

# QUEM TRAMOU ROBERT HOOKE ?

ARMANDO A. DE SOUSA E BRITO

*Sociedade Portuguesa de Materiais  
Associação Portuguesa de Arqueologia Industrial  
Instituto de Ciências e Engenharia de Materiais e Superfícies (ICEMS - IST)*

*Robert Hooke foi um brilhante cientista que, a par de Newton, Boyle, Halley, Huygens, Leibniz, protagonizou a Revolução Científica no séc. XVII. Ao seu espírito multifacetado se devem muitas realizações notáveis mas pouco conhecidas, em vastas áreas da Ciência, nalgumas das quais figurando como pioneiro. Mas foi também inquieto, entrando por vezes em acesas polémicas com alguns grandes cientistas seus contemporâneos, entre os quais o implacável Newton. Tem sido por isso injustamente diminuído, acusado de conflituoso e tornando-se um “mal-amado” da Ciência. Dele não resta sequer um retrato! Quem o tramou?*

“*ut tension sic vis*”

Robert Hooke

## 1. INTRODUÇÃO – A REVOLUÇÃO CIENTÍFICA (1500-1750)

No período compreendido entre o início do séc. XVI e meados do séc. XVIII produziu-se na Europa uma importante fase da História conhecida por **Revolução Científica**. Poucos acontecimentos na História mundial terão sido mais importantes do que esse<sup>1</sup>.

Inicia-se com a crítica e o repúdio da imagem aristotélica do mundo e da aceitação passiva dos princípios impostos pela religião, pela autoridade ou pela tradição. Surge então o despertar de novas concepções sobre o Universo e o Homem, e a afirmação geral da ciência mecanicista, simples e racional, de GALILEU Galilei (1564-1642), Johannes KEPLER (1571-1630), René DESCARTES (1596-1650), Christiaan HUYGENS (1629-1695), Isaac NEWTON (1642-1727), Gottfried LEIBNIZ (1646-1716) e outros grandes nomes cujos trabalhos baseados fundamentalmente na abstracção matemática, na observação e na experimentação – já preconizadas por Francis BACON (1561-1626) – determinaram uma profunda transformação no modo de interpretação do Universo [1].

Observar experimentalmente a regularidade dos fenómenos naturais e poder exprimi-la em termos matemáticos passa a ser o principal objectivo da nova concepção científica.

Consequentemente, os avanços científicos mais espectaculares ocorrem em áreas do conhecimento que mais facilmente se adaptam a uma observação experimental sistemática e subsequente formulação matemática, como sejam a Astronomia, a Óptica e naturalmente os vários ramos da Mecânica<sup>2</sup>.

Essa tendência propicia grandes progressos ao método experimental e consequentemente à instrumentação científica (*microscópio, telescópio, termómetro, barómetro, nónio, relógio mecânico, balança*, etc.). A preocupação de grande rigor experimental está presente em trabalhos como os de Blaise PASCAL (1623-1662), Evangelista TORRICELLI (1608-1647), Gilles ROBERVAL (1602-1675)<sup>3</sup>. etc.

Para facilitar o contacto entre os cientistas, discutindo e trocando conhecimentos, bem como para a publicação e divulgação dos seus trabalhos, foram sendo criadas academias científicas, a primeira das quais foi a *Royal Society de Londres*, (1662)<sup>4</sup>, com o lugar específico de *Curator of Experiments*, cuja a missão era proceder a experiências e relatá-las. Seguiram-se-lhe a *Academia das Ciências de Paris* (1666) e a *Academia de Ciências de*

<sup>1</sup> No entanto esse facto não é suficientemente realçado nos manuais de História do nosso ensino secundário, mais preocupados com os acontecimentos políticos e militares.

<sup>2</sup> Também na medicina e na fisiologia surgiram importantes avanços, com base na observação, com Malpighi, pioneiro da histologia e Harvey, descobridor da circulação sanguínea, entre outros.

<sup>3</sup> Matemático e físico francês; participou em todos os grandes debates científicos do seu tempo e foi pioneiro da análise infinitesimal. É porém mais conhecido pela sua balança dita *de Roberval*.

<sup>4</sup> Na realidade já anteriormente haviam sido fundadas em Itália duas academias; a de Lince em Roma (1603), que teve a honra de incluir Galileu entre os seus membros, e a Del Cimento em Florença (1657), mas ambas tiveram vida efémera. A *Royal Society* foi fundada em 15 de Julho de 1662, sob o patrocínio do rei Carlos II. Entre os seus primeiros membros, contam-se os nomes do físico Robert Boyle, do arquitecto Christopher Wren, do matemático John Wallis, etc. Isaac Newton só mais tarde foi admitido.

Berlim (1700.)<sup>5</sup>. Mais tarde surgiram as Academias de Estocolmo e de São Petersburgo. A Academia de Ciências de Lisboa foi criada, como se sabe, em 1780<sup>6</sup>.

Entre grandes espíritos inovadores que lideraram esse “renascer do conhecimento” processado na *Revolução Científica* merece figurar, a par dos já citados, o nome de **Robert HOOKE**.

Mas com excepção da conhecida *Lei de Hooke*, quantos saberão alguma coisa sobre o impressionante leque de conhecimentos e realizações desse cientista?

## 2. HOOKE, ESSE DESCONHECIDO, (ou – HOOKE, O “MAL-AMADO”)

A personalidade de Hooke sempre apaixonou o autor destas linhas sobretudo por encontrar muitas vezes o seu nome ligado a tantas áreas do conhecimento, nalgumas até figurando como pioneiro, mas sem que sobressaísse devidamente. Afigurava-se ser sempre considerado um “mal-amado”, *persona non grata*, no círculo da Ciência do séc. XVII. Porque essa animosidade contra ele?

No entanto, Robert Hooke foi efectivamente um dos mais brilhantes cientistas do séc. XVII. Mas alguns autores acusam-no de ter sido uma das mais conflituosas personalidades do mundo da ciência. As suas questões com seus colegas, sobretudo com o seu “fellow” na *Royal Society*, Isaac Newton, trouxeram-lhe grandes dissabores durante a vida e um injustificado esquecimento depois de morto.

O grande Newton, por seu lado, ciente da sua incontestável genialidade, era, como se sabe, autoritário, presunçoso e sobretudo rancoroso, não admitindo que alguém pudesse contestar as suas teorias, nem tão pouco igualá-las. Recorde-se como, numa campanha pouco escrupulosa, acusou injustamente Leibniz<sup>7</sup>, de lhe tentar usurpar a glória da descoberta do Cálculo Infinitesimal, quando na realidade o não menos genial filósofo e matemático alemão havia igualmente descoberto, quase simultaneamente e de modo independente, esse instrumento de cálculo, apresentando aliás uma versão e uma notação de mais fácil compreensão.

Robert Hooke a quem, como veremos, também não faltava grandeza, passou o tempo em conflito permanente com Newton, e pagou caro por isso. Segundo M. Espinasse, citado por Gordon [2] “*fazer-se inimigo de Newton era fatal, porque Newton, tivesse razão ou não, era implacável*”.

<sup>5</sup> Era apanágio dessas instituições científicas não se imiscuírem em polémicas sobre assuntos de política ou de religião.

<sup>6</sup> Pelo 2º Duque de Lafões e pelo Abade Correia da Serra, sob o patrocínio de D. Maria I.

<sup>7</sup> Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), filósofo, matemático e historiador alemão, é considerado um dos grandes génios da cultura europeia. Foi fundador da Academia de Ciências de Berlim. Muito tem sido escrito acerca da prioridade da descoberta do cálculo, e da indelicada acusação de Newton, mas está hoje plenamente confirmado que ambos chegaram aos seus métodos independentemente. Embora Newton tenha chegado primeiro ao cálculo, Leibniz antecedeu-o na publicação, daí a origem da disputa. A notação actualmente usada é a devida a Leibniz, a ele se devendo também os termos *calculus differentialis* e *calculus integralis*.

É difícil ou mesmo impossível encontrar uma publicação que se refira a Hooke com uma amplitude suficiente para se ter uma ideia completa e desapaixonada da sua vida e da sua obra.

As biografias de Hooke presentes em diversas obras, como a própria *Enciclopédia Britânica*, nunca se referem completamente a todos os campos da ciência por ele abordados, só fazendo parciais referências às suas actividades. E estranhamente em duas edições distintas da mesma enciclopédia<sup>8</sup> não coincide a enumeração de muitos aspectos das suas realizações [3,4]. Uma outra enciclopédia, mais condensada, com desconcertante simplicidade, escreve somente: “*Hooke – físico e matemático inglês, inventou o oitante (?) e uma quantidade de instrumentos*”...[5]. A interrogação é do autor destas linhas, pois em mais nenhuma das inúmeras obras consultadas foi encontrado o nome de Hooke associado ao tal oitante.

O cúmulo é atingido pela *Enciclopédia Americana* (30 volumes e dezenas de milhares de páginas) [6], que, inacreditavelmente, ignora por completo a existência de Hooke!!!<sup>9</sup>

Por sua vez numa “*História da Ciência*” [7], Hooke só é referido a propósito da natureza da luz e da combustão, ignorando todos os outros aspectos importantes dos seus trabalhos científicos, inclusivé a elasticidade! A “*História da Tecnologia*” de Rousseau [8], em contrapartida, refere-se unicamente a Hooke como tendo auxiliado Newcomen na concepção da sua bomba atmosférica, citando-o também vagamente como um suposto criador duma primeira tentativa de telégrafo óptico do tipo Chappe! Na “*História dos Grandes Inventos*” [9], uma obra por sinal muito completa, Hooke é citado a propósito do microscópio composto, da junta homocinética, aplicada ao movimento de instrumentos astronómicos, e de um sistema de fornecimento de ar aos mergulhadores submarinos. Factos semelhantes, de referências dispersas e incompletas, repetem-se sistematicamente em muitas outras obras [10-13]

No livro “*Arte e Ciência Metalúrgica em Portugal*” [14] a autora<sup>10</sup>, apresenta no final uma cronologia de factos relacionados com a metalurgia, na qual o nome de Hooke só é referido simplesmente como *físico*, ao lado de outros completamente desligados dos materiais, passando por cima, por conseguinte, do seu importantíssimo contributo para o comportamento mecânico dos materiais, nomeadamente os metálicos. Mas por sinal, noutro livro da mesma autora [15], é afirmado no próprio texto que se deve a Hooke a primeira observação microscópica da superfície de uma liga metálica, afirmação que estranhamente o autor do presente artigo não encontrou em nenhuma outra publicação, mas que não é difícil de acreditar, pois tendo Hooke observado tanta coisa no microscópio que criou, de pulgas a pedras (como adiante

<sup>8</sup> Ambas essas edições existem na Biblioteca do I.S.T., em Lisboa.

<sup>9</sup> O leitor incrédulo poderá confirmar essa afirmação, realmente inacreditável, na Biblioteca do LNEC, onde existe uma edição, não muito recente, da *Enciclopédia Americana*.

<sup>10</sup> Também distinta membro da *Sociedade Portuguesa de Materiais*, e estimada amiga do autor deste artigo.

se verá), de admirar é que seria se não tivesse tido a curiosidade de observar a superfície de uma liga metálica...

Cahn refere-se porém a algo relacionado. No capítulo inicial, sobre a história da metalurgia, do seu livro [16], afirma que Hooke tivera ocasião de observar, com pequena ampliação pontas de agulhas e gumes de navalhas, não especificando, porém, qual a finalidade dessas observações.

O brilhante astrofísico norte-americano Carl Sagan (1934-1996), no seu célebre livro “*Cosmos*” [17,], fazendo no cap. VI uma fervorosa apologia da ciência holandesa do séc. XVII, atribui categoricamente a Huygens grande parte das realizações que muitos autores julgam serem devidas a Hooke, no campo das molas, do escape de âncora dos relógios, do movimento pendular, das observações astronómicas, da bomba de vácuo, etc. Referindo-se ao microscópio cita Leeuwenhoek como seu inventor, o que não é correcto, designando o mesmo e Huygens, pioneiros na observação com esse instrumento, ignorando mais uma vez a importância do microscópio composto criado por Hooke e as fundamentais descobertas já por este realizadas com o seu instrumento. Por último sobre a teoria ondulatória da luz só Huygens é referido, passando mais uma vez por cima de Hooke.<sup>11</sup>

Concretizar então, em Portugal, esta pequena, quicá incompleta, biografia de Hooke, envolveu algum trabalho mas bastante frustração. Houve que durante muito tempo ir pesquisando, coligindo e analisando as referências, sempre breves e parciais, que ao mesmo eram feitas aqui e ali, grande parte das vezes encontradas por mero acaso, em diversos livros dos mais díspares assuntos, como *Arquitectura*, *Paleontologia* ou *Fractografia* [18-20].

Mas a maior decepção foi sentida quando ao ler essas sempre incompletas referências a Hooke, se verificou que nelas nunca figura qualquer retrato do cientista. Não se crê que tenha existido nenhuma personagem importante da História, desde a Antiguidade – quer fosse um político, um militar, um filósofo, um artista, um escritor, ou um cientista – cujo retrato, real ou imaginado, não se encontre representado em algum livro. Isaac Newton, ou melhor, *Sir* Isaac Newton, aparece em todo o lado com dezenas de

<sup>11</sup> Parece que Carl Sagan (1934-1996) tinha uma incomensurável admiração pelos holandeses, levando-o a cometer alguns exageros e mesmo erros crassos – não só atribuiu categoricamente a Huygens algumas realizações cuja autoria é também disputada por Hooke, como referido acima, mas igualmente, no campo das descobertas e explorações marítimas, Sagan, no cap. VI do livro citado, elege a Holanda como “*símbolo de explorações marítimas e de descobertas*” (sic) tendo tudo nesse campo sido realizado pelos holandeses, inclusivamente a primeira chegada à China, às ilhas das especiarias, à Malásia, às Filipinas, à Austrália (!!!) não fazendo a mínima referência aos portugueses, que cem anos antes já haviam feito tudo isso; exceptua-se uma breve nota de pé de página citando a passagem do cabo de Boa Esperança. Chega a chamar aos navios holandeses de “*caravelas*” (!) quando na realidade na época em que a Holanda e a Inglaterra tomaram o domínio dos oceanos, um século após a epopeia portuguesa, já se usavam os *galeões*. Isso só prova que a genialidade do autor em Astrofísica, que todos reconhecemos, não impediu que se tenha mostrado bastante falho em História, o que aliás é comum a muitos intelectuais americanos... O autor dessas notas desconhece se os cerca de doze tradutores, revisores e editores da edição portuguesa da obra citada, tiveram ocasião de chamar a atenção de Sagan para esses graves erros, o que agora já é tarde para o fazer, uma vez que o astrofísico faleceu há alguns anos, embora depois da edição portuguesa da obra.

imagens diferentes, sempre magestático com a sua imponente cabeleira. O mesmo sucede a Wren (também dignificado com o título de *Sir*), a Boyle, a Huygens, e a tantos outros da mesma época. Mas de Hooke nem um traço! Porque seria? Que fatalidade o atingira, que perseguição terá sido movida contra a sua memória, para que nada fosse produzido para perpetuar a sua imagem? Ou se o foi, porque teria desaparecido completamente?

O autor destas linhas não acreditando isso ser possível, e nem a própria Royal Society – onde Hooke desempenhou importantes cargos, entre os quais o de secretário – possuir uma figura que testemunhasse a imagem do cientista (o que na verdade já havia lido [21], mas com alguma descrença), escreveu àquela instituição, que em resposta confirmou não existir realmente nenhuma representação desse personagem, não dando no entanto qualquer explicação para tão estranho facto! (Em contrapartida informavam que tinham uma imagem do seu microscópio, a qual poderia ser fornecida mediante determinada quantia, na realidade exorbitante...)

Não há assim nenhum retrato, nem esboço, caricatura ou busto, nem sequer uma máscara mortuária do infeliz Hooke, cujo rosto ficou assim esquecido para sempre, o que deste modo mais acentua a ideia de que fora alvo de muita animosidade, durante a sua vida e mesmo depois de morto. O retrato de Hooke não pode portanto figurar na galeria dos grandes da Ciência. É caso para insistir na questão “*Quem tramou Robert Hooke?*”

Adiante será dada uma possível explicação para o insólito facto da não existência do retrato. Mas é de tal modo inacreditável que se optou por deixar o leitor deste artigo algum tempo em *suspense*, antes de revelá-la, o que se fará em momento mais oportuno.

As realizações de Hooke provavelmente teriam maior grandeza se não fossem disseminadas por tão variados ramos do conhecimento. É certo que os cientistas dessa época, como o próprio Newton, foram activos em diversos campos, mas Hooke suplantou todos eles – era o que se chama um *virtuoso*. O seu interesse pela Ciência não conhecia fronteiras. Será difícil encontrar alguma área de estudo para a qual não tenha contribuído. O seu espírito multifacetado procurava soluções para todos os problemas do Universo, quando muitos deles nem sequer eram ainda alvo de quaisquer preocupações por parte de outros cientistas seus contemporâneos. Assim, dedicando-se a tantos temas, em alguns dos quais foi um pioneiro, terá necessariamente prejudicado a profundidade com que estudou muitos deles. Mas não hesitava em opor-se à ciência estabelecida quando estava convencido da veracidade das suas teorias. Esses factos aliados a alguma rebeldia e impetuosidade (e mesmo a alguma conflituosidade que por vezes lhe atribuem), trouxeram-lhe muita animosidade e até descrédito.

Alguns historiadores da ciência têm frequentemente atribuído a Hooke um carácter abominável. Para outros é Newton que merece tal classificação. Gordon [22] designa Hooke como “*Newton’s bête noir*”, acrescentando que embora Hooke tenha sido intelectualmente comparável a Newton, os seus campos de interesses e pontos de vista eram diametralmente opostos, o que os tornou inimigos. Acrescenta ainda que Hooke

interessava-se por problemas práticos “*including the anatomy of fleas...*” enquanto Newton era um cientista puro. Porém noutra obra [2], ainda referindo-se aos dois antagonistas, o mesmo autor afirma: *embora ambos tivessem origens bastante modestas, Newton era um snob, enquanto Hooke, sendo amigo pessoal do rei Carlos II, não o era.*

Gordon afirma igualmente que Newton teve a sorte de viver vinte e cinco anos mais após a morte de Hooke, dedicando grande parte desse tempo a denegrir a memória do seu antagonista.

Numa biografia de Huygens [23] lê-se a certo ponto: “*Robert Hooke ill-humoured and self-seeking, hated and despised by most of other of the Royal Society, claims to have invented everything*”.

Mas recentemente foram publicadas duas obras importantes sobre *História da Ciência* de autoria de John Gribbin, “*Science, a History*” e “*The Fellowship, the Story of a Revolution*” [24, 25]. São dois livros de leitura apaixonante, que, além do mais, parecem finalmente referirem-se a Hooke com a devida justiça, exaltando mesmo o seu carácter e os seus contributos para largas áreas da ciência. Gribbin considera Robert Hooke, Edmond Halley e Isaac Newton as três pessoas que estabeleceram no final do século XVII tanto o próprio método científico como a proeminência da ciência britânica, e relata frequentes casos de disputa entre Hooke e Newton, realçando que Hooke estava sempre pronto a discutir sobre ciência de um modo amigável, apenas interessado em chegar à verdade.

Num desses livros, o autor afirma, a propósito do modo como os conceitos sobre factos e personagens são muitas vezes alterados:

*“This is not unlike the way in which historians and biographers of Robert Hooke, one of the key figures in the scientific revolution of the seventeenth century, have recently had to revise their ideas about the man because of the discovery of a key document, lost for centuries, which describes in detail some of the events in Hooke’s scientific life”.*

### 3. A VIDA – BREVES DADOS BIOGRÁFICOS

Robert Hooke nasceu a 18 de Julho de 1635 em Freshwater, Ilha de Wight, onde seu pai era clérigo tendo morrido quando Robert tinha somente 13 anos.

Foi uma criança fraca e doente mas cedo manifestou grande habilidade manual para construção de brinquedos, para o desenho e para a pintura. Fazia modelos de barcos e chegou a fazer um relógio de madeira que funcionava. Após a morte do pai entrou para a Westminster School onde aprendeu latim, grego e hebraico, familiarizando-se com a geometria euclidiana e outros tópicos matemáticos. Também aprendeu a tocar órgão.

Em 1653 foi enviado para Oxford, continuando os seus estudos e actuando no coro da Christ Church, tendo em 1662 obtido o grau de Master of Arts na Universidade dessa cidade.

Em Oxford, Hooke teve oportunidade de se relacionar com diversos cientistas que apreciaram a sua grande perícia na concepção e construção de componentes mecânicos. Em 1655 empregou-se ao serviço do físico e químico anglo-irlandês Robert BOYLE (1627-1691), que aproveitou a sua habilidade na construção da célebre bomba pneumática designada de “boyliana”. A Enciclopédia Britânica [3] no item referente a Boyle afirma “*Boyle had the good fortune to secure the assistance of Robert Hooke, the able inventor, who helped him to construct an air pump.* (Aqui, essa enciclopédia refere-se mais elogiosamente a Hooke que na própria entrada a ele referente ...).

Hooke começou a interessar-se também pela astronomia e pelo movimento pendular, realizando experiências com êxito o que o levou a pensar na sua aplicação no problema de determinação de longitude, o que, nessa época de grandes viagens marítimas, era alvo de muito interesse. Nessa altura escreveu “*The method I had made for myself for Mechanic Inventions, quickly led me to the use of springs instead of gravity, for the making a body vibrate in any posture*” passando a partir daí a interessar-se por molas e realizando diversas experiências com as mesmas [26].

Em Novembro de 1662, por recomendação de Boyle, Hooke foi nomeado *Curator of Experiments* da recém fundada *Royal Society of London*. Segundo os estatutos da sociedade as funções de Curador eram “*to furnish the Society every day they meet, wiith three or four considerable experiments.*

Aliás o preâmbulo desses estatutos foi escrito pelo próprio Hooke, afirmando: “*O objecto da Royal Society é melhorar o conhecimento das coisas naturais e de todas as artes úteis, por meio de experiências sem se imiscuir em teologia, metafísica, moral, política, gramática retórica ou lógica*” [27]. Mostrava assim, nessa época em que a erudição era ainda influenciada por ideias mais subjectivas, o seu espírito verdadeiramente científico.

No exercício desse cargo de *curador de experiências* fez novamente uso das suas capacidades mecânicas e inventivas na criação de aparelhos e instrumentos, reportando periodicamente os resultados das suas experiências, bem como de observações microscópicas, uma vez que a partir de 1663 começara a interessar-se também pela microscopia.

A sua actuação nesse cargo nem sempre é consensual. Em Hall [1] lê-se:

*“Hooke era fértil, engenhoso e assíduo; a variedade de material que produzia era fantástica, mas dificilmente se pode dizer que como director de pesquisa tenha mostrado consistência ou persistência. Era brilhante na produção de ideias, fraco na concentração de esforços”.*

Mas mais adiante, referindo-se à Royal Society, o mesmo autor justifica:

*“Apenas com Hooke (como director de Experiências) e Oldenburgo (como secretário), servindo-a na qualidade de funcionários parcialmente assalariados, sem o local ou os meios para a investigação activa, um programa de pesquisa continuada era quase impossível”.*

Em 1663 Hooke foi eleito “*fellow*” da referida instituição, sendo nomeado secretário em 1677, por morte de Henry OLDENBURG (1618-1677), que foi quem primeiro ocupou esse lugar após a fundação da Sociedade<sup>12</sup>. Hooke renunciou ao cargo de secretário em 1683, mas permaneceu como membro até à morte.

A partir de 1664 exerceu também o cargo de professor de geometria no Gresham College, uma conceituada instituição científica, onde também pontificavam outros nomes distintos como o astrónomo e arquitecto Christopher WREN (1632-1723 e o matemático Isaac BARROW (1630- 1677)<sup>13</sup>.

Continuou no entanto a apresentar sistematicamente aos seus colegas da Royal Society o resultado das suas experiências, invenções e criação de novos instrumentos científicos. Naquele mesmo ano, em resultado das suas observações microscópicas, publicou o seu livro “*Micrographia*” onde não só descreve o microscópio composto por ele criado, mas sobretudo faz a descrição das suas descobertas no campo da microscopia (o que adiante será desenvolvido).

Após o grande incêndio de Londres ocorrido em 1666 Hooke participou activamente, com Wren, na reconstrução da cidade [18, 19].

Entre outras obras, publicou em 1678 o artigo “*De Potentia Restitutiva or Of springs*” a que também adiante se fará referência em pormenor.

Hooke nunca se casou. Manifestava vivo interesse por todas as empregadas jovens que serviam em sua casa, tendo mantido relações sexuais com muitas delas. Com ele vivia desde a infância uma sua sobrinha, Grace, filha de um irmão que permanecia na ilha de Wight. Hooke cuidou durante anos da educação da sobrinha, e quando a atractiva jovem completou dezasseis anos, em 1676, tornou-se amante do tio. Infelizmente Grace faleceu, com apenas 27 anos, em 1687. Hooke sofreu dolorosamente essa perda, nunca se tendo recomposto.

Foi sempre inquieto, atormentado e instável. Trabalhou afincadamente durante toda a vida, não obstante o estado precário da sua saúde que se agravava continuamente. Automedicava-se com inúmeros produtos que o envenenavam mais do que curavam. Veio a falecer, com 68 anos, a 3 de Março de 1703, em Londres. No seu funeral incorporaram-se todos os seus *fellows* da Royal Society.

#### 4. A OBRA – UM IMPRESSIONANTE LEQUE DE REALIZAÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS

Descreve-se seguidamente (não necessariamente por ordem cronológica, mas por temas), alguns dos mais importantes

<sup>12</sup> Oldenburg, natural da Alemanha, foi o primeiro secretário da Royal Society. Notabilizou-se como gestor da ciência, a ele se devendo a criação dos “*Philosophical Transactions*” daquela Instituição, publicação importante ainda hoje, como se sabe. Porém foi também um acérrimo inimigo de Hooke, intrigando-o frequentemente junto de Newton e fomentando a discórdia entre ambos.

<sup>13</sup> Christopher Wren notabilizou-se sobretudo pela reconstrução de Londres após o catastrófico incêndio de 1666. Manteve-se sempre amigo de Hooke. Isaac Barrow foi professor de Newton na Universidade de Cambridge.

trabalhos do nosso infatigável Hooke, nas inúmeras áreas científicas por ele abordadas. Mas para demonstrar o seu pioneirismo em muitas dessas áreas, e a importância da sua contribuição, o autor deste artigo procurou enquadrá-los no desenvolvimento de outros trabalhos correlacionados, que lhe antecederam, lhe foram contemporâneos e lhe seguiram. Alonga-se é certo este o artigo, mas apercebe-se melhor o que foi a *Revolução Científica* processada ao longo dos séc. XVI a XVIII, quem a protagonizou e sobretudo quem foram os pioneiros de ideias novas e revolucionárias, lutando quase sempre contra a inércia e o preconceito que, mesmo no meio científico, como bem sabemos, persistem muitas vezes, opondo-se a novas concepções, impedindo-as de se afirmarem, para não alterarem completamente os conceitos já enraizados.

##### 4.1 Elasticidade dos Sólidos

Este tema é o mais universalmente conhecido dos trabalhos de Hooke, que foi quem primeiramente percebeu facto de haver uma definida relação entre a *força* aplicada a um corpo deformável e a *deformação elástica* daí resultante [2, 26, 27, 28].

Hooke abordou macroscopicamente, e de modo pragmático, o estudo do efeito de forças sobre diferentes materiais (1660). Tomou uma considerável variedade de arames, molas metálicas e barras de madeira e sujeitando-os a forças aplicadas progressivamente, mediu as deformações produzidas. Registou então em gráficos as variações da *força* aplicada *versus deformações*, verificando (dentro da precisão das suas medições), que se traduziam num comportamento linear. Além disso constatou que a progressiva retirada da força seguia igual andamento, e que, uma vez anulada a solicitação, os provetes ensaiados retomavam a sua dimensão inicial. (fig. 1).

Para proteger a sua pretensão de prioridade nesses estudos, num acesso de pouca modéstia, e “*talvez para irritar Newton*” (sic [22]) , Hooke publica em 1676 um prospecto que intitulou “*A decimate of the centesme of the inventions I intend to publish*” e abaixo “*The true theory of elasticity or springiness*”, seguido de um anagrama latino, “*ceiinossttuv*”. Três anos mais tarde, depois de uma série de discussões privadas com Christopher Wren, Hooke publicou o artigo intitulado “*The potentia Restitutiva, or of a Spring*”, revelando o significado desse anagrama pela famosa sentença “*ut tensio sic vis*” (tal a deformação assim a força,) ou seja, *a deformação é proporcional à força aplicada* [26].

Nesse seu, hoje já clássico, artigo, escreveu o seguinte [27]:

“*Take a wire string of 20 or 30 or 40 feet long, and fasten the upper part thereof to a nail and to the other end fasten a scale to receive the weights. Then with a pair of compasses measure the distance from the bottom of the scale to the ground or floor underneath. Then put weights into the said scale and measure the several stretchings of the said string and set them down. Then compare the several stretchings of the said string, and you will find that they will always bear the same proportions one to the other that the weights do that made them*”.

Hooke igualmente descreve ensaios com molas helicoidais e espirais, bem como ensaios de flexão com barras de madeira:

“...a piece of dry wood that will bend and return, if one end thereof be fixed in a horizontal posture, and to the other end be hanged weights to make it downwards”.

considerando não só a deflexão das barras mas também a deformação das fibras longitudinais, fazendo a importante constatação de que *as fibras do lado convexo da barra alongavam-se enquanto as do lado côncavo se contraíam*.

Frisou ainda que o fenómeno observado verificava-se com “metal, wood, stones, baked earth, hair, horns, silk bones, sinews, glass and the like”, Mais adiante acentuou que, com base nas suas constatações, poder-se-ia calcular facilmente as forças a aplicar em arcos, bestas, catapultas e balistas, armas usadas desde a antiguidade, bem como em molas de relojoaria, afirmando:

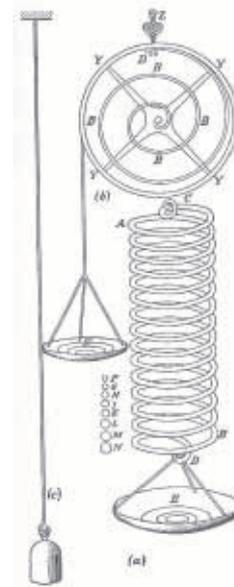
“It will be easy to calculate the proportionate strength of the spring of a watch.....From the same also it will be easy to give the reason of the isochrone motion of a spring or a extended string, and of the uniform sound produced by those whose vibrations are quick enough to produce an audible sound. From this appears the reason why a spring applied to the balance of a watch doth make the vibration there of equal, whether they be greater or smaller...From this it will be easy to make a Philosophical Scale to examine the weight of any body without putting in weights..... This scale I contrived in order to examine the gravitation of bodies towards the center of the Earth, viz. to examine whether bodies at a further distance from the center of the Earth did not loose somewhat of their power or tendency towards it” .

Verificamos assim que neste campo os estudos de Hooke foram bastante profundos, não só estabelecendo as relações entre forças e deformações, mas também sugerindo diversos ensaios através dos quais essas relações poderiam ser usadas na resolução de alguns importantes problemas sobre os quais se debatiam os cientistas da época.

Acrescente-se todavia, que a referida relação linear no domínio elástico, como estabelecida por Hooke envolve a geometria do corpo ensaiado. O que hoje realmente conhecemos como **Lei de Hooke** esperou mais de cem anos até que, por volta de 1800, o cientista inglês Thomas YOUNG (1773-1829), exprimiu a proporcionalidade não em termos de forças e alongamentos, mas em termos de **tensão** ( $\sigma$ ) e **extensão** ( $\epsilon$ ), conceitos esses estabelecidos nessa época pelo francês Augustin CAUCHY (1789-1857). Young removeu assim os factores geométricos e introduziu uma propriedade do material, o **módulo de Elasticidade** ( $E$ ), hoje também designado por **módulo de Young**, que define a **rigidez** de um corpo<sup>14</sup>. Consequentemente a **Lei de Hooke**

<sup>14</sup> A introdução do conceito de *módulo de elasticidade*, por Young, constituiu uma bastante complexa (para não dizer confusa), definição, muito diferente da que actualmente se usa para o mesmo parâmetro. Apresenta-se aqui na língua original para melhor “saborear” essa complexidade: “The módulos of elasticity of any substance is a column of the same substance, capable of producing a pressure on its base which is to

exprime-se actualmente, como todos sabemos, por  $\sigma = \epsilon \cdot E$ , figurando como uma das leis básicas da mecânica estrutural.



**Fig. 1.** Dispositivos usados por Hooke nos seus ensaios sobre elasticidade de fios e de molas [26]

#### 4.2 Microscopia

O *microscópio simples*, constituído por uma única lente de pequena ampliação, data de meados do séc. XV. Entretanto desenvolveram-se progressivamente lentes de maior potência, culminando com as notáveis lentes de vidro polido produzidas pelo naturalista holandês Anthony van LEEUWENHOEK (1632-1723)<sup>15</sup>, que criou um microscópio de estrutura rudimentar constituído por uma pequeníssima lente convexa, de grande ampliação, encaixada entre duas placas metálicas e um parafuso de posicionamento da lente em relação ao objecto. Com o seu microscópio simples, Leeuwenhoek foi protagonista de importantes descobertas no mundo microscópico, como os glóbulos vermelhos, os espermatozóides, algumas espécies de protozoários e bactérias, que designou por “*animáculos*” (pequenos animais).

A ideia básica do microscópio designado *composto*, isto é constituído por duas ou mais lentes (formando a objectiva e a ocular), terá provavelmente ocorrido, também na Holanda, nos finais do séc. XVI, a vários estudiosos, independentemente, entre os quais Hans e Zacharias JANSEN, pai e filho, fabricantes de lentes para óculos, que são geralmente citados como criadores daquele instrumento. Pouco depois a ideia espalhou-se, sendo construídos vários desses instrumentos em Itália e na Inglaterra, com melhoramentos na estrutura e no processo de focagem.

the weight causing a certain degree of compression as the length of the substance is to the diminution of its length” – [26]

<sup>15</sup> Leeuwenhoek não era propriamente um cientista, antes foi um notável auto-didata. Começou por ser trabalhador da indústria têxtil, em Amsterdão. O contacto com as lentes de aumento para contar os fios dos tecidos levou-o a criar um microscópio simples, a partir do qual construiu mais de 200 exemplares. Falho de bases científicas, fez no entanto importantes descobertas no campo de microscopia, pelo que é considerado *Pai da Microbiologia*.

A fecunda aplicação do microscópio lançou novas luzes sobre a estrutura da matéria e as funções dos órgãos dos seres vivos, destruindo conceitos antigos e provocando o aparecimento de novos ramos científicos. O médico italiano Marcelo MALPIGHI (1628-1694), dedicando-se ao estudo sistemático dos tecidos animais e da anatomia humana, figura como um dos mais notáveis microscopistas dessa época, sendo considerado o fundador da *histologia*.

A contribuição de Hooke nesse campo foi inestimável. Criou um modelo de *microscópio composto* que consistia em três lentes montadas numa estrutura tubular extensível de madeira e cartão e revestida exteriormente de couro finamente decorado (fig. 2). Estava montado de modo a poder ser inclinado num ângulo conveniente. Concebeu igualmente para o microscópio um complexo sistema de iluminação (também representado na figura), constituído por uma esfera de vidro cheia de água que recebia a luz de uma lâmpada de azeite concentrando-a sobre a amostra a observar. Permitia uma ampliação de 30 vezes. Esse instrumento colocou-se na vanguarda da tecnologia óptica do séc. XVII. [29].

Com o seu microscópio Hooke dedicou-se afincadamente à observação de tudo quanto lhe despertava curiosidade, como plantas, insectos, penas de aves, fósseis, rochas, e até a estrutura de cristais de neve [3], demonstrando o largo espectro dos seus interesses científicos, como adiante se descreverá com mais pormenor. Fez desenhos minuciosos dessas observações, complementados com detalhadas descrições escritas, e reuniu-os num livro que intitulou "*Micrographia*" ("*desenho de coisas pequenas*"), com o sub-título "*Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses*". Essa obra foi publicada em 1665, pela Royal Society, tornando-se na primeira grande colectânea de reproduções de observações microscópicas. Contem reproduções de estruturas de animais, vegetais e minerais.

Os magníficos desenhos executados por Hooke, com grande habilidade e precisão (de que se verá exemplos na fig. 3 no capítulo seguinte e fig. 8 mais adiante), incluem mesmo, na maioria deles, uma *barra de escala*, o que demonstra as preocupações do autor sobre a precisão dessas observações.

A obra tornou-se como que um "best-seller" do seu tempo. O escritor Samuel PEPYS (1633-1703)<sup>16</sup> considerou-a como "*o mais engenhoso livro que havia lido em toda a sua vida*", tendo dedicado grande parte de uma noite a lê-lo [25].

Infelizmente, e como tantas vezes acontece, não faltaram também pressurosos depreciadores que satirizaram ou mesmo ridicularizaram o livro e o seu autor, acusando-o de ser "*a sot that has spend 2000 £ in microscopes to find out the nature of eels of vinegar, mites in cheese and the blue of plums, which he has subtly found out to be living creatures*".

Ao tempo realmente ninguém parecia manifestar interesse por essas "insignificantes criaturas" que eram os micróbios, e que hoje tanto nos preocupam e atormentam!

<sup>16</sup> Samuel Pepys – escritor inglês, admirador de Hooke, que entre outros cargos distintos exerceu também a presidência da Royal Society. Ficou célebre o seu "*Diário*" escrito em código e só decodificado em 1820, mais de cem anos após a sua morte.

Os diversos aspectos da obra de Hooke, resultantes das suas observações microscópicas, serão abordados nos parágrafos 4.3, 4.9, 4.11 e 4.12.

Em 1678 Leeuwenhoek comunicou à Royal Society as suas descobertas. Não apresentava porém quaisquer interpretações. Hooke foi designado pela instituição para confirmar e analisar essas descobertas, o que fez com grande cuidado, abrindo caminho para o sucesso dos trabalhos de Leeuwenhoek. No entanto, referindo-se ao microscópio simples de Leeuwenhoek, Hooke afirmou que, embora apresentasse imagens claras, era de difícil utilização e prejudicava-lhe os olhos ("*offensive to my eyes*")

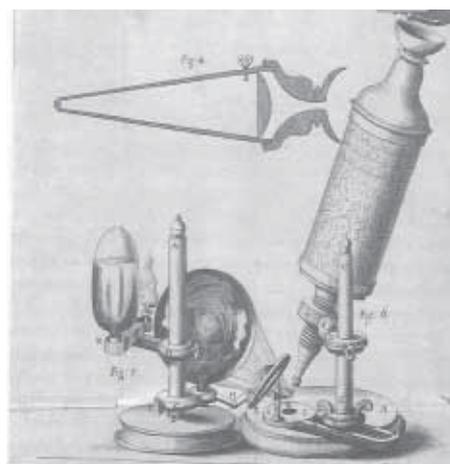
### 4.3 Estrutura da Cortiça - conceito de "Célula"

Entre a enorme diversidade de observações microscópicas presentes no "*Micrographia*" é interessante destacar a da *estrutura da cortiça*, não só por ser a mais famosa dessas observações, mas também por ter dado origem à criação de um termo importante da biologia e da histologia, como se verá seguidamente.

Hooke teve a brilhante intuição de investigar qual a estrutura da cortiça, seccionando delgadas lâminas desse material e observando-as no seu microscópio (1665).

No capítulo intitulado "*Observação XVIII*" daquela obra, escreveu então:

*"I could exceedingly plainly perceive it to be all perforated and porous, much like a honeycomb, but that the pores of it were not regular ..... these pores, or cells, .... Were indeed the first microscopical pores I ever saw, and perhaps, that were ever seen, for I had not met with any writer or person that had made any mention of them before this ..."*

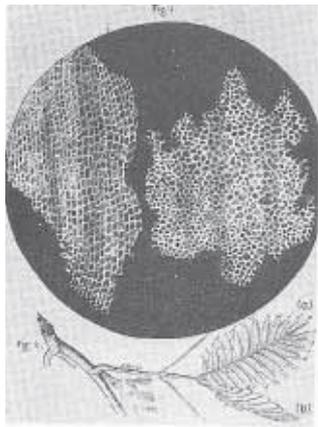


**Fig. 2.** Microscópio composto e respectivo sistema de iluminação, construídos por Hooke e utilizados nos diversos estudos pioneiros por ele realizados. Repare-se no sistema de iluminação descrito no texto.

O livro incluiu vários desenhos dessas observações da cortiça, mostrando a sua microestrutura (fig. 3).

O que o cientista efectivamente viu foi a estrutura formada pelas membranas dos alvéolos apresentadas pela cortiça. Hooke reportou também ter observado estrutura similar em outras plantas e na madeira. Com base nessas observações criou o termo *cell* (*célula*) – da palavra latina que significa pequena cela – para descrever a micro-estrutura dos sistemas biológicos que ele descobriu a partir da microscopia óptica.

Notar que a importância da *célula*, como unidade funcional de todos os organismos vivos, só foi definitivamente compreendida no séc. XIX, com a *teoria celular* do biólogo do alemão Theodor SCHWANN (1810-1882) [33].



**Fig. 3.** Microestrutura da cortiça como observada e desenhada por Hooke [19], mostrando claramente os alvéolos a que chamou “celulas”.

Na referida observação da lâmina de cortiça, Hooke calculou também que uma secção de cortiça com 1 polegada quadrada (6,25 cm<sup>2</sup>), poderia conter 1260.000.000 dessas minúsculas células, a primeira vez que surgiu um número tão elevado na história da Ciência! [29].

Poderemos portanto hoje afirmar, no âmbito da História da Ciência e Engenharia dos Materiais, que *deve-se a Hooke a primeira observação microscópica de um material*. Veremos adiante que a este cientista também se deve a primeira observação microscópica da superfície de uma liga metálica, um facto menos divulgado mas que é afirmado em [14], como atrás referido.

#### 4.4 Física dos Gases

Viu-se que, em Oxford, Hooke trabalhou com o físico e químico Robert Boyle, no estudo das propriedades dos gases. Ambos investigaram meticulosamente todos os fenómenos habituais da pneumática conhecidos até então, para ilustrar a “*elasticidade e peso do ar*”. Boyle publicou em 1662, em resultado de trabalhos efectuados com Hooke, uma lei sobre a “*deformação*” do ar segundo a qual o produto da pressão pelo volume de uma determinada quantidade de ar é invariante. Foi Hooke no entanto quem estabeleceu a relação matemática [1]. Essa lei, hoje conhecida como *Lei de Boyle-Mariotte*<sup>17</sup>,  $pV = \text{const.}$ , é assim quase outra lei de Hooke [5].

<sup>17</sup> Concebida separadamente por Robert Boyle na Inglaterra e por Edme Mariotte (1620-1684), em França. Houve também aqui uma querela sobre a

No seguimento dos trabalhos do físico holandês Otto von GUERRICKE (1602-1686) sobre o vazio, e a construção da sua bomba de vácuo<sup>18</sup> que teve grande repercussão na Inglaterra, Boyle incumbiu Hooke de planejar e construir uma bomba de ar de modo a poder realizar experiências *in vácuo*, que pretendia explicar em termos de uma filosofia corpuscular [30]. Dos trabalhos de Hooke resultaram as célebres bombas pneumáticas vulgarmente designadas por *bombas boyleanas* (mas porque não chamá-las, com mais justiça, *bombas hookeanas*?).

Posteriormente também Huygens mandou construir, em Paris, uma bomba de ar, que no entanto só conseguiu fazê-la funcionar com ajuda de Boyle.

#### 4.5 Química e Fisiologia

Como se sabe, ao tempo ainda não existia a ciência que hoje chamamos *Química*. Os fenómenos químicos estavam intimamente associados à medicina e sobretudo à alquimia. Boyle foi um dos primeiros cientistas a abordar esses fenómenos com um sentido científico.

A fisiologia da respiração e a sua conexão com a combustão foram estudadas por Boyle e Hooke, bem como por outros físicos seus contemporâneos, que concluíram não ser o ar homogêneo mas conter um *espírito activo* a que chamaram *Spiritus nitro aereus*, necessário tanto à respiração animal, quanto à combustão (e que não é mais que o oxigénio, que só foi identificado muito mais tarde). [2]

Boyle e Hooke conduziram experiências pioneiras demonstrando as características físicas do ar, e a necessidade da sua presença para a combustão, a respiração e a transmissão do som, dando a esses fenómenos maior precisão científica [18,19]. A bomba de vácuo por eles criada (referida em 4.4) teve um papel preponderante na investigação do função do ar na combustão, pois permitiu verificar que a remoção ar extinguiu a chama.

Dentro do mesmo contexto, Hooke verificou que na pólvora havia dois elementos combustíveis (o enxofre e o carvão) mas o terceiro componente (nitrato de potássio ou salitre) comportava-se como o tal *espírito vital* que alimentava a combustão [31]

Foi, como é sabido, um século depois, com o químico francês Antoine-Laurent LAVOISIER (1743-1794), que o fenómeno da combustão ficou definitivamente explicado, derrubando a *química do flogisto*, de Stahl, e instituindo a verdadeira *Ciência Química*<sup>19</sup>.

No que respeita ao processo respiratório Hooke fez uma experiência original que consistiu em abrir um cão, mantido vivo graças a um fole inserido na traqueia, constatando que o movimento dos pulmões era independente do batimento cardíaco, mostrando assim que a função da respiração não era

paternidade da Lei. Mariotte foi um dos primeiros membros da Academia de Ciências de Paris.

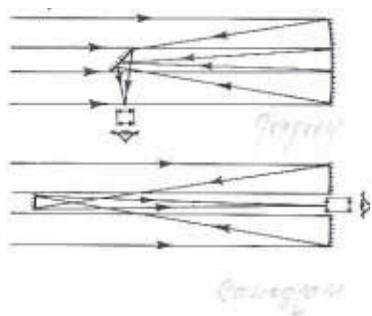
<sup>18</sup> O efeito da bomba de vácuo de von Guericke foi utilizado na célebre experiência dos *hemisférios de Magdeburgo*, em 1657.

<sup>19</sup> Convida-se o leitor a ler, neste mesmo número da Revista, outro artigo do autor sobre este tema.

que pôr o sangue a circular, mas sim ventilá-lo, contrariamente ao que era suposto por muitos cientistas do tempo.[32].

#### 4.6 Astronomia e Mecânica Celeste

É dos mais importantes campos de actuação de Hooke embora também pouco referido. Foi um dos primeiros cientistas a construir um *telescópio de reflexão*<sup>20</sup> [3, 13]. Este tipo de telescópio foi preconizado em 1663 pelo geómetra e astrónomo escocês James GREGORY (1638-1675), sem que nunca o tivesse realizado na prática. Hooke veio a concretizá-lo. Trata-se de um instrumento provido de um pequeno espelho concavo colocado um pouco adiante do foco do espelho principal, a fim de reflectir a luz através de um furo central desse espelho. O espelho auxiliar deverá ser astigmático para o foco do principal e para o ponto onde se pretende formar a imagem final. Newton também propôs um outro tipo de telescópio de reflexão, que obteve grande êxito, a isso se devendo a sua entrada para a Royal Society (fig. 4).



**Fig. 4.** Esquemas das concepções de Newton (em cima.) e de Gregory-Hooke (em baixo) do telescópio de reflexão

Com as suas observações astronómicas, Hooke descobriu a quinta estrela da constelação de Trapézio, um asterismo na constelação de Orion (em 1664), e sugeriu pela primeira vez a rotação de Júpiter em torno do seu eixo. Dedicou especial atenção à observação das manchas solares, dos anéis de Saturno, de cometas e da “Grande Mancha Vermelha” de Júpiter<sup>21</sup>. [11]. Os seus desenhos detalhados do planeta Marte foram mesmo usados no século XIX para o cálculo da velocidade de rotação daquele planeta [3].

Na Mecânica Celeste Hooke foi o primeiro cientista a estabelecer que o movimento dos corpos celestes pode ser tratado como um problema mecânico, e abordou de um modo notável a teoria da gravitação universal, antecipando-se aos trabalhos de Newton sobre o movimento dos planetas [33]

Sugeriu em 1666 que a força da gravidade poderia ser medida através do movimento pendular. Tentou demonstrar

<sup>20</sup> Nos telescópios de reflexão a objectiva é constituída por um espelho concavo, parabólico, o que tendo a vantagem de suprir os problemas relativos a uma lente de grande diâmetro, acarreta também algumas limitações entre as quais o facto de, sendo o feixe reflectido, o observador taparia normalmente o fecho incidente. Passou-se então a utilizar um segundo espelho colocado sobre o eixo da objectiva, mas suficientemente pequeno para que não intersectasse senão uma reduzida porção do feixe incidente. Criaram-se várias soluções construtivas entre as quais a de Newton e a de Gregory-Hooke [13].

<sup>21</sup> Parece que ainda hoje não está totalmente explicado esse fenómeno. Trata-se de uma imensa coluna gasosa, cuja coloração poderá ser devida à libertação de moléculas complexas produzidas ou concentradas nas zonas mais profundas do planeta.

que a Terra e a Lua descreviam órbitas elípticas em torno do Sol [3] Em Maio daquele ano, numa das reuniões da Royal Society, afirmou [24, 27]:

“Vou expor um sistema do universo muito diferente de tudo quanto foi até aqui formulado, baseado nas três seguintes premissas:

- 1) Todos os corpos celestes possuem não só a gravitação das suas partes em relação ao seu próprio centro, como também se atraem mutuamente dentro da sua esfera de acção;
- 2) Todos os corpos tendo um movimento simples, continuam a mover-se em trajectória linear, a menos que seja desviado dela por uma força externa, obrigando-os a descrever um círculo, uma elipse ou qualquer outra curva;
- 3) A atracção é tanto maior quanto mais próximo estiverem os corpos uns dos outros.

E acrescenta:

“A razão entre diminuição da força e a distância entre os corpos não consegui descobrir embora tivesse feito alguns ensaios nesse sentido. Deixo isso a outros que tenham mais tempo e suficientes conhecimentos para levar a cabo essa tarefa...”

De facto faltava infelizmente a Hooke os conhecimentos matemáticos suficientemente profundos para demonstrar esses conceitos, pois ele já tinha uma clara intuição da gravitação universal. Se tivesse tido essas bases matemáticas, talvez seria a Hooke e não a Newton, a quem caberia a glória da formulação da *Lei da Gravitação Universal!*

Repare-se que a segunda das premissas acima descritas não é mais do que agora é conhecida como *Primeira Lei de Newton*.

E a ideia de uma lei de gravitação inversamente proporcional ao quadrado da distância foi concebida por Hooke inspirando-se na lei de iluminação de um corpo por uma fonte luminosa e sugerindo a hipótese de uma analogia entre os dois fenómenos [34]. Essa lei terá guiado os primeiros trabalhos de Newton nesse campo que a usou mais tarde sob uma forma modificada. Hooke lamentou-se pelo facto da sua lei não ter obtido suficiente crédito e envolvendo-se mais uma vez numa amarga controvérsia com o seu crónico antagonista Newton.

Na área da Astronomia Hooke envolveu-se também numa enorme controvérsia com o grande astrónomo alemão Johann HEVELIUS (1611-1687). A preferência que este dava às observações à vista desarmada sobre as telescópicas, defendidas por Hooke, originou essa controvérsia a ponto de a Royal Society encarregar o astrónomo Edmund HALLEY (1656-1742) de resolver o diferendo [13].

#### 4.7 Óptica e luz

No campo dos instrumentos ópticos Hooke construiu o seu *microscópio composto* e o *telescópio gregoriano*, conforme

atrás se descreveu, o que já demonstra profundos conhecimentos de óptica, nomeadamente da óptica geométrica. Mas não ficaram por aí os seus estudos nesse âmbito. Tentou explicar a própria natureza da luz e das cores, dedicando-lhes muito do seu labor. e das páginas dos seus escritos.

A luz constituiu desde a Antiguidade tema de admiração e especulação. Já então eram conhecidas algumas propriedades fundamentais dos raios luminosos. Tirando partido desse conhecimento, diversas aplicações, como espelhos e óculos, foram aparecendo ao longo dos séculos.

Remonta aos gregos a ideia de a luz ser formada de partículas que partiam do olho do observador para “sentir” o objecto, embora Aristóteles sustentasse ser a luz “acção sobre um meio”. Na época a que se está a referir, vários cientistas entre os quais Galileu, Kepler e Descartes, tiveram os seus nomes associados ao estudo do problema.

Rejeitando a hipótese de Descartes do fluir de partículas, Hooke defendia que um raio luminoso consistia antes numa sucessão de impulsos propagados através do *éter*, desde a fonte, sob a forma de ondas esféricas concêntricas, por analogia com as ondas aquáticas. Abordou então uma série de fenómenos relacionados com a luz, como a refacção, as cores e a interferência e a difracção, embora com algumas falhas e imprecisões. A objecção mais séria é que não conseguia explicar a propagação rectilínea da luz. Se um raio era um encadeamento de impulsos porque estes não se espalhavam pelo meio circundante como as ondas sonoras? Isso constituiu, com efeito, durante muito tempo uma profunda objecção a qualquer teoria ondulatória (tendo mais tarde sido minuciosamente discutido por Newton, na sua obra *Óptica*, a que adiante se fará referência) [1]

Hooke sugeria portanto que a luz fosse uma rápida vibração em determinado meio, devendo as ondas luminosas ser transversais em relação à direcção do feixe. Foi assim um pioneiro, *um precursor da teoria ondulatória da luz* [35]. Numa memória apresentada à Royal Society em 1665 afirma:

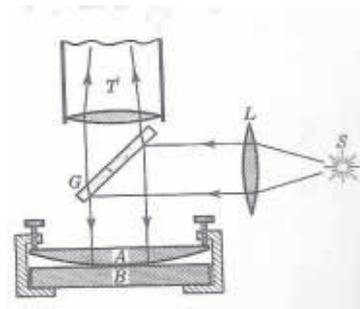
*“lightis a very short vibrative motion transverse to straight lines of propagation”.*

A concepção de Hooke, contendo essa propriedade fundamental da luz, o carácter transversal das vibrações, não foi explorada nem por ele próprio nem pelos seus contemporâneos [21]. Efectivamente essa característica da luz não era exigida por nenhum fenómeno luminoso conhecido uma vez que a vibração longitudinal, como a do som, aparentemente bastava.

A complexidade da natureza da luz explica em parte as dificuldades de todos os que a estudaram e as contradições e hesitações que envolveu esse estudo ao longo de séculos!

Outra descoberta experimental importante de Hooke que justificou que atribuisse periodicidade ao movimento fundamental da luz, foi a dos “*anéis de Newton*” [1, 13], como são injustamente conhecidos. Hooke foi efectivamente o primeiro cientista a dar uma interpretação correcta desse

fenómeno no domínio das interferências da luz. Este fenómeno de *interferência* foi descrito por Newton em 1675. É obtido pela sobreposição da superfície curva de uma lente plano-convexa contra uma lâmina de vidro de faces planas e paralelas (fig. 5), observando-se então, quer por reflexão quer por transmissão, uma série de anéis coloridos concêntricos com o ponto de contacto das superfícies, resultantes da interferência luminosa entre os feixes que se refletem na face superior e inferior da camada de ar de espessura variável existente entre a lente e a lâmina. Hooke explicou também as cores produzidas por interferência nas bolas de sabão.



**Fig. 5.** Modo de produção dos chamados “Anéis de Newton” cuja explicação se deve a Hooke

Entretanto Newton efectuava uma profunda investigação experimental, que iniciara em 1664, na verdade uma das maiores da história da ciência. Ela viria a ser exposta ricamente pormenorizada na *Óptica*, que só veio a ser publicada muito mais tarde em 1704. Mas muito antes, ainda na década de sessenta, fez uma primeira exposição onde reafirmava a *teoria corpuscular* da luz e com ela se propunha explicar os fenómenos relacionados com o comportamento da luz.

Newton abordou também o problema da composição da luz, realizando a conhecida experiência com o prisma em resultado do que escreveu em 1672 as seguintes “notas”: “*A composição mais surpreendente e admirável é a do branco; nenhum tipo de raio, sozinho, pode dá-lo. É sempre composto e para tal composição são sempre necessárias todas as cores primárias, proporcionalmente misturadas*”

Encarregue de avaliar as “notas” em questão, Hooke negou a possibilidade de decompor a luz branca nas suas cores primárias, e nisso errou redondamente! Mais uma vez ambos os cientistas envolveram-se em acentuada polémica. Desta vez a razão estava do lado de Newton ...

Mas a partir de 1672 o holandês Christiaan HUYGENS (1629-1695) redigiu o famoso *Traité de la Lumière*, que viria a ser publicado em 1690, no qual apresenta a sua *teoria ondulatória da luz*, que o imortalizou, na qual, recuando embora em relação a Hooke quanto à transversalidade das vibrações luminosas, confirmava o facto dela dever resultar das vibrações de uma substância imponderável, que se designou por “*éter*”. Essa interpretação não foi aceite pela maioria dos físicos contemporâneos, com excepção naturalmente de Hooke e poucos outros [34], possivelmente

pela influência que em todos exercia a personalidade genial de Newton, que havia proposto, como acima se frisou, uma teoria corpuscular, já então rejeitada por Hooke. Quem senão Hooke poderia ter a audácia de desafiar o grande mestre?

Recorde-se que Newton era também rival de Huygens. “*Newton estava prevenido contra tudo o que viesse de Huygens ou de Hooke*”, afirma Gibert<sup>22</sup> [21].

Newton, cheio de rancor<sup>23</sup>, nunca perdoou a Robert Hooke a oposição às suas teorias e propôs mesmo demitir-se da Royal Society, E, contrariamente ao seu espírito, não publicou nenhum escrito público sobre questões da óptica. Melhorou alguns conceitos mas guardou esses escritos numa gaveta até 1704, um ano após a morte do seu antagonista, quando, já livre das críticas deste, surgiu então a célebre obra intitulada “*Óptica*”. Curiosamente foi com esta obra (com as falhas referidas) que Newton se viu projectado aos cumes da glória<sup>24</sup> e não com o “*Principia*” que figura incontestavelmente como um dos monumentais pilares da Ciência.

Huygens embora discordando de Hooke quanto à transversalidade das vibrações luminosas, alcançou grandes progressos no entendimento da teoria ondulatória, elaborando com bastante detalhe a sua obra acima referida. Repare-se contudo que, por estranho que pareça, o fenómeno da *polarização da luz* descoberto por Huygens exigia a validade da hipótese da transversalidade idealizada por Hooke (que contudo não conhecia a polarização...). Enfim, contradições explicáveis pela velocidade (para o tempo) com que avançavam os conhecimentos científicos, tornando-se por vezes difícil conjugar todas as frentes desses avanços.

Devida à imensa autoridade e prestígio de Newton a sua *teoria corpuscular* atrasou cerca de um século a aceitação da *teoria ondulatória* que parecia ferida de morte!

O “mito da infalibilidade” de Newton só foi quebrado no início do séc. XIX por Thomas YOUNG (1773-1829), com a conhecida experiência da *dupla difracção da luz*, e sobretudo por Agustin-Jean FRESNEL (1788-1827), que, em 1818 apresentou, através de adequado formalismo, uma brilhante e desassomburada defesa da teoria ondulatória. [faro] Mas curiosamente, Fresnel não considerava ainda nem a polarização nem o carácter transversal das vibrações luminosas, o que porém veio a fazer um ano mais tarde num trabalho conjunto com Dominique ARAGO (1786-1853).[21]

O problema da natureza da luz conheceu ainda sucessivos desenvolvimentos, sempre com contradições pelo meio, estendendo-se mesmo ao séc. XX. Como se frisou, para transportar as ondas havia sido necessário inventar um meio, o “*éter luminífero*”, uma vez que a ideia inicial considerava a vibração elástica. Esse enigmático meio deixou de ser

<sup>22</sup> Outro alvo do ódio de Newton foi o astrónomo John Flamsteed.

<sup>23</sup> Vários autores têm referido a Newton, desmistificando, em certos aspectos, o endeusamento que outros lhe concedem. Além das referências já citadas, em Bryson [33], pode-se ler ainda: “Newton era extraordinariamente brilhante mas solitário, sem alegria, quezimento até ao limite da paranóia” ...

<sup>24</sup> Contudo, o título de *Sir* foi mais tarde recebido por Isaac Newton, não pelas suas actividades científicas, mas sim pela sua actuação na Casa da Moeda Inglesa, da qual foi director,

preciso quando o escossês James Clerk MAXWELL (1831-1879), considerando também a ideia fundamental de vibração, demonstra, no entanto a sua natureza electromagnética. E nos finais do séc. XIX, (1887), a famosa experiência *interferencial* de Albert Abraham MICHELSON (1852-1931) e Edward Williams MORLEY (1830-1904), comprovou definitivamente a não existência do tal *éter*.

Porém se numerosas propriedades da luz, como a *difracção* são explicadas, pela teoria ondulatória, outras pareciam exigir uma explicação pela teoria corpuscular. Efectivamente, em 1905 Albert EINSTEIN (1879-1955) demonstrou que essa última teoria poderia explicar o *efeito fotoelétrico*, expulsão de electrões a partir de um metal exposto a um feixe luminoso.

A moderna *Física Quântica* estabelece a *dualidade onda-crepúsculo* do comportamento da luz. Enfim, Newton, Hooke, Huygens, Young, Fresnel e tantos outros poderiam finalmente deixar de se revolverem nos seus túmulos!

No entanto, quando se fala da luz e do longo caminho para a sua completa compreensão, todos os nomes de cientistas acima citados ocorrem prontamente, com excepção do de Hooke. É infelizmente a verdade! Por isso vale a pena transcrever o que a propósito da descoberta do carácter transversal das vibrações luminosas escreveu o distinto Prof. Armando Gibert na sua já citada obra [21]:

“*sem riscos de atingir o brilho do génio de Fresnel é contudo justo recordar aqui que o grande Hooke – tantas vezes próximo, mas sem concretização, de algumas das maiores descobertas do seu tempo, como por exemplo, da própria lei da gravitação universal – afirmou já em 1672 (cerca de 150 anos antes de Fresnel) a ideia da transversalidade das ondas luminosas*”.

#### 4.8 Outras áreas da Física

Haverá ainda muitas outras abordagens de Hooke em problemas da física. Citem-se mais algumas, sempre encontradas dispersas em alguns livros:

Hooke foi o primeiro físico a constatar, no decorrer dos estudos sobre a física dos gases (referidos em 4.4), que *toda a matéria expande-se por aquecimento* e que *o ar é formado por partículas separadas umas das outras por distâncias relativamente grandes* [3].

Há também quem pretenda que se deverá atribuir a Hooke a observação (já em 1668) de que, em todos os corpos, são constantes as respectivas temperaturas de fusão e de ebulição.

Segundo a *Chamber's Encyclopaedia* [37], os trabalhos de Hooke no campo do *magnetismo* “*são importantes mas pouco conhecidos*”, e mais não diz... Como não foram encontradas em mais nenhuma obra consultada, quaisquer referências a actividades de Hooke nesta área da física, fica-se por aqui...

#### 4.9 Metalografia

Segundo Seabra [15], a primeira observação microscópica realizada sobre superfícies metálicas é atribuída a Hooke,

(1665), com base na solidificação de uma liga de prata-chumbo. Também se encontram referidas observações microscópicas de Hooke em pontas de agulhas e lâminas. [16]. Como se sabe, só mais de meio século depois (1722), houve outro relato de observações microscópicas de metais, neste caso ligas ferrosas, devida ao francês René Ferchault RÈAUMUR (1683-1757).

#### 4.10 Geologia e Paleontologia

Outra das mais ignoradas mas extraordinárias vertentes dos estudos de Hooke foi no campo da *geologia e paleontologia*, chegando a revolucionárias conclusões (para a época) sobre a origem dos fósseis e a evolução da vida na Terra, ideias que contrariavam os princípios arraigados na mente de muitos dos mais distintos mas conservacionistas estudiosos desse tempo [29].

A questão da existência dos fósseis foi um dos problemas que impuseram nessa época uma séria reflexão sobre a história da Terra. Como se sabe, embora certos fósseis tenham o aspecto de animais ou plantas ainda vivos e conhecidos, outros não, por corresponderem a espécies extintas ou pouco conhecidas, ou mesmo pelo deficiente estado da sua conservação, devido a terem sofrido efeitos químicos ou mecânicos ao longo de milhares ou mesmo milhões de anos.

No século dezassete muitas hipóteses eram postas sobre a origem dos fósseis. A mais largamente aceite, vinda já de Aristóteles, afirmava que esses exemplares eram formados no interior de Terra, que os criava graças a uma hipotética “*força plástica*” (!). Seriam pedras cujas formas poderiam, caprichosamente, assemelhar-se a seres vivos, mas que efectivamente nada tinham a ver com eles...

Um dos defensores dessa aberrante hipótese era o naturalista e colecionador de conchas Martin Lister, contemporâneo de Hooke, que em 1678 afirmava peremptoriamente “*I am apt to think ... that these cockle-like shells ever were, as they are at present lapides sui generis and never any part of any animal*”.

Hooke porém, teve a intuição de não “embarcar” nessas teorias.

Por outro lado, os poucos cientistas que suspeitavam da origem animal ou vegetal dos fósseis, interrogavam-se como seria possível, por exemplo, o aparecimento de fósseis de peixes e moluscos no alto de montanhas, e como esses seres vivos se tornaram parte das rochas. Isso levava forçosamente à conclusão de que o aspecto da Terra longe de ter sido imutável, era o resultado de um longo processo de evolução. Mas evolução não era sequer tema dessa época. Lembremo-nos de que então prevaleciam os princípios bíblicos sobre a criação do mundo e, de certo modo, poderia até ser perigoso pensar de modo diferente. A ideia de que fosse lícito questionar e investigar o passado da Terra, só se afirmou, como sabemos, dois séculos depois.

Uma vez mais o nosso herói Hooke foi um pioneiro! Considerando que os fósseis seriam o testemunho do passado da Terra, observou-os com extraordinária avidez e

entusiasmo, inclusivamente através de microscopia, o que até aí nunca havia sido feito.

Hooke verificou estreitas semelhanças entre as estruturas da madeira petrificada e de conchas fossilizadas, por um lado, e tecido vegetal vivo e conchas de moluscos vivos, por outro. No seu trabalho *Micrographia* compara observações de peças de madeira petrificada e peças de carvalho apodrecido concluindo (embora numa linguagem um tanto confusa), que a madeira morta petrifica-se por acção da água rica em sais minerais dissolvidos, que impregna a madeira e se deposita nos seus poros. Escreve então, no livro acima referido, que os fósseis com forma de conchas de moluscos, que examinou, eram realmente dessa origem:

“*either by some deluge, inundation, earthquake, or some other mean, came to be thrown to that place, and there to be fill'd with some kind of mud or clay, or petrifying water, or some other substance...*”.

Noutra obra, intitulada “*Discourse of Earthquakes*” (só publicada dois anos após a sua morte), Hooke explica a presença de fósseis de moluscos nas montanhas e terras interiores considerando a possibilidade dessas zonas terem estado submersas e terem sofrido o efeito de mutações geológicas como terramotos. Estudou diversos cefalópodes vivos, comparando com fósseis, concluindo sobre a eventualidade do sucessivo desaparecimento de determinadas espécies. Mais de dois séculos antes de Darwin, Hooke constatou que os fósseis documentavam a evolução dos organismos no nosso planeta, e que as espécies aparecem e extinguem-se ao longo da história da vida na Terra.

Temos portanto de reconhecer Hooke como um dos percursos da Teoria da Evolução! A *Geologia* moderna só apareceu, após os trabalhos do francês Georges CUVIER (1769-1832) e do escocês Charles LYELL (1797-1875).

#### 4.11 Fractografia

O autor destas linhas adquiriu há anos o livro “*Fractography*” de Dereck Hull [20], constatando com admiração de mais outra actividade pioneira de Hooke. Efectivamente, segundo essa obra, deve-se também ao infatigável Hooke a primeira observação microscópica, até hoje reportada, de uma *superfície de fractura* de um material.

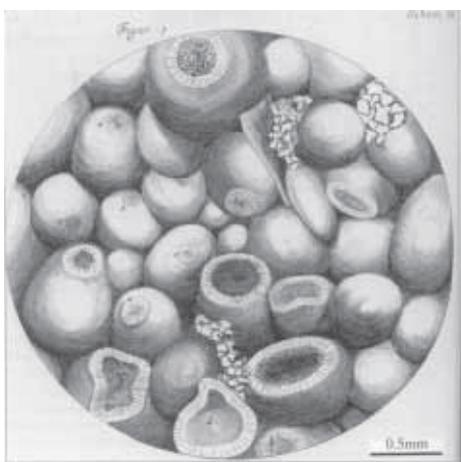
Na sua qualidade de Curador de Experiências da Royal Society, Hooke observou, com o auxílio do seu microscópio composto, a superfície de fractura de uma pedra de Ketton, um *calcáreo oolítico*<sup>25</sup>, e usou toda a sua notável capacidade de desenhador e de escrita científica para a descrever pormenorizadamente (fig. 6). Esse estudo consta do capítulo IX “*Of kettering stone*”, da obra “*Micrographia*”. Abaixo se transcreve um ou outro parágrafo, para demonstrar o

<sup>25</sup> O *calcáreo oolítico* é uma rocha formada por *oolitos*, corpos esféricos (como se vê no desenho de Hooke) com dimensões de ovos de peixe, e de origem geralmente orgânica, que entram na constituição de algumas rochas sedimentares. É desse tipo de calcário a pedra do nosso Mosteiro da Batalha.

extremo cuidado posto por Hooke na pormenorizada descrição que acompanha os seus excelentes desenhos:

“The stone is made up of an innumerable company of small bodies, not alloo of the same size or shape, but for the most part, not differing much from a globular form, nor exceed they one another in diameter above three or four; they appear like the cobb or ovary of a herring, or some smaller fishes, but for the most part, the particles seem somewhat less and not so uniform”.

“Where the grains touch each other, they are so firmly united or settled together, that they seldom part without breaking a hole in one or other of them, such as at a, a, a, b, c, c, etc. Some of which fractions, as at a, a, a, a, where the touch has been but light, break no more than the outer crust, or first shell of the stone, which is of light colors, a little dashed with a brownish yellow, and in very thin, like the shell of an egg”.



**Fig. 6.** Reprodução do magnífico Esquema IX do livro “**Micrographia**”, desenhado manualmente a partir da observação microscópica de uma superfície de fractura da pedra de Ketton; os corpos esféricos – oólitos – que compõem esse tipo de calcário têm dimensões de ovos de peixe, como se apercebe pela escala.

Os desenhos são, como todos os outros da sua obra, de uma perfeição absoluta, revelando formas e dimensões, devidamente sombreados para dar uma perfeita noção de tridimensionalidade, como o leitor poderá aperceber-se pela citada figura. Esses desenhos e as descrições escritas complementam-se admiravelmente.

Baseado nas suas observações, Hooke apresenta várias hipóteses sobre a formação das rochas, que, embora pequem por algumas limitações, reveladas por trabalhos posteriores e das quais ele aliás já estava ciente, serviram de base para subsequente investigação nesse campo.

As observações detalhadas de Hooke respeitantes à *superfície de fractura* da pedra Ketton, o método de representação da imagem observada e a descrição literal e conseqüente interpretação, tornam-no mais uma vez um pioneiro, agora da **Fractografia**, ciência que, como é bem sabido, só se estabeleceu no século vinte!

O “*Metals Handbook*” [38] inicia o volume 12 com uma história da *Fractografia* citando a importante obra de Réaumur no séc. XVIII mas ignorando totalmente os trabalhos pioneiros de Hooke, acima descritos, produzidos mais de um século antes.

#### 4.12 *Arquitectura e Urbanismo*

Hooke foi igualmente notável arquitecto, urbanista e topógrafo. Este é outro aspecto importante, mas praticamente ignorado, das suas actividades. Hooke contribuiu de modo activo, colaborando estritamente com Christopher WREN (1632-1723), para a reconstrução da capital britânica após o Grande Incêndio, que ocorreu em Setembro de 1666. Os trabalhos de reconstrução foram dirigidos por seis comissionados, três nomeados pela Coroa, entre os quais Wren, e três nomeados pela edilidade, entre os quais figurava Hooke com o título de supervisor, sendo de sua autoria um dos projectos de reedificação da cidade [18]<sup>26</sup>. Hooke projectou igualmente muitos edifícios, entre os quais o Bethlehem Hospital e o Montague House [37]. Muitos dos edifícios atribuídos a Wren, são hoje reconhecidos como, pelo menos parcialmente, terem sido projectados por Hooke [24]. E na cidade de Milton Keynes, a norte de Londres, pode-se apreciar a Igreja de Willen, construída sob o projecto também de Hooke. (fig. 7) [19].

#### 4.13 *Realizações tecnológica*

Além de grande cientista, Hooke foi um verdadeiro **engenheiro**, que hoje se poderia designar um **engenheiro mecânico**, interessado em aplicações tecnológicas da ciência, e nunca menosprezando as ideias e os trabalhos dos artífices com quem contactava. Aliás a sua nomeação para *Curador de Experiências da Royal Society* demonstra o reconhecimento, por parte dos seus pares, dessa sua faceta de inventor e experimentalista, manifestada desde a sua infância, como foi referido

Referiu-se também, em parágrafos anteriores, à construção de instrumentos científicos, como o **microscópio composto**, o **telescópio** dito **gregoriano** e a **bomba de vácuo**. Apontam-se mais algumas realizações tecnológicas.



**Fig. 7.** A Igreja de Milton Keynes, erigida sob o projecto de Hooke [19.]

<sup>26</sup> Este projecto poderá o leitor admirar no livro “Los Primeros Modernos”[18], existente na Biblioteca do Dep. de Eng. Civil, do Instituto Superior Técnico.

Os seus trabalhos sobre elasticidade estimularam-lhe o interesse pela aplicação de *mol*as na acumulação de energia em relógios. Mantinha grande amizade com o famoso construtor de relógios londrino Thomas TOMPION (1639-1713)<sup>27</sup>, e ambos discutiam frequentemente problemas de relojoaria, tendo criado o sistema de balanço que regularizava a acção da *mola dos relógios*. É assim creditado como o inventor da *âncora de escape* dos relógios<sup>28</sup>, e a aplicação de *mol*as em *espiral* nos mesmos (1676) [4].

Hooke criou igualmente um tipo de *barómetro*, designado *barómetro de quadrante*. [4] Nesse instrumento, o tubo e a cuba de Torricelli são substituídos por um simples sifão, no braço aberto do qual está montado um flutuador que segue o movimento do mercúrio e actua sobre um ponteiro que se move ao longo de um quadrante. Se bem que tivesse algumas limitações, esse instrumento foi muito divulgado até ao aparecimento do barómetro aneróide (sem mercúrio) em 1843, em França. Hooke também discutiu a aplicação das indicações barométricas nas previsões meteorológicas.

Outro instrumento criado e construído por Hooke foi um *anemómetro*, que aliás se pode considerar o primeiro anemómetro conhecido. Designa-se por *anemómetro de placa de pressão ou de veleta*, representado na fig. 8. A chapa metálica delgada (veleta), colocada normalmente à direcção do vento, inclinava-se em relação à posição vertical de equilíbrio, de um ângulo que seria função da velocidade do vento. Naturalmente o instrumento pecava por alguma imprecisão, caindo em desuso, mas não deixa de ser importante aqui citá-lo [13].

A utilização de campânulas de ar, ou *sino de mergulhador*, na construção de obras submarinas, apresentava, entre outras, a desvantagem do ar dentro da campânula ficar rapidamente viciado. Hooke, e separadamente o astrónomo Edmund Halley, superaram o problema introduzindo previamente na campânula barris de ar comprimido ou bombeando ar para o interior do sino [9].

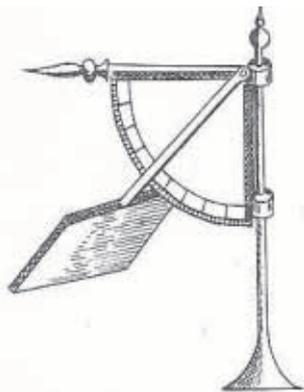


Fig. 8. Anemómetro criado por Hooke [13]

Em 1576 o médico italiano Girolamo CARDANO criou a conhecida suspensão, dita *Cardan*, para evitar as oscilações das bússulas com o movimento dos navios. Foi todavia Hooke quem, um século depois, a estudou matematicamente, com

vista à sua aplicação a instrumentos astronómicos, permitindo o seu movimento em qualquer direcção. Também concebeu a justaposição de duas juntas em série para compensar o desalinhamento paralelo de dois veios e a não uniformidade da velocidade de rotação de veios originada pela colocação de uma única junta entre dois veios não alinhados, assim obtendo a *junta homocinética* ou *junta universal*, também conhecida por “*junta de Hooke*” [9], que é hoje largamente utilizada em acoplamentos de veios, nomeadamente em automóveis, como todos sabemos.

Interessando-se por um sistema de comunicação rápida (já desejada desde a Antiguidade) e antecipando-se ao telégrafo de Chappe, Hooke tentou, em 1684, um sistema que consistia em mostrar, a grandes distâncias e um após outro, sinais correspondentes às letras do alfabeto. Terá sido também um precursor do telefone de fio (?) [8]

Nos primórdios da constatação da pressão atmosférica e dos efeitos mecânicos do vapor de água, a indústria mineira britânica deparava com um grande problema decorrente da dificuldade crescente de evacuação de água das minas de carvão, cada vez mais profundas. Surgiram assim sucessivas tentativas de criação de bombas utilizando a pressão atmosférica e o vapor de água como fontes de energia. O nome de Hooke está associado, directa ou indirectamente, a algumas dessas realizações [8], como se verá nos parágrafos seguintes:

Um engenheiro do Reino Unido, Thomas SAVERY (1656-1715), folheando as publicações da Royal Society, reparou numa nota crítica de Hooke sobre uma máquina de criada por Denis PAPIN (1647-1714) que fora assistente de Huygens. Essa nota de Hooke despertou o interesse de Savery que em 1698 obtém um alvará para a sua versão da máquina a vapor – a “*bomba a fogo*” como então se dizia.

Mais tarde um serralheiro de Darthmouth, Thomas NEWCOMEN (1663-1729), pensou em aperfeiçoar a máquina criada anteriormente por Savery. Necessitando porém de aprofundar certos conceitos, não hesitou em dirigir-se a Hooke pedindo o seu conselho. A “*História das Técnicas e das Invenções*” de P. Rousseau [8] assim relata o facto, num interessante parágrafo que merece ser transcrito, de tal modo define a personalidade de Hooke:

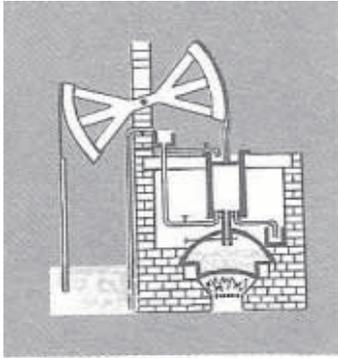
“*Esse operário era um serralheiro chamado Thomas Newcomen, e como o grande físico Robert Hooke, membro da Royal Society, o honrou com a sua boa vontade, o operário não hesitou em desabafar com ele, contando-lhe os seus projectos e pedindo-lhe conselhos. Tal passo não teria grande oportunidade de se realizar nos nossos dias entre um faz-tudo da aldeia e um sábio da Academia das Ciências, mas naquele tempo nada era de espantar [...] Ciência e técnica estavam nos começos e, por outro lado, os homens mais eminentes da ciência não deviam ser tão inacessíveis e cheios de superioridade. Era sem dúvida o caso de Hooke, a despeito do carácter abominável que unanimemente os historiadores lhe atribuem. E foi ao grande sábio, rival de Newton, que Newcomen pediu esclarecimentos*”.

E decerto os conselhos de Hooke foram preciosos, pois Newcomen concretizou em 1712 (já depois da morte de

<sup>27</sup> Os artísticos relógios de sala criados por Tompion são hoje objectos de colecção valendo fortunas.

<sup>28</sup> Ver atrás referência ao livro “*Cosmos*” de Carl Sagan [17], e nota 11.

Hooke), a primeira *máquina accionada por êmbolos* (fig. 9), actuados por vapor normal a baixa pressão. Essa máquina teve efectiva aplicação prática na evacuação de água de minas e, não obstante a sua baixa eficácia, foi um êxito por mais de 60 anos, vindo então (1775) a ser aperfeiçoada por James WATT (1736-1819), que, graças à máquina a vapor com condensador<sup>29</sup>, abriu caminho definitivo à Revolução Industrial. [36].



**Fig. 9.** Bomba de Newcomen, projectada sob os conselhos de Hooke,, cujo nome, no entanto, nunca figura nas referências a essa máquina.

Outro aspecto original das ideias precursoras de Hooke foi o facto de discutir a possibilidade de criar *fibras artificiais* por um processo similar ao da fiação da seda [3]

Hooke foi realmente um manancial de ideias. Houve quem o chamasse o “*Da Vinci inglês*”. Mas este último, no campo da tecnologia, imaginou e projectou muita coisa, enchendo 7000 páginas dos seus cadernos, mas nenhuma das suas fantásticas ideias foi posta em prática durante a sua vida, e aliás muitos dos seus desenhos técnicos mostraram-se de difícil concretização, ou mesmo impraticáveis. Hooke pelo contrário concebeu, projectou, construiu e utilizou muita coisa. Talvez mais correcto fosse então chamar a Da Vinci o “*Hooke italiano*”...(embora, cronologicamente Da Vinci fosse anterior). No entanto, Da Vinci é universalmente famoso e Hooke um quase desconhecido...

#### 4.14 Publicações

As suas principais publicações são: “*Micrographia*” (1664-65), atrás referida, “*Lectiones Cutlerianae*” (1674-79) e “*Posthumous Works*”, contendo um resumo da sua “*Philosophical Álgebra*”, publicada postumamente em 1705. Em 1681-82 publicou um conjunto de seus artigos sob o título de *Philosophical Collections*. Dois anos após a sua morte foi publicado o “*Discourse of Earthquakes*” que atrás foi referido a propósito dos estudos de Hooke sobre fósseis.

Em 1935 foi publicado o seu “*Diary*” (editado por Robinson and Adams). Através das páginas desse diário apercebe-se de que o seu temperamento inquieto e algo conflituoso pode ter sido devido ao prolongado estado de deficiente saúde, agravado por excesso de trabalho e ambição de êxito.

<sup>29</sup> - Este facto desmente a velha e divulgada lenda de que Watt, para criar a máquina a vapor, havia-se inspirado na observação do vapor de água saindo pelo bico de uma chaleira ...

## 5. CONCLUSÃO

Procurou-se neste artigo homenagear o grande cientista e engenheiro que foi Robert Hooke e sobretudo torná-lo mais conhecido, ajudando a desfazer muitos preconceitos que sobre ele têm sido formados, não obstante a sua genialidade.

Hooke abordou um vastíssimo leque de temas científicos, embora muitos, na verdade, não tenham sido conclusivos. Mas o que se constata, e nos causa admiração, é a sua enorme ânsia de conhecimento e de participação na resolução dos diversos problemas com que se deparavam todos os grandes vultos da Revolução Científica que se desenrolava.

Então porquê se tornou num “*mal-amado*”, quase desconhecido e ofuscado? Quem na realidade o terá tramado? Isaac Newton, ou outro dos vários cientistas – Oldenburg, Hevellius, Wallis – com quem manteve acerbadas disputas? Ou mesmo ele próprio, o seu espírito inquieto, atormentado e ansioso ...

Quase se poderia dizer que Hooke teve o azar de ser contemporâneo de grandes génios da ciência, mas com excepção de Newton, nenhum outro tinha categoria suficiente para prejudicar Hooke ao ponto em que foi.

Só poderia então ser Newton, cuja grandeza o ofuscou, e que nunca terá aceite de bom grado as incursões de Hooke nos temas que ele estudava, nomeadamente a óptica e a gravitação. Newton odiava-o, mas no fundo devia reconhecê-lo grandeza. O facto de Newton ter esperado pela morte de Hooke para publicar a sua “*Optica*”, já livre das suas críticas (como foi destacado em 4.7), só poderá demonstrar algum respeito (ou mesmo temor) de Newton por Hooke.

E quanto ao retrato de Hooke?

Gribbin, no primeiro dos livros atrás citados dá uma quase inacreditável explicação, que desprestigia moralmente Newton. Transcreve-se integralmente o parágrafo que Gribbin dedicou a esse assunto, referindo-se à actuação de Newton como presidente da Royal Society, já depois da morte de Hooke:

“*One of the tasks he had to oversee, in 1710, was the move away from the cramped quarters at Gressham College to larger premises at Crane Court. There is no doubt that the move was long overdue - a visitor to Gressham College just before the move took place wrote that ‘finally we were shown the room where the Society usually meets. It is very small and wretched and the best things there are the portraits of its members, of which the most noteworthy are those of Boyle and Hooke’. There were many portraits that had to be taken from Gressham College to Crane Court, and this was overseen by the obsessive stickler for detail Sir Isaac Newton. The only of that got lost, never to be seen again, was the one of Hooke; no portrait of him survived.*”

Custa a crer mas, dito por Gribbin<sup>30</sup> não deixará, certamente de ser verdade.

<sup>30</sup> John Gribbin é um destacado astrofísico britânico que se dedica também a obras de divulgação científica e história das ciências, tendo produzido inúmeros livros, alguns de parceria com sua mulher, Mary Gribbin, que

E mais adiante Gribbin comenta:

*“If Newton went to such lengths to try to play down Hooke’s role in history, Hooke must have been an impressive scientist indeed”.*

Em 1683, já depois de ter publicado a magistral obra *“Philosophiae Naturalis Principia Mathematica”*, Isaac Newton, referindo-se à sua própria glória, afirmou numa das suas raras atitudes de humildade:

*“Se alcancei mais longe foi porque subi aos ombros de Gigantes”.*

Entre esses gigantes incluir-se-iam decerto Copérnico, Galileu, Kepler, Descartes. Nada nos leva porém a negar que Hooke pudesse também figurar entre os mesmos. Mas se porventura o foi, Newton, ao *“subir para os seus ombros”*, não terá deixado de maldosamente o espezinhar...

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos seus filhos Nuno Miguel e Andréa Susana a preciosa ajuda na exaustiva pesquisa bibliográfica que deu origem a este artigo.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Hall, A.R., *The Revolution in Science 1500-1750*, Longman, Londres, 1983
- [2] Gordon, J. E., *Estruturas – o Porquê das Coisas no se Caen*, Celeste Ediciones, Espanha, 1990
- [3] – *Encyclopaedia Britannica*, 15ª edição, Londres, 1951.
- [4] *New Encyclopaedia Britannica*, vol VI, Londres
- [5] *Dic. Enciclopédico Larousse*, Lello, Porto, 1979
- [6] *The Encycloaedia Americana*, American Corp, USA, 1958
- [7] Damper, William C., *História da Ciência*, IBRASA, S. Paulo, 1986
- [8] Rousseau, Pierre., *História das Técnicas e das Invenções*, Livros do Brasil, Lisboa, 1980
- [9] Diversos, *História dos Grandes Inventos*, Selecções do Reader’s Digest, Lisboa, 1983
- [10] *Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira* Editorial Enciclopédia, 1981
- [11] *Grand Larousse Encyclopédiqu*, Ed Lib. Larousse, Paris, 1973
- [12] *Nova Enciclopédia Portuguesa*, Ed. Ediclube
- [13] *Enciclopédia Luso Brasileira de Cultura*, Ed, Verbo, 1977. Lisboa
- [14] Seabra, A. V., Ed. *Arte e Ciência Metalúrgica em Portugal*”, Ed. O. E, 1998
- [15] Seabra, A. V., *“Metalografia”*, Ed. LNEC, 1985
- [16] Cahn, R.W. e Haasen, P., *“Physical Metallurgy”*, North Holland Pb.,1983
- [17] Sagan, Carl, *“Cosmos”*, ed Gradiva, 2003
- [18] Rykwest. Joseph, *Los Primeros Modernos*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1980
- [19] Weidmann, G. et al, *Structural Materials*, Butterworth, U.K., 1996
- [20] Hull, Dereck, *Fractography*, Cambridge Univ. Press, U.K. 1999.
- [21] Gibert, Armand., *Origens Históricas da Física Moderna*, ed. Fundação Gulbenenkian, 1982
- [22] Gordon, J.E., *The Science of Structures and Materials*, Scientific American Lib., N.Y. 1988
- [23] Andresse, C.D. *“Huygens”* Cambridge Univ. Press, 2005
- [24] Gribbin, John, *Science, a History*, Penguin Books, U.K., 2003
- [25] Gribbin, John, *The Fellowship, the Story of a Revolution* Penguin Books, U.K., 2006
- [26] Gordon, J. E., *The New Science of Strong Materials*, Penguin, Books, 1990
- [27] Timoshenko, S.P., *History of Strength of Materials*, Dover Publications, N.Y., 1983;
- [28] Hertzberg, R.W., *Deformation and Fracture Mechanics of Engeneering Materials*, John Wiley, N.Y. 1989
- [29] Bryson, Bill, *Breve História de Quase Tudo*, Quetzal, 2003.
- [30] Debus, Allen G., *O Homem e a Natureza no Renascimento*, Porto Ed., 2002
- [31] Hankins, T.L., *Ciência e Iluminismo*, Porto Editora, 2002
- [32] Gingras, Yves et al., *Do Escriba ao Sábio – Os Detentores do Saber da Antiguidade à Revolução Industrial*, Porto Ed., 2002
- [33] Costa, A. Amorim, *Introdução à História e Filosofia das Ciências*, Pub. Europa-América, 2002
- [34] Locqueneux, R., *História da Física*, Public.Europa-América, 1989
- [35] Faro, Abreu , *“Por ocasião do 1º Centenário da Morte de Hert”*, “Técnica” nº1, IST, Março 1997
- [36] Bassala, George, *A Evolução da Tecnologia*, Porto Editora, 2001
- [37] *Chamber’s Encyclopaedia*, Int. Learning Systems, Ld., Londre, 18973
- [38] ASM, *Metals Handbook*, vol.12, 9ª ed., ASM, Ohio, USA, 1987.

vieram a tornar-se autênticos *best-sellers*.Um dos mais famosos é *“In Search of Schrodinger’s Cat”* (À Procura do Gato de Schrodinger), sobre a mecânica quântica, editado em Portugal pela Edit. Presença.