

J. P. PEIXOTO ▪ J. V. GONÇALVES ▪ A. A. MARQUES DE ALMEIDA ▪ J. T. OLIVEIRA ▪ J. P. OSÓRIO ▪ R. CARVALHO ▪ L. ALBUQUERQUE ▪ R. RODRIGUES
J. V. GOMES FERREIRA ▪ F. D. SANTOS ▪ A. J. ANDRADE DE GOUVEIA ▪ A. M. AMORIM DA COSTA ▪ B. J. HEROLD ▪ JOÃO L. L. C. OLIVEIRA CABRAL ▪ J. A. LEITÃO ▪ N. GRANDE ▪ J. C. DA COSTA ▪ A. RODRIGUES ▪ A. TORRES PEREIRA ▪ B. FERNANDES ▪ J. M. GIÃO T. RICO ▪ MILLER GUERRA ▪ M. PORTUGAL V. FERREIRA ▪ J. M. COTELO NEIVA ▪ A. RIBEIRO ▪ M. TELLES ANTUNES
F. C. GUERRA ▪ A. CORREIA ALVES ▪ F. CASTELO-BRANCO ▪ A. FERNANDES
A. R. PINTO DA SILVA ▪ C. M. L. BAETA NEVES ▪ A. X. CUNHA ▪ A. C. QUINTELA
SUZANNE DAVEAU ▪ ORLANDO RIBEIRO ▪ J. E. MENDES FERRÃO ▪ ILÍDIO AMARAL ▪ O. TEOTÓNIO DE ALMEIDA ▪ F. GUERRA ▪ ALLEN G. DEBUS
WILLIAM R. SHEA ▪ A. IRIA ▪ F. R. DIAS AGUDO ▪ M. JACINTO NUNES

HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA EM PORTUGAL

II VOLUME

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS

PUBLICAÇÕES DO II CENTENÁRIO DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

LISBOA • 1986

SOBRE O PAPEL DE PORTUGAL
NAS ETAPAS PRELIMINARES
DA REVOLUÇÃO CIENTÍFICA DO SÉCULO XVII

ONÉSIMO TEOTÓNIO ALMEIDA *

SUMMARY

The present essay will take a critical look at three theses of Professor Joaquim Barradas de Carvalho and will raise some questions regarding his conclusion that an epistemological pre-rupture took place in Portugal, with figures from our literature of the discoveries, such as Duarte Pacheco Pereira, Pedro Nunes, Dom João de Castro and Garcia de Orta. Such pre-rupture supposedly took place in three fronts — in the adoption of the concept of experience as fundamental for the criteria of truth; in the mathematization of reality; and in the dichotomy established between science and humanism.

In the course of the present analysis, the deficiencies of Barradas de Carvalho's conclusions will be pointed out and the important role of the Portuguese will be shown in a more proper perspective against the vaster and more complex background of continuities and discontinuities, parallel discoveries and paradoxical beliefs, typical of the way science makes its history.

In the context of the more universal debate about scientific revolutions, this essay will be a sketch of a more elaborate case study which will aim at showing how the scientific activities carried out in Portugal in the XVI century raise questions and suggest modifications in the Kuhnian view, namely the necessity of stressing the spacio-temporal dispersion of the stages and nonnecessary continuity of the evolutionary process of the paradigmatic revolution.

* Brown University.

O papel de Portugal na revolução científica do século XVII está hoje explícita ou implicitamente estabelecido e quase exaustivamente demarcado graças à obra de um considerável grupo de historiadores portugueses e lusófilos. O nome mais assiduamente associado a essa avaliação é o do Prof. Joaquim Barradas de Carvalho, que durante toda a sua vida — infelizmente terminada de modo inesperado — publicou dezenas de trabalhos de investigação sobre o assunto, explorando diversos dos problemas-chave relacionados com o contributo do nosso país. Foi já só no fim da sua vida que começaram a surgir em pequenos volumes trabalhos com aparência de definitivos e só depois da sua prematura morte surge finalmente publicada a sua *opus majus*, a sua tese de doutoramento, com o título *À la Recherche de la Specificité de la Renaissance Portugaise* (1983), em dois volumes, impressionante trabalho de investigação totalizando 852 páginas, que veio confirmar a consistência das posições do historiador. Por ela pude agora verificar que, afinal, três dos livros de Barradas de Carvalho — *O Renascimento Português* (1980), *Portugal e As Origens do Pensamento Moderno* (1981), e *As Fontes de Duarte Pacheco Pereira no «Esmeraldo de Situ Orbis»* (1982) eram tradução de capítulos da sua tese e que, portanto, os conhecidos pontos de vista de Barradas de Carvalho não eram alterados com a publicação da obra.

Em 1980 redigi um texto crítico de algumas das então conhecidas teses de Barradas de Carvalho e que foi lido num simpósio sobre «The World in the Time of Camões» realizado na Universidade da Florida, Gainesville, em Outubro de 1980; no verão seguinte, na Faculdade de Letras de Lisboa; e ainda na Universidade de Brown, em 1983, sucessivamente actualizado, à medida que os textos de J. Barradas de Carvalho iam sendo publicados, mas nunca substancialmente alterado. Não cheguei a publicar esse texto, porque entretanto foram surgindo ensaios e livros de excelente qualidade de historiadores que, sem fazerem crítica, ao menos explícita, às posições de Barradas de Carvalho, foram ajustando, acrescentando ou reavaliando dados, acabando mesmo por compor, no seu conjunto, um magnífico painel do que parece ter sido a actividade científica em Portugal nos séculos XV e XVI. Entre eles, destaco os de Luís de Albuquerque, Luís Filipe Barreto, R. Hooykaas, J. S. Silva Dias (anterior, mas que só conheci depois de escrever a primeira versão deste texto) e um ensaio de João Maria André.

Depois desses trabalhos, achei que pouco mais tinha a dizer a leitores portugueses e decidi então transformar esse estudo num outro, em inglês, *case study* da etapa portuguesa no processo da revolução científica culminada no século XVII. Com efeito, confrange verificar sobretudo nos estudos de língua inglesa mas não só, a exiguidade de referências ao que se passou em Portugal. O meu interesse em filosofia de ciência, aliado a esse ressentimento patriótico, envolveram-me num outro projecto: o de utilizar a actividade científica no século XVI português como argumento para qualificar as teses de Thomas Kuhn sobre as revoluções científicas. O que se passara em Portugal nesse século é muito mais do que uma nota de roda-pé na história das ciências e deverá abrandar consideravelmente as concepções clivagísticas ou rupturísticas radicais da história. A revolução científica (no sentido de Thomas Kuhn) de Galileu e Newton no século XVII culminou com eles, mas demorou muito tempo. Todavia se, no argumento dirigido a Kuhn, Portugal serve para exemplo merecedor de atenção, não se segue daí que deva falar-se de «pré-ruptura epistemológica» como faz Barradas de Carvalho, já que esse tempo se estende de modo muito descontínuo, até muito mais atrás. E esse é um dos pontos frisados no texto que se seguirá.

E posto este longo intróito, não há, de facto, razão para vir aqui repetir a portugueses afirmações já ouvidas nestes últimos anos. E não viria por iniciativa minha, não fora um convite inesperado do senhor presidente da Academia para vir aqui ler esse texto que por acaso lhe chegou às mãos. Assim, aqui fica esta última versão em que quase apenas se eliminaram os comentários ou críticas feitas já por esses vários historiadores e eruditos portugueses ou lusófilos, ficando apenas aquelas que se integram nos quatro comentários mais gerais que aqui se fazem à obra desse incansável entusiasta e investigador do papel de Portugal nas origens do pensamento moderno que foi o Prof. Joaquim Barradas de Carvalho. Ela fica como achega póstuma e agora quase gratuita de um não-historiador, mas apenas leitor crítico dessa obra contra o pano de fundo dos dados aceites hoje na história do pensamento e da filosofia da ciência.

*

Num pequeno livro intitulado *Rumo de Portugal — A Europa ou o Atlântico?*, J. Barradas de Carvalho (1974) tenta captar a especificidade da experiência cultural portuguesa em relação à espanhola desde muito cedo manifestada em diversas facetas da história dos dois povos. Não é a resposta que Barradas de Carvalho dá à pergunta formulada no título do seu livro que interessa agora aqui nem sequer o contraste estabelecido entre as culturas portuguesa e espanhola, mas simplesmente a avaliação do contributo e papel do Portugal do século XVI na história das ciências. A sua posição está claramente resumida na seguinte passagem:

Aquilo a que chamamos a literatura portuguesa de viagens, que se confunde com a literatura científica ligada aos Descobrimentos, representa o que de mais original produziu até hoje a cultura portuguesa. Tanto no aspecto científico como no técnico, e até — porque não? — filosófico, nunca os Portugueses atingiram um tal domínio deles próprios e da sua expressão cultural. Duarte Pacheco Pereira, Pedro Nunes, D. João de Castro, Garcia de Orta, são a mais alta expressão deste surto cultural e mental, são homens que estão na linha de evolução e de revolução de uma como que *pré-história do pensamento moderno* na medida em que este tem como conceitos-chave, como conceitos-base: por um lado, a penetração do número, da medida precisa, da medida exacta, na vida da sociedade, a quantificação da vida, em suma; por outro, o conceito de experiência, desde a experiência bruta, mera observação do senso comum, à experiência que se prepara, a experiência que é uma questão posta à natureza, e posta numa linguagem geométrica e matemática (...)

Julgamos ser possível surpreender por estas épocas uma tradição racionalista no pensamento português, a que poderemos chamar «*experencialismo*» do Renascimento, tradição esta que por meados do século XVI a decadência e a Inquisição haviam de fazer abortar... como escreveu um António Sérgio.

Este *experencialismo* do Renascimento que exclui o Humanismo, este praticismo do comerciante que exclui o planeamento do conquistador, distinguiram, parece-nos, já por estas épocas, a expansão portuguesa da expansão espanhola, e mais simplesmente o povo português da quase totalidade dos povos ibéricos. A expansão do comerciante foi algo de diferente da expansão do conquistador. O primeiro cria uma cultura «experencialista»; o segundo uma cultura humanista. (1974, 36-38).

Na 3.^a parte do seu pequeno livro, Barradas de Carvalho esboça «uma explicação de Portugal» em que desenvolve, tentando documentar, essas afirmações. Insiste na afirmação de Georges Lefebvre de que os descobrimentos e a expansão marítima dos séculos XV e XVI foram o aspecto, o facto, essencial do Renascimento e que em Portugal o Renascimento é acima de tudo os Descobrimentos. A essa grande empresa esteve ligada toda uma cultura, que ao longo do processo produziu «uma literatura de viagens» e uma «literatura científica a esta estreitamente associada». Escreve Barradas de Carvalho:

«Ora esta literatura de homens práticos, esta literatura de técnicos das navegações, esta literatura de cientistas ... não é de modo nenhum uma literatura, uma cultura de humanistas. Nessa rica e ampla literatura de viagens são relativamente raros os autores que se preocupam com os Antigos, com a Cultura Antiga. E nos casos, que não abundam, em que vemos citações de autores antigos, os navegadores portugueses têm sempre a preocupação de os refutar em nome da sua «experiência». Tratava-se de corrigir os antigos, de os ultrapassar». (1974, 50-51).

Barradas de Carvalho encontra um «exemplo de marca» que, segundo ele, «de certa maneira, faz regra», em *Esmeraldo de Situ Orbis*, de Duarte Pacheco Pereira¹. Cinco citações da obra apontam para o papel da experiência no processo do conhecimento, ou, como o próprio Barradas de Carvalho diz explicitamente, «a experiência» como «novo critério de verdade» (1974, 63):

- a) «... a experiência, que é a madre das cousas, nos desengana e de toda a dúvida nos tira ...»;
- b) «... e esta terra é muito vezinha do círculo da equinocial, da qual os antigos disseram que era inabitável e nós por experiência achamos o contrário»;
- c) «A experiência nos faz viver sem engano das abusões e fábulas que alguns dos antigos cosmógrafos escreveram acerca da descrição da terra e do mar ...»;
- d) «... e como quer que a experiência é madre das cousas, por ela soubemos radicalmente a verdade ...»;
- e) «... a experiência nos ensinou a verdade de tudo o que adiante dissemos». (p. 52)².

As investigações de Barradas de Carvalho sobre essa literatura de viagens e literatura científica de que *Esmeraldo de Situ Orbis* é a «obra síntese» (p. 52) permitem-lhe «afirmar que em meados do séc. XVI,

podemos surpreender em Portugal, ainda que tímida, aquela ruptura epistemológica que foi a de Galileu, no século XVII, e que vem a permitir logo depois, com Newton, a lei da inércia» (p. 56). A introdução e a difusão dos algarismos árabes levou à *matematização do real*, que Barradas considera ser o outro «conceito-chave» na ruptura operada na história do pensamento, ao lado da «experiência». Barradas de Carvalho prossegue depois referindo a necessidade da «correção da *experiência empírica* pela *razão*, pelo *entendimento*», de que claramente se apercebeu D. João de Castro (p. 64)³, bem como as consequentes distinções entre «experiência do mundo» e «conhecimento do mundo», e entre «ciência» e «experiência»⁴. Barradas de Carvalho, depois de uma referência à difusão dos números árabes nas obras de Pedro Nunes e Garcia de Orta, sobretudo, repete a sua tese de que em Portugal existiu uma «pré-história da matematização do real e a uma pré-história da experiência científica, uma pré-história da experimentação» (p. 68), e que «quase com um século de avanço»... «com Pedro Nunes, e sobretudo D. João de Castro», se pode «verificar em meados do século XVI, ainda que tímida, aquela ruptura epistemológica que foi a de Galileu no século XVII...», a «força da expansão marítima coloca Portugal na vanguarda mesmo nos domínios mais delicados!...» (p. 68-9).

Dividirei o meu comentário em três partes. Na primeira, tentarei fazer uma análise conceitual contra um pano de fundo histórico dos conceitos: a) experiência como critério de verdade; b) matematização do real; c) dicotomia humanismo/ciência. Numa segunda parte, procurarei avaliar o grau de teorização científica atingido em Portugal nesse século. Finalmente numa terceira parte tentarei esboçar o que suponho ser o papel português no contexto do mundo científico do século XVI como etapa preliminar importante da revolução científica culminada no século XVII com Galileu e Newton.

É sobretudo na segunda parte que menos terei a acrescentar. Na I e III, porque coloco o caso português no pano de fundo mais universal, alguns dos meus comentários poderão servir de achega ao que já tem sido dito. Não pretendem ser mais do que isso.

I

A — A EXPERIÊNCIA COMO CRITÉRIO DE VERDADE

Barradas de Carvalho insiste na importância das referências à experiência como critério de verdade, a que já Duarte Pacheco Pereira haveria chegado entre 1505 e 1508, altura em que *Esmeraldo de Situ Orbis* deve ter sido escrito. Uma vez que Barradas de Carvalho situa a sua perspectiva no contexto universal da ciência, há que não perder de vista esse contexto na análise da validade dessas afirmações. Assim, no que se refere ao conceito de «experiência», se compararmos essas referências ocasionais nesse livro de cosmografia e navegação com as obras de Roger Bacon (v. 1220-1292), por exemplo, a mais importante das quais, *Opus Majus*, escrita pelo menos já em 1268, essas afirmações de Duarte Pacheco Pereira sobre a experiência passam a ter uma importância reduzida quase apenas ao contexto português e decididamente não no quadro geral da evolução (nem muito menos na revolução) científica, pelo menos com o relevo que Barradas pretende dar-lhe. Numa obra de mais de 800 páginas (1928) cerca de centena e meia são dedicadas à «ciência óptica» e cinquenta dissertam sobre a «ciência experimental», que abre com a afirmação peremptória:

Having laid down fundamental principles of the wisdom of the Latins so far as they are found in language, mathematics, and optics, I now wish to unfold the principles of experimental science, since without experience nothing can be sufficiently known. For there are two modes of acquiring knowledge, namely by reason and experience. Reasoning draws a conclusion and makes us grant the conclusion, but does not make the conclusion certain, nor does it remove doubt so that the mind may rest on the intuition of truth, unless the mind discovers it by the path of experience. (1928, 583).

Só de per si, esta passagem ultrapassa as concepções não só de Duarte Pacheco Pereira como também do próprio D. João de Castro que chamaria a atenção para o papel da razão na correção dos erros da experiência. Mas Bacon prossegue algumas páginas mais adiante:

This science has three leading characteristics with respect to other sciences. The first is that it investigates by experiment the notable conclusion of all those sciences. For the other sciences know how to

discover their principles by experiments, but their conclusions are reached by reasoning drawn from the principles discovered. But if they should have a particular and complete experience of their own conclusions, they must have it with the aid of this noble science. For it is true that mathematics has general experiments on regards its conclusions in its figures and calculations, which also are applied to all sciences and to this kind of experiment, because no science can be known without mathematics. But if we give our attention to particular and complete experiments and such as are attested wholly by the proper method, we must employ the principles of this science which is called experimental. (1928, 587-8).

Bacon, que ocupou a sua vida na investigação, a fazer experiências de física, sobretudo de óptica, a construir lentes, a elaborar tábuas de astronomia, entrou decididamente nas suas obras no campo da abstracção, da formulação teórica a um nível que não aconteceu em Portugal trezentos anos depois. Além disso, Bacon interessou-se também profundamente pelas descobertas dos viajantes do seu tempo como fontes reveladoras de experiências e usou as descobertas destes como argumento contra a autoridade dos antigos. A passagem seguinte não deixa dúvidas:

Sometimes, however, many things are found written which authors have gathered from reports more than from experience. For Pliny was not accurate in saying that the Caspian Sea rises from the ocean, and Ptolemy was plainly in error regarding the location of Greater and Lesser Britain, as is manifest to everybody, and so are those authors in error in regard to many other matters, and other authors likewise. Wherefore I shall have recourse to those who have in great measure traveled over the places of this world. Especially in the northern regions I shall follow the friar mentioned above/William de Rubruck/whom the lord king of France, Louis, sent to the Tartars in the year of the Lord 1253, who traversed the regions of the East and of the North, and wrote these facts to the aforesaid illustrious king. I have examined this book with care, and I have conferred with its author, and likewise with many others who have explored the places of East and South. (1928, 323-4).

Mas os exemplos de desaprovação da autoridade pela experiência surgem tanto da vida de Bacon como das suas próprias formulações metodológicas. Ele indignava-se, por exemplo, contra o facto de Alberto Magno (e talvez até mesmo Tomás de Aquino) ser citado como autoridade nas escolas, e considerava até pernicioso a sua influência, sobre-

tudo por causa da sua ignorância e desinteresse em matéria de línguas, matemáticas e das ciências com base na matemática. (Little, 1972, 9).

Registe-se ainda o facto de Bacon chamar às vezes ao seu *Opus Majus* o *Tractatus Præambulus*, para o distinguir do grande trabalho de sistematização de todas as ciências que ele esperava escrever. Ainda sobre a questionação da autoridade, veja-se, por exemplo, a primeira parte de *Opus Majus*, em que Bacon discorre sobre as causas que impediram o progresso da verdadeira filosofia nos Latinos e que ele resume a quatro: 1) dependência da autoridade (*fragilis et indignæ auctoritatis exemplum*); 2) aceitação dos estabelecidos (*consuetudinis diuturnitas*); 3) dar atenção à opinião popular (*vulgi sensus imperiti*); 4) ocultação da ignorância com pretensões de conhecimento (*propriæ ignorantie occultatio cum ostentatione sapientiæ apparentis*). (Little, 1972, 13).

Bacon cita Séneca («A multidão é o pior dos argumentos») (1928, 6) em apoio de (3), e contra a autoridade. Curiosamente ele cita também outras autoridades, mas, como é óbvio, só por ele pensar do mesmo modo. Atente-se nesta passagem:

Since the facts are as stated, we should not give adherence to all that we have heard and read, but we should examine most carefully the philosophical statements of older writers, that we may make up their deficiencies and correct their errors, with all modesty, however, and consideration. We can reach this pitch of temerity not only because of the necessity to avoid failure or error, but through the examples and patterns of these men, so that in no way are we censurable for our presumption. For Plato says, «My master Socrates is my friend, but truth is still more so»; and Aristotle declares that he would rather be in harmony with truth, than the approval of Plato's friendship, our very dear teacher. (...) Seneca says (...) «Let not the authority of the speaker influence you. Do not consider who the speaker is but what he says». (1928, 17-18).

E Bacon continua citando idênticas frases de Boécio, e várias de St.º Agostinho.

O que acima fica dito parece mais do que suficiente para demonstrar a distância entre o nível de abstracção a que chegou Roger Bacon quando comparado com Duarte Pacheco Pereira e D. João de Castro, cerca de duzentos e cinquenta anos mais tarde, respectivamente. Muito para além da mera fase de observação e descrição, Bacon sistematiza e elabora uma metodologia científica, e com a consciência de que é oposta à mentalidade coeva.

Não se infira, porém, do que acima foi dito, que pretendo antecipar a «tímida» ruptura epistemológica que Barradas de Carvalho vê no *Esmeraldo* e no *Tratado da Esfera* e colocá-la duzentos e cinquenta anos mais cedo em Bacon. A isso voltaremos. Importa agora aqui frisar apenas que Bacon funciona ainda bem dentro do paradigma tradicional, o aristotélico, para além dos atavismos da sua própria época. Na sua concepção de *scientia experimentalis*, «experiência» tinha duas dimensões: uma que provinha da percepção sensorial (chamada humana ou filosófica), enquanto que a outra era interior e derivava da iluminação divina da mente (que Bacon identificava com o «intelecto agente» de Aristóteles). Essa experiência interior tinha sete níveis, que iam desde a requerida para a certeza matemática ou das ciências naturais até à experiência mística. Além disso, Bacon aceitou, sem verificar convenientemente, afirmações dos seus contemporâneos e manteve pontos de vista excessivamente ingênuos sobre a Bíblia e sobre astrologia, por exemplo. (Cfr. Wolter, 1972)⁵. O mesmo se diga, aliás, a propósito de D. João de Castro, o que o próprio Barradas de Carvalho admite numa nota que ajuda a moderar um pouco a sua posição:

«É que na verdade Pedro Nunes e D. João de Castro não são ainda Galileu ... — É D. João de Castro quem, depois de corrigir a experiência empírica pela razão, pelo *entendimento*, quando se ocupa dos antípodas, vai, no capítulo seguinte do seu *Tratado da Esfera*, demonstrar-nos a *imobilidade da Terra*, desprezando totalmente a razão, o *entendimento*, para nos dar como base epistemológica, como critério de verdade, os dados dos sentidos, a *experiência empírica* ... Não é por acaso que o seu *Tratado da Esfera* deve tanto ao *Tratado da Esfera* de Sacrobosco e ao *Tratado do Céu*, de Aristóteles ...». (1974, 69-70)⁶.

Mas essas citações da obra de Roger Bacon servem apenas de amostra imediata para pôr em evidência a ênfase exagerada que Barradas de Carvalho dá às passagens dos autores portugueses, por ele citados. Na verdade, a história do conceito de experiência é vastíssima e começa, sem exagero, um milénio antes da data estipulada por Barradas de Carvalho. Para além de Roger Bacon, temos também Nicolau de Oresme (c. 1325-1382), dominicano alemão Teodorico de Friburgo (c. 1250-1311), cujos estudos sobre a refração e o arco-íris são um exemplo significativo e evidente do uso do método experimental (Wallace, 1959), e Robert Grosseteste (1175-1253), que possuía uma concepção de experimento muito semelhante à que se tem hoje e que por sua vez parece tê-la herdado dos árabes. (Marrone, 1983, 257 ss)⁷.

Essa excursão em retrospecto teria de passar pela Faculdade de Medicina de Pádua (cfr., por exemplo, Castiglioni, 1961) e pela Escola de Chartres (Chenu, 1963, 220), pelos árabes e chegaria a Galeno, considerado o indiscutível antepassado da fisiologia experimental (Singer, 1949) e a quem se voltará dentro de instantes. Ao chegarmos a Aristóteles, será importante determo-nos para, de relance apenas, nos apercebermos do grau de profundidade que o conceito de experiência (EMPIRIA) recebeu do filósofo:

No Livro I da *Metafísica*, escreve:

«A experiência parece ser o mesmo que ciência e arte; mas de facto, é através da experiência que a ciência e a arte ocorrem entre os homens, pois como disse Polus, «a experiência produz arte, mas a inexperiência o acaso». A arte acontece quando, de muitas noções derivadas da experiência, se forma um juízo universal sobre coisas que são iguais». (981a, 1-7).

Nos *Segundos Analíticos*:

«Mas é impossível adquirir o conhecimento dos universais a não ser pela indução, visto que até os chamados resultados da abstracção não se podem tornar acessíveis a não ser pela indução. (...) Mas induzir é impossível para quem não tem a sensação: porque é nos casos particulares que se aplica a sensação; e destes não pode haver ciência, visto que não se pode tirá-la de universais sem indução nem obtê-la por indução sem a sensação». (81a, 38-81b, 9).

Nos *Primeiros Analíticos*:

«... pertence à experiência prover as premissas adequadas a cada matéria. e.g., foi apenas quando os fenómenos das estrelas tinham sido suficientemente coligidos que as provas astronómicas foram descobertas; se possuímos os factos, podemos imediatamente apresentar as provas. Se os factos forem completamente descobertos pela nossa investigação, devemos estar aptos a provar o que for demonstrável e, quando a prova for impossível, a dizer isso claramente». (46a, 17-27).

As passagens são inúmeras e a análise sistemática do método científico de Aristóteles, bem como da sua concepção da ciência, está hoje cabalmente realizada. (McKeon, 1947; van Fraassen, 1980; Owens, 1981).

Mas se não bastarem essas reflexões teóricas do filósofo, refira-se aqui o seu trabalho científico em biologia — Aristóteles não teórico da ciência, mas cientista (Singer, 1921; Preus, 1975). Parece assim óbvio

que há que se distinguir na genérica denominação de «aristotelismo», entre a mundividência aristotélica e o conceito de ciência e metodologia científica de Aristóteles.

Mas não nos poderemos quedar por Aristóteles, pois hoje está feita toda uma reavaliação da ciência grega em estudos demasiado numerosos para se mencionarem aqui. É, porém, obrigatória a referência aos estudos de G. E. R. Lloyd, que contribuíram enormemente para dissolver a ideia de que os gregos não se terão interessado pela experiência. Um dos seus livros inclui mesmo um capítulo intitulado «O desenvolvimento da investigação empírica» (1979). (Ver também Wiener, 1957; Drabkin, 1961). Que os gregos praticaram experimentos, parece estar agora fora de dúvidas. Fizeram-no, por exemplo, os pitagóricos para encontrar a relação entre o comprimento duma corda em vibração e o timbre do som produzido (Holl, 1959, 33), e fê-lo Strato «num espírito semelhante ao de Faraday no século XIX» (Farrington, 1961, 173 e 1947, 95).

Mas há quem tenha mesmo escrito sobre o pensamento científico de Heraclito, analisando-lhe os fragmentos entre os quais se conta o famoso n.º 14:

«O que vem pela vista, pelo ouvido, aprender pela experiência: isto eu prefiro». (Cacaroukas, 1970).

O axioma «a experiência é a madre das coisas», do *Esmeraldo de Situ Orbis*, insistentemente referido por Barradas de Carvalho passa, após esta digressão, a não constituir surpresa. O próprio historiador havia identificado essa, bem como versões equivalentes, em autores coevos ou mesmo anteriores, tanto em Portugal como no estrangeiro⁸, mas confessa não ter conseguido identificar-lhe a origem. Fiz também uma pesquisa demorada e quase exaustiva. Consultei vários autores antigos de onde a expressão poderia vir, como Lucrécio e Plínio. Verifiquei todas as passagens em Aristóteles onde o filósofo usava o termo EMPIRIA, mas debalde. Cheguei mesmo a consultar dois especialistas, G. E. R. Lloyd, perito na história da ciência grega, e Joseph Owens, conhecedor profundo da obra de Aristóteles. Nenhum desses especialistas reconhece a expressão. Na consulta feita a ambos referia eu que a frase tinha todo o sabor aristotélico, pois enquadrava-se bem dentro da visão que Aristóteles tinha da experiência. Owens, em resposta, concorda com a suspeita da origem aristotélica, pois «essa ideia está em perfeito acordo com a sua filosofia»⁹.

Mas voltemos a Galeno que, como Aristóteles, é identificado e apontado nas críticas feitas pelos portugueses do século XVI — Garcia de Orta, por exemplo. Sarton chamou há muito a atenção para o facto de Galeno ter reconhecido a necessidade de se fazerem experimentos e justificou-a dizendo que o caminho experimental é longo e árduo mas conduz à verdade, enquanto o curto e fácil da asserção não demonstrável nos leva para longe daquela (Sarton, 1954, 48). Mas nada como a verificação dos próprio textos. Aqui ficam dois exemplos:

But if you give these cases a drug which draws off phlegm they will not be benefited. This is so obvious that even those who make experience alone their starting point are aware of it; and these tending to trust to no arguments, but only to what can be clearly seen. In this then, they show good sense; whereas Asclepiades goes far astray in bidding us distrust our senses where obvious facts plainly overturn his hypotheses. Much better would it have been for him not to assail obvious facts, but rather to devote himself entirely to these». (Galen, 1916, 69)¹⁰.

Num *Trabalho sobre a Experiência Médica*, procura resolver a questão entre os dogmáticos e os empíricos sobre o papel da razão e da experiência na «arte de curar»:

And since this is the case, then you admit that you know these things only by experience, and this is a conclusion to which you are inevitably forced. Since there are only two things by means of which something can be ascertained, namely experience and conclusion from the visible to the invisible, and since by conclusion from the visible to the invisible nothing can be discovered in the matters which we have mentioned, even according to your own views, apart from the opinion of others, then nothing remains but that it is experience which can licit what is required in these matters. I think now it is plain and obvious to all that the arguments used by the Dogmatists against the Empiricists, and with which they oppose empiricism, are refuted and shown to be erroneous. (Galen, 1944, 111).

Donde vêm então as razões para os ataques a Galeno e Aristóteles? Como suponho ter ficado claro, elas vêm de os humanistas da Idade Média e da Renascença lhes terem tomado à letra, dogmaticamente, os ensinamentos sem discernir o que era o método correcto de busca da verdade e o que eram factos deficientemente observados e teorias baseadas neles ou em não-verificados nem questionados axiomas. É evidente em Galeno essa atitude contra os dogmáticos. Nos séculos

baseadas neles ou em axiomas não-verificados nem questionados. era já tido como facto e o que era uma atitude metodológica aberta à experiência, controlada mesmo pela experiência e por experimentos.

O mesmo se poderá dizer de Aristóteles que tinha um método científico teoricamente muito elaborado, embora as circunstâncias da época não exigissem, nem permitissem, e desfavorecessem até, uma aplicação prática rigorosa dele. (Cfr. Lones, 1912 e Lewes, 1864). Onde isso foi possível, ele conseguiu ser um cientista no sentido actual do termo — a biologia. (Grene, 1972).

Van Fraassen, filósofo da ciência contemporâneo, que se tem envolvido nos mais recentes debates sobre as concepções de ciência, apontou vários aspectos da concepção aristotélica da ciência ainda hoje perfeitamente aceitáveis. (Van Fraassen, 1980).

Sobre a ciência grega em geral, levantou Otto Bluh mesmo a questão de terem os gregos realizado experimentos, à qual respondeu afirmativamente. Segundo ele, com base no conhecimento que hoje possuímos da situação da ciência na Grécia clássica, a pergunta não deverá incidir sobre se os gregos realizaram ou não experimentos, mas apenas por que motivos possuímos tão pouca evidência do seu trabalho experimental. (Bluh, 1949).

Assim, criticar Galeno e Aristóteles, para sermos precisos, era criticar a exagerada dogmatização deles feita pelos humanistas e não criticar-lhes o método, que era experimental. Em termos de metodologia científica, Aristóteles, Galeno, Grosseteste, Roger Bacon, Duarte Pacheco Pereira e D. João de Castro funcionam dentro das mesmas coordenadas gerais metodológicas. Mas não só: em termos de paradigma de fundo, esquemas mentais ou mundividência científica, são todos aristotélicos.

B — A MATEMATIZAÇÃO DO REAL

Um outro «conceito-chave» que Barradas de Carvalho considera fulcral na suposta pré-ruptura epistemológica operada em Portugal é a matematização do real. Não vamos demorar-nos muito na análise histórica comparativa e a razão é simples:

O papel da matematização do real, no sentido que Barradas de Carvalho dá à expressão, é circunstancial e subsidiário no processo científico. Trata-se propriamente da introdução da numeração árabe,

que contribuiu, sem dúvida, para o desenvolvimento da ciência, mas isso não constitui nenhuma etapa no processo cognitivo. Não há uma ruptura. Não há uma alteração na compreensão dos fenómenos, ainda que tenha vindo a contribuir para que a ruptura se desse mais cedo. De qualquer modo, atenhamo-nos um pouco ao que diz Barradas de Carvalho sobre a introdução dos números árabes em Portugal:

... não foi por mero acaso que os primeiros textos portugueses em que os algarismos árabes atingem altas percentagens são obra de homens ligados às navegações e à vida comercial.

(...)

«Duarte Pacheco Pereira (...) é o primeiro português a empregar mais algarismos árabes do que números romanos (0,3% de romanos; 24,5% de árabes; 75,2% por extenso)». (Carvalho, 1974, 62 s.).

Novamente aqui, Barradas de Carvalho não estabelece correlação nenhuma, com o resto da Europa. Dizer-se que Duarte Pacheco Pereira foi o primeiro em Portugal a usar mais números árabes do que romanos nada prova no que se refere ao contexto. Bem poderia todo o resto da Europa já ter largamente adoptado ou estar simultaneamente a adoptar a nova numeração e isso não abonaria em favor da tese da pré-ruptura epistemológica operada em Portugal. Esse, aliás, parece ter sido o caso.

Assim, há aqui duas questões a analisar: B₁) se de facto foi significativa, no contexto europeu, a incidência do uso de algarismos árabes em Portugal; B₂) que peso tem isso na matematização do real e na ruptura epistemológica.

Quanto a B₁), é preciso recorrermos aqui a outros dados fornecidos em outros trabalhos de Barradas de Carvalho e já aqui citados¹¹. Vejamos as suas afirmações principais:

Parece-nos pois legítimo concluir que a nossa hipótese encontrou ampla confirmação. Segundo as fontes consultadas somos levados a concluir que os primeiros algarismos árabes aparecem, ainda que timidamente, no *Livro da Virtuosa Benfeitoria* do Infante D. Pedro, livro escrito, na hipótese mais recuada, cerca de 1415. Esta pequena percentagem de algarismos árabes mantém-se durante todo o século XV e mesmo para além de meados do século XVI em todos os géneros de textos, excepto nas obras da literatura de viagens e da literatura científica. Verificámos entretanto que nos primeiros textos da literatura de viagens, da segunda metade do século XV e do começo do século XVI, escritos por autores de origem e de formação estrangeiras, em que pela primeira vez os algarismos árabes são empregados em percentagens consideravelmente mais elevadas do que as dos números

luso-romanos. O *Esmeraldo de situ orbis* de Duarte Pacheco Pereira, escrito entre 1505 e 1508, é o primeiro texto de autor nado e criado em Portugal em que a percentagem de algarismos árabes é superior — e de muito — à de números luso-romanos. Esta viragem que se dá com Duarte Pacheco Pereira acentua-se através da literatura portuguesa de viagens do século XVI, e a literatura científica segue este movimento desde o começo deste mesmo século XVI.

(...)

Não é certamente por mero acaso que os primeiros textos portugueses em que os algarismos árabes atingem altas percentagens são obras de homens ligados às navegações e à vida comercial, como os alemães Martin Behaim, Hans Mayr e Valentim Fernandes. E ainda, se o primeiro autor nado e criado em Portugal empregando mais algarismos árabes do que números luso-romanos é Duarte Pacheco Pereira, nobre e servidor da realeza, mas cujo género de vida, a profissão de navegador e de técnico da navegação, o ligam a actividades que foram como que a mola propulsora da burguesia nascente. E finalmente, se os algarismos árabes se divulgaram largamente apenas no meio cultural dos navegadores, dos comerciantes ligados às navegações e dos homens de ciência — tanto mais que a obra destes últimos é quase inteiramente fundada na experiência e nas observações adquiridas no decurso dos descobrimentos marítimos e das navegações. Uma nova cultura surgia que não era mais tradicional, mesmo quando era oficial. O comércio, as navegações, os prenúncios da ciência e do pensamento modernos, avançam paralelamente, impondo géneros de vida, profissões, um clima económico, social e cultural, ao qual em Portugal, a própria nobreza não podia escapar — o clima da burguesia nascente e ascendente. A introdução e a difusão dos algarismos árabes em Portugal dá-se no meio cultural de grupos profissionais directamente ligados ao desabrochar de uma classe social. (Carvalho, 1981, 70-72).

Longa a citação, mas necessária, pois ela nos dá as conclusões do autor sobre os dados que recolheu. Assim, segundo Barradas de Carvalho, a) a percentagem de presença dos algarismos árabes em Portugal é pequena até ao século XVI; b) a sua divulgação é devida a estrangeiros; c) e os introdutores são homens ligados à navegação e ao comércio. Barradas de Carvalho considera confirmada a sua hipótese, que não fica aliás bem claro qual seja, porquanto tratava-se de verificar a matematização do real. De qualquer modo, as comparações que Barradas de Carvalho estabelece entre portugueses e estrangeiros, para as quais recorre a gráficos, indicam-nos apenas qual era a situação em Portugal. Ele não apresenta a situação de nenhum outro país para confronto ou termo de comparação, embora seja lícito sugerir que deveria tê-lo feito, pois o facto de o uso da numeração árabe ser mais comum entre os

estrangeiros residentes em Portugal provoca naturalmente uma interrogação e uma hipótese: porquê? Será que nos outros países o uso estava mais generalizado? Se esse fosse o caso, a pretensão do papel português na ruptura epistemológica via matematização do real perderia a sua força. Antes de passarmos a esta questão, — afinal o ponto B₂ — vejamos o que de facto se passava na Europa quanto ao uso da numeração árabe.

Várias são hoje as tentativas de reconstituição desse processo. A observação será que muito antes usaram a numeração árabe naturalmente os próprios árabes. E este pormenor não é nem tautológico, ou redundante, nem sequer jocoso. Ele antecipa imediatamente as datas a referir quando se fala no papel desses números na facilitação das operações matemáticas. Em textos não árabes, Florence Yeldham cita documentos do século XII com numeração apenas árabe (1926, 86). W. W. Rouse Ball afirma que por volta do ano de 1400 se pode considerar que os símbolos árabes eram geralmente conhecidos através da Europa e eram usados na maioria dos trabalhos científicos e astronómicos. A paginação de alguns livros editados em Veneza em 1471 e 1482 é feita em numeração árabe. No século XIV, Plamudes, em Constantinopla, usa essa numeração. Ball, juntamente com muito outros historiadores, acorda em ter essa numeração sido popular entre os fazedores de almanaques, os comerciantes e os homens da ciência (Ball, 1912, 185 s)¹². Defende igualmente a dianteira italiana, desde o século XIII, nesse sector, Ettore Bortolotti (Durand, 1961)¹³. Segundo Gillian R. Evans, a influência maior na transmissão e utilização dessa numeração deve-se às obras de Alexandre de Villa Dei, *Carmen de Algorismo*, e de Sacrobosco, *Algorismus vulgares*, ambas escritas durante a primeira metade do século XIII. (Evans, 1977).

É muito conhecido também o papel de Leonardo de Pisa, que no seu *Liber Abaci*, publicado em 1202 e que foi largamente copiado e divulgado, começa por afirmar o seu propósito de introduzir os numerais hindu-árabes. O livro abre nestes termos:

«As nove figuras indianas são:
9 8 7 6 5 4 3 2 1

Com estas nove figuras, e com o sinal 0... pode escrever-se qualquer número, como se demonstra a seguir». (Citado em Gies, 1969, 578).

Só uma comparação mais ou menos nestes termos com outros meios culturais tornaria válidas as inferências de Barradas de Carvalho atrás citadas. Em vez disso, comparou o grupo português com o de outro meio cultural também português — o humanista:

Em contrapartida, se nós virmos o que se passa, pela mesma época, meados do século XVI, com autores de outro meio cultural, como os grandes cronistas, embora cronistas da expansão marítima, como um Fernão Lopes de Castanheda (*História do Descobrimento e Conquista da Índia*), os grandes humanistas portugueses, João de Barros (*Décadas da Ásia*), Damião de Góis (*Crónica do del-Rei Dom Manuel*), etc., somos transportados a um universo completamente diferente: todos os números, todos os dados numéricos, são dados em romanos, ou então por extenso. Nem um único algarismo árabe aparece nestas obras, que representam alguns milhares de páginas. (Carvalho, 1974, 68).

Mas mesmo num homem da «nova mentalidade», Garcia de Orta, no seu livro *Colóquios dos Simples e Drogas e Coisas Medicinais da Índia*, e segundo as contagens do próprio Barradas de Carvalho, a numeração por extenso é quase o triplo da árabe: 74% contra 26%. (Carvalho, 1981, 69).

Mas isso tolhe ao historiador as possibilidades de conclusões sobre o papel que Portugal terá desempenhado nesse processo da aceleração do uso da numeração árabe. Com efeito, a partir de semelhante verificação, Barradas de Carvalho só poderia logicamente estabelecer uma correlação entre a mentalidade experiencialista de Duarte Pacheco Pereira, Pedro Nunes, D. João de Castro e Garcia de Orta e o uso da numeração árabe, isto é, logicamente poderia apenas associar a concomitância dos dois fenómenos e ver nela um reflexo duma mentalidade científica, ou melhor, para-científica entre esses autores portugueses. Não pode, porém, de modo nenhum, concluir que «existe em Portugal uma pré-história da matematização do real», como ele afirma. Ainda que ela existisse, as premissas por ele fornecidas não lhe permitem semelhante inferência. Para mais, o facto por ele apontado de em mais de mil páginas de diversos autores, nem todos humanistas, escritas sobre os descobrimentos, não se utilizar nunca a anotação árabe é até um contra-exemplo muito forte que vem enfraquecer ainda mais as conclusões de Barradas de Carvalho.

Sobre B₂) refira-se que nada é dito sobre a importância desse factor na matematização do real nem no desenvolvimento das matemáticas.

De novo aqui, basta citar mais uma vez Roger Bacon, com 300 páginas da sua *Opus Majus* dedicadas à Matemática, disciplina que ele considerava a chave da ciência (*clavis scientiarum*). Essa secção abre com um capítulo chamando a atenção para a importância da Matemática no contexto geral das outras ciências e o seu papel nas ocupações do mundo. Cito apenas algumas passagens:

I now wish to consider the foundations of this same knowledge as regards the great sciences, in which there is affairs of this world (...) Of these sciences the gate and key is mathematics (...) Neglect of this branch now for thirty or forty years has destroyed the whole system of the Latins. Since he who is ignorant of this cannot know the other sciences nor the affairs of this world ... (Bacon, 1928, 116)¹⁴.

Como atrás foi apontado, de per si a introdução da numeração árabe, que facilitava as operações aritméticas comerciais, não provoca necessariamente uma atitude de matematização do real.

C — A DICOTOMIA «CIÊNCIA/HUMANISMO»

No texto que vimos comentando de Barradas de Carvalho, o termo «experiência» e seus afins surgem conotados com «ciência» e são postos em contraste com «humanismo». Vejamos essas passagens:

- a) «Este 'experiencialismo' do Renascimento que exclui o humanismo ...» (Carvalho, 1974, 38).
- b) «A expansão do comerciante foi algo de diferente da expansão do conquistador. O primeiro cria uma cultura 'experiencialista'; o segundo uma cultura humanista». (*Ibidem*)¹⁵.
- c) «Ora esta literatura de homens práticos, esta literatura de técnicos das navegações, esta literatura de *cientistas* (...) não é de modo nenhum uma literatura, uma cultura de humanistas». (*Id.*, 50 s).
- d) «... Duarte Pacheco Pereira não sabia latim, e muito menos grego Duarte Pacheco não era um *humanista*». (*Id.*, 53).

Não será forçar os textos se concluirmos que Barradas de Carvalho estabelece uma dicotomia entre as duas atitudes culturais. Mais ainda, a pré-ruptura epistemológica que o autor pretende encontrar em Portugal tem lugar precisamente com estes autores e neste contexto, quer

dizer: Duarte Pacheco Pereira, Pedro Nunes, D. João de Castro e Garcia de Orta são os agentes dessa ruptura com o humanismo reinante.

Mas a oposição entre humanismo e ciência não parece poder sustentar-se historicamente. Sem ser necessário envolvermo-nos nas questões sobre os vários humanismos, há pelo menos uma constatação que parece óbvia: grande parte dos humanistas estava interessada na recolha, restauração e reedição de textos gregos e latinos, mas como revolta contra a escolástica e o mundo medieval. O fascínio que o mundo greco-romano exerceu sobre o humanista levou-o a repudiar ainda mais vivamente o legado da Idade Média e a enaltecer sem medida a superioridade a todos os níveis do mundo clássico, inclusivamente científica. A altíssima preocupação literária e filológica e a insistência no domínio das línguas clássicas provinham da necessidade de se ter acesso aos originais não adulterados pelos erros dos escribas e sobretudo dos erros das traduções do grego via árabe realizadas nos séculos XII e XIII. No que se refere à ciência propriamente dita, se o fascínio se mantinha igualmente, era porque a ciência do período áureo grego (200-150 a.C.), que então começava a ser descoberta, surgia como um avanço em relação à ciência medieval (Boas, 1962, 25). Os humanistas interessavam-se, portanto, pelas obras de ciência e, se as defendiam acesamente, era porque sentiam a necessidade de fazê-las renascer pelo que de progresso significavam. Se a atitude gerou depois uma excessiva fixação no mundo clássico, não se poderá apontar o espírito anti-científico como causa, mas sim a influência do paradigma dentro do qual se moviam esses humanistas e que, fascinados com as respostas clássicas, acabaram por criar um período de «ciência normal» (em termos kuhnianos) que assentava na mundividência clássica, com a respectiva preferência axiológica pelos ideais estéticos e éticos do mundo clássico, porque isso bastava para as exigências da sua circunstância e do seu tempo. Ainda que fosse verdade que o início da ruptura se dá com não-humanistas, isso não proviria duma recusa consciente do humanismo em favor duma atitude científica. No caso de pessoas como Duarte Pacheco Pereira, ela nasce precisamente da sua experiência prática no contacto com os navegadores e comerciantes. A experiência aparece-lhe como importante para comprovar a veracidade das descobertas dos portugueses, apesar do que pudessem dizer os antigos. Mas isso, que é apenas uma etapa muito elementar duma ruptura com um critério de verdade, é feita em nome da verdade, como uma base mais sólida do que a dos textos científicos clássicos. É uma etapa da luta em áreas específicas dentro do mesmo

paradigma com base em descobertas novas que questionam os critérios tradicionais e não uma luta entre ciência e humanismo, como se este fosse uma espécie de «não ciência».

Seria fácil recorrer a uma longa lista de exemplos para ilustrar aqui o interesse que pela ciência possuíam muitos humanistas. Marie Boas, por exemplo, refere um grande número de casos e insiste no facto, aliás largamente sabido, de que foram principalmente os humanistas quem «descobriu» e divulgou a «nova» ciência grega. «Os humanistas tiveram, de facto, muito para oferecer à ciência», quanto mais não fora pelo restabelecimento dos textos originais, libertando-os dos erros das traduções árabes. Mas foram mais além disso. (Boas, 1963, 23-25).

A lista de provas de como uma tal linha divisória não é historicamente sustentável é muito longa.

Marie Boas defende que o humanismo teve muito que oferecer à ciência e que, quando humanistas como Erasmo atacaram a ciência, atacavam era a ciência das universidades que eles consideravam parte da esterilidade da escolástica (Boas, 1962, 27). Sobre o papel dos humanistas nas ciências, ver também entre outros, Thorndike, 1934, 1941 e 1963; Sarton, 1955 e 1957). Mas mesmo assim, um especialista da Renascença como Paul Oskar Kristeller escreve:

«Creio que tem havido uma tendência, à luz de desenvolvimentos posteriores e sob a influência de uma moderna aversão à escolástica, para exagerar a oposição dos humanistas aos escolásticos, e atribuir-lhes uma importância na história do pensamento filosófico e científico que eles não poderiam ter nem tiveram». (1979, 91).

No entanto, mais adiante, referindo-se aos famosos ataques de Petrarca e Bruni aos lógicos do seu tempo, observa que essa atitude tem sido tomada como representando um vigoroso novo movimento a rebelar-se contra um velho, arreigado hábito de pensamento, mas Kristeller chama a atenção para o que de rivalidades grupais há aí e acrescenta:

«Tais controvérsias, interessantes como são, foram meros episódios num longo período de coexistência pacífica entre o humanismo e a escolástica. Na verdade, os humanistas argumentaram entre si tanto como com os escolásticos. Além disso, seria um erro considerar essas controvérsias batalhas sérias acerca de princípios básicos, quando muitas delas eram contendas pessoais, torneios intelectuais ou exercícios retóricos». (*Id.*, 101).

O historiador Thomas Goldstein quase se compraz a apontar para essas sobreposições e misturas de humanistas, cientistas, artistas e renascentistas nas mesmas pessoas ou em gente de tendências diferentes mas que se inter-relaciona. Refere o caso, segundo ele não único, de Toscanelli, o espírito científico líder de Florença, que mantinha intensos diálogos sobre geografia com humanistas; lembra que artistas da renascença eram excelentes observadores da natureza e estudavam anatomia; os alquimistas fizeram investigação; e Leonardo foi artista e cientista (1980). (Ver também os ensaios de Santillana e Hall em Clagget (1959).

E, para encerrar, esta passagem de Eugenio Garin sobre uma outra dicotomia com esta relacionada, a do Humanismo/Renascimento:

«É certo que as duas tendências — imitação passiva dos antigos, educação dinâmica na sua escola — se entrecruzam e constituem os dois pólos também duma tensão e duma polémica... (...) Mas é certo também que os dois temas não se podem separar e opor-se em termos de «Renascimento e Humanismo», ou «Renascimento e Antirenascimento» ou «estudo das letras» e «procura da natureza». Porque é no seio dum mesmo processo que a descoberta dos antigos, tornando-se culto dos antigos, provoca a comparação com os modernos e a defesa dos modernos. É o estudo dos textos clássicos que, estando na origem do pedantismo gramatical e da imitação passiva, faz nascer a ideia da competição com os clássicos e alimenta a actividade criadora. É a tendência para privilegiar os *studia humanitatis*, as letras, que reforça o sentimento do valor que têm a natureza e as coisas, as ciências e as técnicas». (1967, 485). (Cfr. também Garin, 1965).

Se era essa a situação no resto da Europa, não parece que em Portugal as coisas se passassem diferentemente. Parece haver de facto uma maior clivagem entre a ciência e os humanistas mas isso é devido às circunstâncias sócio-económicas do país. Os navegadores portugueses são gente de um sector sócio-económico não muito dado ou sem grande acesso à cultura erudita. Mas daí a sugerir-se conflito, ou oposição, a distância é larga.

Além disso, para abrandar ainda um pouco mais a dicotomia, contraponha-se à insistência de Barradas de Carvalho o facto de Duarte Pacheco Pereira não saber latim, factos como os seguintes: Roger Bacon não só escreveu toda a sua obra em latim, como até sabia grego. E era um religioso, franciscano. Compartilhando da sua mundividência teológica, temos um outro cientista, o dominicano Teodorico de Friburgo. Leonardo da Vinci, esse símbolo da Renascença, cientista e artista, estu-

dou latim por si, embora Barradas de Carvalho suponha que ele não soubesse essa língua¹⁶. Camões, fascinado com as descobertas dos portugueses, falando de experiência, fala do mundo como um humanista. E o humanista Sá de Miranda é afinal a outra fonte onde se consegue encontrar em Portugal a expressão «*experientia est mater rerum*» que Barradas de Carvalho arvora em símbolo da pré-ruptura epistemológica portuguesa. Como se isso não bastasse, Pedro Nunes escreveu obras em latim e D. João de Castro revela uma boa cultura humanista. (Cfr. Hooykaas, 1980, 420).

O que se põe em causa, portanto, é a existência dum conflito aberto entre esses dois possíveis campos que, no caso português, são mais uma construção do género de tipos-ideais do que grupos realmente distintos. A linha divisória que passa entre eles é, de facto, muito esbatida e constantemente cruzada por ambos os lados.

Mas esta visão dicotómica leva-nos a uma questão de fundo mais vasta e que subjaz às teses de Barradas de Carvalho — as coordenadas ou o paradigma de Althusser, sobre que nos deteremos um pouco.

II

D — O PARADIGMA ALTHUSSERIANO

Ao olharmos retrospectivamente para a tese de Barradas de Carvalho, à luz de outros trabalhos seus, sobretudo do seu livro teórico *Da História-Crónica à História-Ciência* (1972), tornam-se evidentes certas coincidências de pressupostos teóricos entre o autor e Louis Althusser. São mais do que conhecidas as teses do filósofo marxista francês que pretendeu ver no *Manuscritos de 1844*, de Marx, uma ruptura epistemológica radical com o hegelianismo e, mais extensivamente, com o humanismo. Marx teria inaugurado o continente da história, feito desta uma ciência propriamente dita, dando-lhe finalmente uma dimensão científica, radicalmente oposta à humanista, até então reinante, e ideológica por natureza. (Althusser, 1965, 1968; e Althusser *et al.*, s/d.).

Na sua pequena obra teórica, Barradas de Carvalho não se apresenta propriamente como seguidor ou discípulo de Althusser, mas como tendo chegado a posições por coincidência semelhantes.

Por sinal, ele próprio se sente como um exemplo da descoberta paralela a que várias vezes se refere¹⁷. Ao citar as passagens mais directas em que Althusser defende as teses acima referidas, Barradas de Carvalho introduz-las nos seguintes termos:

«Em publicação recente (*Lénine et la Philosophie*) Louis Althusser chega a conclusões que, parece-nos, se aproximam das nossas». (p. 44).

E mais adiante:

«Althusser, e não pela primeira vez (ver, como exemplo, *Pour Marx*, 1966), parte do conceito de *ruptura epistemológica*, devido a Bachelard. Poderemos dizer que este mesmo conceito foi por nós expresso por outras palavras: revolução epistemológica. Esta uma coincidência, expressa apenas por palavras diferentes...» (p. 46).

Barradas de Carvalho prossegue estabelecendo o paralelo entre as suas posições e as de Althusser:

O texto de Althusser até agora em discussão, e que tanto nos interessou e interessa, só não nos surpreendeu completamente porque o autor e coordenador de *Lire le Capital* já nos tinha dado um primeiro esboço destas ideias nalgumas linhas do prefácio à tradução em língua portuguesa do seu *Pour Marx*. (p. 50)¹⁸.

Dessas linhas da introdução, citam-se as seguintes:

«... uma oposição: a que separa a ciência da ideologia, mais precisamente, a que separa uma ciência nova em curso de se constituir das ideologias pré-científicas que ocupavam o terreno em que ela se estabeleceu. Essa oposição entre a ciência e a ideologia, assim como a noção de *cesura* epistemológica que serve para meditar sobre o carácter histórico dessa oposição, retornam a uma tese que, sempre presente e subentendida nessas análises, não está, entretanto, explicitamente desenvolvida: a tese de que a descoberta de Marx é uma descoberta científica sem precedentes na história». (p. 50 s).

Se Barradas de Carvalho recebeu ou não influência directa ou indirecta de Althusser, não importa aqui averiguar. Registe-se apenas o facto de ter ele pelo menos substituído no livro *Rumo de Portugal* a sua expressão «revolução epistemológica» pela expressão bachelardiana adoptada e divulgada por Althusser («ruptura epistemológica»), depois de, no livro *Da História-Crónica à História-Ciência*, ter apontado a semelhança de pontos de vista e o paralelismo entre esses dois conceitos.

De qualquer modo, como em nenhum dos trabalhos teóricos ou monográficos de Barradas de Carvalho surge qualquer demarcação fundamental das posições althusserianas, especialmente no que respeita às dicotomias ciência/ideologia e ciência/humanismo; e uma vez que os escritos teóricos de Barradas de Carvalho assinalam mesmo a coincidência das suas teses com as de Althusser nesta problemática, não será forçar os textos de Barradas de Carvalho se procurarmos o aprofundamento do seu conteúdo teórico nos textos de Althusser. Mas como, por um lado, não se trata de fazer aqui a crítica do pensamento de Althusser e, por outro lado, a análise crítica da fundamentação teórica das teses históricas de Barradas de Carvalho é menos importante do que a crítica factual que atrás já fizemos, cingir-me-ei ao mínimo essencial.

A dicotomia ciência/ideologia assenta numa outra dicotomia facto/valor que, hoje, nem em teoria é sustentável. (Ver, por exemplo, Putnam, 1981, entre tantos outros). Na prática, então, uma dicotomia dessa natureza é pelo menos, *naïf*. Basta uma ideia superficial de algumas das facetas do debate contemporâneo sobre o objectividade do conhecimento para se chegar a uma conclusão destas. As obras de Wittgenstein, Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Quine, Putman, Rorty, Cohen entre tantos outros, enchem hoje infindáveis páginas de bibliografia. O facto de nenhuma das obras desses autores vir mencionada nas extensíssimas notas bibliográficas de Barradas de Carvalho é pelo menos um indício que poderá ajudar a compreender como terá sido possível que o historiador tenha defendido tão candidamente pontos de vista teóricos tão redutores e frágeis. Concretamente, e em traços rápidos, no caso da ruptura que Althusser quer ver em Marx, ela constitui não uma passagem da não-ciência à ciência, mas sim uma alteração de paradigma, sim, mas que permitiu a Marx passar do paradigma humanista hegeliano para um outro que lhe permite tomar o ponto de vista do proletariado. Mas o argumento central que importa aqui frisar é este: quer Marx tenha operado ou não uma ruptura epistemológica (e, na afirmativa, independentemente de ter sido lenta ou instantânea), o certo é que as análises marxistas não saem do campo das ciências sociais e continuam sujeitas a todas as limitações a elas inerentes, nomeadamente a da interferência dos valores nos factos, uma espécie de simbiose inevitável e que só pode variar em grau.

A confusão fundamental está no facto de as análises althusserianas se deixarem enrolar pelos próprios conceitos. Inconscientemente identificam «científico» com «verdadeiro». Ora, quando usamos a expressão

«ciências sociais», e até mesmo «ciências naturais», não faria sentido pensarmos que toda a informação que elas nos têm fornecido é verdadeira. Isso está mesmo em contraste com a história da ciência e em contradição com a própria definição dessas expressões e mesmo do termo «ciência». Quando muito, no caso de Althusser, poderíamos conceder-lhe que Marx tornou mais rigorosa a sua metodologia e o novo paradigma permitiu-lhe ver mais longe, mas isso só se comprovaria verificando os resultados da sua aplicação, isto é, testando-a. Em resumo, e admitindo mesmo a ruptura epistemológica de Marx nesse sentido apontado, ela não criou uma dicotomia entre um passado não científico e um presente e futuro científicos, mas permitiu, quando muito, a passagem de verificações menos objectivas para outras mais objectivas, ou até, se quiserem, de «menos verdadeiras» para «mais verdadeiras». Sendo assim, não faz mais sentido opor-se ciência (= verdade) e ideologia (= falsidade). A visão do humanismo como algo «não científico» assenta na mesma confusão de nomenclatura¹⁹.

Pelo que atrás ficou dito, suponho que não será lógico concluir-se que se advoga aqui o estatuto de ciência para o humanismo. Os termos não têm muito a ver um com outro, nem sequer como opostos. O humanismo actualmente é uma posição valorativa com carácter normativo, que defende que o homem deve ser tido como um fim e que a ciência deve estar ao seu serviço. Ora isso não está de modo nenhum em oposição com o conceito de ciência, que é fundamentalmente a busca da explicação do real com vista à sua previsão. (Sobre isso, alguns textos básicos são Feigl and Broadbent, eds., 1958; Popper, 1959; Nagel, 1961; Hempel, 1966; Suppe, 1977; Newton-Smith, 1985; Hacking, 1983). O problema de se, por questão de valores humanos, se deve ou não realizar a experiência *X* ou *Y* ou explicar os resultados da descoberta *Z* ou *T*, não é propriamente metodológico ou, se quiserem, epistemológico.

Mas há ainda uma outra observação a notar e que tem a ver com um certo anacronismo envolvente na leitura que Barradas de Carvalho faz do período dos descobrimentos à luz do paradigma althusseriano. Com efeito, o dualismo ciência/humanismo do século XIX diverge profundamente da do século XVI. É verdade que Barradas de Carvalho nunca afirma a identidade, ou mesmo semelhança entre eles; mas, como vimos, usa a nomenclatura althusseriana e exprime-se em termos althusserianos sem fazer ressalvas.

Seria aqui o momento de se voltar à análise factual e tentar obter uma visão sincrónica da sociedade portuguesa dos meados do século XVI

para se verificar com precisão quem se dedicava aos estudos humanistas e quem se envolvia nas actividades práticas relacionadas com a navegação e, ao mesmo tempo, qual a relação entre os dois campos e o nível de interferência. De tudo quanto hoje se sabe pelas investigações dos historiadores portugueses e lusófilos contemporâneos, o humanismo em Portugal nunca foi muito forte, o seu período áureo foi curto e a maior parte da actividade dos humanistas portugueses acontece no estrangeiro (Louis de Matos, 1979). Por outro lado, parece hoje claro ter a empresa dos descobrimentos sido essencialmente comercial, envolvendo pessoas práticas, que se transformaram em técnicos vitalmente interessados na observação e recolha de dados.

Não houve propriamente em Portugal um conflito entre cientistas e humanistas. Quando muito, teria existido uma resistência da parte da universidade à aceitação das consequências dos descobrimentos por razões católicas e não humanistas²⁰.

O próprio historiador Barradas de Carvalho admite que o humanismo era alheio à gente prática envolvida na navegação:

Nessa rica e ampla literatura de viagens são relativamente raros os autores que se preocupam com os Antigos, com a Cultura Antiga. E nos casos, que não abundam, em que vemos citações de autores antigos, os navegadores portugueses têm sempre a preocupação de os refutar em nome da sua «experiência». Tratava-se de corrigir os Antigos, de os ultrapassar. E poderemos até dizer que uma grande parte destes autores começava por não saber latim, e ainda menos grego⁴⁵. (1974, 51s).

Muito naturalmente se eles não se preocupam com os Antigos é porque os não conhecem. As próprias refutações desses Antigos, quando os citam, são também casuais. Quer dizer, não há um conflito de paradigmas propriamente dito porque não se está envolvido num que se sente começar a ruir. Trata-se, sim, de uma imersão da parte dos navegadores numa actividade experimental absorvente a que é alheio o humanismo e os seus atavismos, factor até benéfico na medida em que os deixa mais livres e receptivos ao novo. Dir-se-ia que, na prática, os navegadores seguem a experiência como critério de verdade, e isso sem repararem que estavam a colaborar em qualquer ruptura epistemológica. Não convém esquecer também o carácter limitado da nova visão e o seu papel na revolução paradigmática. D. João de Castro refuta pela experiência que a terra é imóvel (Castro, vol. I, 1968, 60). Além disso,

e tendo em conta o contexto português da altura, só remotamente se pode falar de ruptura com o humanismo.

III

Tudo o que atrás ficou dito pediria agora um balanço global da participação dos portugueses do século XVI no contexto universal das ciências. Esse trabalho está parcialmente feito em diversas obras de excelentes historiadores portugueses contemporâneos. (Nalguns casos, já antigos, mas ainda notáveis. Ver Bensaúde, 1912, 1914). O próprio Jaime Cortesão enumerara já, em síntese, esse contributo:

... eles foram os criadores da ciência náutica, que permitiu a navegação oceânica e a expansão da Europa em todo o Mundo. Eles criaram o navio próprio para os descobrimentos ao longo das costas da África e da América — a caravela; eles adaptaram o astrolábio aos usos da navegação e formularam pela primeira vez os métodos e regimentos para determinar a posição das descobertas; eles traçaram novas estradas ao longo dos oceanos, fixaram nos mapas o contorno dos mundos, e redigiram, dia a dia, viagem a viagem, naufrágio a naufrágio, o roteiro de todos os mares e em todos os rumos da rosa-dos-ventos. (1979, 210).

Noutro lugar, o historiador sintetiza essa obra com um colorido literário, mas nem por isso menos correcto:

... a ciência náutica foi o aspecto mais original e saliente da nossa cultura de todos os tempos; o traço mais distintivo da nossa fisionomia espiritual no conjunto da humanidade; (...) se houvésssemos de representar por um símbolo aquilo que distingue e assinala o Português entre os raros povos que deram decisivo e duradouro impulso à civilização, teríamos de representá-lo, à maneira do Renascimento, na figura dum piloto, medindo, de astrolábio e sonda na mão, a altura do sol e o fundo do mar, a bordo de uma caravela. A grande glória de Portugal é ter sido a grande escola da arte de navegação nos tempos modernos e haver ensinado, de bom ou mau grado, às demais nações o uso de meia dúzia de instrumentos técnicos que lhes deram a posse dos oceanos e o conhecimento do globo. (3: 95).

Oliveira Marques, depois de uma enumeração que também elabora sobre esse contributo e após referir-se a Garcia de Orta como tendo estabelecido os fundamentos da medicina tropical e a Pedro Nunes,

que aperfeiçoou a tradição da navegação científica, da astronomia e da matemática, acrescenta:

Cientistas como estes, contudo, eram poucos e o seu experimentalismo nunca ultrapassou a fase empírica sistemática. Para mais, todos eles pertenciam a uma geração que ia envelhecendo pelos meados do século XVI e que tinha poucos e mediocres continuadores. (p. 406).

Antes de comentar esta equilibrada síntese de Oliveira Marques, é importante referir que, num colóquio sobre «L'Humanisme Portugais et l'Europe», realizado em Tours, França, em 1978, foi tentado um balanço do Renascimento português. Segundo um relatório de Alfredo Margarido, houve «uma forte carga patriótica» em certas intervenções um tanto «apaixonadas». Entremeando a sua descrição com comentários que revelam uma preocupação crítica, Margarido refere uma comunicação de W.G.L. Randles que inventariou «os obstáculos epistemológicos» enfrentados pelos portugueses da Renascença:

O peso dos modelos: o bíblico aristotélico, o da dinâmica dos graves de Lactâncio, o da geografia de Ptolomeu. Os «utensílios mentais» — para re-utilizar a expressão hiper-clássica de Lucien Febvre — não permitem a renúncia ao modelo clássico, e a aceitação total da lição empírica. (Margarido, 1979, 117).

Oliveira Marques e W.G.L. Randles colocam o contributo português no seu lugar no contexto universal da ciência. Não falam de pré-ruptura epistemológica porque ela de facto não se dá. Há sim, um aumento considerável de conhecimentos sobretudo geográficos e astronómicos proporcionados pela experiência directa, que se revela mais segura do que a autoridade dos antigos. Não é uma atitude inovadora, mas uma extensão, um alargamento de horizontes, um crescimento de dados que iriam mais tarde possibilitar a ruptura. Não é inovação, porque, como vimos, dois séculos e meio mais cedo, Roger Bacon tinha ido mais longe na elaboração do conceito de «experiência». E insiste-se no facto de não se ter dado essa pré-ruptura, porque o contributo português constitui uma etapa, ainda que de maior alcance do que o de Bacon devido às portas que abriu. Vamos por partes:

1 — O contributo português dá-se ao nível da observação, da constatação empírica.

2 — Excepto na astronomia, cartografia e geografia, não se vai além de uma descrição casual. Não se trata de uma elaboração sistemática²¹, ou pelo menos compendiada.

3 — Fazem-se poucos experimentos. Descobrem-se dados à medida que se avança nos oceanos e buscando-se simplesmente soluções para as dificuldades.

4 — Porque os dados empíricos raramente são coligidos meticulosamente nem consequentemente classificados e sistematizados, só ocasionalmente surgem generalizações nomológicas²².

5 — Muito menos surge uma elaboração teórica que tome os dados empíricos e as leis ou quase-leis com base neles formuladas, e os organize em construções que ofereçam propostas ou formulações novas sobre a ordem das coisas, isto é, proponha uma nova explicação do real.

A propósito de 1), é desnecessário procurar-se argumentos. Basta percorrermos as obras citadas por Barradas de Carvalho²³. As excepções vão para Garcia de Orta, que teria chegado ao nível 2), D. João de Castro e Pedro Nunes (ao tentar obter dos navegadores colaboração nas suas experiências) que atingem o estádio 3) e, esporadicamente, 4). E nem a elaboração de teorias novas, ainda que altamente confirmáveis, significaria de per si uma ruptura epistemológica, pois as descobertas e invenções podem levar apenas à mudança de paradigmas particulares sem atingirem o alcance e a profundidade características duma autêntica revolução científica (ou ruptura epistemológica) como acontece com Galileu e Newton por exemplo²⁴.

As afirmações sobre o valor da experiência como «madre das cousas», ou critério de verdade, mesmo com a rectificação de D. João de Castro, não eram radicalmente novas. Comparámo-los com o caso de Roger Bacon, mas deve notar-se que até mesmo Galeno, um dos Antigos cuja autoridade deixava de valer com as descobertas dos navegadores portugueses, advogava a certificação ou confirmação pela experiência, postulado que era conhecido, citado e aconselhado por comentadores, como por exemplo, o médico italiano do século XV, Bernardo Tonius, num texto sobre a autópsia:

«The first corollary quickly follows from what I saw with my own eyes. For Galen remarks in the sixth book of his *Therapeutic*, first, those matters which require consideration should be considered

and then certified by experience, so that reasoning may be confirmed by experience». (Thorndike, 1963, 128. Ver também, sobre o conceito de experiência em Galeno, Hechler, 1936).

Depois, basta lembrar que muita gente fez experimentos ao longo dos séculos. Só que nem os resultados deles nem as experiências vividas dentro dos horizontes limitados do mundo antes das descobertas haviam conduzido a tantas e tão grandes realidades empíricas novas. Se o tivessem, não é lógico supor que teriam recusado a evidência empírica. O mérito dos portugueses está, portanto, no terem experienciado essas novas realidades e tê-las dado a conhecer, e não em terem proposto a experiência como critério de verdade ou como elemento constituinte desse critério, muito embora a dimensão das novas constatações pela experiência constituísse uma desautorização em grande escala das verdades dos Antigos. Mas repete-se: trata-se de contribuir para o aumento rápido, em quantidade e extensão, de contra-factos, mas que são deixados a esse nível. Mais convincente do que as passagens citadas é uma leitura de conjunto, mesmo rápida, de *Esmeraldo de Situ Orbis*. Ela deixa-nos claramente a impressão de que não é Duarte Pacheco Pereira que está a operar uma revolução experimental, mas sim os navegadores. Ele limita-se a relatar as descobertas por eles feitas e por ele também experimentadas e rende-se à evidência. A experiência deles vai mais longe do que a dos Antigos e é essa a novidade. A ênfase está no que os olhos põem na frente através daqueles homens, e isso é assim registado como facto comprovado por Duarte Pacheco Pereira que nem se preocupa em demonstrar que a experiência é que deve ser o critério de verdade, nem ele apresenta esse critério como formulação e/ou proposição sua. Aceita-o, antes, como um dado indiscutível, que só quem não experimentasse aquelas coisas as negaria, não por não aceitar a experiência como critério de verdade, mas por não acreditar que essas experiências fossem verdadeiras, isto é, tivessem acontecido. Pacheco Pereira não se apercebe das consequências profundas que essas descobertas teriam se ele conseguisse fazer inferências e generalizações nomológicas ou para-nomológicas capazes de, se constituídas em teoria, porem em causa o sistema de Ptolomeu, que ele ainda aceita. Poderá dizer-se que os portugueses contribuíram para a aceleração do processo que iria consumir-se só mais tarde com a revolução de Galileu e Newton. Não tiraram as consequências das realidades que encontraram e, por isso, chegados aqui, nos parece inaceitável pôr esse contributo em termos

de pré-ruptura epistemológica. Em linguagem Kuhniana, poderíamos dizer que todas essas descobertas contribuíram para a mudança de paradigma consumada por Galileu e Newton na medida em que colaboraram na destruição do paradigma clássico e na construção do novo através da descoberta de novos dados. Eles contribuíram para que se abrissem mais as portas para os cientistas se lançarem em larga escala na busca dos contra-factos para a mundividência tradicional e que iriam pôr definitivamente em causa e acabar por derrubar a ciência normal elaborada dentro desse paradigma durante tantos séculos vigente. Com efeito, se as descobertas são parte necessária do processo, não são suficientes. Elas ficam no ar à espera de serem organizadas numa teoria que lhes dê sentido.

O motivo por que não terão os portugueses do século XVI ido mais longe é resposta que não cabe aqui dar e duvido que seja mesmo possível vir-se a dá-la em qualquer outro lugar. Cabe só frisar o facto de que, se se viesse a confirmar a teoria de Jaime Cortesão sobre o sigilo a que por razões de competição e interesses nacionais estariam obrigados os homens envolvidos na empresa dos descobrimentos, ficaria talvez explicada a diminuta percentagem de descrições pormenorizadas e sistematizadas das descobertas geográficas, astronómicas e das técnicas de navegação, mas ficaria ainda por explicar o facto de, em áreas onde o sigilo não era necessário, como a zoologia, a botânica e a etnografia, o contributo português ter sido tão precário. Com efeito, com muito menos novidades para revelar, na Europa desse tempo, homens (só cito pioneiros) como Leonard Fuchs escrevia o seu livro de botânica *De Historia Stirpium* (Basileia, 1542) com 512 ilustrações, e Hieronymus Bock publicava *De Stirpium* (1539) classificando plantas segundo relações naturais, uso e modo, e lugar de ocorrência. O mesmo se verifica quanto à zoologia. Conrad Gerner, com os cinco volumes da sua *Historia Animalium*, de 3.500 páginas e 1.000 ilustrações, seguindo embora uma taxonomia ainda puramente alfabética (*Renaissance*, 1970, 28-32, 40), está dentro de uma mentalidade invadida pela curiosidade científica a um nível a que os portugueses eram alheios. Se compararmos outras áreas, vamos encontrar em outros países da Europa, mesmo quando em Portugal se está no auge das descobertas, uma preocupação científica incontestavelmente superior. (Ver, por exemplo, Taton, 1958; Bernard, 1971). Curiosamente, uma análise dos dados referentes aos livros

impressos em Portugal no século XVI poderá constituir ainda outra constatação dessa incipiência ou pouca apetência científica. Num trabalho monográfico sobre o assunto, J. Borges de Macedo chega às seguintes conclusões, pelo menos as que podem ser depreendidas desta passagem:

As obras dedicadas à observação dos fenómenos materiais e implicando uma exigente, embora especificamente essencialista disciplina dos juízos de realidade, são em limitado número; inexistentes as que se permitem interpretá-los noutra direcção interpretativa, a matemática, por exemplo. E o seu número, mesmo no sentido essencialista, vai diminuindo pelo século adiante distanciando-se dos interesses imediatos (que as tinham transformado em preciosos repositórios de dados e testemunhos) e aproximando-as das generalidades convencionais. (1975, 215).

De modo nenhum se pretendeu com esta crítica derrubar a monumental obra de Barradas de Carvalho, pois é, de facto, impressionante o levantamento de dados por ele levado a cabo, mas apenas atenuar-lhe as conclusões já que ele exagerou um pouco os traços. Talvez porque, tendo juntado milhares de paralelepípedos, se tivesse ele próprio extasiado com o volume deles e não tivesse podido levar a cabo o trabalho de colocá-los todos no seu devido lugar na estrada do conhecimento humano²⁵. Ou, talvez, porque viveu no estrangeiro e lhe doeu a ignorância e o silêncio que sobre o contributo português se faz constantemente e ele tivesse sentido a necessidade de elevar a voz um pouco mais alto para chamar a atenção dos outros para aquilo que injustamente desconhecem. Mas aí estão agora esses dados a permitir-nos uma imagem exacta do nosso lugar na história da ciência, que era, afinal, o que ele pretendia e, como professor, estimulava outros a fazerem também. Essa imagem, como foi referido no início deste trabalho, vem sendo reconstruída de há anos a esta parte (refira-se, por exemplo, Abelaira, 1953; Albuquerque, 1982, 1983 a,b; André, 1984; Barreto, 1983 a,b; Dias, 1969; Hooykaas, 1966, 1979, 1980), publicados quase todos após a primeira redacção deste ensaio, ou pelo menos consultados igualmente depois de fundamentalmente redigido.

No início deste ensaio aludi ao interesse em escrever um longo ensaio em inglês sobre o papel de Portugal na revolução científica do

século XVII. Todo esse levantamento de dados e análises críticas elaboradas por Barradas, Albuquerque, Dias, Barreto, Hooykaas e outros permitiram construir um extraordinário *case-study* sobre as continuidades e descontinuidades das ciências, sobretudo a demonstração de como as revoluções científicas não são cataclísmicas nem demolem uma estrutura existente num golpe. Estamos conscientes hoje das distinções entre o contexto das descobertas e da lógica da ciência, ou do contexto da justificação como estamos igualmente dessa outra diferença entre revolução no pensamento de um ou de um grupo de indivíduos e o alargamento dessa revolução a uma comunidade científica ou à sociedade em geral. Quando se fala em revoluções científicas, esquece-se muitas vezes de que se manuseia um tempo imensamente concentrado e daí, ao se notarem alterações, se referir a elas em termos metafóricos como ruptura e revolução. Na verdade, quer o tempo (Krige, 1980) quer o carácter isolado e pouco osmótico da maioria das descobertas científicas, fazem com que, afinal, a história da ciência seja muito mais um complexíssimo tecido de continuidades e descontinuidades, muitas vezes desconexas e isoladas, de descobertas paralelas, de redescobertas, ignorando que o são e, sobretudo, de uma mistura portentosa de crenças e de pontos de vista em que é possível manterem-se visões paradoxais e incoerentes não só em campos diversos como até no mesmo campo. Bastaria aqui apenas apontar dois exemplos curiosíssimos: um português e outro estrangeiro. Um é a indicação de Gomes Eanes de Zurara do sexto motivo que terá levado o Infante D. Henrique a lançar-se na empresa dos descobrimentos — o seu horóscopo, que lhe augurava «conquistas altas e fortes, especialmente de buscar as cousas que eram cubertas aos outros homens, e secretas ...» (1841, 48 s). O outro exemplo é o de Newton, que era um alquimista. (Rattansi, 1972).

O Portugal do século XVI é sem dúvida um palco maravilhoso para essa análise que simultaneamente poria em realce o contributo inegavelmente grandioso, de vanguarda mesmo em alguns aspectos, nessa etapa a caminho do mundo moderno²⁶.

E por que não concluir este ensaio citando Camões, exemplo aqui duplamente a propósito? Na verdade, a facto de Camões, um homem de mundividência mais ou menos humanista, se ter referido várias vezes à «experiência» e à «nova filosofia» em contraste com «as leis do antigo» torna ainda menos consistente a dicotomia pretendida por Barradas de

Carvalho e confirma o facto de a interferência de elementos novos em paradigmas tradicionais não provocarem por si só uma ruptura imediata:

Os casos vi que os rudos marinheiros,
que têm por mestra a longa experiência,
contam por certos sempre e verdadeiros,
julgando as cousas só pela aparência:
e que os que têm juízos mais inteiros,
que só por puro engenho e por ciência
vêm do mundo os segredos escondidos,
julgam por falsos, ou mal entendidos.

(*Os Lusíadas*, V, 17)

Em forma literária clássica, numa mundividência humanista impregnada de catolicismo, o impacto das novas realidades ia operando «a mudança» lenta (rápida se comparada com os séculos anteriores) de que se compunha o mundo de Camões. Mas a ruptura epistemológica — ou mais rigorosamente falando, a revolução paradigmática —, essa não estava madura e levaria ainda cem anos a acontecer.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

¹ J. Barradas de Carvalho publicou uma série longa de estudos sobre Duarte Pacheco Pereira e o seu *Esmeraldo de Situ Orbis*. Porque essa informação bibliográfica vem toda referida na obra citada, dispensei-me de referenciá-la aqui.

² J. Barradas de Carvalho fornece a seguinte informação como localização das citações: liv. I, cap. 2; liv. II, cap. 10; liv. II, cap. 11; liv. IV, cap. 1; liv. IV, cap. 6.

³ A passagem de D. João de Castro aparece no seu *Tratado da Esfera*:

«Todo o engano e imaginação e vista está em não acabar de entender, como as cousas pesadas caem a prumo; todo o homem se engana em quanto cuida que caem por linhas igualmente distantes a que chamamos paralelas, o que é falso, porque quanto mais vão para baixo, tanto mais se vão ajuntando, e pera cair nesta falsidade a vista dos olhos nos perdoe, dê-se por vencida, e confesse nesta parte sua cegueira, e é necessário aqui o sentido obedecer ao entendimento, e como cego deixar-me guiar por ele, porque certo está que em muitas cousas nos enganarão os sentidos, senão fossem guiados, examinados, pelo entendimento; julgando somente pelos sentidos, todos julgaríamos que o Sol é pouco mais ou menos como uma roda de carro, e as estrelas como umas laranjas, e ficaríamos nisso mui enganados, pois o entendimento tem demonstrado, está nisso convencido ser o Sol e muitas estrelas muitas vezes maior que toda Terra; engana-se (a) cada passo e o sentido dos brutos com as semelhanças das cousas tendo-as por verdadeiras porque não é ajudado dalgum entendimento, e assim o sentido humano senão fosse ajudado do entendimento, não haveria diferença entre ele e o bruto, e tão facilmente se enganaria um como o outro.» (1940, 30-31).

⁴ «Os antigos não punham climas mais que em aquela quarta que está da equinocial até o norte, e deixavam as outras três por inabitáveis, e ainda comumente nesta nossa quarta não punham mais que sete climas, porque boa parte dela tinham por inabitável; mas como nestes tempos se tenha mais experiência, e conhecimento do mundo não tão-somente achamos esta quarta de nossa habitação povoada, e habitada, senão ainda as outras três...» (1940, 81).

E ainda:

«É cousa que se possa saber quantas léguas tenha a redondeza de todo este globo do mar e da terra? Causa é que se tem alcançado assi por ciência como por exemplo.» (1940, 44).

⁵ Sobre Roger Bacon, veja-se, entre outros, Easton, 1952; Bridges, 1914; Little, 1972; Carton, 1924. Numa longa lista bibliográfica de trinta e oito entradas em nota a uma referência ao conceito de experiência, Barradas de Carvalho, num dos últimos artigos que escreveu, incluía este último livro, bem como o de Pierre-Maxime Schuhl, *Pour Connaitre la Pensée de Bacon* (Paris, Ed. Bordas, 1949). (Carvalho, 1979, 18). Parece estranho, porém, que tendo tomado contacto com a obra de Roger Bacon, não tivesse estabelecido paralelos entre ela e a dos portugueses que ele estudou.

⁶ Barradas de Carvalho chama conceitos-chave a «experiência» e a «matematização do real». Ora, enquanto «experiência» é um conceito, a «matematização

do real» não o é no mesmo sentido. A matematização do real de que ele fala é um fenómeno que se operou por necessidades práticas de carácter técnico e científico e, sobretudo, comercial.

⁷ «By combining Arab ideas on induction and experimentation with a vision of science otherwise largely inspired by Aristotle, Grosseteste had gone further than anyone in his time to provide the epistemological foundation for new attitude toward the mind's search for truth». (p. 276). E, numa nota, escreve Marrone deixando clara a antecipação de Grosseteste a D. João de Castro: «It is important to remember that Grosseteste hold that the principles of science were verified by experiment, but not the conclusion. Scientific reasoning per se was deductive, concerned with the formal, logical inference of conclusions from certain principles». (*Ibidem*). Ver também Crombie (1953). Num comentário aos *Segundos Analíticos*, de Aristóteles, Grosseteste explica que a razão abstrai de muitos singulares e atinge o mesmo universal através do juízo feito a partir de muitos singulares. E conclui: «Este, portanto, é o processo através do qual o universal abstraído é atingido a partir de singulares através da ajuda dos sentidos». (Citado em Crombie, 1953, 73).

⁸ Barradas de Carvalho refere Sá de Miranda, Leonardo da Vinci e Afonso V de Aragão. (Carvalho, 1980, 145 ss).

É curioso que Sá de Miranda use a expressão em latim, atribuindo-a ao «filósofo», sinal de que ela circulava no seu tempo como atribuída naturalmente a Aristóteles que parece ser quem era assim referido por antonomásia. No caso de Leonardo da Vinci, as referências ao papel da experiência são muitas e explícitas, e datam provavelmente de entre quinze e vinte anos antes de *Esmeraldo de Situ Orbis* (ver Da Vinci, 1972, vol. 2, 236-238). Há mesmo, também de Leonardo, uma passagem no seu *Trattato* que dissipa todas as dúvidas sobre o papel que para ele devia ter a experiência no processo do conhecimento: «Quanto a mim, parece-me que são vãs e cheias de erros aquelas ciências não nascidas da experiência, mñe de toda a certeza, experiência directa que nas suas origens, ou meios, ou fim passou através de um dos cinco sentidos. E se nós duvidamos da certeza de tudo o que passa pelos sentidos, quanto mais devemos nós duvidar das coisas contrárias a esses sentidos...» (Citado em Clark, 1973, 84).

⁹ Joseph Owens dizia-me na sua carta que consultara em meu favor o perito em Latindade Brian Stock que, em primeira reacção, achava que tinha visto a expressão em Bernardo de Clairvaux. Após ter pesquisado sem êxito, afirmou a J. Owens que talvez fosse então em Cícero ou Claudiano, mas não investigou mais. Embora a expressão em nada se coadune com o pensamento de Platão, procurei-a. Há, de facto, na VIII Carta, uma expressão algo próxima: «A experiência parece ser a pedra de toque mais segura para tudo» (8.355c). Evidentemente que o facto de ser posta em causa a autenticidade dessa carta não afectaria as nossas conclusões. O importante seria encontrá-la, quem quer que fosse o autor. É, por isso, natural que a expressão pertença a um comentador de Aristóteles e que no tempo de Duarte Pacheco Pereira se tenha tornado um axioma corrente: em latim, para os que conheciam essa língua; em vernáculo para os que, como ele, não a conheciam.

¹⁰ Galeno refere, por exemplo, experimentos realizados sobre o uso medicinal do mel. (Galen, 1916, 193).

¹¹ O texto «Sur l'Introduction et la Diffusion des Chiffres Arabes au Portugal» (Carvalho, 1958) é uma primeira versão do capítulo da tese com esse título e que foi traduzido no livro *Portugal e as Origens do Pensamento Moderno* (Carvalho, 1981).

¹² No século XIII, os banqueiros florentinos proibiram o uso desses números, objectando que eles eram mais fáceis de falsificar com um simples traço. Pela mesma razão, as autoridades da universidade de Pádua, a meio desse século, decidiram que deveria elaborar-se uma lista de livros para venda com os preços marcados *non per cifras sed per literas claras*. (Ball, 1912, 186).

¹³ Dana Durand cita o trabalho de Bortolotti «Il primato dell' Italia nel campo della matematica», *Atti della XXVII Riunione della Società Italiana per il Progresso delle Scienze*, Roma, 1939, e refere-se a numerosas incidências de aritmética comercial na Itália durante o século XV. Ainda segundo a autora, Allan Evans elaborou uma extensa lista de usos desses algarismos em conjugação com a edição da obra de Peglotti, *Pratica della Mercatura* (Cambridge, Mass, 1936), mas diz que essa lista não foi publicada. (1961, 38).

¹⁴ Thomas Goldstein crê que Roger Bacon terá previsto o completo método científico moderno ao insistir que a observação empírica correcta necessita ser completada com a análise matemática. (Goldstein, 1980, 187).

¹⁵ Barradas de Carvalho segue aqui (cita mesmo) a tese de Sérgio Buarque de Hollanda segundo a qual o autor vê na atitude portuguesa uma «fisionomia mercantil, quase semita». (Hollanda, 1970, 79).

¹⁶ Barradas de Carvalho (1974, 54) diz que Leonardo da Vinci e Miguel Angelo não sabiam latim. Todavia, e pelo menos no que a Leonardo diz respeito, Kenneth Clark diz que foi mesmo o período da grande viragem da sua vida, esse em que estudou latim. Poucos eram os livros científicos dos antigos escritos em vernáculo, particularmente as obras de Arquimedes, que só existiam em traduções latinas que, segundo G. Séailles, que Clark cita (Léonard de Vinci, *L'artiste et le savant*, Paris, 1892), exerceram sobre o artista a maior de todas as influências. (Clark, 1973, 62 s).

¹⁷ Por exemplo, num trabalho recente já acima referido, Barradas de Carvalho, depois de citar uma passagem de Althusser, comenta: «É esta a razão por que não é tão invulgar que dois ou mais cientistas em partes diversas do mundo, sem conhecimento um do outro, ou uns dos outros, cheguem às vezes aos mesmos resultados, e nas mesmas datas, ou em datas próximas». (1979, 11).

¹⁸ Segundo Barradas de Carvalho, a citação é do Prefácio à edição brasileira de *Pour Marx*, livro que saiu com o título *Análise Crítica da Teoria Marxista* (1968, Zahar Editores). Especificamente sobre a associação humanismo-ideologia em oposição radical às ciências, cite-se, apenas a título ilustrativo, a linguagem, aqui claríssima, de Althusser em resposta aos seus críticos:

«A minha tese é simples. Teoricamente falando, o marxismo não é um humanismo. Teoricamente falando, o humanismo é uma ideologia». E explica: «Isto significa que os conceitos *teóricos de base* da ciência marxista da história, por um lado, e da filosofia marxista, por outro, não só não são noções humanistas, como não têm qualquer relação com noções humanistas». (Althusser *et al.*, s/d., 189).

¹⁹ Uma análise mais pormenorizada da infundada dicotomia althusseriana entre ideologia e ciência foi já levada a cabo noutra lugar pelo autor deste ensaio. (Almeida, 1987).

²⁰ Em Portugal, os «Humanistas são desde cedo considerados gente suspeita». Em meados do século XVI é com comprazimento que se fala da «Católica Universidade Portuguesa». (*Id.*, p. 235). E Oliveira Marques escreve também: «Mesmo em Portugal, as universidades, os livros impressos, a cultura escolástica continuaram a ensinar e a aceitar os antigos mestres com os antigos erros, muito depois de todos, desde o mais humilde marinheiro até ao mais nobre vice-rei, terem de facto observado e tocado uma realidade diferente. Durante muito tempo, o ensino oficial e a experiência prática coexistiram sem se ferir mutuamente, conquanto frequentes vezes contraditórios». (pp. 284-285).

E noutra passagem: «O ensino oficial mostrou-se impermeável a qualquer progresso científico, rejeitando o avanço cultural que se ia verificando lá por fora e oferecendo um exemplo centenário do dogmatismo e inutilidade. Ciência futura e progressiva iria surgir apenas das realizações humildes e pragmáticas de navegadores colonos ultramarinos, viajantes e outros do mesmo estofo». (p. 406).

Desnecessário será dizer que para uma descoberta científica bastaria uma única pessoa e que o facto de os seus contemporâneos não aceitarem a sua descoberta, não a invalida. A insistência na situação da universidade e humanismo em Portugal tem apenas por objectivo situar o contexto das descobertas para que se note a fragilidade do conflito humanismo/ciência sugerido por Barradas de Carvalho.

²¹ A este propósito, veja-se na citada notícia crítica de Alfredo Margarido a referência a uma comunicação de Vitorino Magalhães Godinho que, segundo Margarido, teria mostrado que «o suporte das relações dos Portugueses, e por conseguinte dos Europeus mas também dos Árabes e dos Chineses, ou até dos Asiáticos em geral, com o outro passa *exclusivamente* pelo canal do comércio. O outro só existe quando dispõe de produtos para trocar. A mercadoria impõe-se como única maneira de reconhecer o outro, como mostra a prática do comércio silencioso, em que as mercadorias são postas face a face, na ausência desejada e admitida dos trocadores. Creio que aqui se atinge a nudez total das mercadorias, e assim se pode ver que só estas interessam aos intervenientes. O interesse pela descrição das populações novas não habita muito o discurso português». (p. 114).

²² Após enumerar as grandes descobertas que os navegadores e comerciantes-viajantes fizeram, o historiador da ciência Lynn Thorndike escreve:

«These new data were, however, made available only rather tardily and sporadically. They were not absorbed systematically, since existing science was at a somewhat low level, and since adequate agencies machinery and methodology were lacking. New facts were appended to outworn systems, with the result for a time of more confusion than enlightenment. Large sections of the world of natural science, of mathematics, and of medicine were still uncharted seas, where, to the minds of those who sailed them, almost any adventure might befall or almost any enchanted island might rise to view». (1941, vol. 5, 10).

O caso mais singular de mentalidade empírica e metodologia científica nem sequer é o de Duarte Pacheco Pereira, mas o de D. João de Castro dos *Roteiros*, como ficou brilhantemente demonstrado por R. Hooykaas (1980). Mas apesar do que de novo esse excelente estudo põe a claro sobre a personalidade mais inovadora em termos de atitude científica, Hooykaas reconhece que não se trata de uma revolução epistemológica. (É uma pena que um trabalho desse nível, capaz de

contribuir para um melhor conhecimento do que de facto aconteceu de novo para a história da ciência em Portugal, tenha sido publicado em Portugal, apesar de escrito em inglês. Assim, a sua distribuição e divulgação ficou altamente limitada).

²³ Num dos seus últimos trabalhos teóricos, Barradas de Carvalho cita outra vez Althusser para reconhecer que «a observação e a experiência — isto é, a observação e a experiência brutas, as do senso comum — não tiveram senão um papel pouco importante na edificação da ciência moderna. Poderíamos mesmo dizer que elas constituíram os principais obstáculos que a ciência encontrou no seu caminho. Não foi a experiência, mas sim a experimentação que deu origem ao seu crescimento e favoreceu a sua vitória: o empirismo da ciência moderna não repousa na experiência, mas sim na experimentação». («Une Expérience de Mesure», in *Études de l'Histoire de la Pensée Scientifique*. P.U.F., 1966, p. 254. Citado em J. Barradas de Carvalho, 1979, 17). Estranhamente, Barradas de Carvalho não tirou daqui as devidas implicações para os seus pontos de vista, pois, desta óptica, a longuíssima lista por ele elaborada do uso da palavra «experiência» em autores portugueses dos séculos XIV e XV não pode servir de apoio à sua tese.

²⁴ Naturalmente que cada uma destas etapas da revolução científica se poderia considerar uma ruptura epistemológica se esta expressão denotasse uma alteração do ponto de vista na análise dum dado sector ou aspecto da realidade. Teríamos assim inúmeras rupturas epistemológicas. Mas não é nesse sentido que Barradas de Carvalho usa o termo, pois ele equipara-o a «revolução científica» e daí o ter prefixado aquela expressão para o caso português, chamando-lhe «pré-ruptura epistemológica», de per si aceitável até, desde que ficasse claro o sentido em que é usada.

²⁵ Luís Albuquerque chamou já a atenção para o facto de uma grande parte dos usos da palavra «experiência» no século XIV não ter nada a ver com o sentido científico do termo, (Albuquerque, *et al.* 1982, 26).

²⁶ Uma primeira versão desse trabalho, com o título «On Discontinuities of Time and Space in the First Scientific Revolution», foi apresentada numa sessão da Society of Iberian and Latin American Thought no Congresso Anual da American Philosophical Association (Eastern Division) realizado em Dezembro de 1986 em Boston, Massachusetts. Por proposta do autor deste trabalho, a SILAT realizará um dos seus próximos encontro anuais na Brown University, que terá como tema exactamente o papel de Portugal na primeira revolução científica. Como se demonstra em corolário à comunicação acima referida, a ausência sistemática de referências ao contributo português nos livros de história da ciência parece dever-se acima de tudo à ignorância dos historiadores em relação ao que em Portugal se passou. Como atrás aqui se referira já, se não se poderá com propriedade conceitual falar de pré-ruptura epistemológica, a história da ciência não poderá todavia passar em claro sobre a importância dos descobrimentos portugueses na aceleração do processo que desembocou na primeira revolução científica.

BIBLIOGRAFIA

(citada ou especificamente consultada)

ABELAIRA, Augusto J. de F., *Um Experiencialista do Século XVI — Garcia de Orta*. Dissertação de Licenciatura, Universidade de Lisboa (dactilografado) (1953).

ALMEIDA, Onésimo Teotónio, *The Labyrinth of Ideology: A Critical Analysis*. Peter Lang Publishing, Frankfurt-Bern-New York (no prelo) (1987).

ALTHUSSER, Louis, *Pour Marx*. François Maspero, Paris (1965).

ALTHUSSER, Louis, *et al.*, *A polémica sobre o Humanismo*. Tradução de Carlos Braga. Editorial Presença, Lisboa, (s/d.).

ALBUQUERQUE, Luís de, «D. João de Castro — Os Descobrimentos e o Progresso Científico em Portugal no século XVI», in *Academia Internacional de Cultura Portuguesa*, 91-108 (1966).

—, «Sobre o Empirismo Científico em Portugal no século XVI», in *Actas do Simpósio Internacional, IV Centenário da Morte de D. João de Ruão*, 9-25. Epartur, Coimbra (1982).

—, *Introdução à História dos Descobrimentos Portugueses*, 3.^a edição, revista. Publicações Europa-América, Lisboa (1983a).

—, *Ciência e Experiência nos Descobrimentos Portugueses*. Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, Lisboa (1983b).

ALBUQUERQUE, Luís, *et al.*, «Mesa Redonda: Balanço da obra do Prof. J. Barradas de Carvalho e perspectivas para a História da Cultura Portuguesa no século XVI», *História Crítica*, 9: 19-41 (1982).

ANDO, Takatura, *Aristotle's Theory of Practical Cognition*, Martinus Nijhoff, The Hague (1965).

ANDRADE, António Alberto, «A Experiência, Madre da Filosofia», in *Congresso Internacional de História dos Descobrimentos-Actas*, vol. IV, Lisboa (1961).

ANDRÉ, João Maria, «Os Descobrimentos Portugueses e a Teoria da Ciência no Século VI», *Revista de História das Ideias*, 3: 77-123 (1981).

ARISTÓTELES, *The Complete Works of Aristotle*, 2 vols., The Revised Oxford Translation (J. Barnes ed.), Princeton University Press, Princeton (1984).

- ANJAC, Germaine, *Strabon et la Science de Son Temps*. Les Belles Lettres, Paris (1966).
- BACON, Roger, *Opus Majus*. Trans. by R.B. Burke. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1928).
- BALL, W.W. Rouse, *A Short Account of the History of Mathematics*. MacMillan and Co., London (1912).
- BARRETO, Luís Filipe, *Descobrimentos e Renascimento*. Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa (1983).
- BENSAÚDE, Joaquim, *L'Astronomie Nautique Portugaise à l'Époque des Grandes Découvertes*. Akademische Buchhandlung von Max Drechsel, Bern (1912).
- , *Histoire de la Science Nautique Portugaise à l'Époque des Grandes Découvertes*. Carl Kuhn, Munich (1914).
- BERNAL, J.D., *Science in History*. M.I.T. Press, Cambridge, MA (1971).
- BLUH, Otto, «Did the Greeks Perform Experiments?», *American Journal of Physics*, 18: 384-388 (1949).
- BOCHNER, Salomon, *The Role of Mathematics in the Rise of Science*. Princeton University Press, Princeton (1981).
- BOAS, Marie, «The Scientific Renaissance—1450-1630», vol. II of *The Rise of Modern Science* (A. Rupert Hall, ed.), Collins, London (1961).
- BOURGEY, Louis, *Observation et Expérience chez les Médecins de la Collection Hippocratique*. Librairie Philosophique J. Vrin, Paris (1953).
- BRIDGES, John Henry, *The Life and Work of Roger Bacon*. Williams and Norgate, London (1914).
- BURCKHARDT, Jacob, *The Civilization of the Renaissance in Italy*. Transl. S.G.C. Middlemore. George Allen & Unwin, London (1928).
- BUTTERFIELD, H., *The Origins of Modern Science—1300-1800*. The MacMillan Co., New York (1951).
- CACAROUKAS, Costas, *Scientific Thought of Heracleitos and Parmenides*. M.A.T. Thesis. Brown University, Depts. Physics and Education, Providence, RI (mimeografado) (1970).

- CANTEL, Raymond, «Contribution à l'Étude de la Place des Découvertes dans la Pensée Portugaise au XVII^e Siècle», in *Congresso Internacional de História dos Descobrimentos-Actas*, 4: 49-66, Lisboa (1961).
- CARTON, Raoul, *L'Expérience Physique chez Roger Bacon. Contribution à l'Étude de la Méthode et de la Science Expérimentales au XII^e Siècle*. Librairie Philosophique J. Vrin, Paris (1924).
- CARVALHO, Joaquim Barradas de, «Sur l'Introduction et la Difusion des Chiffres Arabes au Portugal», *Bulletin d'Études Portugaises et Brésilliennes*, 20: 110-151 (1958).
- , «A Revolução Epistemológica em História», *Seara Nova*, n.º 1517: 17-23 (1972a).
- , *Da História-Crónica à História-Ciência*. Livros Horizonte, Lisboa (1972b).
- , *Rumo de Portugal. A Europa ou o Atlântico?*, Livros Horizonte, Lisboa (1974).
- , «Por Uma Nova História do Pensamento», *CLIO—Revista do Centro de História da Universidade de Lisboa*, 1: 7-19 (1979).
- , *O Renascimento Português*, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa (1980).
- , *Portugal e as Origens do Pensamento Moderno*. Livros Horizonte, Lisboa (1981).
- , *A la Recherche de la Specificité de la Renaissance Portugaise*, 2 vols., Fondation Calouste Gulbenkian, Centre Culturel Portugais, Paris (1983).
- CASTIGLIONI, Arturo, «The Medical School at Padua and the Renaissance of Medicine», in *Toward Modern Science* (R. Palter, ed.), 2: 48-66. The Noonday Press, New York (1961).
- CASTRO, D. João de, *Obras Completas*, 4 vols., Edição crítica por Armando Cortesão e Luís Albuquerque, Coimbra (1968-1980).
- CLAGETT, Marshall, *Greek Science in Antiquity*. Abelard Schuman, Inc., New York (1955).
- CHENU, M.D., «Nature and Man at the School of Chartres in the Twelfth Century», in *The Evolution of Science* (G. Métraux and Crouzet, eds.), 220-235. The American Library of World Literature, New York (1963).
- CLARK, Kenneth, *Leonardo da Vinci*. Penguin Books, Middlesex (1973).
- COHEN, I. Bernard, *Revolution in Science*. The Belknap Press of Harvard Univ. Press, Cambridge, MA (1985).

- CONIMBRICENSES, *Commentarii Collegii Conimbricensis Societatis Jesu, in Quatuor Libros de Cælo Aristotelis Stagiritæ*. Officina Simonis Lopesii, Lisboa (1593).
- , *Commentarii Collegii Conimbricensis Societatis Jesu, in Duos Libros De Generatione & Corruptione, Aristotelis Stagiritæ*. Officina Antonii à Mariz Universitatis Typography, Coimbra (1597).
- CORTESÃO, Jaime, *História dos Descobrimentos Portugueses*. Círculo de Leitores, Lisboa (1979).
- COXITO, Amândio, *A Teoria das «Ciências» no Curso Filosófico Conimbricense*, Coimbra (1977).
- CROMBIE, A. C., *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science*. Clarendon Press, Oxford (1953).
- , *Histoire des Sciences. De Saint Augustin a Galilée (400-1650)*. Presses Universitaires de France, Paris (1959).
- , *Medieval and Early Modern Science*. Harvard University Press, Cambridge, MA (1963).
- DA VINCI, Leonardo, *The Literary Works of Leonardo da Vinci*. Compiled and Edited from the Original Manuscripts by Jean Paul Richter. Commentary by Carlo Pedretti. University of California Press, Berkeley (1977).
- DIAS, J.S. da Silva, *A Política Cultural da Época de D. João III*. Universidade de Coimbra, Coimbra (1969).
- , *Os Descobrimentos e a Problemática Cultural do Século XVI*. Universidade de Coimbra, Coimbra (1973).
- DRABKIN, E., «An Appraisal of Greek Science», in *Toward Modern Science* (R. Palter, ed.), 1: 123-138. The Noonday Press (1961).
- DUHEM, Pierre, *Le Système du Monde*. Librairie Scientifique Hermann et C.^{ie}, Paris (1954).
- DURAND, Dana B., «Tradition and Innovation in Fifteenth Century Italy», in *Toward Modern Science* (R. Palter, ed.), 2: 29-47. The Noonday Press, New York (1961).

- FARRINGTON, Benjamim, *Science in Antiquity*. Oxford University Press, London (1947).
- , «The Rise of Abstract Science Among the Greeks», *Centaurus*, 3: 32-39 (1953).
- , *Greek Science. Its Meaning for Us*. Penguin Books, Baltimore (1961).
- FERGUSON, Wallace K., *Europe in Transition, 1300-1520*. Houghton Mifflin Co., Boston (1962).
- EVANS, Gillian R., «From Abacus to Algorium: Theory and Practice in Medieval Arithmetic», *The British Journal for the History of Science*, 10: 114-131 (1977).
- FICALHO, Conde de, *Garcia da Orta e o Seu Tempo*. Reprodução fac-similada da 1.^a edição. Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa (1983).
- GALEN, *On the Natural Faculties*. Transl. By Arthur John Brock. William Heinemann, London (1916).
- , *On Medical Experience*. First Edition of the Arabic Version with English Translation and Notes by R. Walzer. Oxford University Press, London (1944).
- GARIN, Eugenio, *Scienza e Vita Civile nel Rinascimento Italiano*. Editori Laterza, Bari (1965).
- , *La Cultura del Rinascimento*. Editori Laterza, Bari (1967).
- GILSON, Étienne, *L'Esprit de la Philosophie Médiévale*. Librairie Philosophique J. Vrin, Paris (1932).
- GIES, Joseph and Frances, *Leonard of Pisa and the New Mathematics of the Middle Ages*. Thomas Y. Crowell, New York (1969).
- GODINHO, Vitorino Magalhães, «Os Descobrimentos: Inovação e Mudanças nos Séculos XV e XVI», *Revista de História Económica e Social*, 2: 1-23 (1978).
- GOLDSTEIN, Thomas, «Florentine Humanism and the Vision of the New World», in *Congresso Internacional de História dos Descobrimentos-Actas*, 4: 195-215 Lisboa (1961).
- , *Dawn of Modern Science. From the Arabs to Leonardo da Vinci*. Houghton Mifflin Co., Boston (1980).
- GRANGER, Gilles Gaston, *Le Théorie Aristotélécienne de la Science*. Aubier Montaigne, Paris (1976).

- GREENE, Marjorie, «Aristotle and Modern Biology», *Journal of The History of Ideas*, 33: 395-424 (1972).
- GUTTING, Gary, ed., *Paradigms and Revolutions*. Notre Dame Univ. Press, 1980, Southbend, Ind. (1980).
- HACKING, Ian, *Representing and Intervening. Introduction Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge University Press, Cambridge (1983).
- HALL, A. Rupert, *The Scientific Revolution, 1500-1800*. Longman's Green & Co., London (1954).
- HASKINS, Charles H., *Studies in the History of Medieval Science*. Harvard University Press, Cambridge, MA (1924).
- HECHLER, Sidney B., *Galen's Empirical Outline (Sub-figuratione Empirica)*. Transl. and Intro. Master's Thesis. Brown University Philosophy Dept., Providence, RI (1936).
- HELLER, Agnes, *O Homem do Renascimento*. Editorial Presença, Lisboa (1982).
- HEMPEL, Carl G., *Philosophy of Natural Science*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ (1966).
- HILL, G. F., *The Development of Arabic Numbers in Europe*. Oxford: Clarendon Press, Oxford (1915).
- HOLLANDA, Sérgio Buarque de, *Raízes do Brasil*, 5.^a edição, revista. Editora José Olímpio, Rio de Janeiro (1970).
- HOOYKAAS, R., «The Portuguese Discoveries and the Rise of Modern Science», *Academia Internacional de Cultura Portuguesa*, 2: 87-107 (1966).
- , *Humanism and the Voyages of Discovery in 16th Century Portuguese Science and Letters*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam (1979).
- , «Science in Manueline Style—The Historical Context of D. João de Castro's Works», in *Obras Completas de D. João de Castro*. Ed. crítica de A. Cortesão e Luís Albuquerque, 4: 231-426 (1980).
- HULL, L. W. H., *History and Philosophy of Science*. Longman's, Green & Co., London (1959).
- KEARNEY, Hugh, *Origins of the Scientific Revolution*. Longmans, London (1964).
- KIRK, G. S., «Popper on Science and the Presocratics», *Mind* NS, 69: 318-339 (1960).
- KLEIN, Robert, «Les Humanistes et la Science», in *Bibliothèque d'Humanisme et Renaissance*, 23: 7-16 (1961).

- KOSMMAN, L. A., «Understanding, Explanation and Insight in Aristotle's Posterior Analytics», in *Exegesis and Argument* (Lee, Mourelatos, and Rorty, eds.), Van Gorgum & Co., Assen (1973).
- KOYRÉ, Alexandre, *Études d'Histoire de la Pensée Scientifique*. Presses Universitaires de France, Paris (1966).
- KRIGE, John, *Science, Revolution and Discontinuity*. The Harvester Press, Sussex (1980).
- KRISTELLER, Paul Oskar, *Medieval Aspects of Renaissance Learning*. Duke University Press, Durham, SC (1974).
- , *Renaissance Thought and Its Sources*. Columbia University Press, New York (1979).
- KUHN, Thomas S., *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago (1970).
- , *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. University of Chicago Press, Chicago (1977).
- LAKATOS, Imre, and Alan Mysgrave, ed., *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press, Cambridge (1970).
- LEFF, Gordon, *The Dissolution of Medieval Outlook*. New York University Press, New York (1976).
- LEWES, George Henry, *Aristotle: A Chapter from the History of Science, Including Analyses of Aristotle's Scientific Writings*. Smith, Elder and Co., London (1864).
- LITTLE, A. G., *Roger Bacon*. Russel & Russell, New York (1972).
- LLOYD, G. E. R., «Experiment in Early Greek Philosophy and Medicine», *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, NS, 10: 50-72 (1964).
- , «Popper versus Kirk: a Controversy in the Interpretation of Greek Science», *British Journal for the Philosophy of Science*, 18: 21-38 (1967).
- , «Plato as a Natural Scientist», *Journal of Hellenic Studies*, 88: 78-92 (1968).
- , *Greek Science After Aristotle*. Chatto & Windus, London (1973).
- , «The Hippocratic Question», *Classical Quarterly*, NS, 26: 171-192 (1975).
- , *Magic, Reason and Experience. Studies in the Origin and Development of Greek Science*. Cambridge University Press, Cambridge (1979).

- LONES, Thomas East., *Aristotle's Research in Natural Science*. West, Newman & Co., London (1912).
- MACEDO, Jorge Borges de, «Livros Impressos em Portugal no Século XVI», *Arquivos do Centro Cultural Português de Paris*, 9: 183-221 (1975).
- MANDROU, Robert, *Des Humanistes aux Hommes de Science*, Paris. Éditions du Seuil, Paris (1973).
- MARGARIDO, Alfredo, «Colóquio sobre o Renascimento Português», *Revista Trimestral de Histórias e Ideias*, 1: 111-123 (1979).
- MARQUES, A. H. de Oliveira, *História de Portugal*, 2 vols., Palas Editores, Lisboa (1974).
- MARRONE, Steven P., *William of Auvergne and Robert Grosseteste. New Ideas of Truth in the Early Thirteenth Century*. Princeton University Press, Princeton (1983).
- MATOS, Luís de, «Humanismo Português», in *Dicionário da História de Portugal* (J. Serrão, ed.), 3: 231-235. Iniciativas Editoriais, Lisboa (1979).
- MCKEON, Richard, «Aristotle's Conception of the Development and the Nature of Scientific Method», *Journal of the History of Ideas*, 8: 3-44 (1947).
- NUNILUOTO, Ilkka, «Scientific Progress», *Synthese*, 45: 427-462 (1980).
- NUNES, Pedro, *Obras*. Nova Edição Revista e Anotada por uma Comissão de Sócios de Academia das Ciências. Imprensa Nacional, Lisboa (1946).
- OSÓRIO, João de Castro, *Uma Revolução da Experiência*. Duarte Pacheco Pereira — D. João de Castro. Edições SNI, Lisboa (1947).
- OWENS, Joseph, *Aristotle. The Collected Papers of Joseph Owens*. State University of New York Press, Albany, New York (1981).
- RATTANSI, P. M., «Newton's Alchemical Studies», in *Science, Medicine and Society in the Renaissance* (A. G. Debus, ed.), 2: 167-182. Neale Watson Academic Publications, New York (1971).
- RENUCCI, Paul, *L'Aventure de l'Humanisme Européen au Moyen-Age (IV-XIV^e Siècle)*. Société d'Édition les Belles Lettres, Paris (1953).
- PEREIRA, Duarte Pacheco, *Esmeraldo de Situ Orbis*. Reprodução da edição de A. Epihânio da Silva Dias. Boletim da Sociedade de Geografia, 1903-4 (1975).

- PEYRE, Henri, *Qu'est-ce que le Classicisme?* A.-G. Nizet, Paris (1971).
- Platon et Aristote a la Renaissance*, XVI Colloque International de Tours. Librairie Philosophique J. Vrin, Paris (1976).
- POPPER, Karl, *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson, London (1959).
- , *Conjectures and Refutations*. Basic Books, New York (1965).
- PREUS, Anthony, *Science and Philosophy in Aristotle's Biological Works*. George Olms Verlag Hildeshiem, New York (1975).
- PTOLAMY, Claudius, *Geography*. Trans. and ed. by E. L. Stevenson. New York Public Library, New York (1932).
- PUTNAM, Hilary, *Reason, Truth and History*. Cambridge University Press, Cambridge (1981).
- RANDALL, J. H., «The Development of Scientific Method in the School of Padua», *Journal of the History of Ideas*, 1: 177-206 (1940).
- Renaissance Books of Science*, From the collection of Albert E. Lowes. Dartmouth College, Hanover, NH (1970).
- SARTON, George, *The History of Science and the New Humanism*. Harvard University Press, Cambridge, MA (1937).
- , *Ancient Science and Modern Civilization*. The University of Nebraska, Lincoln (1954a).
- , *Galen of Pergamon*. University of Kansas Press, Lawrence, Kansas (1954b).
- , *Appreciation of Ancient and Medieval Science During the Renaissance*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1955).
- , *Six Wings. Men of Science in the Renaissance*. Indiana University Press, Bloomington, IN (1957).
- Sciences de la Renaissance*, VIII^e Congrès International de Tours. Librairie Philosophique J. Vrin, Paris (1973).
- SINGER, Charles, «Greek Biology and its Relation to the Rise of Modern Biology», *Studies in the History and Method of Science*, 2: 1-100 (1921).
- , «Galen as Modern», in *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 42: 563-570 (1949).

- STOCK, Biran, *Myth and Science in the Twelfth Century*. Princeton University Press, Princeton (1972).
- SUPPE, Frederick, ed., *The Structure of Scientific Theories*. University of Illinois Press, Urbana (1977).
- TATON, René, ed., *Histoire Générale des Sciences*. Tome II, *La Science Moderne — De 1450 a 1800*. Presses Universitaires de France, Paris (1958).
- THORNDIKE, LYNN, *A History of Magic and Experimental Science*. (Vols. III and IV, Fourteenth and Fifteenth Centuries; Vols. V and VI, The Sixteenth Century), Columbia University Press, New York (1934-1941).
- , *Science and Thought in the Fifteenth Century*. Hafner Publishing Co., New York (1963).
- TREADGOLD, Warren, ed., *Renaissance Before the Renaissance*. Stanford University Press, Stanford, CA (1984).
- VAN FRAASSEN, Bas C., «A Re-examination of Aristotle's Philosophy of Science», *Dialogue*, 9: 20-45 (1980).
- VASOLI, Cesare, *La Dialettica e la Retorica dell' Umanesimo. «Invenzione» e «Metodo» nella cultura del XV e XVI secolo*. Feltrinelli Editore, Milano (1968).
- VERDENIUS, W. J., «Science Grècque et Science Moderne», *Revue Philosophique*, 152: 319-336 (1962).
- WALLACE, O. P., William A., *The Scientific Methodology of Theodoric of Freiberg*. The University Press, Fribourg (1959).
- WALLACE, William A., *Prelude to Galileo*. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht (1981).
- WIENER, Philip, P., and Aaron Noland, etds., *Roots of Scientific Thought*. Basic Books, New York (1957).
- WRIGHT, G. G. Neill, *The Writing of Arabic Numerals*. University of London Press, London (1952).
- YELDHAM, Florence, *The Story of Reckoning in the Middle Ages*, G. G. Harrap, London (1926).
- ZURARA, Gomes Eannes de, *Chronica do Descobrimento e Conquista de Guiné*. J. P. Aillaud, Paris (1841).

HISTÓRIA SUMÁRIA DA ENGENHARIA EM PORTUGAL ATÉ AO FIM DO SÉCULO XIX

FRANKLIN GUERRA *

SUMMARY

The author shows the most outstanding phases of the history of engineering in Portugal, since the birth of the nation.

The construction of wind and water mills carried the country on the technical revolution of european Middle Age. At the same time, building engineering improved the construction of romanesque and gothic churches all over the territory. Backing geographical discoveries of Henry the Navigator, shipbuilding is the upmost important feature of portuguese engineering.

After *Restauração* (1640), military engineering became preponderant in all technical activities. The reconstruction of Lisbon, destroyed by the 1755 earthquake, is a distinguished accomplishment of the XVIII century engineering.

Liberalism modernized high school teaching of engineering. It has led to the *Fontismo* politics, which developped portuguese roads and railways by foreign financial loans. The author makes an analysis of *Fontismo* consequences upon engineering activities until the end of XIX century.

PREÂMBULO

Nos últimos anos começou entre nós a reconhecer-se a importância determinante da História da Técnica para a compreensão da História Social. A inclusão de uma História da Engenharia, neste Colóquio sobre a História das Ciências em Portugal, confirma-o de maneira definitiva.

* Engenheiro electrotécnico.