas e privadas. Há ainda, em fase de instalação, o Centro de Biomassa para a Energia, em Coimbra.

Os centros tecnológicos também se devem assinalar. O CATIM, (Porto), em funcionamento desde 1981, faz unicamente a certificação, o apoio experimental e a formação de quadros médios. O outro centro de mecânica, o CENTINFE, dedicado à indústria dos moldes, está em fase de instalação na cidade da Marinha Grande.

Finalmente, existem os Institutos de Desenvolvimento e de Inovação Industrial (IDIT), financiados pelo PEDIP, em que as universidades, o LNETI e associações industriais são os principais associados. Os IDIT do Minho e do Porto, em instalação, terão unidades de investigação e de desenvolvimento em tecnologia mecânica.

2. Breve apresentação dos domínios de investigação

A Engenharia Mecânica é obrigada a dominar um espectro muito largo de matérias científicas, talvez o mais vasto entre todas as especialidades clássicas. As disciplinas vão desde a Termodinâmica, Mecânica dos Materiais e a Mecânica dos Fluidos até aos Sistemas de Controlo e à Gestão, passando pela Informática e a Automação.

As Escolas de Engenharia Mecânica em Portugal, por conseguinte, adoptaram «curricula» muito diversificados, e formaram professores e investigadores numa gama relativamente ampla de domínios. Formaram-se assim no seu seio alguns grupos que deram lugar a outros cursos, como o de Engenharia Naval no IST e o de Gestão Industrial na FEUP.

As nossas escolas têm uma tradição de engenharia de concepção e não cultivaram muito até agora a engenharia de produção, exigindo esta no plano exterior uma indústria mais desenvolvida, e no plano interno mais espaços, oficinas e laboratórios, difíceis de obter.

Os domínios de investigação mais avançados são por conseguinte aqueles em que o tratamento numérico se mostra mais fecundo. Domínios como a Mecânica dos Fluidos, a Termodinâmica, a Transferência de Calor, a Mecânica dos Materiais e das Estruturas, são aqueles em que a produção científica, representada por numerosos artigos publicados nas melhores revistas internacionais, é a mais importante. A produção científica nos dois últimos domínios é além do mais objecto de uma apresentação especial na Europália.

A Mecânica dos Fluidos, a Termodinâmica e a Transferência de calor têm grupos de investigação nas cinco universidades. O mais importante de todos é o CTANFUTL do IST, que tem uma boa reputação mundial e uma produção científica importante (estudos de escoamentos, turbo-máquinas, chamas, etc). A sua contribuição para o desenvolvimento da anemometria laser é reconhecida. A FCTUC dedica-se principalmente a estudos sobre a simulação da camada limite atmosférica, com aplicação aos estudos de propagação dos incêndios nas florestas. Também se dedica à aerodinâmica dos veículos e realiza estudos sobre emulsões explosivas. A FEUP realiza principalmente estudos sobre a utilização passiva de energia solar e sobre a conservação da energia nos edifícios, onde tem trabalhos bem conseguidos no plano tecnológico. A UNL tem um pequeno grupo que se ocupa da aplicação da Mecânica dos Fluidos aos edifícios. O LNETI trabalha no domínio das energias renováveis e faz também estudos tecnológicos sobre a combustão.

A investigação em vibrações já tem uma certa tradição no IST e também começou na FEUP recentemente. Ambos irão dispor de bons meios de investigação financiados pelos programas CIÊNCIA e PEDIP (IDIT – Porto).

A FEUP tem um bom laboratório de análise experimental de tensões onde se realizam estudos avançados de holografia laser.

O IST, a FEUP e ultimamente a FCTUC já têm, no seu conjunto, uma certa expressão em Mecânica da Fractura. O comportamento à fadiga dos materiais metálicos e das juntas soldadas merece a atenção dos três centros. A FEUP dedica um interesse especial à Mecânica da Fractura aplicada aos materiais compósitos. O ISQ também cultiva a Mecânica da Fractura nas construções soldadas. Esta disciplina contará proximamente com bons meios de investigação financiados pelos programas CIÊNCIA e PEDIP.

A Tribologia é trabalhada sobretudo na FEUP (Mecânica do Contacto, Lubrificação e Desgaste dos Materiais) e na UM (chumaceiras hidrodinâmicas e desgaste dos materiais). A FEUP irá dispor proximamente de um bom laboratório financiado pelo PEDIP.

A investigação em Tecnologia Mecânica, por razões já explicitadas, ainda não tem um grande peso no contexto da investigação em Portugal.

O IST tem uma boa produção científica, em simulação numérica dos processos como a forjadura e a embutidura de metais. Interessa-se ainda pelo corte dos metais por desagregação e pelo CAD-CAM. O IST também tem especialistas em soldadura que trabalham em ligação estreita com o ISQ.

A FEUP e a FCTUC também se ocupam dos processos de enformação plástica dos materiais. O IST, a FCTUC e a FEUP verão as suas possibilidades de investigação muito alargadas após a instalação de laboratórios financiados pelos programas PEDIP e CIÊNCIA.

A FEUP tem uma linha de investigação sobre ferros fundidos de varados em moldes metálicos.

As técnicas de soldadura são mais estudadas no ISQ e ainda no IST e na FEUP. O ISQ introduziu a tecnologia laser em Portugal.

A UM conta com um grupo de investigação que se ocupa da tecnologia dos termoplásticos. As suas possibilidades estão a ser bem reforçadas pelos programas CIÊNCIA e PEDIP.

A FCTUC tem um grupo relativamente importante que se ocupa da metalurgia e da mecânica das camadas superficiais dos materiais.

A FEUP tem um importante grupo que trabalha em Gestão. O tema de interesse principal é a Gestão das Operações Industriais, privilegiando o desenvolvimento de modelos quantitativos aplicados no contexto de sistemas de apoio à decisão. Há cursos de Engenharia Industrial na UNL, UM e recentemente no IST, com origens mais autónomas.

No domínio da Engenharia de Sistemas o IST tem um bom grupo de Inteligência Artificial, que se ocupa da Teoria dos Sistemas e da Teoria do Conhecimento, com aplicações à Robótica. Existe no seio do IST um grupo de Visão Artificial. A vocação da FEUP é mais prática e tem um grupo em formação que se ocupa de Mecatrónica.

3. Evolução da investigação nos próximos anos

Até mesmo o centro de investigação de Engenharia Mecânica mais antigo tem apenas 30 anos. Trata-se do primitivo Núcleo de Estudos de Engenharia Mecânica do IST, fundado em 1961, que deu lugar ao Centro de Termodinâmica Aplicada e Mecânica dos Fluidos da Universidade Técnica de Lisboa – CTAMFUTL. O segundo em idade, o Centro de Estudos de Engenharia Mecânica da FEUP, foi criado em 1974. Os outros centros são mesmo muito recentes, como se indicou no primeiro capítulo.

Um aparelho de investigação, exigindo a selecção, a formação e a maturação dos seus agentes, a mais longa a adquirir, e exigindo ainda a génese de um espírito de corpo que só uma continuidade sólida pode trazer, é um trabalho para mais de uma geração, sobretudo se os capitais postos à sua disposição são reduzidos, como aconteceu. Efectivamente, o dinheiro investido na investigação pelos sucessivos governos foi sempre insuficiente e ainda faltam actualmente edifícios operacionais e bons laboratórios, bibliotecas e centros de cálculo numérico potentes. O património reunido até hoje é mais o reflexo do mérito e da capacidade de iniciativa dos investigadores, que souberam encontrar o dinheiro necessário antes em programas de investigação nacionais e inter-

UNL, ambos em 1986 e o ITEC, Instituto Tecnológico para a Europa Comunitária, criado pelo IST em 1989, rapidamente atingiram dimensões apreciáveis.

O diálogo universidade-indústria foi retomado com maior sucesso por estas instituições, actualmente com capacidades acrescidas, em consequência do seu trabalho. Este relativo sucesso deve-se sobretudo à autonomia de poder empregar os quadros necessários para enfrentar os compromissos estabelecidos e a uma gestão equivalente à de uma empresa.

Estas instituições de extensão são elegíveis para serem financiadas pelo PEDIP – Programa Específico de Desenvolvimento da Indústria Portuguesa – e quer o INEGI, ou o ITEC já assinaram contratos que põem em jogo somas importantes para a criação de Centros de Transferência de Tecnologia em vários campos, que estão actualmente em fase de instalação. Os equipamentos já adquiridos ou que estão em fase de aquisição representam um potencial largamente acrescido de intervenção dos centros de investigação na modernização da indústria. Estes centros irão assim agir na indústria por meio de estruturas paralelas, semi-autónomas, que fazem parte de um espaço obedecendo à mesma coordenação central. A FCTUC e a UM também tiveram acesso ao PEDIP.

O programa «CIÊNCIA» especialmente concebido para revitalizar a investigação em Portugal na sua totalidade, sobretudo pela intensificação do regime de bolsas para a formação de investigadores e pela disponibilização de meios financeiros para a aquisição de equipamento, frustrou um tanto as expectativas. Efectivamente, as somas libertas revelaram-se insuficientes para preencher as lacunas acumuladas ao longo destes anos. No entanto, conseguiu no campo da Engenharia Mecânica realizar alguns investimentos importantes, difíceis de obter por outros meios, e que são estratégicos para o progresso do sistema.

Todos os que fazem investigação em Engenharia Mecânica em Portugal, inclusivé os pioneiros, ainda activos, têm o sentimento de terem percorrido a parte mais difícil e ingrata da trajectória traçada. A nova geração, cheia de entusiasmo, já possui condições, apesar de modestas, para impor definitivamente, num futuro próximo, a investigação no panorama social, político e económico de Portugal. O sistema teve um grande progresso nestes últimos cinco anos. Os próximos cinco anos serão de afirmação perante a indústria nacional e de intensificação da participação nos programas da CEE.

ENGENHARIA CIVIL E DO TERRITÓRIO EM PORTUGAL UMA BREVE INTRODUÇÃO HISTÓRICA

*António R. G. Lamas**
*Manuel L. Costa Lobo**

Engenharia Civil

No campo da Engenharia Civil, Portugal seguiu, nos últimos séculos, as profundas transformações que ocorreram em toda a Europa nos sistemas de transporte, principalmente nos caminhos-de-ferro e nos portos, com todos os trabalhos associados.

A forte influência da escola francesa de «Ponts et Chaussées» levou à vinda de vários profissionais franceses importantes a Portugal, entre eles Eiffel, como resposta a pedidos públicos e privados, e a que alguns engenheiros portugueses fossem estudar em Paris. Nas colónias africanas e indianas, a proximidade britânica produziu uma relação tecnológica íntima com a Grã-Bretanha. No fim do século, importantes investimentos no sector da água, com o estabelecimento de companhias abastecedoras e a reconstrução dos sistemas sanitários de Lisboa e do Porto, contribuíram para que a Hidráulica se tornasse num dos temas de maior interesse nas escolas de engenharia.

A chegada da República – em 1910 – viu a criação da Universidade Técnica de Lisboa, organizada como uma união de vários institutos fundados no último quarto do século dezanove por associações privadas. Entre esses institutos, o Instituto Industrial transformou-se numa Faculdade de Engenharia adoptando o nome de «Instituto Superior Técnico». O aniversário dos seus oitenta anos é comemorado este ano.

A construção de novas instalações e um programa de expansão para essa escola, que teve lugar nos anos trinta, são marcos relevantes na história da Engenharia Civil em Portugal. Foi seguida pela criação de uma Faculdade de Engenharia na Universidade do Porto, sendo ambas as escolas responsáveis, até muito recentemente, pelo treino, a um nível universitário, de todos os engenheiros civis portugueses. Por volta de 1940, um cen-

* Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico (IST).

tro de investigação do Instituto Superior Técnico foi transformado e expandido para se tornar no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), criado para apoiar o Ministério das Obras Públicas nos vastos programas de construção iniciados nessa época em todo o império português. Estradas, barragens importantes – Castelo do Bode – trabalhos de irrigação e projectos de engenharia costeira fizeram parte deste esforço de construção. Ajudaram a desenvolver uma perícia portuguesa científica e técnica em engenharia civil que iria ser responsável por uma auto-suficiência considerável nas áreas do projecto e construção e pela situação singular de Portugal ser, neste campo, um exportador de conhecimentos e serviços de consultoria. O Brasil e a América Latina em geral, a África do Norte e os países do Golfo estão entre aqueles com quem Portugal sempre manteve relações fortes.

No início dos anos setenta, foi criada uma nova Faculdade de Ciências e Tecnologia em Coimbra, incluindo um Departamento de Engenharia Civil.

Mecânica estrutural, engenharia estrutural e aspectos relacionados com a tecnologia do betão e da segurança estrutural, sempre foram fortes campos de interesse tanto no LNEC como nas universidades. Estando Portugal localizado a Norte da fronteira da placa Açores-Gibraltar, tem uma história de vários terremotos catastróficos – tendo Lisboa sido destruída em 1755 – e a consciência pública sempre motivou a investigação e a actualização de normas e regulamentos para considerar acções sísmicas em todas as estruturas.

A hidráulica em todos os seus aspectos e os sistemas hidroeléctricos correspondem a outro campo importante da especialização portuguesa. Actualmente, a conclusão de um programa de grande escala iniciado nos anos setenta para a instalação de água e sistemas de esgotos em todas as áreas urbanas, justifica novos campos de investigação e actividade profissional em Engenharia Civil, visto que o tratamento de resíduos urbanos e industriais implica outro programa importante de investimentos.

Tal como em toda a Europa, os problemas ambientais colocam desafios estimulantes aos engenheiros civis e às escolas de Engenharia Civil, forçando a consideração de novos parâmetros, para além dos tradicionalmente técnicos, no contexto da segurança e da qualidade dos projectos. Este desafio está a ser enfrentado graças a uma consciência intensa do facto de que os engenheiros civis, tendo sido sempre considerados como profissionais com uma ampla gama de interesses, devem continuar no futuro a estar preparados para prosseguir abordagens simultaneamente globais e especializadas, colocando desta forma problemas complexos às universidades na sua formação mas ao mesmo tempo defendendo para a Engenharia Civil uma presença estimulante na sociedade.

Este é um aspecto que merece discussão entre as escolas europeias e os laboratórios de investigação.

Engenharia do Território

Embora antecedido por várias iniciativas, decisões e medidas legislativas, 1944 marca o início do processo moderno de planeamento urbano sistemático no nosso País. Coincide com a criação da Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização e o estudo de planos de urbanização para todas as sedes de concelho.

No final da década de quarenta, princípios de cinquenta, o ensino do planeamento urbanístico (ou urbanização) foi iniciado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, através da acção do Professor Almeida Garrett. Contudo, foi apenas em 1963 que foi criada a primeira cátedra de Urbanização. Foi no curso de engenharia civil do Instituto Superior Técnico (Faculdade de Engenharia da Universidade Técnica de Lisboa).

O curso de pós-graduação em Planeamento Regional e Urbano, foi fundado nesta Universidade em 1972 sob a forma de curso experimental.

Em 1984, após um período experimental extensivo, tornou-se no primeiro Mestrado formal neste campo, que teve novas edições regulares em 1984/86, 1986/88 e 1988/90 e o próximo já foi anunciado para 1992. Estes cursos têm sido promovidos por quatro faculdades da Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico, Instituto Superior de Economia e Gestão, Instituto Superior de Agronomia e, ultimamente também, pela Faculdade de Arquitectura.

A urbanização e os planos directores e regionais encontraram dificuldades no seu desenvolvimento devidas, em geral, à falta de uma política de solos adequada e ao facto de que, a partir dos anos sessenta, com as acrescidas dificuldades da Administração Pública e factores políticos internos, a actividade de loteamento e construção clandestina recrudescceu. A primeira lei dos loteamentos é de 1965, mas a primeira lei geral data de 1970.

Com a revolução de 1974, que denuncia a prática de uma acção centralizadora do Estado, a actividade da construção ilegal aumentou e os anos setenta foram, em consequência, dominados pelo caos, ao mesmo tempo que se declarava a falência do planeamento do território e se advogava a intervenção por iniciativas e projectos pontuais dentro das áreas dos perímetros urbanos existentes.

As vozes contra o planeamento ajudaram a acelerar a degradação da gestão urbanística, o que conduziu a uma reacção natural nos anos oitenta, que trouxe novamente o planeamento urbanístico para o primeiro plano com máxima prioridade para evitar a continuação da degradação do espaço.

Além de uma consciência ambiental crescente e do reconhecimento da necessidade de planeamento no nível das autarquias locais, da administração central e da população em geral, a própria entrada para a CEE, onde o planeamento urbanístico também está a ser reabilitado, implicam um grande esforço para ultrapassar o relativo atraso de Portugal nesta área.

Por conseguinte, é possível afirmar que este é um momento muito apropriado para investir no ensino do planeamento urbano e regional e na investigação das suas metodologias.

De facto, estão a decorrer grandes trabalhos que marcarão apropriadamente o território e apenas uma avaliação sistémica e uma gestão coordenada podem garantir resultados com sucesso. Existem várias centenas de planos directores municipais em curso, além de alguns planos regionais e programas de desenvolvimento operacional em preparação. Também estão a ser estudados vários Estudos de Impacto Ambiental para fundamentar muitas das decisões sobre grandes infra-estruturas a serem construídas. O reforço da monitorização dos planos deve ser o próximo passo.

Correspondendo a esta avaliação de necessidades, o Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico decidiu criar um novo curso de licenciatura em Engenharia Territorial com cinco anos, que se iniciou em Outubro último.

Esta iniciativa ganharia também com uma discussão alargada entre parceiros europeus.

INVESTIGAÇÃO EM PROJECTO ÓPTIMO DE SISTEMAS ESTRUTURAIS E MECÂNICOS

*Carlos A. Mota Soares**

1. Introdução

Desde 1960 que os investigadores portugueses têm vindo a realizar investigação na área da Mecânica Computacional. O trabalho pioneiro de Arantes e Oliveira nos fundamentos matemáticos dos métodos dos elementos finitos e dos elementos de fronteira é bem conhecido, e foi um passo importante no desenvolvimento de métodos numéricos em engenharia.

A organização de um Instituto de Estudos Avançados da OTAN sobre elementos Finitos em Mecânica dos Meios Contínuos, por Arantes e Oliveira em Lisboa em 1971, deu um impulso à investigação portuguesa em Mecânica Computacional.

Durante os anos setenta vários portugueses obtiveram doutoramentos em Mecânica Computacional, principalmente na Grã-Bretanha. Durante os anos oitenta a grande maioria dos doutorados portugueses em Mecânica Computacional são formados por universidades americanas. Nos últimos anos, e no futuro próximo, quase todos os doutorados neste campo provêm de universidades portuguesas.

Em 1987, a situação da comunidade portuguesa de Mecânica Computacional era a que se indica nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Distribuição de Doutorados em Mecânica Computacional (1987)

	IST	FEUP	LNEC	OUTROS	TOTAL
Engenharia Mecânica	14	6	0	5	25
Engenharia Civil	19	10	23	10	62
TOTAL	33	16	23	15	87

* CEMUL – Centro de Mecânica e Materiais da Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Tabela 2 – Países onde os Doutorados estudaram (1987)

	Portugal	Inglaterra	EUA	OUTROS	TOTAL
Engenharia Mecânica	5	12	3	5	25
Engenharia Civil	37	8	11	6	62
TOTAL	42	20	14	11	87

Actualmente, a comunidade portuguesa de Mecânica Computacional é muito maior. A Universidade de Coimbra também se tornou num centro importante de investigação neste campo. Embora não estejam disponíveis números globais, o número estimado actual de engenheiros mecânicos cujo doutoramento é em Mecânica Computacional é mostrado na Tabela 3. Isto indica um aumento de 5 doutoramentos por ano.

Tabela 3 – Aumento Estimado de Doutorados em Mecânica Computacional (Engenharia Mecânica apenas)

	1987	1991
Projecto	12	22
Tecnologia	2	6
Termo-fluidos	11	17
Total	25	45

Foi iniciada em Portugal, tardiamente, a investigação sobre Métodos Numéricos em Projecto Óptimo de Estruturas. Contudo, após 1982, este tópico tornou-se numa área importante de investigação. A organização de um Instituto de Estudos Avançados da OTAN/NASA/NSF/USAF sobre Projecto Optimizado por Computador: Sistemas Mecânicos e Estruturais, Tróia, 1986, deu um impulso à investigação nesta área.

Os Doutorados que trabalham em Projecto Óptimo são 14, distribuídos pela Universidade Técnica de Lisboa (11), Universidade do Porto (2) e Universidade de Coimbra (1). Obtiveram os seus graus através de universidades britânicas (6; 1976-1984) e americanas (8; 1987-1991). Espera-se que em 1992 e 1993 sejam submetidas 4 teses de doutoramento nesta área à Universidade Técnica de Lisboa.

Espera-se que a organização em Portugal do *Workshop* de Investigação Avançada da OTAN sobre Topologia Optimizada de Estruturas em Junho de 1992, vá dar um impulso adicional à investigação neste tópico.

2. Tópicos de investigação principais

As actividades principais de investigação na área do Projecto Óptimo de Sistemas Estruturais e Mecânicos são:

- Optimização da Topologia de Estruturas
- Projecto Optimizado da Forma de Estruturas Cascas

- Projecto Optimizado da Forma de Estruturas Não-Lineares
- Identificação e Modelação de Materiais Compósitos
- Optimização de Estruturas Construídas por Compósitos
- Projecto Óptimo de Estruturas Baseadas em Técnicas de Fiabilidade
- Projecto Óptimo Probabilístico de Estruturas
- Projecto Integrado por Computador de Estruturas
- Técnicas Numéricas em Optimização de Estruturas
- Elementos Mistos em Projecto Óptimo de Estruturas
- Elementos de Fronteira em Projecto Óptimo de Estruturas
- Optimização de Sistemas Mecânicos
- Impacto de Estruturas e Veículos
- Análise Dinâmica de Sistemas Rígidos-Flexíveis

3. Projectos internacionais de investigação

Estão a decorrer os seguintes projectos internacionais de investigação:

1. *Projecto Avançado de Estruturas Ferroviárias Sujeitas a Condições de Impacto e Serviço.* Este projecto destina-se ao estudo do impacto das carroçarias de carruagens de comboios e ao desenvolvimento de métodos de projecto e de análise para estruturas ferroviárias anti-choque. Estão envolvidas as seguintes indústrias e universidades neste projecto: Sorefame (P), Gec Alsthom (F), Construciones y Auxiliar de Ferrocarriles S.A. (E) e IST (P). Este projecto é financiado pelo programa BRITE/EURAM.

2. *Metodologia de Projecto Óptimo baseado em Fiabilidade e com Aplicações a Estruturas Avançadas Aeroespaciais.* Este projecto pretende desenvolver novos métodos de projecto óptimo baseados em fiabilidade e aplicá-los ao projecto de componentes estruturais de estruturas aeroespaciais. Neste projecto, estão envolvidos as seguintes indústrias e universidades: WS Atkins Engineering Sciences LDA (UK); Computational Safety and Reliability (DK), MAN Technologie AG (D); Reliability Consulting and Programs GmbH (D) e IST (P). Este projecto é financiado pelo programa BRITE/EURAM.

3. *Investigação e Desenvolvimento de Novos Materiais Absorventes de Energia de Impacto para Veículos e outras Aplicações Usando Esferas Metálicas Ocas.* O objectivo deste projecto consiste no desenvolvimento de um absorvente de energia para colisões entre carros até 30 Km/h, para ser colocado entre o pára-choques e a parte frontal dum veículo. Neste projecto estão envolvidas as seguintes indústrias e universidades: Equipements et Composants pour l'Industrie Automobile (F); Jaguar Cars LTD (UK); Peugeot SA (F) e IST (P).

4. *Projecto Óptimo de Geometrias de Estruturas Construídas de Compósitos*, projecto liderado pela Universidade Técnica de Lisboa em colaboração com a Universidade de Michigan e a Universidade Técnica da Dinamarca, financiado pelo AGARD.

5. *Análise e Concepção Assistidas por Computador de Sistemas Mecânicos*, projecto liderado pela Universidade Técnica de Lisboa em colaboração com a Universidade do Arizona, financiado pelo AGARD.

6. *Concepção e Optimização Assistidas por Computador de Estruturas*, projecto liderado pela Universidade Técnica de Lisboa em colaboração com a Universidade de Iowa, financiado pelo AGARD.

7. *Redução do Tempo Necessário da Concepção à Produção Através do Fabrico Instantâneo de Modelos, Protótipos e Ferramentas*. O projecto busca um maior desenvolvimento da técnica de estereolitografia, utilizada para a construção rápida de protótipos, e alargar a sua aplicação a novas áreas industriais. Estão envolvidas neste projecto as seguintes indústrias e universidades: o Instituto Tecnológico Jutland; Black and Decker Gmbh (D); Wilhelm Karmann Gmbh (D); Universidade de Bremen (D); SINTEF Production Engineering (UK) e IST (P). Este projecto é financiado pelo programa BRITE/EURAM.

4. Cursos internacionais

Desde 1988 a Universidade Técnica de Lisboa organiza dois cursos:

- Projecto Óptimo Assistido por Computador de Estruturas
- Análise Dinâmica e Optimização de Sistemas Mecânicos

em 10 países da CE (B, D, Dk, E, F, Gr, I, NL, P, UK). Estes cursos de 40 horas são organizados todos os anos em 4 países, patrocinados por SOREFAME (P), MAGUE (P), MBB (D), SAMTECH (B); SCICON (UK), FIAT (I), DAF (NL), sendo financiados pelo programa COMETT.

5. Publicações principais

- C.A. Mota Soares, «Computer Aided Optimal Design: Structural and Mechanical Systems», Springer Verlag 1987. (Também publicado por World Publishing Corporation, 1989).

- C.A. Mota Soares, «Computer Aided Optimal Design of Structures», *Special Issue of the Journal of Engineering Optimization*, vol. 1 e 2, Gordon & Breach, 1987.

- C.A. Mota Soares and M. Bendsoe, «Topology Design of Structures», *Kluwer Academic Publishers*, a publicar em 1992.

- A. Soeiro, «Probabilistic Design and Optimization of Reinforced Concrete Frames», *Engineering Optimization*, vol. 17, 1991.
- H. Mateus, C.M. Mota Soares and C.A. Mota Soares, «Sensitivity Analysis and Optimal Design of Thin Laminated Composite Structures», *Computers and Structures*, Vol. 41, pp. 501-508, 1991.
- J. Ambrósio, Nikraves, Parviz, «Elasto-Plastic Deformations in Multibody Dynamics», *Journal of Nonlinear Dynamics*, 1991.
- J.B. Cardoso, «Shape Design Sensitivity Analysis of Field Problems», *International Journal of Mechanical Sciences*, Vol. 29, pp. 1627-1637, 1991.
- J.B. Cardoso and J.S. Arora, «Design Sensitivity of Nonlinear Dynamic Response of Structures and Mechanical Systems», *Structural Optimization*, 1991.
- J.I. Barbosa, C.M. Mota Soares and C.A. Mota Soares «Sensitivity Analysis and Shape Optimal Design Axisymmetric Shell Structures», *Computers and Structures*, 1991.
- J.L.T. Santos, Choi, K.K., «Shape Design Sensitivity Analysis of Nonlinear Structural Systems», *Structural Optimization*, 1991.
- J.M. Burguete B. Cardoso, C.A. Mota Soares, «Integração de Métodos de Modelação Geométrica, Elementos Finitos e Programação Matemática no Projecto Estrutural», *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 1991.
- J.S. Arora and J.B. Cardoso, «A Variational Principle for Shape Design Sensitivity Analysis», *AIAA Journal*, 1991.
- J.S. Arora, T.H. Lee and J.B. Cardoso, «Structural Shape Sensitivity Analysis: Relationship Between Material Derivative and Control Volume Approaches», *AIAA Journal*, 1991.
- P. Nikraves, J. Ambrósio, «Systematic Construction of Equations of Motion for Rigid-Flexible Multibody Systems Containing Open and Closed Kinematic Loops», *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 1991.
- C.M. Mota Soares, C.A. Mota Soares and H.C. Mateus, «Projecto Ótimo de Reservatórios de Pressão Horizontais», *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, Vol. 6, pp. 493-507, 1990.
- J. Barradas Cardoso, «Lagrangian Approach of Design Sensitivity Analysis with Continuum Formulation», *American Society of Civil Engineers*, 1990.
- J.J. Tsay, J.B. Cardoso and J.S. Arora, «Nonlinear Structural Design Sensitivity Analysis for Path Dependent Problems. Part 2: Analytical Examples», *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 81, pp. 209-228, 1990.
- J.L.T. Santos, M.M. Godse and K.H. Chang, «An Interactive Post-Processor for Structural Design Sensitivity Analysis and Optimization: Sensitivity Display and What-If Study», *Computers & Structures*, Vol. 35, N.º 1, pp 1-13, 1990.

- José Miranda Guedes, Noboru Kikuchi, «Preprocessing and Postprocessing for Materials based on the Homogenization Method with Adaptive Finite Elements Methods», *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 83, pp 143-198, 1990.
- K.H. Chang and J.L.T. Santos, «Distributed Design Sensitivity Computations on a Network of Computers», *Computers & Structures*, Vol. 37, N.º 3, pp 265-275, 1990.
- L. Faria, Bass, J. Oden and Becker, «Tire Modelling by Finite Elements», *Tire Science & Technology*, 1990.
- L.M.C. Simões, «Reliability of Portal Frames with Interacting Stress Resultants». *J. Struct Div., ASCE*, Vol. 116, n.º 12, 1990.
- M.P. Bendsoe and H.C. Rodrigues, «Integrated Topology and Boundary Shape Optimization of 2-D Solids», *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 1990.
- M.P. Bendsoe and H.C. Rodrigues, «Topology and Boundary Variations in Shape Optimization», *Journal of Control and Cybernetics*, Vol. 19, pp. 3-4, 1990.
- Nikraves, P.E., Ambrósio, J.A. and Pereira, M.S., «Rollover Simulation and Crashworthiness Analysis of Trucks», *Journal of Forensic Engineering*, Vol. 2, N.º 3, pp. 387-401, 1990.
- Nikraves, P.E., Ambrósio, J.A. and Pereira, M.S., «Crashworthiness Analysis of a Truck», *Journal of Mathematical and Computer Modelling*, 1990.
- R. Pereira Leal and C.A. Mota Soares, «Shape Optimal Structural Design Using Mixed Elements and Minimum Compliance Techniques», *Journal of Control and Cybernetics*, Vol. 19, N.º 3-4, 1990.
- J.L.T. Santos, «Sizing Design Sensitivity Analysis of Linear Steady Heat Transfer Systems Using Established Finite Element Codes», *Numerical Heat Transfer, Part B: Fundamentals*, Vol. 15, N.º 1, pp 49-71, 1989.
- J.S. Arora, J. Barradas Cardoso, «A Design Sensitivity Analysis Principle and its Implementation into ADINA», *Computers and Structures*, Vol. 32, N.º 3-4, pp 671-705, 1989.
- L. Faria, Bass, J. Oden and Becker, «A Three Dimensional Rolling Contact Model of a Reinforced Rubber Tire», *Tire Science & Technology*, 1989.
- L.M.C. Simões and A.B. Templeman, «Entropy Based Synthesis of Pretensioned Cable Net Structures», *Engineering Optimization*, Vol. 15, N.º 2, 1989.
- L.M.C. Simões, «Isolated Global Optimality in Truss Sizing Problems», *Computers and Structures*, Vol. 33, N.º 2, 1989.
- M.P. Bendsoe, H.C. Rodrigues, «Integrated Topology and Boundary Shape Optimization of 2-D Solids», *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 1989.
- R. Pereira Leal, C.A. Mota Soares, «Mixed Elements in the Optimal Design of Plates», *Structural Optimization*, Vol. 1, pp. 127-136, 1989.

– H.C. Rodrigues, «Shape Optimal Design of Elastic Bodies Using a Mixed Variational Formulation», *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 69, pp. 29-44, 1988.

– J. Barradas Cardoso «A Variational Method for Design Sensitivity Analysis in Nonlinear Structural Mechanics», *AIAA Journal*, Vol. 26, N.º 5, 1988.

– J.L.T. Santos and K.K. Choi, «Sizing Design Sensitivity Analysis of Nonlinear Structural Systems Part II: Numerical Method», *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 26, N.º 9, pp 2097-2114, 1988.

– L.M.C. Simões, «A branch and Bound Strategy for Finding the Reliability Index with Nonconvex Performance Functions», *Structural Safety*, Vol. 8 1988.

– R.P. Leal and C.A. Mota Soares, «Adaptive Boundary Element Method for Bidimensional Elasticity», *Computers and Structures*, vol. 30, pp. 841-844, 1988.

– A. Soeiro, «Integrated Analysis in Structural Optimization», *Engineering Optimization*, Vol. 13, 1987.

– C.A. Mota Soares, C.M. Mota Soares, H.C. Mateus, «Optimal Design of Vertical Pressure Vessels with Supporting Cylindrical or Conical Skirt», *Engineering Optimization*, vol. 11, pp. 217-225, 1987.

– C.A. Mota Soares, R. Pereira Leal, «Mixed Elements in the Sensitivity Analysis of Structures», *Engineering Optimization*, Vol. 11, pp. 227-237, 1987.

– J. Barradas Cardoso «Use of ADINA for Design Optimization of Nonlinear Structures», *Computers and Structures*, Vol. 25, N.º 1-2, 1987.

– K.K. Choi, J.L.T. Santos and M.C. Frederick, «Implementation of Design Sensitivity Analysis with Existing Finite Element Codes», *ASME Journal of Mechanisms Transmissions and Automation in Design*, Vol. 109, N.º 3, 385-391, 1987.

– K.K. Choi and J.L.T. Santos «Design Sensitivity Analysis of Nonlinear Structural Systems Part I: Theory», *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol 24. N.º 11, pp. 2039-2055, 1987.

– L.M.C. Simões, «Search for the Global Optimum of Least Volume Trusses», *Engineering Optimization*, Vol. 10, N.º 1-2, 1987.

– C.A. Mota Soares, H.C. Rodrigues, K.K. Choi, «Shape Optimal Structural Design Using Boundary Elements and Minimum Compliance Techniques», *ASME, Journal of Mechanisms, Transmissions and Automation in Design*, vol. 106, pp. 155-172, 1985.

– C.A. Mota Soares, H.C. Rodrigues, L.O. Faria, E.J. Haug, «Optimization of the Geometry of Shafts Using Boundary Elements», *ASME Journal of Mechanisms, Transmission and Automation in Design*, Vol. 106, pp. 199-203, 1985.

ENGENHARIA ESTRUTURAL

*José Oliveira Pedro**
*Ricardo Teixeira Duarte**

Introdução

Apresenta-se resumidamente a presente situação da engenharia estrutural em Portugal. Referem-se os resultados passados, para ajudar a compreender a situação actual e para prever o futuro, designadamente as principais contribuições portuguesas para o avanço científico e técnico de engenharia estrutural.

O progresso da engenharia estrutural em Portugal foi motivado por um grande programa de obras públicas, iniciado após a segunda guerra mundial. Estas obras foram essencialmente planeadas e construídas pela engenharia portuguesa, o que originou um importante progresso, abrangendo desde avanços científicos básicos até desenvolvimentos de tecnologia aplicada e englobando os diferentes aspectos da engenharia estrutural.

Este progresso foi possível devido ao desenvolvimento das capacidades nacionais nos domínios da formação e da investigação que se verificaram principalmente no Instituto Superior Técnico, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Estas capacidades garantiram a realização do programa de obras públicas, com economia, e permitiram também apoiar a exportação de serviços de engenharia.

Estudos básicos sobre acções e materiais

Na área da idealização e quantificação das acções actuando sobre as estruturas a engenharia portuguesa deu contribuições importantes. Isto é particularmente verdade para as acções

* Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

ambientais, vento e sismos, mas a contribuição para o estudo de outras acções (sobrecargas, efeitos da água, da temperatura, etc.) também merece ser referido.

A idealização das acções envolve quer a caracterização dos modelos probabilísticos representando as ocorrências dos diferentes níveis de intensidade, quer a descrição das características das acções para uma determinada intensidade. Esta idealização é baseada na observação e quantificação das acções e também na análise de registos históricos. A quantificação das acções é essencialmente realizada por métodos probabilísticos, e alcançou um nível de confiança suficientemente elevado para ser usado no dimensionamento de estruturas.

O estudo das propriedades mecânicas dos materiais foi efectuado com grande generalidade. Com efeito, incluiu materiais fabricados pelo Homem, como o aço e o betão, e também materiais naturais como solos e rochas; a contribuição portuguesa para o estabelecimento da Mecânica das Rochas merece uma referência especial.

Foram desenvolvidos recentemente estudos do impacto de obras de engenharia sobre o meio ambiente, sobre o património construído e sobre as comunidades humanas.

Análise e concepção

Nos últimos quarenta anos a análise e a concepção de estruturas mostraram uma evolução contínua, permitida principalmente pela disponibilidade crescente de computadores cada vez mais potentes, pelo desenvolvimento da análise experimental e numérica e pelo desenvolvimento dos critérios e processos de dimensionamento.

Foram obtidos métodos gerais para a análise de estruturas complexas por técnicas experimentais, justificados em bases científicas por intermédio da teoria da semelhança. O desenvolvimento inicial destas técnicas dizia respeito à simulação do comportamento estrutural em regime linear utilizando pequenos modelos. Foi tentada uma modelação do comportamento não-linear; contudo, surgiram dificuldades na reprodução dos fenómenos pós-elásticos para grandes diferenças de escala.

Quando se tornaram disponíveis computadores, os métodos tradicionais de análise estrutural foram sistematizados através de uma formulação matricial. Surgiram entretanto métodos mais gerais e potentes, nomeadamente o método dos elementos finitos e o método dos elementos de fronteira. Estes métodos, que no seu início eram simples métodos numéricos, obtiveram o seu fundamento científico com a ajuda de conceitos matemáticos relacionados com a convergência e a invariância. Este fundamento científico foi ainda importante para o desenvolvimento de novos campos de aplicação. Nos últimos anos apareceu o método dos elementos discretos que é particularmente útil para o estudo de materiais fissurados como as formações rochosas.

Os métodos computacionais tiveram muito êxito na análise do comportamento linear de estruturas e, como resultado, os métodos experimentais são agora pouco utilizados com este objectivo. Mas a situação é diferente para o comportamento pós-elástico de estruturas. Com efeito, o comportamento não-linear dos materiais ou elementos estruturais pode ser muito complexo; em consequência, surgem dificuldades na realização de análises não-lineares devido à falta de dados fiáveis. Assim, um novo e promissor campo das actividades experimentais é o teste de grandes modelos que representam elementos estruturais no seu tamanho real ou apenas com uma pequena redução. Desta forma, a actividade mais importante da análise experimental é agora a quantificação dos parâmetros estruturais para condições próximas do colapso, enquanto que a quantificação desses parâmetros para condições mais frequentes irá resultar da observação de estruturas reais.

A disponibilidade de métodos potentes de análise estrutural tornou necessários métodos de dimensionamento mais racionais. Estes métodos, que se baseiam na teoria da segurança estrutural, são bem exemplificados na sua aplicação à engenharia sísmica.

Conservação, reforço e reparação

Estes temas têm tido um grande desenvolvimento recentemente, em bases científicas. A observação de estruturas é uma componente importante destas actividades porque o estado das estruturas e o seu comportamento deve ser avaliado no início de qualquer estudo relativo à sua conservação, reforço ou reparação. A medição de variáveis de controlo do comportamento estrutural é actualmente realizada com equipamentos muito sofisticados.

O desenvolvimento de conhecimentos rigorosos sobre conservação, reforço e reparação, que deve necessariamente integrar contribuições da teoria económica, da teoria da garantia da qualidade e dos últimos métodos tecnológicos, é um dos campos de investigação mais promissores para os próximos anos.

Regulamentos, normas e sistemas periciais

O rápido desenvolvimento da engenharia estrutural tornou a optimização da transferência de conhecimentos da comunidade científica para os profissionais da engenharia um problema importante. Os regulamentos e as normas provaram ser um método muito eficiente para promover esta transferência. O formato destes documentos mostrou uma grande evolução, em direcção a uma coerência mais racional e fundamentos mais científicos, baseados nas teorias da segurança estrutural, da garantia da qualidade e da amostragem estatística. O desen-

volvimento e implementação de códigos baseados em formatos probabilísticos desde os anos setenta, merece uma referência especial, tal como os Eurocódigos para Dimensionamento das Estruturas, actualmente em preparação, que irão constituir os futuros regulamentos europeus unificados para o dimensionamento estrutural.

A preparação de regulamentos avançados, onde novos materiais, novas formas estruturais e novos métodos de análise e dimensionamento deverão ser considerados, torna inevitável a avaliação dos custos e proveitos associados a diferentes níveis do desempenho estrutural e da fiabilidade da sua previsão. Esta avaliação deverá considerar as possibilidades tecnológicas, os aspectos sociais e os condicionalismos éticos.

Outra maneira de tornar os últimos avanços científicos disponíveis aos engenheiros é através da difusão de programas de computador e sistemas periciais. O desenvolvimento de sistemas periciais será mais fácil à medida que os regulamentos forem cada vez mais racionais e científicos.

HIDRÁULICA E ENGENHARIA HIDRÁULICA

*António de Carvalho Quintela**

1. Introdução

Pretende esta comunicação proporcionar uma visão sintética da evolução e do estado actual da Hidráulica e da Engenharia Hidráulica em Portugal.

A Hidráulica é a seguir entendida como a ciência que trata do comportamento físico de líquidos na Natureza e nos sistemas construídos pelo Homem. A Engenharia Hidráulica é o ramo da engenharia que, com base na Hidráulica e noutras ciências, diz respeito às actividades humanas para a utilização e o controlo da água.

Observa-se que a matéria de Recursos Hídricos, estreitamente ligada à Engenharia Hidráulica, não é objecto desta comunicação.

2. Situação anterior à Idade Moderna

Pode considerar-se que a idade moderna da Hidráulica em Portugal se iniciou nos anos quarenta.

Anteriormente, a actividade da Engenharia Hidráulica fora fraca, a investigação hidráulica praticamente inexistente e os conhecimentos utilizados no projecto de obras hidráulicas, essencialmente de natureza empírica.

Não obstante, deve registar-se que, nos anos trinta, se iniciara um programa de planeamento e projecto de grande número de obras hidráulicas. Algumas obras de protecção contra cheias, de enxugo e de rega, assim como portos e as duas primeiras grandes barragens portuguesas foram concluídas nessa década. Em consequência, métodos com

* Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

base científica começaram a ser utilizados na resolução dos problemas de Engenharia Hidráulica.

3. Situação durante a idade moderna até 1970

Os anos quarenta foram caracterizados pela ampliação do antecedente programa de obras hidráulicas, com ênfase especial nos aproveitamentos hidroelétricos, o que exigiu a aplicação de conhecimentos mais actualizados de Hidráulica e das tecnologias de Engenharia Hidráulica. Nalguns casos houve a necessidade de recorrer a gabinetes de consultores e a laboratórios de hidráulica do estrangeiro. Surgiu, assim, um forte incentivo para o desenvolvimento da investigação hidráulica em Portugal.

Os cursos de Hidráulica em faculdades de engenharia (primeiramente no Instituto Superior Técnico e no Instituto Superior de Agronomia, ambos da Universidade Técnica de Lisboa) tomaram um carácter avançado nos anos quarenta, com a introdução de bases sólidas matemáticas e físicas, o que veio a contribuir para que sucessivas gerações de engenheiros e investigadores dispusessem de boa formação em Hidráulica.

Na década de 1950-1959, a investigação em Hidráulica e Engenharia Hidráulica atingiu em Portugal um nível elevado, em consequência de dois factores principais:

- a acção desenvolvida pelo Departamento de Hidráulica do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), não obstante tal acção se ter iniciado somente em 1950;
- o projecto de um número considerável de obras hidráulicas importantes, nomeadamente barragens, algumas das quais apresentavam características notáveis no que respeita às soluções geotécnicas e estruturais e ao projecto hidráulico das obras acessórias (descarregadores de cheias, descargas de fundo e meio fundo, tomadas de água e obras de desvio provisório).

O Departamento de Hidráulica do LNEC foi solicitado para estudar em modelo físico reduzido obras hidráulicas acessórias de barragens, portos e problemas costeiros e estuarinos. Para construir, calibrar e explorar os modelos físicos de portos e de zonas costeiras e estuarinas, aquele departamento realizou, ou pelo menos especificou, campanhas de recolha de dados, como os referentes a hidrografia, sedimentologia e acção das ondas e das marés. Neste âmbito, deve salientar-se a contribuição pioneira do LNEC para estudar o transporte litoral de sedimentos por meio da marcação radioactiva de sedimentos naturais.

Na década de 1960-1969 manteve-se a tendência anterior da evolução em Portugal da Hidráulica e da Engenharia Hidráulica. Para além da actividade sob contrato, o LNEC desen-

volveu investigação de base, nomeadamente nos domínios dos efeitos das flutuações turbulentas, da cavitação e da dissipação de energia hidráulica.

O LNEC estudou, por meio de modelos físicos, importantes e inovadoras obras hidráulicas acessórias de grandes barragens para Portugal e antigos territórios ultramarinos portugueses (como são os exemplos de Cambande, em Angola, e de Cabora-Bassa, em Moçambique, ambas com soluções inovadoras para a descarga das cheias). Aquele organismo foi também solicitado para resolver problemas costeiros, estuarinos e portuários em Portugal e no estrangeiro, merecendo especial destaque a criação de praias artificiais de Flamengo e de Botafogo e o alargamento da de Copacabana, todas no Rio de Janeiro.

A actividade do Instituto Hidrográfico, que incluiu a realização de campanhas para obter dados de batimetria, sedimentologia e acção de ondas e marés, representou uma contribuição muito valiosa para a caracterização dos processos litorais em Portugal e nos antigos territórios portugueses ultramarinos.

Equipamentos hidromecânicos, projectados e fabricados por empresas portuguesas, foram instalados em Portugal e em muitos outros países. Incluíram, designadamente, comportas planas e radiais, válvulas de borboleta e condutas forçadas com características notáveis ou projectadas para funcionar em condições mais severas do que era corrente na época.

Outros agentes da Engenharia Hidráulica merecem referência: a Direcção-Geral dos Recursos Hidráulicos (actualmente Direcção-Geral dos Recursos Naturais), as empresas concessionárias da produção hidroeléctrica (posteriormente incorporadas na Electricidade de Portugal), as empresas portuguesas de engenheiros consultores e autoridades portuárias. Estas instituições criaram corpos técnicos próprios, muito bem apetrechados para o planeamento, projecto e supervisão da constituição de obras hidráulicas.

4. Estado actual da Hidráulica e da Engenharia Hidráulica

Depois de 1970, as instituições mencionadas no item 3 continuaram a exercer actividades similares às aí indicadas, porém com uma modificação substancial devido à generalização do uso de computadores digitais, que tornaram possível a simulação matemática de processos hidráulicos complexos descritos por equações diferenciais, com a obtenção de resultados de confiança.

Outro facto importante ocorrido nos anos setenta foi o início da investigação hidráulica, de uma forma sistemática, nas faculdades de engenharia das universidades portuguesas, preferencialmente na modelação numérica de fenómenos.

Os cursos de mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos nas faculdades de engenharia (Lisboa, Porto e mais recentemente, Coimbra) têm contribuído para o alargamento da comunidade de investigadores e de engenheiros especializados.

Actualmente, a actividade do LNEC no domínio da Hidráulica respeita aos problemas hidráulicos de rios, costas, portos, estuários, estruturas fluviais e industriais e, ainda, os problemas ambientais relacionados com os primeiros. O LNEC aborda os problemas hidráulicos pelo uso de modelos matemáticos, modelos físicos (área em que atingiu uma experiência reconhecida como de elevado nível), estudos de campo e experimentação em instalações laboratoriais.

Duas instalações laboratoriais do LNEC oferecem condições excepcionais para experimentação:

- um canal de declive variável, para investigação de escoamentos em superfície livre e de hidráulica fluvial, com 40 m de comprimento, 2 m de largura e 1 m de profundidade, podendo funcionar com caudal de água e de sedimentos até 100 l/s e 7 m³/h, respectivamente;
- um canal de ondas irregulares para ensaios tridimensionais de estabilidade de quebra-mares, com 73 m de comprimento, 3 m de largura e uma zona terminal de 11 x 3 m², com capacidade de produzir ondas até 1 m de altura.

Os modelos físicos são usados pelo LNEC nos casos de fronteiras do escoamento com geometria complexa, de necessidade de simulação espacial pormenorizada ou de estudo de fenómenos hidráulicos como macroturbulência, escoamentos bifásicos, ondas transversais oblíquas e cavitação. É, sobretudo, o caso do estudo de obras em rios (como as obras hidráulicas acessórias de barragens) e de obras marítimas (como obras de protecção de portos, quebra-mares e esporões).

Para os estudos hidrodinâmicos, sedimentológicos e de qualidade de água de rios, costas, portos, estuários e lagunas à maré, o LNEC utiliza, consoante as condições, modelos matemáticos ou físicos, ou ambos, em associação.

Nos últimos cinco anos, o LNEC estudou em modelos físicos várias obras hidráulicas acessórias de grandes barragens, como é o caso das barragens de Dul Hafti (Índia), Aouluz (Marrocos) e Tous (Espanha), todas com características não usuais. Para a barragem de Aouluz foi necessário simular o comportamento hidrodinâmico de uma comporta de emergência.

No mesmo período, aquele organismo realizou o estudo de dois importantes problemas costeiros e estuarinos: o porto de Montevideu, no estuário do rio da Prata, e o porto de Quai St. Portrieux, na Bretanha. Modelos físicos para simular fenómenos sedimentológicos foram usados em associação com modelos matemáticos que simulavam marés e condições de ressonância em portos.

A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra também realizam investigação experimental nos seus laboratórios (no domínio da cavitação, flutuações turbulentas de pressão e de velocidade e

perdas de carga em ramificações). O Instituto Superior Técnico, da Universidade Técnica de Lisboa, usa frequentemente as instalações do LNEC para investigação experimental (no domínio dos escoamentos em superfície livre, regimes transitórios em pressão, flutuações turbulentas em bacias de dissipação, arrastamento de ar pela água e problemas de rotura de barragens).

As faculdades de engenharia realizam investigação no domínio dos modelos matemáticos hidráulicos. A investigação nas faculdades do Porto e de Coimbra incide principalmente na simulação hidrodinâmica de costas e estuários. As áreas preferenciais de investigação de modelação matemática no Instituto Superior Técnico respeitam a:

- modelos bi e tridimensionais, hidrodinâmicos e de dispersão em zonas costeiras e estuárias;
- integração numérica das equações de Navier-Stokes;
- modelos de hidráulica fluvial;
- modelos de regime variável, uni e bidimensionais, em sistemas em pressão e em superfície livre (incluindo a simulação da rotura de barragens).

No que respeita a companhias portuguesas de engenheiros consultores, há a assinalar o início recente da actividade de novas companhias, de pequena e média dimensão, cujos corpos técnicos incluem especialistas na modelação matemática de problemas hidráulicos e no projecto assistido por computador.

As grandes companhias de engenheiros consultores desenvolveram a sua actividade não só para Portugal, mas também para o mercado exterior (nomeadamente para Angola, Argélia, Marrocos e Moçambique).

O verdadeiro progresso no futuro da investigação hidráulica em Portugal, como aliás em qualquer outro país, implicará, para além da continuação dos esforços na modelação matemática, um maior ênfase na experimentação laboratorial e na observação de fenómenos hidráulicos, quer na Natureza, quer nos sistemas construídos pelo Homem. Actualmente, o LNEC, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e o Instituto Superior Técnico estão a equipar os seus laboratórios de Hidráulica com o suporte de programa da CEE para as infraestruturas de investigação científica em Portugal, de forma a ser possível melhorar as possibilidades de investigação experimental.

A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA EM PORTUGAL NO DOMÍNIO DA ENGENHARIA DE MINAS

*Luís Aires-Barros**

Para além da posição tradicional de grande produtor de volfrâmio e de rochas ornamentais, Portugal adquiriu, recentemente, posição de relevo como produtor de cobre e de estanho. Neste momento é o principal produtor europeu de volfrâmio, cobre e estanho, mantendo posição cimeira no domínio da produção e exportação das rochas ornamentais.

Quanto à investigação, nos domínios científico-tecnológicos englobados pela engenharia de minas há, fundamentalmente, dois grupos que realizam trabalho de investigação e desenvolvimento e que estão sediados nos departamentos de engenharia de minas do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa (IST/UTL) e da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Os projectos de investigação têm forte suporte de agências de investigação nacionais como o Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC) por meio dos Centros de Petrologia e Geoquímica e de Valorização de Recursos Minerais sediados no IST/UTL, como a Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica (JNICT) e ainda de vários programas comunitários dedicados à valorização de matérias primas minerais, protecção do ambiente, de segurança no trabalho e de aproveitamento racional de recursos energéticos.

No domínio das rochas ornamentais deve mencionar-se a criação em 1990 do CEVALOR (Centro Tecnológico para o Aproveitamento e Valorização das Rochas Ornamentais e Industriais). Este Centro tem como fim, segundo cláusulas do seu Acordo Constitutivo, criar «infraestruturas técnicas e tecnológicas de apoio à actividade industrial do sector, o desenvolvimento de actividades de formação, divulgação, marketing e investigação, a certificação de produtos e materiais, a criação de um centro de base de dados, o lançamento de acções que contribuam para a exploração optimizada dos recursos naturais, a modernização e introdução de novas tecnologias nas unidades industriais, o aumento da competitividade e da produtividade indus-

* Departamento de Engenharia de Minas do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

trial, a expansão do universo de utilização das rochas ornamentais e industriais e a sua valorização na aplicação».

Facto relevante foi o reconhecimento, pelo Instituto Português da Qualidade, do Cevalor como «Organismo de Normalização Sectorial» (OMS). Para tal foi estabelecido um protocolo IST-Cevalor que permitirá usar «know-how» da Universidade, bem como os seus laboratórios para os ensaios, testes e investigação a realizar e promover. Na sequência desta actividade foi criada a Comissão Técnica de Normalização sobre «Pedras Naturais», sediada no IST. Igualmente docentes do IST, coordenadores de grupos de trabalho daquela Comissão Técnica de Normalização, participam activamente nos programas de actividade dos «working groups» da Comissão Europeia de Normalização (a nível da CEE) e do Instituto Internacional para a Normalização (ISO), actuando especificamente na elaboração de normas para o sector das rochas naturais e na adaptação das existentes às realidades nacionais.

Foi ainda importante a acção do IST com o Cevalor junto da D.G-XII e D.G-III da CEE, propondo a criação de um Instituto Europeu para as rochas ornamentais visando erguer uma entidade comunitária dedicada ao desenvolvimento e transferência de tecnologia no domínio das rochas ornamentais.

A alteração e alterabilidade de rochas têm merecido trabalhos de investigação que decorrem há cerca de vinte e cinco anos no IST/UTL. Por um lado tem-se procurado estudar a alteração das rochas nos perfis geo-pedológicos, por outro lado têm-se desenvolvido estudos quer com incidências no comportamento geotécnico das rochas, quer no seu comportamento face à intempérie, interessando neste caso as rochas ornamentais. Na sequência deste último tipo de estudos com o apoio da CEE e da JNICT e ainda da Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente do Ministério do Ambiente, têm sido estudados os casos de decaimento das rochas de vários monumentos nacionais (v.g. Batalha, Sé-Velha de Coimbra, Jerónimos, etc).

Os estudos mencionados têm originado quer teses de doutoramento (inclusivamente em preparação) quer capítulos de livros e livros publicados no estrangeiro e no país.

A investigação sobre a Mecânica das Rochas tem tido grande desenvolvimento no país. Deve referir-se que, desde a década de 50, no LNEC e depois no IST, foram realizados e desenvolvidos estudos hoje considerados clássicos. O primeiro congresso internacional de mecânica das rochas foi organizado pelo LNEC, em Lisboa, em 1966 e foi a tradução do papel relevante que os investigadores nacionais têm tido neste domínio da Ciência quer nos estudos das fundações de grandes barragens, quer no da traçagem de longos túneis, quer no da abertura de amplas escavações subterrâneas e ainda na exploração geo-mineira subterrânea.

No campo da Dinâmica das Rochas tem havido estudos sobre a optimização das operações de desmonte. Mais recentemente tem-se generalizado a utilização do cálculo automático na simulação do comportamento mecânico das rochas em que se abrem escavações subterrâneas. De igual modo se têm estudado os fenómenos superficiais relacionados com a explo-

ração mineira subterrânea, em especial os casos de subsidência, bem como a estabilidade de encostas. Estes estudos têm-se realizado nos departamentos de minas quer do IST/UTL, quer da FEUP. Nesta última Faculdade devem referir-se estudos sobre matemática aplicada à exploração de minas, bem como na formulação de modelos matemáticos de crivagem.

Merece referência a preocupação dos grupos de investigadores dos dois departamentos de minas mencionados (IST/UTL e FEUP) em promover a introdução de métodos de controlo da mecânica das rochas, optimizando a exploração de minas, e ainda na melhoria das condições de segurança na exploração racional dos jazigos minerais, em especial nas complexas minas de carvão do norte do País.

Em relação com os trabalhos de exploração dos depósitos carboníferos do norte do País em ligação com programas com suporte comunitário, investigadores do IST/UTL têm procurado programar fases de exploração mineira racionais e seguras o que pressupõe estudos que permitam definir novas metodologias de suporte geomecânico das escavações subterrâneas. Para o bom êxito destas novas metodologias há que introduzir e gerir sistemas de monitorização dos terrenos em exploração.

A partir da panóplia de medições realizadas é possível criar bases de dados sobre informação geomecânica tais como medidas de convergência dos terrenos, avaliação dos movimentos de subsidência, bem como a classificação geomecânica dos maciços rochosos. Deste modo se poderá chegar à determinação quantitativa da fracturação promovida pelos trabalhos mineiros. A partir destes estudos se poderá seleccionar o espaçamento para a implantação dos sistemas mecânicos de suporte dos terrenos trabalhados.

A técnica de back-fill (entulhamento) é bastante usada em Portugal em minas de ouro, urânio, cobre e pirite, havendo investigação em curso que deverá conduzir a teses de doutoramento.

A trabalhabilidade das rochas e a sua avaliação tem sido intensivamente estudada no IST/UTL desde o início da década de 70. Tem-se procurado obter correlações entre taxas de produção (velocidades de perfuração e/ou de serragem) e grandezas mínero-petrográficas como a microdureza Vickers.

No domínio da prospecção geofísica, é de referir a aplicação de métodos electromagnéticos de muito baixa frequência (VLF) no estudo de pesquisa de águas subterrâneas em maciços rochosos fracturados. Este tipo de estudos de prospecção de recursos hídricos subterrâneos têm interessado investigadores quer do IST/UTL, quer da FEUP, dando origem a trabalhos de tese de mestrado e de provas de agregação.

Ainda no domínio do estudo dos recursos hídricos devem mencionar-se trabalhos relacionados com a avaliação da capacidade dos recursos geotérmicos nacionais.

Os estudos de geotermia, em princípio relacionados com o lançamento do Projecto geotérmico de S. Miguel (Açores), iniciaram-se em 1977. Nessa altura, investigadores do IST em ligação com investigadores da Faculdade de Ciências de Lisboa e com as estruturas ofi-

ciais criadas *in situ*, nos Açores, acompanhou-se a fase inicial dos trabalhos que culminaram com a realização das primeiras sondagens profundas e a instalação de uma central piloto geotérmica de 3 MW.

Mais recentemente, no âmbito do programa comunitário JOULE (Joint Opportunities for Unconventional or long-term Energy supply) lançou-se um amplo programa de avaliação dos recursos geotérmicos da área de Chaves. Este projecto de investigação envolve uma equipa vasta e mista agregando investigadores da Faculdade de Ciências de Lisboa (geofísica) do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (geofísica) do Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de Paris (geofísica) do Laboratório de Mineralogia e Petrologia do IST/UTL (geoquímica) e do Departamento de Geociências da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (geologia).

Trata-se de um projecto de interesse quer científico, quer tecnológico, interessando a comunidade local na utilização de um recurso energético a usar em cascata no aquecimento urbano, na agricultura, principalmente em estufas, na piscicultura e, naturalmente, em balneoterapia. Dado o interesse do projecto para o desenvolvimento local (Chaves) e regional, prevê-se com o concurso do programa JOULE-II e o apoio de entidades oficiais, passar à fase de programação de sondagens de reconhecimento, eventualmente transformáveis em sondagens de exploração.

Ainda no domínio do estudo e valorização das águas termais nacionais tem sido importante a actividade de docentes da Faculdade de Engenharia do Porto em ligação com empresas de sondagens. Praticamente as principais nascentes termais foram estudadas com revisão e aprofundamento dos respectivos enquadramentos geotectónicos e adequada caracterização geoquímica das águas.

O estudo geoquímico e cristalquímico de alguns elementos químicos essenciais na indústria de alta tecnologia, os chamados «high tech. metals», tem sido o tema de investigação desenvolvido no Departamento de Minas do IST/UTL em colaboração com o Instituto Nacional de Investigação Científica Tropical (Centro de Cristalografia). Particular atenção tem sido dedicada aos princípios cristalquímicos que governam a geoquímica dos «high tech. metals» (v.g. índio, germânio, selénio, paládio, etc.) no seio de compostos polianiónicos. Os sulfuretos, selenetos e teluretos ocorrentes na faixa piritosa alentejana têm sido estudados, contando com a colaboração das empresas mineiras que exploram os jazigos de cobre e estanho ocorrentes naquela «faixa».

De igual modo estudos geoquímicos congéneres estão a desenvolver-se sobre as lepidolites da Beira-Alta (região da Guarda-Gonçalo) e sobre os fosfatos mangano-litíniferos da área de Mangualde.

A criação recente no Departamento de Minas do IST/UTL do Grupo de Investigação sobre Análise de Imagem permite a realização de projectos de investigação usando as técnicas de

análise de imagem em domínios que vão desde a Mineralogia Quantitativa com referência à alterabilidade de rochas até à caracterização textural (granularidade, porosidade, morfologia granular, etc.) de materiais tão diversos como vários tipos de cortiça, de ligas metálicas e de rochas ornamentais. Desenvolvem-se ainda projectos no domínio da Preparação de minérios, em especial na modelização da operação de fragmentação – libertação de partículas de minério. Devem referir-se estudos de modelização tridimensional de corpos mineralizados e de sistemas de fracturação de maciços rochosos realizados com recurso a técnicas de Morfologia Matemática.

O Grupo de Investigação de Geofluidos do IST (GIG) tem como objectivo desenvolver estudos teóricos e novas metodologias em áreas prioritárias de geofluidos (hidrocarbonetos, descrição e caracterização dos seus reservatórios geológicos, águas subterrâneas e geotérmicas, modelização hidrogeológica, hidrogeologia estocástica, dispersão de poluentes, impacto ambiental em aquíferos, etc.).

Recentemente organizou a 2nd Conference on Stochastic Modelling of Oil Reservoir, em Lisboa, a 12 de Novembro de 1991.

No âmbito do programa comunitário COMETT II as quatro principais Escolas Superiores de Minas da Península Ibérica com a colaboração de várias empresas e associações empresariais mineiras fundaram uma Associação Universidade-Empresa para a Formação (AUEF), com o fim de dinamizar acções integradas de formação no domínio das Tecnologias do Aproveitamento e Usufruto do Subsolo (AFAIRS). Com efeito, do lado das Universidades agruparam-se os departamentos de engenharia de minas da Faculdade de Engenharia do Porto, do IST/UTL, da Universidade Técnica de Madrid e a Escuela Superior de Ingenieros de Minas da Universidade de Oviedo. Quanto ao apoio estatal, colaboram a Direcção-Geral de Geologia e Minas de Portugal e o Instituto Tecnológico Geominero de España; das Associações profissionais participam a Ordem dos Engenheiros portuguesa e a Fundacion Gomez Pardo de Espanha. Das Associações empresariais citam-se a espanhola CONFEDEN e a portuguesa ASSIMAGRA. O suporte empresarial é dado pel E.D.M., pelas Pirites Alentejanas, S.A. e pela Empresa Carbonífera do Douro.

De acordo com o programa tornado público, a AUEF/AFAIRS realiza acções de formação nos domínios da prospecção e caracterização dos recursos naturais, da extracção de rochas e minérios, do tratamento de matérias primas, da hidrogeologia e da geotecnia – geologia de engenharia.

Estas acções destinam-se quer a estudantes finalistas, quer de pós-graduação, quer ainda a licenciados em início de carreira, quer à actualização de técnicos em exercício.

Do programa realizado em 1991, verifica-se que houve acções realizadas em Lisboa, Porto, Madrid e Oviedo que cobriram os seguintes temas, respectivamente: Análise de dados geológico-mineiros, Simulação de sistemas mineralúrgicos, Modelos de simulação de opera-

ções unitárias em tratamento de matérias primas, Controlo e Automação em Engenharia de Minas, Informática geotécnica, Geologia aplicada al medio ambiente y a la ordenación del territorio, Minería y medio ambiente e Impacto hidroquímico y controlo ambiental.

Como Curso de pós-graduação deve mencionar-se o Curso de Mestrado de Mineralurgia e Planeamento Mineiro organizado pelo departamento de Minas do IST/UTL que tem sido frequentado por razoável número de alunos nacionais e brasileiros e no âmbito do qual se têm realizado relevantes trabalhos que conduziram a teses de mestrado de valor.

Uma nova metodologia para o tratamento e gestão dos recursos naturais baseada na Geoestatística, na Teoria da Amostragem de Materiais Particulares, na Análise de Dados, na Morfologia Matemática, na Inteligência artificial, tem sido desenvolvida nos últimos anos no IST/UTL. O conceito básico que suporta esta metodologia é o conceito de geossistema que, segundo os seus formuladores do Centro de Valorização de Recursos Minerais (CVRM), «surge como resultado da imbricação do espírito naturalista, capaz de abordar cientificamente o meio geológico onde se situam os recursos naturais, com as modernas tecnologias da informação, apoiadas em metodologias de modelização matemática, capaz de tratar de um modo globalizante os problemas suscitados pela caracterização, apropriação e gestão dos recursos naturais, tomando em conta as suas interdependências com o ambiente, e visando, por outro lado, a prevenção de riscos geológicos e a preservação dos geo-recursos culturais».

Com o apoio de agências de investigação nacionais (INIC e JNICT), comunitárias (vários programas da D-GXII) e de empresas nacionais, foram desenvolvidos (e continuam a sê-lo) pelos investigadores do CVRM, algoritmos adequados ao planeamento mineiro da exploração de jazigos de sulfuretos, bem como à simulação e controlo de operações de mineralurgia. Mais recentemente têm aplicado a geoestatística ao estudo dos reservatórios de geofluidos (águas subterrâneas e jazigos de hidrocarbonetos).

Acaba de ser lançada uma revista internacional com o título «Geosystems».

Esta nova revista, como se diz no Editorial que a lança, «desenvolve-se em duas vertentes complementares: por um lado, pretende-se divulgar trabalhos de investigação no domínio da aplicação transdisciplinar de modelos matemáticos nas Ciências da Terra, complementando a base naturalista dessas ciências com o *apport* das modernas tecnologias da informação; por outro, pretende-se efectuar uma reflexão sobre o fundamento epistemológico das Geociências e sobre os aspectos culturais ligados à apropriação dos recursos naturais, tendo em conta a sua interdependência com o ambiente, num espírito que atenda aos recentes requisitos das sociedades pós-industriais».

A economia dos recursos minerais com especial incidência no estudo da análise de mercados tem merecido algum trabalho, inclusivamente de teses de doutoramento. O «Grupo de estudos de gestão mineral e geo-ambiente», recentemente criado no Departamento de Minas do IST/UTL tem como objectivos o desenvolvimento de estudos e investigação nos domínios

tecnológico e de economia e gestão no âmbito da indústria mineral enfatizando a economia dos recursos minerais, a gestão de projectos, a gestão do geo-ambiente, a gestão financeira e comercial e dos recursos humanos nas empresas mineiras e ainda a medição, teste e modelagem dos impactos sobre o ambiente derivados da exploração de pedreiras e, em geral, da actividade da indústria mineral.

Agradecimento

Agradeço aos Profs. Carlos Dinis da Gama, Henrique Garcia Pereira e António Mouraz Miranda os elementos facultados para a elaboração desta comunicação.

CAPÍTULO XI
CIÊNCIAS MÉDICAS

INSTITUTO
DE ESTUDIOS AMERICANOS

INTRODUÇÃO

*João Lobo Antunes**

Decidiram os responsáveis pela organização deste forum sobre a Ciência em Portugal incluir, como era de justiça, a Medicina, distinguindo, por um lado as Ciências Biomédicas e, por outro, as Ciências Clínicas. Diga-se desde já que a destriça nem sempre é fácil – nem porventura útil – já que as primeiras contribuem cada vez mais para o esclarecimento dos mecanismos íntimos das doenças e, consequentemente, do seu tratamento, e as últimas são fonte inesgotável de inspiração e estímulo para a investigação dita fundamental, pelo seu convívio íntimo com o fenómeno biológico fascinante que o homem, são ou doente, sempre constitui. O artífice da pesquisa no último caso é o investigador clínico, e é bom recordar que é dele que depende em última análise a saúde do indivíduo, do país e do planeta. Foi para mim um honroso encargo seleccionar os temas e os oradores que considere representativos da Investigação Clínica entre nós.

É natural que num Festival desta natureza se cuide de mostrar o que temos de melhor, neste caso, as áreas em que as contribuições nacionais adquiriram maior relevo, e maior repercussão tiveram além fronteiras. Porque me parece que alguns poderão tomar a nuvem por Juno, e entender, erradamente, que vivemos numa época de opulência científica, não posso dispensar-me de fazer um breve comentário introdutório.

Qualquer observador imparcial poderá atestar que a produção científica no campo da Medicina Clínica sofreu nas últimas décadas um decréscimo de qualidade e volume, que pode aliás ser comprovado através de vários índices que não interessa agora esmiuçar. Importa por isso referir aqui algumas das possíveis causas deste declínio, porque me parece essencial identificá-las para lhes aplicarmos os remédios necessários.

Para aqueles que crêem talvez que isto foi sempre assim, ou pior ainda, que isto terá de ser sempre assim, é bom referir que houve de facto uma época de algum luzimento, no prin-

* Universidade de Lisboa.

cípio deste século e, ao recordá-lo, procuro apenas contribuir para que as lições do passado não sejam esquecidas. Foi a época da reforma educativa de 1911, que levou à criação do ensino clínico, com ênfase na prática laboratorial e na investigação, em que se favoreceu a mobilidade de docentes e investigadores – basta dizer que para Lisboa vieram nomeadamente Ricardo Jorge, Egas Moniz, Júlio de Matos e Sobral Cid – e nasceu e desenvolveu o Hospital Escolar. Alguns anos antes fora criado por Câmara Pestana o Instituto Bacteriológico, que servia também como Laboratório de Medicina Experimental e, em Rilhafoles, Mark Athias fundara um laboratório que foi o berço da Histologia, Fisiologia e Anatomia Patológica em Portugal.

O que se passou nas décadas seguintes mereceria decerto uma análise pormenorizada que aqui não tem cabimento. Em síntese diria apenas que houve a preocupação de progressivamente controlar politicamente a vida intelectual e científica da comunidade universitária, e ao mesmo tempo «desacademizar» os Hospitais Universitários que para além de serem por vocação própria o local de ensino pré e pós graduado, eram, pela sua natureza, a casa onde se cultivava a investigação biomédica.

Mais recentemente ainda, os responsáveis pelas decisões nestas matérias têm-se revelado mais preocupados em suprir apenas necessidades imediatas, maquilhando a face mais exposta de qualquer política de saúde, ou seja, a prestação de cuidados urgentes à população. Descuidou-se assim uma estruturação mais profunda de um serviço de saúde para todos, que reconhecesse, no entanto, a necessidade da criação de centros de excelência em que se introduzissem e ensaiassem novas tecnologias, se seleccionasse com mais rigor o seu pessoal, ao mesmo tempo atraindo os mais aptos, se exigisse rentabilidade, se premiasse competência, se formassem líderes, se criasse e alimentasse o ambiente propício à investigação competitiva, interlocutora e interveniente na cena internacional. Mas não, pelo contrário, nivelou-se por baixo, numa versão lusitana de uma revolução cultural, que considerou anátema a qualidade, e deu ainda mais lastro a carreiras meramente burocráticas, entoando a perpétua lengalenga que os nossos médicos são tão bons como os melhores, faltando-lhes apenas condições materiais...

Com os poucos recursos que são reservados ao apetrechamento das instituições hospitalares, dos laboratórios de apoio e investigação, apenas por milagre seria possível produzir investigação de vulto. Será contudo uma ingenuidade indesculpável pensar que tudo se resolverá pela injeção maciça de fundos, venham eles do Estado, das Comunidades Europeias, da Indústria ou de instituições privadas, que aliás serão sempre limitados pela ênfase crescente em investimentos de rentabilidade mais imediata.

Não se pode esquecer que, também nesta área, o maior défice é em capital humano, bem evidenciado pelos levantamentos levados a cabo no âmbito do Programa Ciência e, antes deste, dos Programas Mobilizadores de Ciência e Tecnologia. Na sua forma presente, a trajectória habitual de um licenciado em Medicina não contempla o estágio num laboratório de

pesquisa durante um período suficientemente longo e liberto de outras obrigações profissionais, que possa inspirar uma carreira de investigador estável e fecunda. Graças sobretudo ao apoio de instituições estatais como o INIC ou a JNICT, e da Fundação Gulbenkian, alguns inconformados conseguiram encontrar em instituições, na sua grande maioria fora do país, a formação que renitentemente aqui lhes era negada. Muitos não voltaram, mas destes, alguns continuam a desempenhar um papel insubstituível de apoio esclarecido e generoso, ao esforço científico nacional.

Não admira pois, que ao rever o panorama da investigação médica entre nós, tivéssemos deparado fundamentalmente com pequenos grupos, ou mesmo até investigadores isolados, trabalhando por vezes em áreas afins, sem constituir a massa crítica indispensável à exploração do progresso, que tão urgentemente reclamamos. Esta é indiscutivelmente a nossa primeira prioridade.

E, já agora, para completar o quadro, é indispensável referir, que para que tudo isto cristalize é necessário juntar-lhe a mistura correcta de serviços de apoio – bibliotecas, centros de documentação, etc. – e técnicos especializados, a carência presentemente mais dramaticamente ignorada.

Esta visão, necessariamente crítica, poderá parecer tingida de um cepticismo quase paralisante. Há, no entanto, quanto a mim, razão para algum optimismo, não só pela excelente qualidade das novas colheitas de jovens estudantes e licenciados, mais curiosos, mais críticos, mais ambiciosos, mas também porque a nossa inexorável integração na comunidade científica internacional nos obriga a ter esperança. É forçoso que os governantes e os responsáveis pela política científica em geral, se apercebam que seremos cada vez mais, não só médicos deste pequeno país, mas sim profissionais e cientistas de uma nação bem mais vasta e exigente, com pouco espaço e nenhuma paciência para incompetentes ou preguiçosos.

Finalmente, uma palavra sobre a escolha que fui obrigado a fazer. Os quatro investigadores que se irão ocupar de outras tantas áreas das ciências médicas, foram todos eles contemplados pelo Programa Ciência, o que significa que o mérito do seu labor foi reconhecido pelos seus pares, segundo um escrutínio de critérios objectivos e rigorosos. Assim, o grupo Oftalmológico de Coimbra, sob a liderança do Professor Cunha Vaz pareceu-me que ilustra bem o sucesso da aliança das Ciências fundamentais e da Clínica, com uma interface fecunda com as modernas tecnologias e a indústria nacional e estrangeira. As Neurociências, que continuam a constituir a área mais robusta e consistentemente produtiva da Medicina nacional, está representada pelo Professor Alexandre Castro Caldas a quem se deve reconhecer o mérito de não só não ter esbanjado a herança de Egas Moniz, mas a ter feito render, com bom senso e equanimidade. Porque acredito que é muitas vezes através do esforço de personalidades de excepção que é possível fazer mover a inércia de instituições cujas potencialidades todos proclamam, mas ninguém parece ter ânimo para lhe dar o sopro que as faça renascer, pedi ao

Professor Virgílio do Rosário que nos desse a sua visão do que deverá ser a investigação em Doenças Tropicais. Esta é, decerto, uma área em que podemos desempenhar um papel importante, embora ainda por definir com precisão, no esforço de colaboração com outros cientistas de língua portuguesa na solução do que é ainda o maior problema sanitário das nossas antigas colónias. Finalmente, o Professor Rui Victorino, é exemplo paradigmático da nova geração de clínicos com uma sólida formação em ciências biológicas fundamentais, que encontraram na Imunologia Clínica um terreno particularmente fértil.

Desejo apenas que as mensagens destes quatro investigadores, pronunciadas num país estrangeiro, e agora recolhidas em letra de forma, tenham a ressonância na sua terra, que os seus pergaminhos justifiquem. Assim elas possam ser entendidas, não como um triunfo de um Barroco, aliás de reduzido esplendor, mas o prenúncio de um novo Renascimento.

INVESTIGAÇÃO CLÍNICA EM PORTUGAL. CONTRIBUIÇÃO DE UM GRUPO DE INVESTIGAÇÃO

*José Cunha-Vaz**

A investigação médica é uma área que tem neste momento um crescimento particularmente rápido. Esta actividade é determinada por uma série de factores incluindo não só a necessidade progressiva de melhores cuidados médicos mas também a fertilização cruzada determinada pela associação de investigadores com diferentes formações, medicina, engenharia, física, química, biologia, farmácia, etc. Esta multidisciplinaridade caracteriza muitos dos desenvolvimentos na investigação médica nas últimas duas décadas. A investigação clínica deve ser, da mesma forma, baseada numa abordagem integrada, que inclui a investigação biomédica fundamental e aplicada como parceiros com estatuto igual. A investigação clínica inovadora tem de ter na retaguarda uma investigação biomédica básica adequada, ao mesmo tempo que um progresso genuíno na investigação biomédica básica provém de estudos concebidos para responder a problemas que são claramente esboçados pelos investigadores clínicos. Esta associação íntima entre a investigação básica e a investigação clínica é na minha opinião a característica principal da investigação clínica contemporânea.

Existe em Portugal uma tradição de qualidade na investigação clínica e um bom exemplo disso é o trabalho de Corino de Andrade, pioneiro no estudo das polineuropatias amiloidóticas familiares(1). Ele formou uma equipa de investigação dedicada à investigação clínica nas neurociências que manteve um fluxo regular de contribuições originais, bem ilustrado pelo trabalho recentemente publicado por Maria João Saraiva, isolando um marcador biológico da doença de Corino(2).

Tenho vindo a trabalhar na área das Ciências da Visão, um outro subtema das Neurociências. Nesta área, nas últimas duas décadas, grupos de investigação centralizados no Porto, Lisboa e Coimbra, estudaram as circulações da corioideia e da retina, electrofisiologia, formação de

* Universidade de Coimbra, Centro de Oftalmologia, Instituto Biomédico de Investigação da Luz e Imagem.

catarata, fotobiologia etc., mas devido a naturais limitações de espaço e de tempo irei apenas resumir rapidamente as contribuições da minha equipa de investigação.

O nosso trabalho iniciou-se com um objectivo bem definido, o de compreender a patologia vascular retiniana e especialmente a retinopatia diabética, uma das principais causas de cegueira. Ao estudar o efeito da histamina sobre a permeabilidade dos vasos oculares descobrimos que a histamina aumentava de forma notável a permeabilidade vascular dos vários tecidos oculares com excepção apenas da retina(3). Este comportamento dos vasos retinianos, em nítido contraste com quase todos os outros vasos do corpo, apenas tinha semelhança com o dos vasos cerebrais, uma descoberta que apontava para a existência de uma barreira entre o sangue e a retina, a Barreira Hemato-Retiniana(4).

A introdução do conceito da Barreira Hemato-Retiniana na literatura oftalmológica suscitou muito interesse e o funcionamento anormal da Barreira Hemato-Retiniana é actualmente aceite como sendo um dos factores mais importantes no desenvolvimento da patologia vascular retiniana e degenerescência macular, duas das mais importantes causas de cegueira.

A seguir, foi possível identificar a localização da Barreira Hemato-Retiniana a nível da membrana endotelial dos vasos retinianos. Demonstrou-se assim que as células endoteliais se unem entre si por estruturas juncionais «estanques», particularmente estáveis e estabelecendo gradientes pronunciados através da membrana endotelial. Esta foi a primeira demonstração da presença de junções interendoteliais «estanques» em vasos(5). Mais tarde, foi possível demonstrar que a Barreira Hemato-Retiniana se localizava a dois níveis, existindo uma Barreira Hemato-Retiniana Interna, localizada no endotélio dos vasos retinianos e outra Barreira Hemato-Retiniana Externa, localizada no epitélio pigmentar retiniano.

O estudo da Barreira Hemato-Retiniana incluía a caracterização da permeabilidade das suas membranas. Das substâncias testadas, a fluoresceína, um indicador fluorescente, veio a ser utilizada com muito sucesso. Foi possível demonstrar que a permeabilidade da Barreira Hemato-Retiniana é extremamente limitada e caracterizada por processos de transporte(6). Duas descobertas resultantes destes estudos tiveram um interesse particular. Por um lado, a primeira demonstração de um processo de transporte activo nas células da parede de um vaso. Por outro lado, o facto da permeabilidade ser extraordinariamente restrita revelou-se, particularmente adequado a estudos de fluorescência, um teste associado a uma sensibilidade muito elevada. A partir desses estudos desenvolveram-se três linhas de trabalho diferentes, cada uma delas provando mais tarde ser altamente compensadora. Uma, orientada para o desenvolvimento de novos métodos de caracterização da permeabilidade dos vasos retinianos. A segunda, envolvendo o desenvolvimento de um novo método de diagnóstico não invasivo com aplicação clínica, a fluorometria ocular. Finalmente, a terceira oferecia a possibilidade de, utilizando novas tecnologias, examinar a acção terapêutica de fármacos na Barreira Hemato-Retiniana doente.

Vamos agora resumir brevemente o progresso alcançado desde então e esboçar as perspectivas abertas. Em relação ao desenvolvimento de novos métodos para estudar a permeabilidade da Barreira Hemato-Retiniana, foi possível estudar directamente «*in vitro*» a permeabilidade de vasos retinianos individuais utilizando uma técnica original de microperfusão adaptada de estudos dos túbulos renais. Nesta preparação, arteríolas retinianas individuais são mantidas em microperfusão, permitindo a perfusão e recolha de diferentes soluções(7). As análises dos fluidos recolhidos permitem a determinação de movimentos de solutos, através da parede do vaso, de fora (banho) para dentro (lumen) e do lumen para o banho, e a caracterização dos diferentes mecanismos de transporte envolvidos. Espera-se com este novo método experimental obter conhecimentos fundamentais em relação ao transporte molecular através da parede vascular, tanto em vasos normais como em vasos retinianos patológicos.

A fluorometria ocular é um método de diagnóstico não invasivo que se espera ter uma vasta aplicação clínica e que resultou dos nossos estudos iniciais(8). Mede a fluorescência nos tecidos e fluidos oculares. Na espectroscopia fluorescente, são realizadas análises da fluoresceína de soluções colocadas em tubos de vidro especial, «cuvettes». Na fluorometria ocular, o olho pode ser considerado esquematicamente como uma «cuvette» multipla com câmaras de fluido separadas por três paredes transparentes, a córnea, o cristalino e a retina. Estas câmaras de fluido e camadas de tecido podem ser examinadas opticamente por um instrumento capaz de detectar e medir a fluorescência em qualquer localização ao longo do eixo visual, um fluorómetro ocular. Desenvolvemos este instrumento no sentido da análise de marcadores fluorescentes exógenos com o objectivo de medir a permeabilidade da Barreira Hemato-Retiniana(9). Os resultados já obtidos mostraram que a alteração da Barreira Hemato-Retiniana é uma das primeiras alterações que ocorrem no olho diabético e a sua medida parece permitir seleccionar os doentes diabéticos que estão em risco de desenvolver sérias complicações oculares a curto prazo. O trabalho actualmente em curso procura desenvolver nova instrumentação capaz de detectar fluoróforos endógenos, utilizando vários comprimentos de onda, efectuando uma análise espectral não invasiva dos tecidos oculares e fluidos intra-oculares. A determinação dos níveis de glucose no humor aquoso, a formação de conjugados glicoproteicos na córnea e no cristalino, assim como variações de pH, são alguns dos objectivos imediatos. Existe nesta área uma colaboração internacional muito intensa, estando o nosso grupo a liderar uma Acção Coordenada no âmbito da Comunidade Europeia, tendo sido possível organizar uma Rede Clínica Europeia de Fluorometria Ocular. A fluorometria ocular surge assim actualmente como um método de diagnóstico não invasivo extremamente promissor que se espera vir a contribuir num futuro próximo para a detecção precoce de doenças oculares e sistémicas.

Finalmente, o estudo e a avaliação de fármacos que podem corrigir uma alteração da Barreira Hemato-Retiniana é outro resultado importante das nossas pesquisas. Temos agora

dois métodos para testar terapias farmacológicas da doença vascular retiniana. Uma, «*in vitro*» utilizando a técnica da microperfusão. A outra, «*in vivo*» utilizando a fluorometria ocular. Os estudos já publicados mostraram pela primeira vez que os inibidores aldose-redutase são eficazes na estabilização da permeabilidade anormal da Barreira Hemato-Retiniana que caracteriza os estados iniciais da retinopatia diabética(10). Temos agora os meios para testar fármacos capazes de prevenir o desenvolvimento do quadro completo da retinopatia diabética, contribuindo assim para a prevenção de uma das principais causas de cegueira no mundo ocidental. A organização de ensaios multicêntricos europeus surge naturalmente como o próximo passo, aliás já iniciado.

Estas notas resumem a trajectória de um grupo de investigação português da Universidade de Coimbra e algumas das suas contribuições. São apresentadas aqui como um exemplo da actividade de uma equipa de investigação clínica com um interesse especial nas Ciências da Visão e na Engenharia Biomédica. Mostra bem, creio eu, como a investigação fundamental e a médica se devem desenvolver a par.

Em Coimbra, as condições para a investigação médica inovadora parecem, de facto, ser bastante apropriadas. Apoiado por uma universidade antiga e tradicional, com setecentos anos de idade, existe um hospital universitário novo e bem equipado que atrai doentes de todo o país devido à excelência dos seus cuidados médicos. Neste ambiente, foi recentemente criado um novo Instituto que tira partido da existência das áreas científica e tecnológica especializadas existentes. Este novo Instituto Biomédico de Investigação da Luz e Imagem (IBILI) está agora a ser construído junto ao hospital universitário e estabeleceu já fortes laços com o Centro de Neuro-Ciências (CNC) e com os departamentos de Engenharia Electrónica, de Física e de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia. Uma interface universidade-indústria, a Associação para o Instituto Biomédico de Investigação da Luz e Imagem (AIBILI) foi também criada em 1989 e espera-se que seja o catalisador necessário. Pensamos que este Centro Biomédico para a Investigação e Desenvolvimento situado em Coimbra tem as condições necessárias para ser um Centro de Excelência na investigação médica e da Saúde na Comunidade Europeia.

Referências

- 1) ANDRADE, C. (1952). Brain, 75:408-427.
- 2) SARAIVA, M.J.M., Costa, P.P., Goodman, D.S. (1985). J. Clin. Invest. 76:2171-77.
- 3) ASHTON, N., Cunha-Vaz, J.G. (1965). Arch. Ophthalmol. 73: 211-233.

- 4) CUNHA-VAZ, J.G. Ashton, N., Shakib, M. (1966). *Br. J. Ophthalmol.* 50:441-453.
- 5) SHAKIB, M., Cunha-Vaz, J.G. (1966). *Exp. Eye Res.* 5:229-234.
- 6) CUNHA-VAZ, J.G., Maurice, D.M. (1967) *J. Physiol. (Lond.)* 191:467-486.
- 7) MURTA, J.N., Cunha-Vaz, J.G., Sabo, C.A., Jones, C.W., Laski, M.E. (1990). *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 31:471-480.
- 8) CUNHA-VAZ, J.G., Abreu, J.R., Campos, A.J., Figo, G. (1975). *Br. J. Ophthalmol.* 59:649-656.
- 9) ZEIMER, R.C., Blair, N.P., Cunha-Vaz, J.G. (1983). *Arch. Ophthalmol.* 101:1753-1761.
- 10) CUNHA-VAZ, J.G. Mota, M.C., Leite, E.B., Abreu, J.R., Ruas, M.A. (1986). *Diabetes* 35:574-578.

AS NEUROCIÊNCIAS EM PORTUGAL PANORAMA ACTUAL

*Alexandre Castro Caldas**

As Neurociências constituem um campo de pesquisa relativamente novo que se tornou muito popular nos últimos anos. O grande interesse que esta área despertou em todo o mundo influenciou de forma significativa a comunidade científica portuguesa.

A maior parte do trabalho que será objecto desta revisão teve lugar nos últimos vinte anos e, particularmente, na última década. É, por isso, muito recente para permitir uma análise crítica rigorosa. Por outro lado, é difícil dispor de informação exaustiva àcerca de todos os projectos que estão presentemente em curso por todo o país. A menção a nomes de colegas foi evitada no sentido de prevenir o erro de esquecer alguém; todavia, deve ficar expresso o respeito e a admiração por todos os que estão a contribuir com o seu esforço para elevar a investigação científica portuguesa ao nível dos padrões internacionais.

Outro aspecto que deve ser realçado diz respeito aos problemas de financiamento dos projectos de investigação durante este período. Talvez não seja este o lugar exacto para discutir este assunto, mas não podemos esquecer que só muito recentemente se verificou uma certa mudança de atitude face à investigação científica. A maior parte do trabalho realizado é produto de esforço individual nem sempre compreendido ou reconhecido. A mudança da atitude política tem que ser seguida das medidas adequadas respeitantes às regras e às instituições, medidas essas que os cientistas aguardam com alguma ansiedade.

Começaremos esta revisão identificando as instituições envolvidas em investigação clínica viajando do Norte para o Sul do País. Dadas as características demográficas do País é natural que os principais focos de desenvolvimento se localizem nas cidades principais: Porto, Coimbra e Lisboa. Nestas cidades estão as Universidades mais antigas e mais desenvolvidas o que justifica haver maior capacidade para a realização de investigação biomédica. Só em raras excepções decorre este tipo de investigação fora das instituições universitárias, como se verá adiante.

* Universidade de Lisboa.

No Porto, é nas duas Faculdades de Medicina que se realiza a maior parte do trabalho de investigação clínica: a Faculdade de Medicina do Porto e o Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, localizadas respectivamente, no Hospital de S. João e no Hospital Geral de Santo António.

No que respeita à primeira, devem mencionar-se três áreas: 1) o Serviço de Neurologia e Neurocirurgia que neste Hospital constitui um único departamento – aqui são geradas as questões que originam a investigação clínica e é a vertente assistencial que constitui a fonte de material clínico; 2) o departamento de Farmacologia que desenvolve a sua própria investigação básica mas que contribui para alguns dos programas em curso no primeiro; e 3) o departamento de Anatomia que também colabora em alguns projectos de interesse clínico. A segunda instituição mencionada tem também programas de investigação puramente clínicos e alguns com pontes para a investigação básica. Deve, todavia, ser mencionada a forte ligação com o Centro de Estudos de Paramiloidose – um centro independente organizado especialmente para o estudo desta doença e para apoiar os doentes e as famílias. Outra ligação importante é com a Universidade de Aveiro na área da Neurofisiologia. A maioria dos investigadores destas instituições está agora envolvida no projecto de criação do Instituto de Biologia Celular e Molecular que tem um sector dedicado às Neurociências.

Em Coimbra criou-se recentemente o Centro de Neurociências de Coimbra vocacionado particularmente para a investigação básica. Este centro nasceu por iniciativa do Departamento de Zoologia da Faculdade de Ciências de Coimbra mas tem ligações importantes com a investigação clínica que decorre no Departamento de Doenças Neurológicas da Universidade de Coimbra (Hospitais da Universidade).

Em Lisboa organizou-se também um novo centro: o Centro de Neurociências de Lisboa. Este centro constitui uma rede de colaboração de cientistas de diversas instituições que se dedicam a diversos capítulos das Neurociências. A instituição mais antiga que participa neste programa é o Centro de Estudos Egas Moniz/Faculdade de Medicina de Lisboa que segue a tradição do único Prémio Nobel português: Egas Moniz. As outras instituições empenhadas neste projecto são: o Departamento de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa, o Departamento de Fisiologia da Faculdade de Ciências Médicas (Universidade Nova de Lisboa), e o Departamento de Farmacologia do Instituto Gulbenkian de Ciência. Este último é uma das poucas instituições privadas vocacionadas para a investigação biomédica que tem tido um papel muito importante não só na produção de trabalho científico, mas principalmente, na formação pós-graduada de cientistas.

O Centro de Neurociências de Lisboa, o Centro de Neurociências de Coimbra e o sector de Neurociências do Instituto de Biologia Celular e Molecular do Porto constituem os três pilares principais para o desenvolvimento de uma rede de cooperação nacional de cientistas interessados neste campo de estudos. Na realidade existe já o projecto de cria-

ção da Sociedade Portuguesa de Neurociências que terá a sua primeira reunião no decorrer do próximo ano.

Para além deste projecto de Sociedade existem outras que se têm revelado muito activas no decurso dos últimos anos: a Sociedade Portuguesa de Neurologia, a Sociedade Portuguesa de Neurocirurgia e a Sociedade Portuguesa de Neurorradiologia. Estas Sociedades, que nalguns casos reúnem mais do que uma vez por ano, constituem já verdadeiras redes de produção e debate científico na área das Neurociências clínicas.

Há, contudo, outro tipo de redes, activas em Portugal, não baseadas em perfis profissionais, como acontece no caso das Sociedades, mas dirigidas a problemas clínicos específicos, envolvendo profissionais de diferentes formações conforme os problemas levantados pelos projectos. O grupo mais antigo foi organizado em 1976 e dedica-se ao estudo das Doenças do Movimento. Depois deste, formaram-se outros destinados ao estudo das Cefaleias, da Epilepsia, da Esclerose Múltipla, dos Acidentes Vasculares Cerebrais, da Neuropediatria e das Doenças Neuromusculares.

Parece também ser merecedor de interesse fazer a revisão dos principais temas que estão a ser objecto de investigação no País. Esta revisão não é certamente exaustiva mas pode contribuir para um melhor conhecimento do potencial para trabalho cooperativo futuro. No Porto, as principais áreas de interesse são, naturalmente a Amiloidose, e ainda a doença de Machado-Joseph, a Neurofarmacologia, a Epilepsia, as Doenças do Movimento, os Acidentes Vasculares Cerebrais, a Demência e a Neurofisiologia Clínica. Desenvolvem-se, ainda, projectos na área da Neurocirurgia, principalmente a criocirurgia e a cirurgia por Laser.

Em Coimbra, a investigação básica constitui o vector mais forte. Estes grupos fazem a ponte para a investigação clínica nas Doenças do Movimento, nas Demências, na Epilepsia, nos Acidentes Vasculares Cerebrais e nas Cefaleias que tem lugar no Departamento de Doenças Neurológicas dos Hospitais da Universidade de Coimbra. É também neste Departamento que é editada a revista de Neurologia que constitui o órgão oficial da Sociedade Portuguesa de Neurologia.

Em Lisboa, a maior parte da actividade de investigação clínica decorre no âmbito do Centro de Estudos Egas Moniz/Faculdade de Medicina de Lisboa, onde existem diferentes laboratórios vocacionados para diferentes problemas.

Os Laboratórios de EEG e EMG são os mais antigos e dedicam-se, evidentemente, à Neurofisiologia Clínica. O Laboratório de EEG tem um interesse particular nos estudos do sono e, como veremos adiante, está envolvido em diversos projectos internacionais. Este envolvimento em projectos internacionais acontece também com os grupos da Neurologia do Comportamento, Acidentes Vasculares Cerebrais, Doenças do Movimento e Doenças do Neurónio Motor. Para além destas áreas, três outras têm vindo a crescer em desenvolvimento e constituem projectos importantes do Centro: a Epilepsia, a Neurorradiologia de Intervenção e a Neurocirurgia Estereotáxica.

Deve, ainda, mencionar-se que existem vários grupos nacionais envolvidos em programas internacionais. No período de 1987-1991, por exemplo, os cientistas portugueses participaram em 6 acções concertadas da Comunidade Europeia para I&D (programme for Medical and Health Research) no domínio das Neurociências, nomeadamente: 1) concerted action on the epidemiology and presentation of Dementia (EUROPDEM); 2) study of risk factors for Parkinson's disease; 3) methodology for analysis of the sleep-wakefulness continuum; 4) bio-magnetism; 5) evaluation of the efficacy of technology in the assessment and rehabilitation of brain-damaged patients, e; 6) european coordination of research in the field of head injury. Existe ainda envolvimento de grupos portugueses noutros programas da comunidade europeia como o AIM e o novo BIOMED 1.

Os projectos individuais de cooperação ao abrigo dos múltiplos protocolos e as participações em estudos multicêntricos de fármacos são demasiado numerosos para que se possa fazer uma listagem completa e com interesse.

Tentou-se, nesta breve revisão, relatar aquilo que de mais relevante acontece na área das Neurociências Clínicas em Portugal. O que foi dito corresponde ao trabalho realizado até agora e a alguns projectos recentes em que se deposita muita esperança. A nossa opinião pessoal acerca do futuro é que existe um enorme potencial humano para a investigação biomédica em Portugal mas não existem ainda os instrumentos administrativos e financeiros que permitam rentabilizar esta riqueza.

O DESAFIO DA INVESTIGAÇÃO EM MEDICINA TROPICAL EM PORTUGAL

*Virgílio E. do Rosário**

A história da investigação em Medicina Tropical em Portugal pode ser dividida em quatro etapas diferentes: a) o período inicial da ocupação das regiões de África, Ásia e América do Sul, desde o século XVI, que forneceu os primeiros dados sobre as doenças locais e os seus tratamentos; b) um período de desenvolvimento irregular dos países africanos, sob administração portuguesa, com a instalação de universidades em Moçambique e Angola, já na década de 60 do presente século, que permitiu um treino científico relevante à nova geração de licenciados; c) a perda da administração colonial africana em 1974 e, em consequência, também a perda da necessidade e justificação para o investimento posterior na investigação e treino em Medicina Tropical. d) tentativas para inverter esta situação.

Como cientista investigando a malária em diferentes instituições da Grã-Bretanha, EUA e Brasil, regressei ao IHMT para aí criar um Centro de Investigação da Malária o qual poderia/iria colaborar com instituições locais e estrangeiras interessadas nos mesmos objectivos de investigação.

Pode um cientista adaptar-se às condições em geral básicas dos países africanos (de expressão portuguesa) totalmente diferentes da alta tecnologia utilizada na maioria dos países europeus? Poderá haver uma transferência de tecnologia moderna para esses países enquanto Portugal necessita ele próprio de modernização? Poderá Portugal querer liderar a investigação tropical? Eu acredito que a resposta a todas estas perguntas é afirmativa, embora existam alguns problemas para resolver.

Tem-se vindo a verificar em Portugal nos últimos 16 anos uma implantação intensiva de instituições científicas com objectivos diferentes espalhadas pelo país e submetidas a diferentes ministérios. Tem sido atribuída principalmente ao Instituto de Higiene e Medicina Tropical (IHMT) alguma responsabilidade sobre a investigação em Medicina Tropical. Este

* Instituto de Higiene e Medicina Tropical.

legado deve-se ao facto de que esta instituição era responsável pelos cursos de pós-graduação para licenciados em Medicina antes do seu trabalho nas colónias africanas. O interesse de Portugal pela investigação tropical estabeleceu-se e organizou-se no início do século, com a Grã-Bretanha, França e Alemanha. A primeira Escola de Medicina Tropical em Lisboa tornou-se no actual IHMT fazendo parte da Universidade Nova de Lisboa.

O IHMT representa de certo modo a posição portuguesa actual da investigação médica e mais precisamente da medicina tropical: faz parte de uma universidade, estando por consequência dependente do Ministério da Educação mas não directamente dependente do Ministério da Saúde. O IHMT em si é composto principalmente por professores convidados e cinco investigadores a tempo inteiro.

Em 1989, o IHMT fundou na Guiné-Bissau o Centro de Medicina Tropical, o qual apoia sobretudo um laboratório de análises como complemento do trabalho clínico; embora possa ser também a base de algum trabalho de investigação sobre SIDA, schistosomíase e onco-ceríase, segundo programas da CEE/STD. Também foi realizado em S. Tomé e Angola, algum trabalho de investigação baseado ainda na classificação vectorial. Esta instituição tem também ajudado na reestruturação do Hospital Agostinho Neto em S. Tomé. A investigação actual baseia-se nas patologias e descrições clínicas de casos individuais com algum interesse dentro da comunidade médica, em doentes de origem africana ou viajantes. A maioria das nossas instituições funcionam como um conjunto de serviços mas não necessariamente de um programa de investigação bem integrado. Por conseguinte, Portugal não pode, neste momento, ser considerado um parceiro importante no conjunto das ciências tropicais: tem havido um número reduzido de publicações em jornais internacionais, os equipamentos e técnicas estão desactualizados, a geração de jovens licenciados é um número insuficiente, especialmente epidemiologistas e técnicos de laboratório; a situação poderia ser invertida, sobretudo através de bolsas concedidas por instituições financeiras dirigidas para a investigação, e.g. JNICT.

Também se pode dizer que, dado que alguns países africanos de expressão portuguesa se têm vindo a adaptar a um prolongado processo de paz, o trabalho de campo é arriscado.

Projectos relacionados com resistência aos fármacos anti-malária e participação em ensaios com vacinas têm grande interesse de momento mas são também necessários técnicos especializados. O sucesso destes centro(s) depende sobretudo de mais autonomia/financiamento, a fim de se inverter a regra portuguesa da excessiva burocracia *versus* trabalho de secretária.

Os aspectos positivos num futuro imediato, o que torna o desenvolvimento de uma boa investigação em medicina tropical num desafio, são a colaboração com as muitas instituições estrangeiras que se especializam na investigação tropical e que podem ajudar através

do treino do nosso pessoal local e com a aplicação de bolsas de investigação, principalmente da CEE, em colaboração com países africanos de expressão portuguesa. Um dos meus objectivos tem sido iniciar a colaboração com especialistas em Portugal (Faculdade de Veterinária, Departamento de Genética Humana (UNL) e o Centro de Patologia Molecular (Faculdade de Farmácia); fora do país, organizar uma série de debates e discutir e propor treino e trabalho de investigação aos nossos técnicos portugueses, bem como em dois países africanos de expressão portuguesa (ver anexo). No último ano e meio têm sido contactados e convidados a vir a Portugal cientistas da Universidade de Edimburgo (Grã-Bretanha), Instituto Karolynska (Suécia), Universidade de Oxford (Grã-Bretanha), Instituto de Parasitologia de Granada (Espanha) e do Hospital San Juan de Dios de Bogotá (Colômbia). Estas visitas de investigação foram na sua maioria financiadas pelas instituições a que pertencem os convidados ou pela JNICT (Universidade de Edimburgo). A investigação enquanto tal nunca tem sido muito fácil, em muitos dos locais, e os aspectos positivos da competição científica poderão motivar os cientistas portugueses a desenvolverem um trabalho de investigação tropical de elevada qualidade.

Neste momento, o trabalho que está a ser desenvolvido nos trópicos depende da interacção entre os ministérios portugueses da Saúde, Educação e Negócios Estrangeiros, tal como a boa cooperação com os países em questão.

A liderança requer mais do que boas ideias e intenções. Ela depende de um programa de investigação a longo prazo, com o estabelecimento de objectivos a serem cumpridos dentro de uma estrutura temporal e de trabalho de equipa. Projectos para serem discutidos/financiados e estudos de pós-graduação deveriam ser definidos segundo prioridades bem definidas por Portugal e pela OMS. Isto está a acontecer agora e espero que uma investigação bem coordenada e financiada relativa aos diferentes aspectos da malária (ou de qualquer outra doença tropical) que venha a favorecer o conhecimento e o apoio ao seu controlo, seja uma realidade muito bem breve.

Anexo – Projectos submetidos à CEE em 15 de Dezembro de 1991:

Título – Epidemiologia da Resistência no P. falciparum

Chefe – Grã-Bretanha

– **Portugal**

– Guiné-Bissau

– Holanda

– Indonésia

– David Warhurst

– **Virgílio do Rosário**

– Magda Robalo

– Andrew Watters

Título – *Gestão e tratamento melhorados da Tripanosomiase Africana Humana*

Chefe – Portugal	– Virgílio do Rosário
– Angola	– Dario Alegria
– Grã-Bretanha	– Max Murray
– Quênia	– Paul D. Sayer

Título – *Estudos moleculares de um defeito dum glóbulo vermelho e malária assintomática na África Ocidental*

Chefe – Portugal	– Carolino Monteiro
	V. do Rosário
– Guiné-Bissau	– Celestino da Costa
– Nigéria	– Olu Akynianju
– Grã-Bretanha	– Elizabeth Anionwu
– Alemanha	– Andreas Kulozik

Projecto proposto à Fundação Gulbenkian em 21 de Outubro de 1991:

Título – *Estudos de mortalidade infantil associados ao tratamento profiláctico da malária administrado às mães*

Projecto submetido a OMS/TDR/FIELDMAL em 10 de Fevereiro de 1991:

Título – *Desenvolvimento de resistência à mefloquine a partir de mosquitos tratados com fármacos*

INVESTIGAÇÃO EM IMUNOLOGIA NO CONTEXTO DOS PROGRAMAS ACTUAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA: UMA PERSPECTIVA CLÍNICA

Rui Victorino*

A imunologia tem sido apontada como a ciência biológica de maior crescimento nos últimos vinte anos, embora por vezes se considere que tem, proporcionalmente, um impacto demasiado limitado na prática clínica.

Neste contexto, é irónico reconhecer que as bases da imunologia há cerca de duzentos anos atrás foram marcadas por investigação clinicamente orientada com um grande impacto na saúde pública, nomeadamente a descoberta da vacina contra a varíola por Edward Jenner, um médico de clínica geral, numa época em que o conhecimento do sistema imunológico era mínimo.

As referências às contribuições portuguesas dessa época inicial são limitadas, nos manuais de história da imunologia, a um homem que não era clínico, nem cientista – Serpa Pinto – que descreveu, nos meados do século passado na África Central, a prática local de protecção das pessoas contra mordeduras de cobras por meio de um tratamento que consistia numa mistura de cabeças de cobras e ovos de formiga. Curiosamente, as formigas contêm ácido fórmico actualmente utilizado na destoxificação de toxinas utilizadas para as vacinas (Pierre Grabar em *Basic and Clinical Immunology* – ed. Stites 3-14, 1987).

A quantidade imensa de conhecimento imunológico dos últimos 20 anos foi essencialmente gerada no contexto de uma estrutura redutiva e compartimentalizada que tende actualmente a dar lugar a abordagens mais sistémicas. Como afirma Bibel, é a modificação das partes para o todo, da estrutura para o processo, da «ciência objectiva» para a «ciência epistémica», do edifício para a estrutura, da verdade para as descrições aproximativas (D.I. Bibel, *Milestones in Immunology*, Springer Verlag, 1988). Enquanto médico, tenho tendência para sentir esta abordagem mais próxima da realidade do sistema imunológico na sua aplicação ao doente. Num país como o nosso, o desafio representado por uma disciplina em tão rápido crescimento e no meio desta transformação, é de facto enorme.

* Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa.

Nesta comunicação proponho a discussão de alguns aspectos relacionados com os esforços de imunologistas portugueses para contribuir nesta ciência fascinante em rápido movimento e a seguir, a apresentação de uma visão pessoal como clínico sobre a importante questão da viabilidade do Clínico-Cientista num país como Portugal. Finalmente, procurarei ilustrar os efeitos dos programas recentes de Ciência e Tecnologia da JNICT (1986-89) no nosso próprio grupo de investigação clínica, considerando-o como um exemplo para a discussão das dificuldades em adaptar o modelo dominante ciência/indústria à investigação nas Ciências da Saúde.

A evolução da Sociedade Portuguesa de Imunologia reflecte em parte a actividade de imunologistas que trabalham nas instituições portuguesas. A Sociedade iniciou as suas actividades em 1971, o ano do Primeiro Encontro Internacional das Sociedades Imunológicas em Washington, organizado pela União Internacional de Sociedades Imunológicas fundada em 1969. A análise do número de comunicações originais apresentadas nos Encontros Anuais da Sociedade Portuguesa ilustra a maneira como a comunidade científica respondeu de uma forma positiva e pronta aos desafios do aparecimento da imunologia enquanto campo independente. Contudo, isto foi seguido por um padrão irregular de produção científica que reflecte uma falta de apoio financeiro após este início voluntarioso. Como consequência disto, jovens imunologistas promissores emigraram para países onde a imunologia era apoiada por investimentos importantes. Não pertencendo pessoalmente a essa «diáspora imunológica» ilustre, sinto-me à vontade para salientar a maneira como alguns desses imunologistas que estavam entre os fundadores da Sociedade alcançaram posições e distinções importantes nos institutos de investigação estrangeiros, onde alguns ainda continuam a trabalhar. Mas, regressando à análise da produção científica nas instituições portuguesas, é evidente que nos últimos dois anos ocorreu um assinalável aumento, que na minha opinião está ligado principalmente ao Programa Mobilizador de Ciência e Tecnologia da JNICT (1986-1989). Este facto é indicativo de que apesar de todos estes anos sem investimentos apropriados, há ainda grupos motivados e capazes de responder. Neste aspecto é interessante referir que a cooperação entre os imunologistas portugueses no estrangeiro e os residentes no país parece estar a aumentar.

Um dos sentimentos que os clínicos expressam por vezes em relação à imunologia é o de que a quantidade imensa de artigos imunológicos que invadem as revistas médicas têm uma expressão limitada na prática clínica. A questão da definição dos «actores» e do «palco» apropriados na investigação clínica é particularmente crítica neste campo. Passou-se mais de uma década desde que James Wyngaarten alertou a comunidade académica com o seu artigo intitulado «The clinical investigator as an endangered species». As pressões crescentes sobre o clínico académico na sua função tripla enquanto clínico, professor e cientista biomédico continuaram. O problema reside agora em definir se tal «espécie» é necessária

para o avanço continuado da Medicina e da qualidade dos cuidados de saúde. Weatherall (Brit. Med. I. 302, 1002, 1991) sugeriu recentemente no seu artigo «The Physician Scientist: an endangered but far from extinct species», várias acções que poderiam exercer influências positivas na sobrevivência da «espécie». Em Portugal, e possivelmente em toda a Europa, estamos a necessitar seriamente de tais acções. A investigação médica tem de ser vista como um espectro contínuo desde a investigação básica até à clínica, e não como dois campos com esquemas de comunicação muitas vezes defeituosos. Os «actores» devem estar posicionados em locais diferentes do espectro e ser capazes de estenderem a sua acção quer para a direita, quer para a esquerda de tal maneira que os campos destes diferentes «actores» acabem por se sobrepor nos extremos dos seus espectros individuais (Figura 1). Para defender um tal modelo é necessário não só um investimento na investigação médica mas também um claro compromisso por parte dos serviços de saúde (o palco). Por exemplo, a complexidade do treino de investigação em Imunologia para um clínico exige cada vez mais que, por vezes, no decurso do seu treino clínico eles possam trabalhar alguns anos a tempo inteiro num laboratório de investigação. Embora não haja nada de original em relação a este esquema de treino, ele está longe de ser largamente aceite, visto que a investigação clínica não é claramente encarada pelos serviços de saúde como fazendo parte de uma boa prática clínica mesmo em países europeus com uma grande tradição em investigação médica. (M. Peckham, Lancet, 338, 367, 1991).

Assim, se é por um lado evidente que em Portugal necessitamos de um apoio prioritário para investigação médica básica, é importante reconhecer também a necessidade de modificar a atmosfera nos hospitais de modo a estimular o desenvolvimento do «clínico-cientista» preparado para funcionar em ambos os «mundos». Para tal objectivo necessitamos de legislação apropriada, não só no nosso país onde a situação é particularmente desfavorável, mas aparentemente também noutros países da CEE como refere M. Peckham (1991).

Procurarei agora ilustrar os efeitos do recente Programa Mobilizador de Ciência e Tecnologia da JNICT num grupo de investigação clínica em Imunologia Médica. Nos anos sessenta e setenta, os órgãos financiadores da investigação em Portugal, especialmente a Fundação Calouste Gulbenkian, apoiaram bolsas de estudo de investigação para doutoramentos na Europa e nos EUA. O nosso grupo de trabalho foi formado na base de um desses doutoramentos em Londres em 1980 na área da imunologia do intestino e imunorregulação. Podem-se distinguir quatro períodos distintos na «história natural» deste grupo que estão representados na Figura 2. Uma análise breve dos projectos em curso nesta unidade pode servir como exemplo para reflexão sobre algumas das perspectivas actuais e futuras da investigação clínica. A motivação para os estudos sobre reacções adversas a medicamentos (RAM) teve uma orientação clínica, nomeadamente a dificuldade em estabelecer um diagnóstico de lesão hepática fármaco-induzida mediada imunologicamente, visto que os doentes muitas vezes tomam múltiplos

fármacos e desta forma torna-se difícil seleccionar o responsável pela RAM. A investigação dos mecanismos da reactividade linfocitária *in vitro* de fármacos sugeriu a existência de células supressoras produtoras de prostaglandinas capazes de inibir respostas *in vitro* aos fármacos. Este facto foi utilizado para aumentar a sensibilidade destes testes através da manipulação *in vitro* dos efeitos de tais células. Um modelo particular para a preparação *ex vitro* de fármacos sob a forma de antígenos foi outra estratégia utilizada para melhorar a capacidade de diagnóstico. Esta investigação laboratorial foi o ponto de partida para o desenvolvimento de uma unidade clínica de referência para reacções adversas a medicamentos e um estímulo para estudos epidemiológicos tanto em cuidados primários como em unidades hospitalares. O reconhecimento da RAM como um dos campos prioritários no Programa de Investigação Sanitária Europeia (Biomed 1) representou uma oportunidade para começar uma nova cooperação nesta área.

A imunologia celular da infecção a HIV (Vírus da Imunodeficiência Humana) é outra área de investigação nesta nossa unidade. As interacções com outras áreas de investigação clínica também tiveram lugar neste caso e é interessante salientar que foram em parte estimuladas pelo próprio órgão financiador, a JNICT, quando em 1987 propôs um estudo colaborativo entre três grupos – Imunologia Clínica da Faculdade de Medicina de Lisboa (o nosso), Retrovirologia (O. Ferreira) Faculdade de Farmácia e uma Fundação privada não lucrativa na área de Saúde Pública (Fundação N.S. Bom Sucesso – L. Cunha Telles).

O projecto inicial do grupo de Imunologia Clínica consistia na análise de índices de prognóstico definidores da evolução para SIDA em portadores HIV assintomáticos. No decurso dos estudos de proliferação de linfócitos T a antígenos microbianos, foi detectado um fenómeno, anteriormente não reconhecido, de inibição da proliferação linfocitária e verificou-se que esta inibição estava associada a um mau prognóstico. Também foi investigada a análise dos possíveis mecanismos para a depleção selectiva putativa de uma sub-população particular dos linfócitos T «helper» (CD45 RA – CE45RO+) no início da infecção e mais recentemente continuou-se a tentar definir as respostas dos linfócitos T a peptídeos sintéticos e proteínas recombinantes do HIV2 em doentes com infecção pelo HIV2. Está a ser efectuado um grande esforço europeu para definir que regiões de proteínas HIV são capazes de induzir respostas dos linfócitos T dada a relevância destes estudos para a definição de estratégias de vacinação. Portugal possui uma situação epidemiológica única na Europa pelo facto de ter 10% de casos de SIDA produzidos por um vírus diferente – o HIV2 – que parece ter um período de incubação maior e talvez uma taxa de progressão da doença menor.

Assim, a investigação de epitópos do HIV2 para células T é particularmente relevante não só para tentar compreender as diferenças na história natural das duas infecções mas também para os estudos de vacinação. Os nossos resultados preliminares sobre a reactividade de linfócitos T «helper» contra peptídeos sintéticos da região do SIV (vírus da imunodeficiência

símia com homologia considerável com o HIV2) demonstraram reactividade pelo menos a um péptido, na maioria dos doentes com infecção por HIV2 em contraste com a situação de doentes infectados pelo HIV1.

Estes estudos laboratoriais foram efectuados em estreita colaboração com a actividade clínica do grupo e também com a investigação epidemiológica envolvendo também a FNSBS e o grupo de Retrovirologia, particularmente em mulheres saudáveis frequentando clínicas de planeamento pré-natal e familiar. Foi encontrada neste estudo uma prevalência significativa do HIV1 (0,21%) e HIV2 (0,21%) numa área da cidade de Lisboa, e talvez mais importante, foi encontrada uma elevada prevalência de pessoas com anticorpos contra um número limitado de proteínas virais do HIV («Western blots» indeterminados) que estão a ser investigados clínica e imunologicamente.

A mensagem dominante da descrição destes trabalhos é que, apesar das deficiências estruturais, com um investimento relativamente pequeno feito em 1987, foi desenvolvido um grupo de investigação e o trabalho foi agora publicado em revistas como *Clinical Experimental Immunology*, *Immunology*, *Lancet*, *J. Medical Virology*, *AIDS*, *Archives of Internal Medicine*, etc., o que é um sinal de que os investigadores estão prontos e motivados para enfrentar os desafios.

O esforço de investigação a nível internacional sobre o HIV é provavelmente o melhor exemplo de até onde podem ir as abordagens interdisciplinares nas Ciências Médicas. Quando pensamos na quantidade do nosso tempo que foi bem gasto em discussões dos projectos com clínicos, imunologistas, virologistas, especialistas de Saúde Pública, enfermeiras, sociólogos, psicólogos e os próprios doentes, sinto até que ponto tem razão Jonathan Mann, quando argumenta que a SIDA gerou um novo paradigma na Saúde que contém uma nova compreensão do significado de «interno» e «externo» e uma nova definição do que é o «próprio» e do que é «o outro» (J. Mann, *AIDS*, 4, 5247, 1990).

Regressando à questão do financiamento da investigação é sabido como a ênfase é actualmente muitas vezes colocada na interacção investigação-indústria. Contudo, a proporção da investigação nas ciências médicas que se ajusta a este modelo é provavelmente limitada às áreas da indústria farmacêutica e da engenharia biomédica. Em todos os outros, o equivalente desta interacção é simplesmente a investigação médica/cuidados de saúde. Da mesma maneira como os políticos reconhecem como é importante estimular a introdução da investigação nos orçamentos da indústria, é necessário reconhecer que os próprios sistemas de cuidados de saúde têm de incorporar mais investigação nos seus orçamentos, para o bem da manutenção da qualidade dos cuidados de saúde e da inovação.

O termo crise é actualmente utilizado com frequência para descrever a situação da investigação clínica, nomeadamente em países desenvolvidos. Como sublinhou Barbara Culliton (Editora-Adjunta da *Nature*) – «This is the best of the times and the worse of the times»

(Clinical Research, 39, 517, 1991) no sentido de que o elevado grau de sucesso na investigação bio-médica coexiste com uma crise de financiamento. Contudo, o simples facto de participar no desafio de tentar não perder o «momentum» tão vital, que vivemos no nosso País, em termos de melhorar o nosso desempenho científico como um todo, faz-me sentir que vivemos provavelmente «the best of the times».

INTERACÇÃO ENTRE A INVESTIGAÇÃO BÁSICA E CLÍNICA

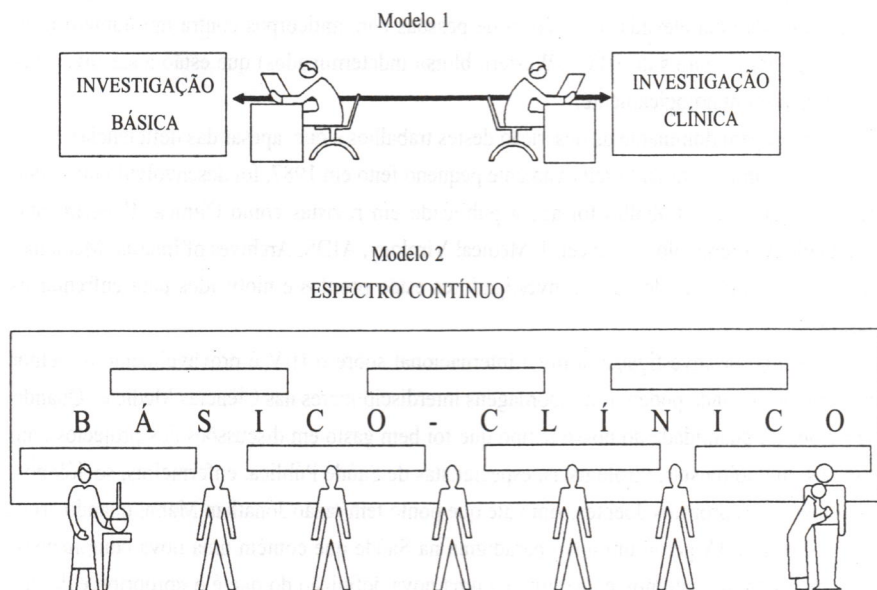


Fig. 1

Desenvolvimento de um grupo de investigação em imunologia clínica numa escola médica: «História Natural» Efeitos dos Programas S+T

1980. *Doutoramento em Londres* – Imunologia do intestino/Imunorregulação.

1981. *Laboratório em Lisboa*

- Dependente de muitos outros laboratórios
- Trabalho individual (ausência de um grupo)
- Falta de verba para despesas correntes
- Atmosfera institucional – falta de estímulo
- *Imunologia do intestino*
- *Imunorregulação*

1983. *Apoio da INIC*

- Apoio mínimo para despesas correntes – *Imunorregulação*
- Colaboração: Médicos voluntários (tipo *hobby*) – *Reacções adversas a medicamentos*

1986. *Programa Mobilizador da JNICT*

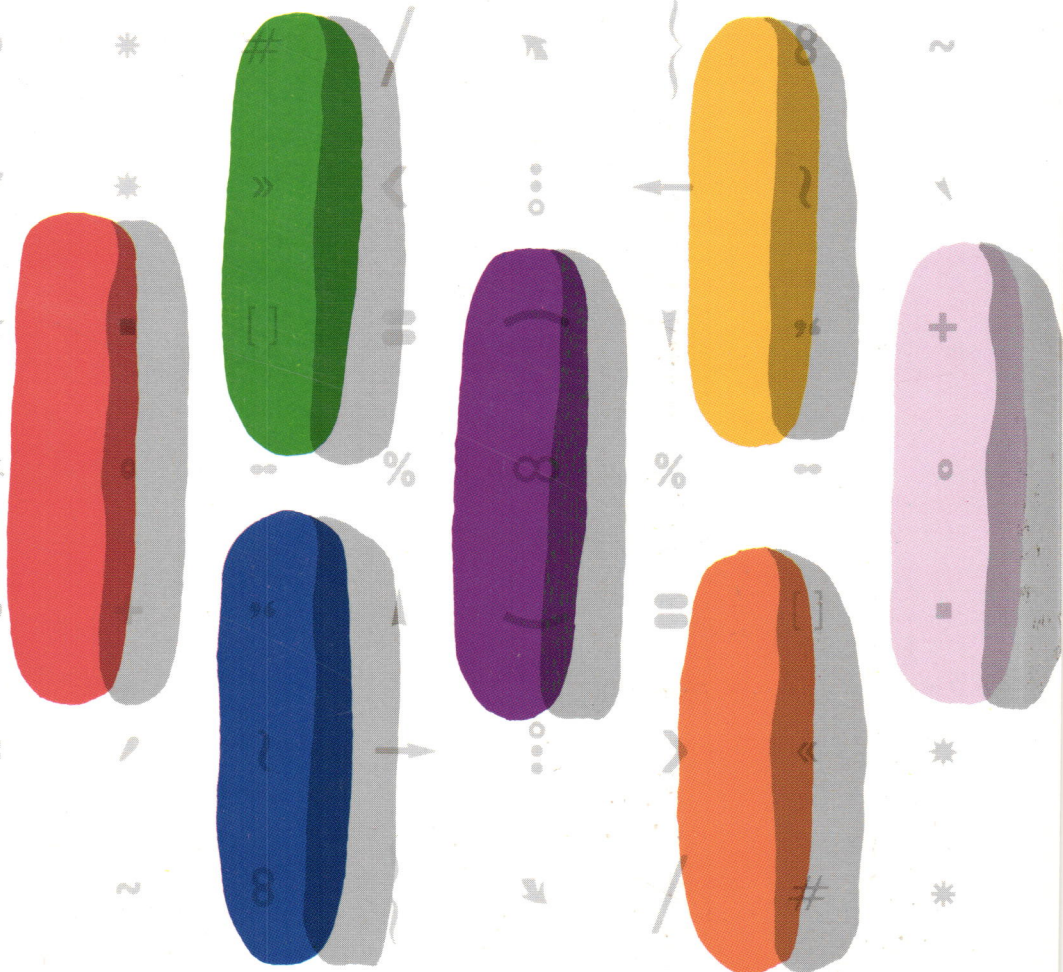
- Apoio para as despesas correntes e bolsas de investigação
- Apoio para equipamento novo
- Apoio directo ao responsável da investigação – *HIV*
- Envolvimento institucional limitado – *RAM*

1989. *Lacuna de financiamento. Problemas na continuação do trabalho.*

1991. *Programa «CIÊNCIA»*

- Estudantes de doutoramento – *?Expandir Projectos*
- Infraestruturas físicas – *HIV*
- Interacções com outros grupos – *Nenhumas despesas correntes*
- *Neuropéptidos*
- *RAM*

Um amplo panorama da ciência em Portugal,
 abrangendo a **Biologia e a Biotecnologia, as Ciências do Mar e da Terra, as Ciências Agrárias e Veterinárias, as Ciências Biomédicas, as Ciências Médicas, as Ciências Sociais e Humanas, as Engenharias e Tecnologias, a Física, a Matemática e a Química, elaborado por alguns dos nossos mais eminentes cientistas.**



ISBN - 972 - 20 - 1014 - X



9 789722 010146

N O V A E N C I C L O P É D I A