J. PINTO PEIXOTO • F. R. DIAS AGUDO • J. TIAGO DE OLIVEIRA • J. CAMPOS FERREIRA
MARGARITA RAMALHO • A. RIBEIRO GOMES • ARMANDO POLICARPO • F. DUARTE SANTOS
J. GOMES FERREIRA • L. A. MENDES VICTOR • MANUEL LARANJEIRA • M. GOMES GUERREIRO
J. CÂNDIDO DE OLIVEIRA • ROBALO CORDEIRO • J. CELESTINO DA COSTA • A. CASTRO CALDAS
BARAHONA FERNANDES • ARANTES E OLIVEIRA • A. F. CARVALHO QUINTELA • A. BARBOSA
DE ABREU • GOUVÊA PORTELA • L. BRAGA CAMPOS • J. J. DELGADO DOMINGOS • A. F.
OLIVEIRA FALCÃO • DOMINGOS MOURA • H. CAMPOS NETO • A. LARCHER BRINCA • J. F.
QUINTINO ROGADO • M. AMARAL FORTES • M. BAPTISTA BRAZ • M. PEREIRA COUTINHO
FERNANDO ESTÁCIO • P. O. PEREIRA SANTOS • A. A. MONTEIRO ALVES • BRITALDO RODRI-
GUES • L. AIRES DE BARROS • MATOS ALVES • M. PORTUGAL FERREIRA • ANTÓNIO RIBEIRO
FRANCISCO GONÇALVES • TELLES ANTUNES • LUÍS ARCHER • J. MONTEZUMA DE CARVALHO
J. FIRMINO MESQUITA • ABÍLIO FERNANDES • J. MALATO-BELIZ • ARSÉNIO PATO DE
CARVALHO • A. XAVIER DA CUNHA • ALLEN DEBUS • J. SIMÕES REDINHA • SEBASTIÃO
J. FORMOSINHO • A. M. A. ROCHA GONSALVES • L. ALMEIDA ALVES • OLIVEIRA CABRAL
FRAÚSTO DA SILVA • JOSÉ V. PINA MARTINS • AMÉRICO COSTA RAMALHO • FERNANDO
REBELO • C. ALBERTO MEDEIROS • ILÍDIO DO AMARAL • MANUEL GARRIDO ARAÚJO
MANUEL VIEGAS GUERREIRO • A. SIMÕES LOPES • A. SOUSA FRANCO • ONÉSIMO T. ALMEIDA
JUSTINO MENDES DE ALMEIDA • FRANCISCO GAMA CAEIRO • RÓMULO DE CARVALHO

HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA EM PORTUGAL NO SÉC. XX

I VOLUME

PUBLICAÇÕES DO II CENTENÁRIO DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA
LISBOA • 1992

A evolução do conhecimento científico do território tem sido feita de forma lenta, mas os resultados alcançados justificam e as perspectivas de desenvolvimento do país carecem de ritmo mais acelerado nos trabalhos a empreender e na formação científica avançada a promover.

Referências

BAPTISTA, M. A. e CONTREIRAS, M. L., *A campanha sísmica do Alqueva. Análise e interpretação de dois perfis*, Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1984.

HIRN, A.; SENOS, L. e CAETANO, H., *Variações da profundidade da Moho na região da grande falha do Alentejo*, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, 1981.

HIRN, A.; MENDES-VICTOR, L. e VEINANT, J. L., *Operation: depressions tertiaiser de l'Europe Occidentale*, European Seismological Commission, subcommission deep seismic sounding, activity report 1978-1980, 1980.

HIRN, A.; SENOS, L.; SAPIN, M. e MENDES-VICTOR, L., «High to low velocity succession in the upper crust related to tectonic emplacement: Trás-os-Montes-Galicia (Iberia), Brittany and Limousin (France)», *Geophy. J. R. Astr. Soc.*, **70** (1982) 10.

MENDES-VICTOR, L.; HIRN, A. e VEINANT, J. L., «A seismic section across the Tagus valey, Portugal: possible evolution of the crust», *Ann. Geophys.*, t. 36, fasc. 4, 1980, pp. 469-476.

MOREIRA, V. S.; MUELLER, St.; MENDES, A. S. e PRODEHL, C., «Crustal Structure of Southern Portugal», *Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc.*, A-4 (115), 1977.

MOREIRA, V. S.; PRODEHL, C.; MUELLER, St. e MENDES, A. S., «Crustal Structure of Western Portugal», *Proc. of the 17th Assembly of the ESC*, 1980.

A EVOLUÇÃO DA FÍSICA ATÓMICA E MOLECULAR NO SÉCULO XX

MANUEL F. LARANJEIRA *

Dos actuais dez centros de Física do Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC), anexos às universidades estatais, dois assumem designações no domínio da Física Atómica e Molecular: o Centro de Física Atómica anexo à Universidade de Lisboa e à sua Faculdade de Ciências, sediado no Complexo II do INIC, na Avenida Gama Pinto, após o incêndio na Faculdade, de Março de 1978; e o Centro de Física Molecular do INIC, anexo às universidades de Lisboa, Técnica de Lisboa e Nova de Lisboa, sediado no Instituto Superior Técnico, na Avenida Rovisco Pais. Nestes dois centros converge, fundamentalmente, a história da investigação universitária na Física Atómica e Molecular, no País. Assim, pareceu-nos adequado tomar aqueles centros como principais referências para este trabalho acrescentando-lhes, naturalmente, grupos ou investigadores dispersos por outros centros com actividade de investigação naquele domínio ou de que haja memória cientificamente relevante ou de citação interessante para este trabalho.

Obviamente que não temos a pretensão nem de indiciar aqui todas as pistas da evolução da Física Atómica e da Física Molecular durante este século, nem de citar todos os docentes e investigadores que, de uma ou outro forma, tenham sido determinantes para a implementação e o desenvolvimento daquelas áreas da Físca no País. Há, seguramente, totais ou meias lacunas, por desconhecimento ou por omissão de factos e pessoas, involuntária ou por critério do autor passível de discussão.

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

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

No âmbito da Física Atómica, encontra-se relativamente bem documentada a história da sua implementação e desenvolvimento a partir dos seus primórdios, nos anos 30, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Por esta razão, nos limitaremos ao essencial, remetendo o leitor mais interessado para alguma bibliografia fundamental.

No caso da Física Molecular (como hoje a situamos no âmbito da Física, mesmo com alguma largueza de critério científico) não existe, que saibamos, memórias descritivas da sua evolução e são praticamente inexistentes ou muito vagas as referências a períodos anteriores a 1950; mesmo para depois desta data as referências são algo dispersas, o que dificulta, naturalmente, o processo de recolha e apreciação da informação. Esperamos que este despretencioso trabalho possa servir como nota e, também, de algum estímulo para futuros trabalhos.

O Centro de Física Atómica só recentemente assumiu esta designação: até 1987 foi designado por Centro de Física de Fenómenos de Ionização Interna da Universidade de Lisboa. Com esta primeira designação, o Centro foi homologado pelo INIC em 24 de Fevereiro de 1976, após proposta dos docentes e investigadores nele integrados e por divisão naquele Centro e no de Física Nuclear, igualmente homologado na referida data, do Centro de Estudos de Física anexo à Faculdade de Ciências, criado em 1940 [1]. Deste modo, os dois centros podem reclamar-se, nas respectivas áreas, herdeiros de um intenso e notável passado científico do Centro de Estudos de Física e da memória prestigiada daqueles que, desde os anos 30, souberam iniciar, determinadamente, a Física Atómica e a Física Nuclear na Faculdade de Ciências de Lisboa, e contribuir, decisivamente, para a implementação, na universidade, de uma investigação deliberadamente programada na fronteira da Física de então e perspectivada em conformidade com os moderados recursos de meios materiais e humanos disponíveis.

Recordemos um pouco desse passado e dessa memória através das palavras do Doutor Manuel Valadares (1904-1982) num artigo publicado na *Gazeta de Física* [2], em homenagem ao Professor Cyrillo Soares (1883-1950):

«O país atravessava então,» (no início dos anos 30; nossa nota) «no que respeita à investigação científica, um momento de grande entusiasmo; a criação da Junta da Educação Nacional, a feliz escolha para seu secretário do saudoso Prof. Luís Simões Raposo, o envio de numerosos bolseiros ao estrangeiro para aí se especializarem em longos

estágios, constituiam, entre outros, alguns dos factos que davam aos novos de então a fundada esperança que a investigação científica no nosso país se iria desenvolver naqueles ramos em que já se começara a trabalhar e seria criada e amparada naqueles outros em que praticamente nunca existira na nossa terra — e era este o caso da Física.» ... «Quando, em fins de 1933, regressei ao país [3] tive a ocasião, em longas conversas com o Prof. Cyrillo Soares de conhecer qual, em sua opinião, deveria ser a actuação do Laboratório no domínio da investigação. A ideia fundamental era a de que a investigação, no Lab. de Física da F. C.L., deveria desenvolver-se exclusivamente num número muito restrito de capítulos da Física. Todas as razões aconselhavam a adopção de um tal critério; em primeiro lugar, as dotações necessariamente diminutas não permitiam encarar-se a hipótese de adquirir-se aparelhagem para investigação em assuntos muito diferentes; em segundo lugar, para que o rendimento da investigação fosse apreciável haveria toda a vantagem em que houvesse um grupo de especialistas que conhecessem as técnicas e os resultados de um dado ramo de investigação de forma a poderem não só ajudarem-se mutuamente mas também a criticarem construtivamente as investigações em curso.» [4] ... «Um conjunto de circunstâncias várias havia de fazer com que, de facto, fosse a investigação em física nuclear aquela que mais se desenvolvesse — juntamente com a de espectrografia de raios X — no Laboratório da Física da F. C. L. e o Prof. Cyrillo Soares soube sempre, apesar dos ataques de que a sua orientação foi alvo, guardar fidelidade à sua ideia inicial de, para tirar um apreciável rendimento da investigação, não dispersar investigadores e material em assuntos inteiramente distintos. Quando um dia se fizer a história das universidades portuguesas nos últimos quarenta anos ter-se-á que reconhecer que não só o ponto de vista do Prof. Cyrillo Soares era justo mas ainda que ele teve a rara felicidade de preparar um grupo de investigadores e de equipar um laboratório num domínio que se ia revelar de uma importância fundamental na vida moderna;» .

Cedo começaram a aparecer a falta de subsídios e algumas ridículas más vontades, tanto quanto possível compensadas por apoios desinteressados e por uma vontade enorme do jovem grupo de avançar com os seus objectivos. Atente-se nesta deliciosa transcrição do artigo de Manuel Valadares quando se refere à construção do primeiro equipamento de espectrometria de raios X de que o Laboratório dispôs: «o Prof. Pereira Forjaz emprestou uma ampola de raios X e uma bomba preparatória para vácuo que o Laboratório de Química da Faculdade adquirira

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

algum tempo antes e um laboratório liceal emprestou uma bomba de difusão de mercúrio; às arrecadações do Laboratório foi-se buscar uma velha bobina que pertencera ao Colégio de Campolide e que, após a implantação da República, transitara para a Faculdade; finalmente, um marceneiro hábil construiu, em madeira, um espectrógrafo. Foi com este material que o assistente Francisco Mendes, que então entrara para o corpo docente da Faculdade, e eu próprio montámos a instalação com que obtivemos os primeiros espectros de raios X; mas para que sentíssemos bem todo o apoio que o nosso trabalho encontrava no Prof. Cyrillo Soares, este não hesitou em encomendar no estrangeiro, sob sua responsabilidade pessoal, um espectrógrafo de cristal curvo, visto ser esta a peça que na montagem de fortuna que havíamos feito não tinha a precisão necessária para as futuras investigações.»

Foi com esta «montagem de fortuna» que Manuel Valadares e o assistente Francisco Mendes iniciaram a investigação do espectro L do chumbo, nomeadamente o estudo «da banda satélite que acompanha, para o lado dos grandes comprimentos de onda, a risca $L\alpha_1$, banda que não tinha ainda sido examinada no caso do chumbo» e puderam observar «pela primeira vez, a existência de uma banda entre $L\alpha_1$ e $L\alpha_2$. Era esta banda satélite, entre as duas riscas α, que havia sido prevista teoricamente pelos cálculos de Richtmyer e Ramberg mas que havia escapado, até então, à observação.»

Assim nasceu a Física Atómica em Portugal.

Em 1939, o Instituto de Alta Cultura (IAC), sucessor da Junta da Educação Nacional, promove a criação de diversos centros: o Centro de Estudos de Física e o Centro de Estudos de Meteorologia e Geofísica, anexos à Faculdade de Ciências de Lisboa; o Centro de Estudos de Física e Química, com duas secções, na Faculdade de Ciências de Coimbra; e o Centro de Estudos de Física, anexo ao Instituto Superior Técnico. Não foi contemplada a Faculdade de Ciências do Porto, apesar dos protestos do director do Laboratório de Física, Professor Álvaro Machado.

O Professor Cyrillo Soares foi nomeado director do Centro de Estudos de Física da F.C.L.. Eram seus colaboradores mais directos o Doutor Manuel Valadares e o Doutor A. Marques da Silva que se doutorara em França, em 1938, sob a orientação de Madame Curie e, depois, de Frederic Juliot, com a dissertação intitulada *Contribution à l'étude de la matérialization de l'énergie* onde trata o fenómeno da materialização de um fotão no campo de um electrão.

No âmbito da Física Nuclear, o projecto de investigação em espectrografia das radiações nucleares, nomeadamente os estudos, por difracção cristalina, da radiação gama, sofrera um atraso, por falta de meios, e só veio a poder efectivar-se a partir de 1941, graças a uma importante doação de Radio D feita ao Laboratório de Física da F.C.L. pelo Laboratório de Física do Instituto de Saúde Pública de Roma [6]. Neste colóquio sobre a *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal no Século XX*, o tema da Física Nuclear será abordado pelo Professor da F.C.L. Doutor Filipe Duarte, pelo que aqui apenas referiremos o primeiro dos trabalhos citados por Manuel Valadares, realizado por Lídia Salgueiro que virá a desempenhar uma acção notável como continuadora da investigação em espectrografia de raios X, após a demissão de Manuel Valadares da função pública, em 1947. Os trabalhos de Lídia Salgueiro, iniciados em 1941, conduziram à descoberta de novas riscas no espectro da radiação gama emitida pelo RaD e permitiram estudar, pela primeira vez, o espectro de radiação de fluorescência L produzida na transmutação RaD → RaE. Na sequência destes trabalhos, Lídia Salgueiro veio a obter o grau de doutor pela Universidade de Lisboa, em 1945, com a dissertação intitulada *Espectografia gama dos derivados de vida longa do Radão.*

Os trabalhos realizados no Laboratório de Física e, depois, no Centro de Estudos de Física da F.C.L. tinham já ganho uma importante projecção nos meios científicos internacionais e haviam contribuído, decididamente, para uma nova perspectiva da investigação e do ensino da Física no País. Não teve paralelo noutras instituições, nessa época, o número de dissertações de doutoramento realizadas, que não abrangeu, unicamente, os docentes da F.C.L.. Da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto que não fora contemplada com a criação dum centro do IAC em 1939, como já referimos, vêm dois dos assistentes mais antigos para preparar, sob a orientação de Manuel Valadares, o doutoramento a que obrigava o Decreto-Lei n.º 31 658, de 21 de Novembro de 1941, para o prosseguimento da carreira universitária: Carlos de Azevedo Coutinho Braga (1899-1982) e José Sarmento de Vasconcelos e Castro (1899-1986).

Carlos Braga permanece em Lisboa de Agosto de 1942 a Julho de 1943, como bolseiro do IAC e vem a obter o grau de doutor em Ciências Físico-Matemáticas pela Universidade do Porto, em 1944, com a disser-

ACADEMIA SCIENTIARUM LUSITANA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

tação *Estudo da transformação RaD → RaE por espectrografia magnética da radiação beta secundária.*

José Sarmento optou pela Física Atómica. Embora só em 1945 lhe seja concedida uma bolsa pelo IAC, já desde 1943 que retomava o estudo sistemático da região α do especetro L. Veio a doutorar-se pela Universidade do Porto, em Junho de 1946 com a dissertação intitulada *Estudo das riscas satélites Lα do ouro.*

Nenhum destes trabalhos teve continuidade na Faculdade de Ciências do Porto. Só em 1954, foi criado, nesta Faculdade, o Centro de Estudos de Física, no âmbito da Comissão de Estudos de Energia Nuclear, do IAC.

Em Junho de 1947 deu-se a demissão pelo Governo dos doutores Manuel Valadares e Marques da Silva e do assistente Armando Gibert. O Professor Cyrillo Soares faz, então, o pedido de aposentação e de exoneração de director do Centro de Estudos de Física. Manuel Valadares vai para França a convite de Irene Juliot-Curie, e lá se fixa.

Sofre o Centro um rude golpe e a Faculdade vê-se desfalcada no seu corpo docente. São então convidados o Professor António da Silveira (1904-1985), catedrático do Instituto Superior Técnico e o Professor Júlio Palácios (1891-1970), catedrático da Universidade de Madrid. Este último assumirá a direcção do Centro de Estudos de Física até 1952.

António da Silveira, após a licenciatura em Engenharia Química pelo IST, em 1929, seguiu, como bolseiro da Junta de Educação Nacional, para o Collège de France, em Paris, onde estagiou no Laboratoire de Physique Expérimentale sob a orientação da Paul Langevin até 1932. Frequentou, igualmente, cursos de Física Teórica na Sorbonne e no Institute Henri Poincaré. Pertenceu ao Núcleo de Matemática, Física e Química, constituído por bolseiros e ex-bolseiros da JEN e do IAC, do qual fizeram parte figuras como Bento de Jesus Caraça e Ruy Luís Gomes, que nos anos trinta «iniciou em Lisboa uma série de cursos de Física Teórica destinados a auxiliar a formação científica dos elementos menos indolentes das nossas Escolas Superiores» [7]; foi Presidente do Instituto de Altos Estudos da Academia das Ciências de Lisboa da qual foi membro efectivo desde 1952 e Presidente do Instituto de Alta Cultura de 1964 a 1967; criou e presidiu ao Instituto de Física e Matemática (hoje o Complexo II do INIC), de 1951 a 1974.

Durante a sua estadia em França iniciou estudos sobre a estrutura das soluções por via dos espectros de difusão de Raman. Deste modo,

afigura-se-nos que o Professor Silveira será a primeira referência que poderemos citar na investigação em Física Molecular no País.

O Professor Júlio Palácios, catedrático de Termologia da Universidade de Madrid, por concurso, em 1916 e aos 25 anos de idade, trazia consigo um prestígio firmado nos meios científicos espanhóis e internacionais e uma vasta experiência docente e de investigação fundamental e aplicada. No âmbito destas notas e no contexto do Centro de Estudos de Física da F.C.L. cuja direcção acabava de assumir, terá interesse referir que Júlio Palácios iniciara a sua actividade científica na Universidade de Leiden, onde estagiou entre 1918 e 1920, sob a orientação de H. Kamerlingh Onnes. Em 1919 publica de colaboração com este e com A. Crommelin, o seu primeiro artigo científico, sobre as isotérmicas do neon de 10° a −217° C; entre 1920 e 1925, já em Madrid, publica seis artigos sobre propriedades superficiais do mercúrio e sobre fluxo de gases através de tubos capilares; de 1932 a 1946 saem 13 artigos sobre o estudo de estruturas cristalinas por meio de raios X e por difracção electrónica, domínio cuja tradição em Espanha vem até os nossos dias [8]; mas foi para a Electroquímica que Júlio Palácios orientou a investigação directamente a seu cargo no Centro de Estudos que passava a dirigir, investindo nela uma boa parte das verbas disponíveis.

O grupo de Electroquímica, que teve como colaboradores mais directos os então assistentes Fernando Carvalho Barreira (1928-1976) e António Manuel Baptista, deixou o Centro em 1952, quando da criação do Centro de Estudos de Física Nuclear da Comissão de Estudos da Energia Nuclear (CEEN), do Instituto de Alta Cultura.

Pelo que fica dito, parece que não foram determinantes nem visíveis as influências dos professores Silveira e Palácios nos projectos anteriores de investigação em Física Atómica e Física Nuclear. Com efeito, foi com grandes dificuldades que prosseguiram os estudos no domínio de espectrografia de raios X. Deve-se a uma discípula de Manuel Valadares, que já referimos, a Doutora Lídia Salgueiro, então 1.° assistente, a tarefa de manter a orientação científica do projecto, o que permitiu finalizar investigações anteriores e dar início a novos projectos. Contou a Doutora Lídia Salgueiro com a colaboração, de entre outros, do assistente José Gomes Ferreira que veio a ser mais um dos esteios da Espectroscopia de Raios X e da investigação sobre Fenómenos de Interacção entre o Núcleo e o Cortejo Electrónico — na terminologia frequentemente usada pelo grupo desde então.

ACADEMIA SCIENTIARUM LUSITANA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

José Gomes Ferreira inicia, em 1950, um detalhado projecto de investigação sobre a intensidade das bandas satélites das riscas Lα em função do número atómico do elemento, e vem a obter o grau de doutor na Universidade de Lisboa na sequência dessa investigação, em 1955, com a dissertação sob o título *Contribuição para o estudo das bandas satélites das riscas Lα de elementos de número atómico compreendido entre 73 e 92.*

Nestes anos difíceis, Manuel Valadares continuou, apesar de compulsivamente afastado do País, a dar o incentivo e o apoio científico possível aos seus discípulos de Lisboa; mas não só a estes: também para aqueles jovens investigadores portugueses que o procuravam, Manuel Valadares tinha uma palavra amiga e o conselho oportuno.

Assim se firmou a Espectroscopia de Raios X e a Física Atómica na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Em 1952 assume a direcção do Centro de Estudos de Física da F. C. L. o professor catedrático da Faculdade Doutor Amaro Monteiro. A orientação científica retomou os critérios originais e a investigação científica voltou a centrar-se na espectroscopia de raios X e na espectroscopia nuclear. Com subsídios da Fundação Calouste Gulbenkian renova-se e adquire-se equipamento para a espectroscopia de raios X. A preparação de dissertações de doutoramento prossegue em bom ritmo, entre os quais se refere o de Maria Teresa Gonçalves (1963) que virá a desempenhar uma quota parte importante para o desenvolvimento da investigação naquela área.

É curioso notar que o Professor Amaro Monteiro pode figurar como a segunda referência, depois do Professor Silveira, da Física Molecular em Portugal. Com efeito, a sua dissertação de doutoramento em Ciências Físico-Químicas pela Universidade de Lisboa, em 1938, preparada em França, intitulava-se *Contribuição experimental para o estudo da fosforescência do borato de zinco-magnésio.* Que saibamos, este trabalho não teve continuidade em Portugal.

Curiosa ainda é a circunstância de os estudos sobre a estrutura de soluções por espectrografia Raman, iniciada pelo Professor António Silveira, vir a ser retomada, em 1954, por um dos seus colaboradores, Manuel Alves Marques, que até 1974 se manteve no Centro de Estudos de Física da F.C.L., sob a orientação daquele professor. Manuel Alves Marques obteve o grau de doutor pela Universidade Técnica de Lisboa

— o primeiro conferido pela Universidade — em Engenharia Electrotécnica, em 1960, tendo apresentado como dissertação *A estrutura dos catiões complexos* $Mg^{2+}(OH_2)_6$ *e* $Al^{3+}(OH_2)_6$. Posteriormente foi dada equivalência também ao grau de doutor em Física.

Na reorganização dos centros do INIC permitida pelo despacho n.º 17/75, de 21 de Abril, o Professor Alves Marques passou a integrar a Linha 3 - Física Atómica e Molecular do Centro de Física da Matéria Condensada das Universidades de Lisboa (FL6, na sigla do INIC para Física, Lisboa, centro 6).

A partir de 1968 os centros do IAC organizaram-se em projectos de investigação. Em 1974 existiam no Centro de Estudos de Física da F.C.L. dois projectos: Espectroscopia Nuclear e Espectroscopia de Raios X e Fenómenos de Interacção entre o Núcleo e o Cortejo Electrónico. Nos termos do despacho acima citado, os grupos correspondentes àqueles projectos individualizam-se no Centro de Física Nuclear (FL3) e no Centro de Física de Fenómenos de Ionização Interna do INIC. Este último passou a designar-se por Centro de Física Atómica da Universidade de Lisboa (FL4), do INIC, a partir de 1987.

Nestas duas últimas dezenas de anos o actual Centro de Física Atómica desenvolveu-se duma forma apreciável em termos do número de investigadores e dos projectos de investigação em curso. A produção científica e o número de doutoramentos realizados tem sido apreciável. Em 1975 [9], 1980 [9] e 1990 [10] o Centro tinha 2, 9 e 11 doutores, respectivamente; no Plano de Actividades e Previsão de Encargos para o período de 1 de Junho de 1990 a 31 de Maio de 1991, referem-se as seguintes três linhas de investigação, com sete projectos:

Linha 1 - Espectroscopia de Raios X, actualmente da responsabilidade científica da professora catedrática Doutora Maria Teresa Gonçalves Ramos que sucedeu nessa função ao Professor Gomes Ferreira. Nesta linha se integram os professores «fundadores» Lídia Salgueiro e seu marido, José Gomes Ferreira, hoje aposentados mas ainda activos na investigação do Centro.

A Linha tem os seguintes projectos:

— 1H (na sigla do INIC para o projecto do Centro). Determinação com alta resolução da distribuição angular da radiação X, sob a orientação do professor associado Doutor Costa Parente;

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

— 1I. Determinação de rendimentos do subnível L1 para o Yr (Z=70) e Ir (Z=77), sob a orientação da professora associada Doutora Maria Inês Marques;

— 1J. Análise de materiais por fluorescência de raios X, orientado pela professora auxiliar Maria Luísa C. Leonardo;

Linha 2 - Distribuição Electrónica em Sólidos por SXS, da responsabilidade do professor auxiliar Carlos Alberto Paula Cardoso. Trata-se de um domínio de investigação em início no Centro; uma parte importante do equipamento foi adquirido em 1989. A linha tem dois projectos em mente, a curto prazo:

— 2A. Estudo da banda de valência do magnésio em ligas metálicas, a cargo do Doutor Carlos Cardoso;

— 2B. Estudo de espectros de emissão e absorção do Ti em compostos, a ser orientado pela professora associada Doutora Maria Teresa Costa Lima;

Linha 3 - Física Atómica Teórica, da responsabilidade do professor catedrático Doutor Fernando Costa Parente que também orienta os dois projectos da linha:

— 3B. Parâmetros de alinhamento em ionização por partículas pesadas;

— 3C. Estudo de iões de 2 e 3 electrões.

Para finalizar estas notas sobre a Física Atómica nos centros universitários referiremos a investigação iniciada, em 1976, na Linha 1 do Centro de Física Nuclear da Universidade de Lisboa (FL3), num projecto do Professor Fernando Bragança Gil — responsável por aquela Linha, um dos fundadores do Centro e destacado impulsionador da Espectroscopia e Física Nucleares desde o início da década de 60, com vasta obra publicada. O projecto utilizou as capacidades do acelerador de van de Graaff existente no laboratório de Sacavém do actual Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (LNETI) e nele colaboraram o Doutor José Sousa Lopes, do LNETI, actualmente professor catedrático da F.C.L., e o técnico Gaspar P. Ferreira. Em 1977 associa-se-lhes a então finalista da licenciatura em Física Maria Adelaide P. de Jesus, hoje professora associada no Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade Nova de Lisboa.

Em 1978 é publicado o primeiro artigo, no *Journal of Physics* B, 11, 2181, intitulado «X-Ray production in Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn and Fe by protons of 0.5-2 Mev incident energy» que com uma versão portuguesa havia sido apresentado, como comunicação, na Semana de Geoquímica, em Lisboa, em 1977; seguem-se, nos anos seguintes, vários trabalhos sobre secções eficazes de produção de raios X para diversos elementos, por acção dum feixe de protões com a gama de energia referida. Técnicas de raios X e o método PIXE têm sido aplicados em Arqueometria.

No âmbito desta investigação, Maria Adelaide de Jesus obteve, em 1983, o grau de doutor em Física Atómica pela Universidade Nova de Lisboa, tendo apresentado uma dissertação com o título *Efeitos coulombianos nucleares na ionização de camadas internas por iões leves.*

No Plano de Actividades e Previsão de Encargos do Centro de Física Nuclear para o período de 1.06.90 a 31.05.91, a Linha 1, da responsabilidade do Professor Bragança Gil, continua a manter a Arqueometria no projecto 1A (Espectrometria Nuclear e Arqueometria) sob a orientação daquele professor, e no projecto 1B prossegue-se o estudo de ionização de camadas atómicas interiores, sob a orientação da Professora Adelaide de Jesus, em colaboração com o Professor Parente, do Centro de Física Atómica.

O Centro de Física Molecular das Universidades de Lisboa (FL2), tem as suas primeiras raízes no Centro de Estudos de Física Nuclear, criado em Outubro de 1952, pelo Instituto de Alta Cultura. Recordemos aqui alguns aspectos que consideramos mais significativos.

No início dos anos cinquenta verificou-se uma onda de interesse, nos organismos de tutela, pela investigação perspectivada para a Energia Nuclear. Em 1952 é criada, no Instituto de Alta Cultura, a Comissão Provisória de Estudos de Energia Nuclear, por despacho ministerial de 10 de Outubro de 1952, que passa a definitiva pelo Decreto-Lei n.º 39 580, de 29 de Março de 1954, com a designação de Comissão de Estudos de Energia Nuclear (CEEN). Na dependência da Comissão formaram-se os grupos de Matemática, de Física, de Química e de Mineralogia e Geologia [11]. No grupo da Física vieram a ser criados os seguintes quatro centros:

— o Centro de Estudos de Física Nuclear de Lisboa, em Outubro de 1952, instalado num pavilhão cedido pelo Instituto Português de Oncologia (IPO). O Centro tinha duas secções: a Secção de

ACADEMIA SCIENTIARUM LUSITANA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

Física e a Secção de Radioisótopos, esta em colaboração com o Laboratório de Radioisótopos Abílio Lopes do Rego, do IPO;

— o Centro de Estudos de Física Nuclear e de Electrónica no Laboratório da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, criado em Junho de 1953;

— o Centro de Estudos de Física Nuclear de Coimbra, na Faculdade de Ciências, criado em Junho de 1953, com as secções de Física e de Electrónica;

— o Centro de Estudos de Electrónica de Lisboa, instalado no Instituto Superior Técnico, em Novembro de 1953, com as secções de Teoria dos Circuitos e de Electrónica.

A criação, no IAC, da Comissão de Estudos de Energia Nuclear e dos centros dela dependentes, tinha por objectivo imediato e mais urgente «preparar o caminho ao organismo ao qual competiriam as realizações no campo das aplicações da Energia Nuclear e, uma vez esse organismo criado, dar-lhe eficaz colaboração de índole científica». A Junta de Energia Nuclear foi esse organismo que seria absorvido pelo actual LNETI.

Como se vê, o Laboratório de Física da Universidade do Porto, que fora esquecido na organização dos centros de estudos de Física de 1939, aparece, agora, contemplado pelo IAC; mas a Faculdade de Ciências de Lisboa é ignorada!

O Professor Palácios deixa a direcção do Centro de Estudos de Física da F.C.L. (sendo substituído pelo Professor Amaro Monteiro, como já referimos) e assume a direcção do Centro de Estudos de Física Nuclear de Lisboa, bem como a do Laboratório de Radioisótopos Abílio Lopes do Rego. Traz consigo os seus colaboradores no projecto de Electroquímica, os assistentes da F.C.L. Fernando Carvalho Barreira e António Manuel Baptista.

Rapidamente se fizeram admissões de bolseiros, no sentido de iniciar alguma investigação, realizar cursos de especialização para pessoal de diversos organismos e de preparar quadros para a Junta de Energia Nuclear. Recordo aqui Carlos Cacho que foi director geral do Laboratório de Física e Engenharia Nucleares da Junta de Energia Nuclear, perto de Sacavém e os que depois foram seus próximos colaboradores: J. Pistachini Galvão, António G. Ramalho, A. Matos Ferreira e Fernando

Sequeira. Apenas ficariam ligados ao Centro de Estudos de Física Nuclear, por opção, praticamente até à sua extinção, eu próprio que fora admitido no Centro em Dezembro de 1953; Fernando Carvalho Barreira que prosseguira a sua carreira docente na F.C.L. e retomaria a investigação em Electroquímica; e António Manuel Baptista que viria a dedicar-se, prioritariamente, à investigação e às aplicações em Medicina Nuclear e a exercer docência na Academia Militar.

Nos anos de 1955 e 1956 fiz praticamente de tudo um pouco no Centro, como era vulgar naquele tempo: participação e docência de cursos de especialização; alguma investigação iniciática em Física Nuclear, Radioquímica e em radioactividade atmosférica natural e artificial [21], de que resultaram três artigos na *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, em 1955, e duas comunicações à Conferência Internacional para a Aplicação Pacífica da Energia Nuclear, realizada em Genebra, em Agosto do mesmo ano. Como extra, em regime de voluntariado «mais ou menos livre», prestava-se apoio e verificavam-se os níveis de radioactividade ambiental no laboratório do equipamento de rádio usado para a preparação de agulhas de vidro com radão, para fins radioterapêuticos (os tais tubos de vidro com radão que Manuel Valadares refere serem-lhe negados pelo IPO para as suas investigações, mesmo depois de usados!).

Em fins de 1955 recaiu sobre mim a escolha dum bolseiro do Centro para realizar um estágio de especialização em Espectrometria de Massa. O estágio tinha por objectivos a aquisição de técnicas gerais de análise espectrométrica, nomeadamente em Química Orgânica, de técnicas traçadoras com isótopos estáveis, e de análises isotópicas no âmbito da Física Nuclear e do datamento geológico, de interesse para a Junta de Energia Nuclear. Como centro de estágio foi escolhido, por quase-acaso de uma visita de um colega a trabalhar na Junta, o «Laboratorium voor Massaspectrografie», da «Stichting Fondamenteel Onderzoek der Materie (FOM)» [13], em Amesterdão, sob a direcção do Professor Jacob Kistemaker.

Não foi necessário muito tempo para me aperceber que o Laboratório reunia condições excepcionais como centro de estágio para o tipo e conceito de investigação em Física Experimental que então (como ainda hoje, no essencial) considerava recomendável para Portugal, no âmbito universitário.

Como objectivo prioritário da sua actividade, o Laboratório tinha, em curso ou projectada, investigação de ponta, fundamental e aplicada, nos domínios da espectrometria de massa, dos fenómenos de ionização

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

atómica por feixes de electrões, da separação electromagnética especialmente de isótopos de interesse para a Física Nuclear, da ultra-centrifugação de isótopos de urânio, e da termodifusão gasosa, nomeadamente para isótopos estáveis.

Havia um conhecimento vasto sobre fontes de electrões e de iões, das técnicas de alto e ultra-alto-vácuo, das baixas temperaturas, e das tecnologias do vidro, de soldadura e dos novos materiais, que asseguravam ao Laboratório uma capacidade de realização experimental e instrumental acima do vulgar. A existência de umas boas oficinas sempre foi, para o Professor Kistemaker, uma condição «sine qua non» da investigação experimental do seu laboratório: sempre o afirmou no seu país, sempre mo repetiu e aconselhou, e também sempre o destacou, «a quem de direito», nas suas diversas visitas a Portugal; mas aqui «falou aos peixes» (veja-se o estado lastimoso, indigente em meios e técnicos qualificados, das oficinas dos nossos centros de Física — dos que ainda dizem tê-las!).

Curiosamente, o «Laboratorium voor Massa Spectrografie» estava instalado, provisoriamente, havia cerca de 14 anos, numa parte de um antigo edifício da Companhia Municipal de Electricidade de Amsterdão. Só em 1960 se inaugurariam as instalações definitivas, num moderno e bem equipado complexo científico que assumiu a designação de «Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica», da FOM, e que tem sido um dos centros líderes, internacionalmente, da investigação naqueles domínios.

Em Janeiro de 1956 iniciei, como bolseiro do IAC, o meu estágio em espectrometria de massa no «Laboratorium voor Massaspectrografie», cuja duração se previra para seis meses a um ano; a meados do ano, com o conhecimento que entretanto tivera do Laboratório, decidi propor o início da preparação duma dissertação de doutoramento ao Professor Kistemaker, com a acordância e apoio do Presidente da Comissão de Estudos da Energia Nuclear, Professor Herculano de Carvalho. Para compatibilizar a formação especializada em espectrometria de massa com um projecto de investigação que pudesse ter possibilidade de retomar em Portugal, optei como tema para a dissertação, de entre as possibilidades que o Laboratório oferecia e a conselho do Professor Kistemaker, pela termodifusão isotópica em gases. Foi um duro trabalho em duas frentes que, descontando o tempo de interrupção da bolsa, veio a ser realizado em menos de três anos.

Em Espectrometria de Massa foi meu orientador o Doutor A. J. Boerboom, referência obrigatória na investigação teórica e instrumental. Com ele cumpri o programa de especialização previsto, fiz projecto e colaborei na construção de dois espectrómetros (vindo um deles a servir de protótipo para uma empresa), no sentido de me familiarizar com as tecnologias envolvidas. Durante muitos anos acompanhei os trabalhos do Doutor Boerboom, durante as minhas estadias regulares no Institut voor Atoom- en Molecuulfysica; no entanto, só em 1972 se proporcionou escrever um artigo teórico em colaboração, que veio a ser publicado na *Portugaliae Physica* [14] a cuja Comissão Redactorial eu pertencia.

Quanto à Termodifusão, o programa de investigação fundamental e aplicada do Laboratório estava a cargo do Doutor A. E. de Vries, de formação básica em Química, então em estágio pós-doutoral nos Estados Unidos. Assim, foi o Professor Kistemaker que acumulou as funções de supervisor de dissertação e de orientador científico, desde início estimulando os aspectos físicos e, como costumava dizer, a minha «habilidade» físico-matemática.

O Laboratório tinha um projecto de investigação aplicada em colunas de termodifusão gasosa, de grandes dimensões, para a separação (enriquecimento) de isótopos. Recordo, por exemplo, os isótopos Ne^{20} e Ne^{22} a partir de neon natural, destinados a investigação em Física Nuclear, e os de carbono, C^{12} e C^{14}, de dióxido de carbono de amostras para datamento arqueológico por novo método. Sabia-se, empiricamente, que a adição a uma mistura binária de isótopos de um terceiro gás favorecia, nalguns casos, o efeito da separação isotópica.

A fim de tentar esclarecer o assunto, programou-se o estudo da termodifusão elementar em misturas ternárias do tipo referido, que constituiu o tema central para a dissertação de doutoramento. A investigação desenvolveu-se nos aspectos teórico e experimental.

Dada a complexidade das teorias existentes, decidimo-nos, como primeira aproximação, tentar obter um tratamento elementar baseado no percurso livre das moléculas, generalizado para misturas multicomponentes, particularizáveis às anteriores misturas ternárias. A teoria mostrou-se capaz de explicar os aspectos essenciais do comportamento daquelas misturas e do efeito de adição do terceiro gás.

A particularização para misturas binárias revelou uma propriedade importante que tem sido largamente aplicada tanto teórica como experimentalmente: a despeito da complexidade formal do chamado factor

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

de termodifusão, o seu inverso é linear nas concentrações dos componentes, em primeira aproximação e para a maioria das misturas binárias.

A forma conceptual da teoria serviu de orientação, pouco depois, para uma teoria «exacta» desenvolvida, no Laboratório, por F. van der Valk.

A investigação experimental foi realizada com misturas (He^4; A^{36}, A^{40}), (He^4; Ne^{20}, Ne^{22}) e (H_2; Ne^{20}, Ne^{22}) de gases naturais, sendo as misturas consideradas ternárias, em primeira aproximação e, ainda, como binárias (He, A) (He, Ne) e (H_2, Ne); a mistura (A, Ne) foi, igualmente, interpretada como mistura quaternária (A^{36}, A^{40}; Ne^{20}, Ne^{22}).

Na sequência desta investigação foram-me concedidos o grau de «Doctorandus» [15] em Física, em 28 de Maio de 1958, com dispensa de actos atendendo ao meu curriculo académico e científico anterior, e o grau de doutor em Matemática e Física [16], em 5 de Novembro de 1959, pela Universidade de Leiden, com uma dissertação intitulada *Experimental and theoretical thermal diffusion factors in binary and ternary mixtures*. Foram ainda publicados quatro artigos [17].

Regressei a Lisboa em fins de 1959. No relatório da Comissão de Estudos de Energia Nuclear referente ao período de 1959-1962, na parte relativa ao Centro de Estudos de Energia Nuclear de Lisboa, já consta a Secção de Espectrometria e Física Molecular [18]. Assim se formou o embrião do Laboratório Calouste Gulbenkian de Espectrometria de Massa e Física Molecular, da CEEN, que viria a ser inaugurado em 22 de Maio de 1964, pelo Ministro da Educação Professor Galvão Teles.

Foram cerca de quatro anos e meio de esforços continuados e uma persistente «teimosia», com altos e baixos costumeiros nestas coisas, cujos episódios ficarão para outra ocasião. Tive, porém, um decisivo apoio da Fundação Calouste Gulbenkian, do seu Presidente, Doutor Azeredo Perdigão e do Director de Serviços de Ciência, Dr. Ribeiro dos Santos, que desde logo reconheceram mérito científico e importância para o País ao projecto que fora apresentado. A Fundação resolveu custear a aquisição dum espectrómetro de massa e subsidiar, substancialmente, a construção de instalações. Não poderei esquecer aqui os professores Herculano de Carvalho e Júlio Palácios, cuja acção, pelas funções que desempenhavam e pelo estímulo e ajuda que me concederam, muito contribuiu para levar por diante todo este processo [19].

Poucas hipóteses se puseram para a localização do Laboratório de Espectrometria de Massa e Física Molecular: o Instituto Português de Oncologia foi rapidamente abandonado; a Junta de Energia Nuclear não insistia na Espectrometria (preferia ver-me ligado à investigação com o acelerador de van de Graaff, no caso de eu decidir-me pela Junta, o que nunca fiz); a Faculdade de Ciências de Lisboa, vagamente invocada, poucas possibilidades oferecia; restava a localização no Instituto Superior Técnico que dispunha e cedia o terreno e sempre se apresentara como forte candidato.

Resolvido o problema da localização e dada luz verde ao processo, deu-se início à aquisição de equipamento básico, à elaboração do projecto das instalações do Laboratório e à contratação e formação dos primeiros bolseiros e do primeiro pessoal técnico para as oficinas.

Atendendo aos dilatados prazos de entrega, era urgente confirmar-se a aquisição do espectrómetro e da máquina de produção de ar líquido. As circunstâncias (e as indefinições sobre quais os tipos de análises exteriores a que o Laboratório teria, eventualmente, de dar resposta) levaram-me a decidir por um espectrómetro de larga maleabilidade de aplicação, para amostras gasosas e sólidas, com suficiente gama e sensibilidades mássicas, e que possuísse não só boas capacidades para análises gerais e isotópicas mas também para investigação no âmbito da espectrometria e dos processos de ionização e dissociação moleculares.

O projecto do Laboratório foi elaborado pelo Arquitecto José Maria Segurado, com quem colaborei intimamente. O Laboratório tinha uma área aproximada de 600 m^2, com dois pisos. O primeiro piso tinha: um laboratório de cerca de $12 \times 6\ m^2$, para a Espectrometria de Massa e para investigação compatível em Física Molecular (nomeadamente a Termodifusão), com uma saleta de apoio e um gabinete contíguos; um laboratório com cerca de $9 \times 4\ m^2$, para processamentos físico-químicos e para investigação, com saleta de apoio e gabinete anexos; uma biblioteca; um pequeno laboratório especialmente para montagens e electrónica; um gabinete; sanitários; e um grande átrio de entrada. No piso térreo ficavam: as oficinas mecânica e de soldadura, de vidro, e de electrónica; um gabinete de desenho e projecto; dois gabinetes; uma sala para a máquina e o equipamento de ar líquido; e instalações sanitárias.

Tendo como justificação o habitual argumento da eterna falta de espaço e razões de «conveniência de serviço», uma parte destas insta-

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

lações logo foram ocupadas para fins diversos dos projectados, embora com acordo prévio e sem ocupações selvagens: a «título provisório» (como não poderia deixar de ser ...) e enquanto se procedia à formação científica de bolseiros no estrangeiro, os gabinetes do piso térreo e uma boa parte da área oficinal foram cedidos à secretaria da CEEN que passou a dar apoio administrativo ao Laboratório; o laboratório para processamentos físico-químicos e as suas instalações anexas foram ocupados (realmente por apenas alguns anos) pelo Doutor Fernando Carvalho Barreira que deixou o Centro de Física Nuclear e se integrou no Laboratório até à criação do Centro de Estudos de Electroquímica, na Faculdade de Ciências de Lisboa.

Ainda na fase inicial do projecto do Laboratório de Espectrometria de Massa e Física Molecular, a Comissão de Estudos de Energia Nuclear decidiu acrescentar ao projecto uma área para o Centro de Estudos de Química Nuclear de Lisboa, dirigido pelo Professor Herculano de Carvalho, destinada ao grupo orientado por Carlos Lloyd Braga e de que faziam parte J. Carvalho Conte (recentemente falecido), José Lopes da Silva e Manuel Fernandes Thomaz. O grupo iniciava, então, a investigação em fotofísica, na interface da Física Molecular e da Química-Física [20].

A formação de jovens investigadores contemplou a Espectrometria de Massa e a Física Molecular. Foram meus primeiros colaboradores Augusto Manuel Celorico Moutinho (desde 1963, com interrupções devidas ao serviço militar), Maria Aurea Isidoro da Cunha (1963), Maria Helena Allen de Vasconcelos (1964) e Maria Eugénia Fronteira e Silva (1966). Todos foram contratados, como bolseiros do IAC, para o Laboratório de Espectrometria de Massa e Física Molecular, em regime de tempo inteiro, como eu próprio optara, durante a fase de arranque. Em 1973 completou-se este primeiro grupo, com a admissão de Maria de Lourdes Costa.

Devemos, ainda, incluir aqui o assistente de Química da F.C.L., Luís Fraser Monteiro que logo em 1964 indigitaríamos para um estágio em espectrometria de massa, que adiante referiremos.

Como centro de formação em espectrometria de massa optámos pelo grupo do Doutor Ivor Reed, «senior reader» do Departamento de Química da Universidade de Glasgow que já conhecíamos havia alguns anos e com quem viríamos a realizar, em Lisboa, em 1969, um curso internacional de Verão de espectrometria, integrado no Instituto de Altos Estudos da NATO. A opção por aquele grupo deveu-se, essencialmente, a dois motivos: a conveniência de diversificar os centros de formação dos bolseiros e das ligações internacionais; o interesse em desenvolver, no nosso Laboratório, uma componente de Química e Química-Física na investigação e nas aplicações da espectrometria, sem prejuízo, no entanto, dos aspectos físicos fundamentais, subjacentes.

Em 1965 seguiu para Glasgow, como bolseiro do IAC, Luís Fraser Monteiro. Acompanhou-o sua esposa, Maria de Lourdes Fraser Monteiro, assistente de Física da F.C.L. que igualmente veio a realizar um estágio com o Doutor Ivor Reed, por sua iniciativa. Fraser Monteiro familiarizar-se-ia com as tecnologias espectrométricas e desenvolveria uma investigação teórico-experimental sobre o problema das análises de misturas de compostos orgânicos, utilizando um método matricial com diversos aspectos inovadores, na sequência do qual viria a obter o grau de doutor pela Universidade de Glasgow, em 1969, com a dissertação intitulada *Some studies on mass spectrometry*.

Maria de Lourdes Fraser Monteiro optou por uma investigação essencialmente instrumental, tendo obtido o doutoramento, também em Glasgow, em 1969, com a dissertação *A photoionization coincidence time of flight mass spectrometer* que lhe deu uma fundamentação científica e técnica para os seus posteriores trabalhos sobre fotoionização.

Regressados ao País, nem Luís Fraser Monteiro nem sua esposa seriam admitidos pela CEEN como bolseiros do Laboratório de Espectrometria de Massa e Física Molecular, apesar das minhas propostas. Graças à dádiva, pelo Doutor Reed, do equipamento com que tinham trabalhado na Universidade de Glasgow e a pequenos subsídios concedidos a um projecto aprovado pelo INIC, sobreviveram cientificamente, com muitas dificuldades, na F.C.L. O casal Fraser Monteiro integrar-se-ia, posteriormente, no Centro de Física Molecular do INIC, a partir da sua criação, em 1975. Nele mantêm uma linha de investigação sobre fotoionização e dinâmica molecular, usando espectroscopia de coincidências fotoelectrão-fotoião, no sentido de obter informação sobre constantes de dissociação de iões moleculares. Desenvolvem, ainda, trabalho no âmbito da espectroscopia laser e da multifotoionização ressonante.

Depois do regresso do casal Fraser Monteiro a Portugal, seguiu para estágio com o Doutor Reed, em Glasgow, Maria Eugénia Fronteira e Silva que em 1973 se doutoraria com a dissertação *Mass spectral studies of organic ions in the gas phase* [21].

ACADEMIA SCIENTIARUM LUSITANA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

Maria de Lourdes Costa fechou este ciclo de formação de investigadores em espectrometria de massa, com um doutoramento na Universidade de Oxford, em 1979, com uma disseração intitulada *Studies in photoionization*, preparada sob a orientação do Doutor David Turner.

As doutoras Maria Eugénia Fronteira e Silva e Maria de Lourdes Costa vieram a integrar-se no Centro de Espectrometria de Massa (QL6), em 1975; mantiveram, no entanto, alguma ligação com seus anteriores colegas, agora no Centro de Física Molecular [22].

Como centro de formação para os primeiros bolseiros orientados para a investigação em Física Molecular, estava escolhido, desde a minha estadia em Amesterdão, o laboratório do Professor Kistemaker, instalado, a partir de 1960, num moderno e bem equipado complexo científico: o FOM - Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica, como já referimos. Em 1965 seguiram para Amesterdão, como bolseiros do IAC, Augusto Manuel Celorico Moutinho e Maria Helena Allen de Vasconcelos.

Por acordo com os professores Kistemaker e J. Los, Augusto Moutinho foi integrado no grupo de investigação com feixes moleculares, com a condição de iniciar, de raiz, um novo tema de investigação e de participar no projecto e na construção do equipamento, no sentido de se familiarizar e poder dar continuidade à investigação, quando do seu regresso ao Laboratório de Espectrometria de Massa e Física Molecular.

A investigação em Física Atómica e Molecular com feixes moleculares de baixa energia (de 10 a 500 eV) tinha suscitado um grande interesse por volta dos anos 60. A capacidade de investigação experimental aumentara enormemente devido, nomeadamente, ao desenvolvimento da electrónica e das tecnologias de alto e ultra-alto-vácuo, à possibilidade de obtenção de feixes fotónicos, electrónicos, iónicos e moleculares, suficientemente intensos e estáveis, a novos métodos e melhoria das técnicas de detecção de partículas, à automação e ao cálculo automático, e aos novos materiais. Paralelamente, a investigação teórica conhecia, também, um grande impulso, em íntima ligação com a investigação experimental.

O interesse do estudo da dinâmica das colisões, por via de feixes moleculares, ultrapassa, largamente, o âmbito da Física Atómica e Molecular, sendo, com efeito, matéria de projecção interdisciplinar. Como exemplos importantes poderemos citar a Física de Plasmas e a Astrofísica, e a Cinética das Reacções Químicas. Mais recentemente, os feixes moleculares estão a ter uma extraordinária importância no estudo de superfícies, sólidas e líquidas, por bombardeamento iónico e molecular, na implantação iónica e obtenção de novos materiais, em semicondutores, e na produção de depósitos e películas finas para diversos fins.

Em 1964 eram já perfeitamente previsíveis os referidos centros de interesse na investigação fundamental, aplicada e de desenvolvimento tecnológico. Nestas circunstâncias, pareceu-nos realista a aposta na investigação com feixes moleculares. Por outro lado, a investigação projectada estava próxima da praticada pelos bolseiros que haviam seguido especializações em espectrometria de massa. Sabíamos, à partida, que o projecto era ambicioso, para os termos e a dimensão usuais da nossa investigação universitária; mas alguns riscos havia de correr.

Augusto Moutinho cumpriu, cabalmente a orientação que fora prevista. Após um longo e duro estágio, veio a obter o grau de doutor pela Universidade de Leiden, em 1971, com a dissertação *Chemi-ionization in neutral-neutral collosions*, tendo como promotor o Professor J. Los. Na dissertação e em diversos artigos com ela relacionados, faz-se o estudo de processos de transferência de carga em colisões endoenergéticas do tipo $A + B \rightarrow A^+ + B^-$, onde A é um metal alcalino (K, Na ou Li) e B uma molécula biatómica de oxigénio ou de halogéneo ou, ainda, um átomo de iodo.

Não foi simples dar continuidade à investigação com feixes moleculares no Laboratório de Espectrometria de Massa e Física Molecular. Contou-se, uma vez mais, com a prestimosa ajuda dos professores Kistemaker e J. Los que cederam grande parte do equipamento com o qual Augusto Moutinho tinha trabalhado em Amesterdão, no valor de alguns milhares de contos e impossível de obter nos circuitos comerciais.

O estudo das colisões inelásticas entre átomos alcalinos e moléculas, envolvendo a transferência de um electrão, tem sido continuado pelo grupo do Professor Moutinho e aplicado a moléculas diversas, algumas delas de grande complexidade estrutural, em termos físicos. Nas investigações mais recentes usam-se dois feixes, cruzados, um de átomos alcalinos com energia variável entre 10 e 500 eV, e outro, molecular, obtido por efusão através de uma placa multicapilar. Nas observações medem-se secções eficazes diferenciais, com identificação, por técnicas de espectrometria de massa, dos canais iónicos de saída. Usam-se feixes alcalinos hipertérmicos de Na, K, Li e Cs e, num conjunto de

experiências, as seguintes moléculas biatómicas e poliatómicas: O_2, N_2, I_2, Br_2, F_2, CCl_4, $SnCl_4$, CF_3I, CH_3I, CH_3OH, CH_3NO_2 e $C_6H_5NO_2$.

Na sequência destas investigações vieram a doutorar-se dois colaboradores do Professor Moutinho, sob sua orientação: o assistente do INIC Manuel J. P. Maneira, em 1984, na Universidade Nova de Lisboa, com a dissertação *Formação de pares de iões em colisões entre átomos e moléculas tetraédricas*, e o assistente do IST, Amílcar José F. Praxedes, na Universidade Técnica de Lisboa, em 1985, com a dissertação *Excitação electrónica de iões moleculares negativos induzidos por colisão atómica.*

A Maria Helena Allen de Vasconcelos que seguira, com Augusto Moutinho, para o FOM - Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica, como bolseira do IAC, foi atribuído como tema de investigação, no âmbito da Dinâmica e da Espectroscopia Molecular, o estudo de transferência de energia entre estados vibracionais e destes para a translação, por efeito fotoacústico: um feixe de radiação no infra-vermelho, pulsado e filtrado, provoca no gás em observação, periodicamente, excitações de estados vibracionais de níveis mais elevados que, desexcitando-se para níveis mais baixos e destes para a translação, provocam oscilações de pressão no gás; a caracterização dessas oscilações sonoras, em amplitude ou diferença de fase entre o sinal luminoso e o sinal sonoro, permite determinar os processos mais prováveis de transferência de energia e tempos de relaxação.

Maria Helena veio a doutorar-se na Universidade de Amesterdão, com a dissertação *Vibrational relaxation times in methane. The optic-acoustic effect*, em acto que, por motivos de saúde da candidata, apenas se realizou em 16 de Junho de 1975. Foi promotor o Professor J. Los (também promotor de Moutinho, como já referimos) e como co-promotor e orientador de estágio, o Dr. A. de Vries.

O tema de investigação foi retomado no Centro de Física Molecular, para diversos gases e misturas binárias. Parte do equipamento usado, nomeadamente o espectrofone, foi cedido gratuitamente pelo Instituuut voor Atoom- en Molecuulfysica. Em 1987 doutora-se pela Universidade Técnica de Lisboa, com a orientação de Maria Helena Vasconcelos, a assistente do IST Margarida Maria Rebelo da Silva, com a dissertação *Estudo fotoacústico da transferência de energia vibracional em gases — NO e N_2O.*

Maria Áurea da Conceição Maia Izidoro da Cunha que tem sido minha colaboradora, de primeira hora, na investigação em termodifusão e no estudo de modelos de potenciais intermoleculares, no Laboratório Calouste Gulbenkian de Espectrometria de Massa e Física Molecular e, depois da divisão deste, no Centro de Física Molecular do INIC, decidiu fazer em Portugal a maior parte da sua formação científica e preparar a sua dissertação de doutoramento, sob minha orientação.

Desde fins da década de sessenta, prosseguiu, de forma sistemática, um laborioso projecto de investigação com isótopos de gases raros, nomeadamente de neon e de kripton, numa larga gama de temperatura (entre 80 e 960 K, aproximadamente). Os resultados obtidos são considerados, em geral, como dos mais completos e fiáveis publicados na literatura, e têm sido utilizados, frequentemente, na comparação teórico-experimental de propriedades de transporte e de equilíbrio de gases a pressões moderadas, bem como no estudo e teste de modelos de potenciais intermoleculares.

Foram publicados, desde então, 14 artigos e feitas 10 comunicações sobre o assunto. Em 1981, Maria Áurea Cunha obteve o grau de doutor em Física Atómica e Molecular pela Universidade Nova de Lisboa, com a dissertação intitulada *Termodifusão isotópica com neon e kripton.*

Actualmente, embora colaborando na investigação em termodifusão, Maria Áurea Cunha dedica grande parte do seu tempo a um recente projecto de investigação do Centro, de que é responsável, sob a formação e o comportamento de agregados moleculares. Neste projecto tira-se partido do equipamento e da experiência científica adquirida no Centro na investigação com feixes electrónicos e moleculares. Curiosamente, nele se reúnem, de novo, os três primeiros «fundadores»: Maria Áurea, Augusto Moutinho e, mais por vontade e mérito destes, eu próprio.

Na linha de investigação do Centro sob minha responsabilidade, foi criado, há cerca de cinco anos, um projecto de investigação teórica sobre Dinâmica das Colisões Atómicas e Moleculares. Deste modo se completaria no aspecto teórico, pelo menos intencionalmente, a investigação experimental realizada no Centro, nomeadamente com feixes moleculares.

Com este objectivo, estagiou, como bolseira do INIC, no Departamento de Física Atómica Teórica da Universidade Livre de Bruxelas, sob a orientação do Professor Charles Jean Joachin, a assistente do Departamento de Física da UNL, Maria Francisca V. Mota Furtado, que

ACADEMIA SCIENT LUSITANA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

veio a obter o grau de doutor naquela universidade belga, em 1988, com a dissertação intitulada *Étude théorique de l'ionisation d'atomes multi-électroniques par impact d'électrons rapides*. Uma parte importante da investigação foi feita em colaboração com o departamento de matemática do «Royal Holloway and Bedford New College» da Universidade de Londres.

Nos estudos teóricos efectuados e prosseguidos no Centro, o cálculo das secções eficazes de ionização por impacto de electrões de médias e altas energias é feito por via da matriz R, tendo-se obtido uma assinalável concordância com os mais recentes resultados experimentais para o hidrogénio atómico, o hélio e o neon.

Em resumo, desde a fundação do Laboratório Calouste Gulbenkian de Espectrometria de Massa e Física Molecular, em Maio de 1964, e depois da divisão deste, desde 1975 quanto ao Centro de Física Molecular, obtiveram o grau de doutor 12 investigadores: 4 com temas de Espectrometria de Massa, no estrangeiro, e 8 com temas de Física Molecular — 4 no estrangeiro e 4 no país.

Os títulos das dissertações de doutoramento referidas dão, só por si, uma ideia muito aproximada dos temas de investigação praticados no Laboratório e no Centro durante estas quase três dezenas de anos, no âmbito da Física Molecular. Actualmente, de acordo com o Plano de Actividades e Previsão de Encargos para o período de 1 de Junho de 1990 a 31 de Maio de 1991, referem-se as seguintes linhas e projectos de investigação [23]:

Linha 1 - Efeito fotoacústico, da responsabilidade científica da professora associada da FCT-UNL, Doutora Maria Helena Allen de Vasconcelos Cabral. A Linha tem dois projectos:

— 1B (na sigla do INIC para o projecto). Efeito fotoacústico, sob a orientação da professora auxiliar do IST, Doutora Margarida Rebelo da Silva;

— 1C. Efeito fototérmico, sob a orientação da Professora Maria Helena Cabral.

Linha 2 - Interacções atómicas e moleculares. Feixes moleculares, da responsabilidade do professor catedrático da FCT-UNL, Doutor Augusto Moutinho. Tem os seguintes projectos:

— 2A. Agregados moleculares, sob a supervisão da professora associada do IST, Doutora Maria Áurea Cabral.

— 2B. Investigação com aparelho SIMS (stimulated ionisation mass spectrometry), a cargo da professora associada da FCT-UNL, Maria Helena Vasconcelos Cabral;

— 2C. Formação de pares de iões, da responsabilidade do Professor Augusto Moutinho. O professor auxiliar do IST Doutor Amílcar Praxedes, integra-se neste projecto.

— 2D. Interacção com feixes moleculares, de supervisão do Professor Moutinho (aplicações: estudo da degradação térmica da cortiça; interacção feixe-superfície em ultra-alto-vácuo (de colaboração com o Instituuit voor Atoom- en Molecuulfysica); formação de depósitos em superfícies);

— 2L. Produção de filmes finos, da responsabilidade do professor auxiliar da FCT-UNL, Doutor Manuel Maneira.

Linha 3 - Fenómenos de transporte em gases. Física Atómica e Molecular Teóricas, da responsabilidade científica do signatário. Tem dois projectos de investigação:

— 3A. Termodifusão em misturas gasosas, da orientação do signatário;

— 3B. Ionização atómica por impacto de electrões de alta energia, a cargo da professora auxiliar da FCT-UNL, Maria Francisca Furtado.

Linha 4 - Fotoionização e dinâmica molecular, sob a responsabilidade do professor catedrático da FCT-UNL, Doutor Luís Fraser Monteiro. Na linha vieram integrar-se o professor auxiliar da FCL, Doutor Luís Filipe Aurélio e o investigador auxiliar do INIC, Doutor José Manuel Serrão, não referidos anteriormente.

A linha tem os seguintes projectos:

— 4A. Fotoionização e dinâmica molecular, por espectroscopia de coincidências fotoelectrão-fotoião, sob a supervisão da professora associada da FCL, Doutora Maria de Lourdes Fraser Monteiro;

— 4B. Espectroscopia laser e suas aplicações, da orientação do professor Fraser Monteiro.

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

No sentido de completar o âmbito científico do Centro de Física Molecular das Universidades de Lisboa importa referir, mesmo sumariamente, as restantes linhas de investigação do Centro, genericamente no domínio da Física do Estado Sólido, cujos investigadores se integraram no Centro a partir da sua criação, em 1975, mais por razões de origem dos responsáveis (a FCT-UNL) do que por afinidade científica:

Linha 6 - Projecto e desenvolvimento no domínio da microelectrónica e da conversão fotovoltaica, da responsabilidade do professor catedrático do Departamento de Ciência dos Materiais da FTC-UNL, Doutor Leopoldo Guimarãis. A linha tem, actualmente, 4 projectos e integra 4 doutores, dois deles professores auxiliares do IST. Desta linha provieram as duas seguintes.

Linha 7 - Estrutura e propriedades físicas dos materiais amorfos, da responsabilidade do professor associado do IST, Doutor Rui Manuel Amaral de Almeida, único doutor da linha. A linha tem 4 projectos de investigação.

Linha 8 - Física aplicada e propriedades eléctricas e ópticas dos materiais, da responsabilidade do professor associado da FCT-UNL, Doutor José Narciso Marat Mendes. A linha funciona na FCT e integra outro professor associado da FCT.

O Centro de Física Molecular tem tido uma produção científica significativa e de projecção internacional, e um crescimento muito rápido na dimensão humana dos investigadores doutorados: 3 em 1975, 7 em 1980 [24] e 18 em 1990 [25]. A razão não-doutorados/doutorados tem rondado os 3/2 desde 1980.

Em contrapartida, o número de pessoal técnico e administrativo que era de 4 em 1975 e de 5 em 1980, reduz-se a 1 técnico e 1 administrativo actualmente, com a agravante de se terem tornado praticamente inoperantes e incapazes os serviços oficinais de que dispunha o Complexo Interdisciplinar do INIC no IST, onde se integra o Centro. O INIC tem-se mostrado incapaz de ultrapassar esta situação deplorável.

Se bem que sejam os únicos a assumi-la nas suas designações, a investigação em Física Atómica e Molecular não se limita ao Centro de Física Molecular e ao Centro de Física Atómica. Pelas suas ligações históricas e científicas a este último, já tivemos oportunidade de referir

a investigação em Física Atómica praticada no Centro de Física Nuclear; mas outros centros deverão ser citados, por forma a poder-se ter um panorama minimamente suficiente acerca da evolução e investigação naqueles domínios no país, cada vez mais relevantes na Física actual e suas aplicações.

Por critiério, apenas nos iremos referir a linhas e projectos de centros de Física do INIC, sem dúvida com maior representatividade [26]. As situações que se nos apresentam são, porém, diferenciadas: nuns casos, a investigação praticada é claramente do âmbito da Física Atómica ou Molecular; noutros casos estas áreas da Física são consideradas «instrumentos de trabalho» ou ciências básicas, interdisciplinares da investigação praticada (como, por exemplo, na Física de Plasmas) ou das aplicações visadas (detectores de partículas, implantação iónica ou engenharia de superfícies, por exemplo).

Neste contexto, referir-nos-emos a linhas e projectos dos seguintes centros de Física: Centro de Física da Matéria Condensada das Universidades de Lisboa (FL6, na sigla usada pelo INIC) instalado no Complexo II do INIC, na Av. Gama Pinto; Centro de Electrodinâmica da Universidade Técnica de Lisboa (FL1), instalado no Complexo I do INIC, no IST; e Centro de Física da Radiação e dos Materiais da Universidade de Coimbra (FC1), anexo à Faculdade de Ciências daquela Universidade.

CENTRO DE FÍSICA DA MATÉRIA CONDENSADA. O centro foi criado em Maio de 1976, por divisão do Instituto de Física e Matemática do IAC (hoje Complexo II do INIC), no período de reorganização dos centros, de acordo con o Despacho n.º 17/75 de 12 de Abril.

Linha 3 - Física Atómica e Molecular, da responsabilidade do professor catedrático do IST, Doutor Manuel Alves Marques que iniciou a sua actividade científica no Centro de Estudos de Física da FCL, em 1954, como discípulo do Professor António da Silveira, como já referimos.

A linha tem 7 doutores (2 professores catedráticos, 1 professor associado e 4 professores auxiliares, do IST e da FCL) e os seguintes projectos:

— 3B. Investigação das interacções moleculares em soluções líquidas; espectros de Raman de soluções muito concentradas em água deuterada e ordinária, sob a orientação do Professor Alves Marques;

— 3F. Determinação da estrutura de agregados moleculares, a cargo do Professor Alves Marques;

— 3G. Laser CVD de nitrato de titânio, da orientação da professora auxiliar da FCT, Doutora Olinda Maria Conde;

— 3G. Interpretação teórica de espectros moleculares obtidos por espectroscopia sub-Döppler; espectros de vibração-rotação moleculares, da responsabilidade da professora auxiliar da FCL, Doutora Maria Luísa Palma;

— 3I. Problemas de física fundamental na dinâmica intramolecular, da responsabilidade do professor catedrático da FCL, Doutor Noémio Macias Marques. O Professor Noémio Marques iniciou um estágio em Paris, em 1965, com o Professor G. Hamat, tendo-se doutorado em 1970 com a dissertação intitulada *Hamiltonian pour la vibration-rotation des molécules triatomiques non lineaires: comparaison critique et formulation général.*

CENTRO DE ELECTRODINÂMICA DA UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA, anexo ao IST e instalado no Complexo I do INIC. O centro foi homologado em Outubro de 1975, por divisão do Centro de Estudos de Electrónica de Lisboa, criado em 1953 na dependência da Comissão de Estudos de Energia Nuclear (CEEN), do IAC [27].

Linha 5 - Descarga em gases. Electrónica nos gases. É responsável da linha o professor catedrático do IST Doutor Carlos R. A. Matos Ferreira. O Professor Matos Ferreira estagiou no Laboratório de Física dos Plasmas do Centro de Orsay, sob a direcção do Professor Delcroix, a partir de 1971, como bolseiro do INIC; doutorou-se na Universidade de Paris XI em 1976, tendo apresentado a dissertação intitulada *Teoria da descarga de arco com cátodo oco. Aplicação ao argon.* Anos antes doutorara-se com o Professor Delcroix, com uma dissertação sobre tema semelhante, o Professor Rocha Trindade, actualmente Reitor da Universidade Aberta.

A linha integra 3 doutores (o Professor Matos Ferreira, um professor auxiliar do IST e um investigador auxiliar do INIC) e conta com a colaboração de diversos investigadores seniores do quadro do Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (LNETI). São os seguintes os projectos em curso, sob a orientação do Professor Matos Ferreira:

— 5B. Modelização de descargas luminescentes em gases moleculares;

— 5C. Plasmas produzidos por campos RF, HF e micro-ondas. Estudos cinéticos de plasmas H_2, $N_2 + H_2$ e $N_2 + O_2$.

CENTRO DE FÍSICA DA RADIAÇÃO E DOS MATERIAIS DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA, anexo à Faculdade de Ciências daquela Universidade. O centro foi homologado em Março de 1978, na sequência da remodelação dos centros de Física citada anteriormente e por divisão do Centro de Estudos de Física Nuclear de Coimbra, criado em 1953 na dependência da CEEN [28].

Linha 2 - Física da Radiação, da responsabilidade do professor catedrático da FCC, Doutor Armando José Ponce L. Policarpo. A linha tem 4 doutores (2 professores catedráticos, 1 professor associado e 1 professor auxiliar) e os 2 projectos seguintes:

— 2A. Descargas autolimitadas: mecanismos e aplicações em detectores, sob a orientação do Professor Policarpo;

— 2C. Cinética das espécies moleculares induzidas por electrões e fotões em gases; estudos espectroscópicos das misturas $Xe+N_2$, $Ar+Kr$ e $Kr+Xe$. Orientação da professora catedrática Doutora Maria Salete Leite.

O quadro seguinte mostra a dimensão da Física Atómica e da Física Molecular nos 6 centros de física do INIC que foram referenciados neste trabalho.

Centros	*Linhas*	*Projectos*	*Doutores*
Centro de Física Atómica	3	7	13
Centro de Física Nuclear	1	2	6
Centro de Física Molecular	4	12	12
Centro de Física da Matéria Condensada	1	5	7
Centro de Electrodinâmica	1	2	3
Centro de Física da Rad. e dos Mat.	1	2	4
Totais da Física Atómica e Molecular	11	30	45
Totais da Física-INIC	43	144	175
Percentagens da Fís. Atóm. e Molecular	25,6	20,8	25,7

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

Deste modo, a Física Atómica e Molecular representa cerca de 25% do potencial científico dos centros de Física do INIC, o que, obviamente, é muito significativo e nem sempre reconhecido. Se tomarmos em linha de conta outros centros do INIC, nomeadamente de química, aquela percentagem rondará os 30%, pelo menos. Acresce que, em face das aplicações tecnológicas que cada vez mais se constatam, a tendência será no sentido de aumentar a investigação fundamental e aplicada no âmbito da Física Atómica e Molecular, para a qual o País deve estar preparado.

Por outro lado, não pode deixar de referir-se que são muito limitadas as relações institucionais e científicas entre os diversos centros e investigadores, mesmo entre aqueles trabalhando no mesmo domínio. O número de colaborações referenciadas é diminuto, embora tenda a crescer. Contra esta situação deplorável, num meio tão pequeno onde todos praticamente se conhecem, têm-se levantado algumas vozes, no sentido de incentivar relações e promover encontros científicos.

Contrastando com esta falta de convívio interno, assinala-se uma intervenção relativamente intensa (para os nossos níveis) nas relações e nas colaborações institucionais e pessoais com centros estrangeiros. Dum modo geral, são predominantes as ligações com os antigos centros de estágio onde se deu a formação especializada e a preparação da dissertação de doutoramento: da França, Inglaterra, Alemanha, Holanda, Estados Unidos. Mas a situação está a inverter-se em dois sentidos: em primeiro lugar, porque é cada vez maior o número de mestrados e doutoramentos realizados nos centros portugueses; em segundo lugar, e certamente como consequência, porque cada vez são mais diversificados os países com os quais se mantêm relações e colaborações, com clara predominância de países europeus: Itália, Dinamarca, Bélgica e alguns países de Leste. Com a Espanha os níveis das relações continuam a manter-se incompreensivelmente baixos.

Notas

[1] Esta reorganização do Centro de Estudos de Física anexo à Faculdade de Ciências de Lisboa, bem como de outros centros do INIC, fez-se ao abrigo do despacho n.º 17/75, de 21 de Abril, do Secretário de Estado do Ensino Superior e Investigação Científica.

[2] «O Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa, sob a direcção do Prof. Dr. A. Cyrillo Soares (1930-1947) e a investigação científica», *Gazeta de Física*, II (1950) 93-106.

[3] O Professor Manuel Valadares acabara de doutorar-se em Paris, com uma dissertação intitulada «Contribution à la spectrographie, par diffraction crystalline, du rayonnement gamma», feita sob a orientação de Marie Curie.

[4] Não resistimos a fazer aqui um comentário: estas orientações do Prof. Cyrillo Soares para a actuação do Laboratório, tão simples no seu bom senso e nos seus critérios, deveriam ainda hoje (ou ainda mais hoje!) ser regras de ouro dos centros de Física.

[5] Dos dezoito colaboradores do Professor Cyrillo Soares, doutoraram-se dez no período de 1931 a 1946.

[6] Refere Manuel Valadares, no artigo atrás citado, que o director do Instituto Português de Oncologia havia recusado, anos antes, ceder alguns tubos de vidro contendo radão e seu depósito radioactivo, enchidos numa instalação de rádio existente no Instituto, que eram deitados fora depois de utilizados em tratamentos

[7] Citação do prefácio, de 1937, da *Teoria da Electricidade*. 1.ª Parte: *Campo Electrostático*. Deste livro de António da Silveira financiou o INIC uma reedição, em 1985, como homenagem ao autor.

[8] *D. Julio Palacios y el Lenguage de la Fisica*, J. Aguilar Peris, Universidad de Santander (1981). Nota: o Professor José Aguilar Peris sucedeu Júlio Palácios na cátedra de Termologia da Universidade Complutense de Madrid.

[9] Dados colhidos do relatório do INIC, «Actividades dos Centros de Investigação / Ciências Exactas e Naturais I / Matemática e Física / JAN 76-DEZ 80».

[10] Dados colhidos pela Comissão de Física do INIC, do Plano de Actividades e Previsão de Encargos para o período de 1.06.90 a 31.05.91, do Centro de Física Atómica.

[11] Relatório da CEEN relativo à actividade desenvolvida entre 1952 e 1959.

[12] Era tempo das experiências com bombas atómicas, americanas, russas, chinesas e, aqui bem perto, no Norte de África, francesas.

[13] Fundação para a Pesquisa Fundamental na Matéria, actualmente com cinco institutos de investigação universitária, subsidiada pela «Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO)» (Organização Nederlandesa para o Avanço da Pesquisa Pura), do Ministério da Educação e Ciências.

[14] «The Application of Liouville Theorem in Mass Spectrometry», *Portugaliae Phys.*, **8** (1973) 254-260, sobre trajectórias de feixes iónicos

[15] Grau equiparável ao de mestrado, obrigatoriamente precedente do grau de doutor, nos Países Baixos.

[16] «Doctor in de Wis- en Natuurkunde aan de Rijksuniversiteit te Leiden».

[17] *Physica*, **26** (1960), 406-416; 417-430; 431-439 (de colaboração com J. Kistemaker); *J. Chem. Phys.*, **32** (1960) 171-171 (de colaboração com A. E. de Vries).

[18] Eram outras secções do Centro as de Física Nuclear, Química-Física e Medicina Nuclear.

[19] No relatório da CEEN de 1959 a 1962 diz-se: «É-nos grato, nestas considerações, fazer referência à Fundação Calouste Gulbenkian a cuja generosidade e esclarecido critério devemos a valiosa dádiva dum Espectrómetro de Massa que já temos em nosso poder e o subsídio para a construção dum pavilhão na área do Instituto Superior Técnico. A verba total que nos foi concedida pela Fundação foi de 3.339.851$00». Creio que esta verba veio a ser excedida. Por seu lado, a CEEN

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

investiu nas instalações, complementarmente, cerca de 2.000 contos, não incluindo o valor de algum equipamento e bibliografia transferidos do Centro de Estudos de Física Nuclear.

[20] O Professor Carlos Braga veio a criar, com o Professor Chaínho Pereira, o Centro de Química Pura e Aplicada (QM1) da Universidade do Minho; os professores Lopes da Silva e Carvalho Conte, estão na origem, em 1975, do Centro de Química-Física Molecular (QL1), do Complexo I do INIC, no IST. Estes centros realizam investigação em fotofísica que podemos incluir no âmbito da Física Molecular; não lhes faremos maior referência por nos restringirmos, neste trabalho, aos centros de Física do INIC.

O Professor Manuel Fernandes Thomaz integra-se hoje no Centro de Física da Universidade de Aveiro (FA1) de que foi fundador, onde orienta a Linha 1-Propriedades Ópticas e Eléctricas dos Materiais, no âmbito da Física do Estado Sólido.

[21] Posteriormente, prepararam dissertação de doutoramento com o Doutor Reed (mas não já sob minha orientação) Maria Teresa Robert Lopes (prematuramente falecida) e Estela Vera Cruz Jardim que se integraram no Centro de Espectrometria de Massa (QL6) do INIC.

[22] Maria de Lourdes Costa, investigadora do INIC e professora auxiliar convidada do Departamento de Física da FCT-UNL, colabora na Linha 2 do Centro de Física Molecular. Maria Eugénia Fronteira da Silva, professora do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, foi co-autora, com Augusto Moutinho e Maria Áurea Cunha, do livro *Tecnologia do Vácuo*, editado pela FCT-UNL, em 1980 — o primeiro livro publicado no País sobre vácuo, segundo cremos.

[23] Dados colhidos pela Comissão de Física do INIC, no referido Plano do Centro de Física Molecular.

[24] Dados do relatório do INIC, «Actividades do Centros de Investigação / Ciências Exactas e Naturais I / Matemática e Física / JAN 76 - DEZ 80».

[25] Dados colhidos pela Comissão de Física do INIC, do Plano de Actividades do Centro referido anteriormente.

[26] Alguns centros de química do INIC têm projectos de investigação em áreas importantes da Física Atómica e Molecular, tomadas em sentido lato. São de citar o Centro de Química da Universidade de Coimbra (fotofísica, superfície de energia potencial, dinâmica molecular), o Centro de Espectrometria de Massa da Universidade de Lisboa a que já nos referimos (processos de dissociação em fase gasosa, espectroscopia de foto-electrões), o Centro de Química Pura e Aplicada da Universidade do Minho com fortes ligações científicas com o Departamento de Física daquela Universidade (Linha de Física Molecular, fotofísica, materiais semicondutores), o Centro de Química Estrutural (Linha de Termodinâmica experimental, fenómenos de transporte e de equilíbrio em gases, fotofísica em agregados moleculares) e o Centro de Química-Física Molecular da Universidade Técnica de Lisboa, instalado no Complexo I do INIC, no IST (fotofísica, excitações moleculares).

[27] Da divisão resultou ainda o Centro de Análise e Processamento de Sinais da Universidade Técnica de Lisboa (EL3), da área das Ciências da Engenharia - Engenharia Electrotécnica, igualmente instalado no Complexo I do INIC.

[28] Resultou igualmente da divisão o Centro de Física Teórica da Universidade de Coimbra (FC2).

A ECOLOGIA E O FUTURO DO HOMEM NA TERRA

M. GOMES GUERREIRO *

«Deus destina a Terra e tudo o que ela contém para uso de todos os homens e de todos os povos».

(Concílio Vaticano II)

«Acredito piamente que é neste planeta que tudo se processa e vale ou não vale a pena. Que é aqui que nos cumprimos ou negamos, que nos transcendemos ou não, dando à vida a dignidade que ela merece por ser o supremo bem».

(Miguel Torga, *Diário XV*)

Summary

The concept of Ecology is presented in opposition — or in conflict — to that of post-physiocratic, modern economy originated from the Industrial Revolution and based on short-dated growth, consumption and profit. It is introduced a view of the modern world relying, on one side, on an aggressive intervention on the natural systems and, on the other, on the incitation to consumption. All of this supported by an impudent publicity and a shackless marketing, seeking and succeding in persuading people that it is the shortest and best way leading to a happy society.

A brief history of the rapid changes the world is undergoing is presented. Such changes are conditioned by the exponential rate of increase in human popu-

* Ex-Secretário de Estado do Ambiente; Professor jubilado da Universidade Nova de Lisboa; ex-Reitor da Universidade do Algarve; Vice-Reitor da Universidade Internacional.

ACADEMIA SCIENTIARUM LUSITANA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA