

Gabinete de Física¹

A colecção de instrumentos de Física da Universidade de Coimbra é uma das mais notáveis e raras da Europa. Estabelecida inicialmente no Colégio dos Nobres em Lisboa, foi transferida para Coimbra para fundar o Gabinete de Física Experimental, criado em 1772, no âmbito da Reforma Pombalina. O que resta do Gabinete do século XVIII são hoje verdadeiras obras de arte, valorizadas pela riqueza dos materiais e pela perfeição na execução, que ainda ocupam as salas e o mobiliário originais. Porque permanece no seu espaço de origem mantendo as suas características desde o tempo da sua fundação e porque a sua colecção de instrumentos científicos é uma representação notável da evolução da Física nos Séculos XVIII e XIX, o Gabinete de Física foi classificado como *Sítio Histórico* pela Sociedade Europeia de Física em 2016. Trata-se do único no país, e o segundo na Península Ibérica, a receber esta distinção. Este reconhecimento deve-se ao facto desta notável e rara colecção de instrumentos científicos, que mostra a evolução da Física nos séculos XVIII e XIX, permanecer no seu espaço original mantendo, até hoje, as suas características.

A visita deve começar pela última sala, a mais antiga.

Sala dalla Bella Séc. XVIII



A colecção de instrumentos científicos do século XVIII é em grande parte oriunda do Colégio dos Nobres em Lisboa de onde foi transferida para Coimbra em Fevereiro de 1773. Com ela chegou também o italiano Giovanni Antonio dalla Bella (1726-1823), fundador do Gabinete de Física do Colégio dos Nobres que dirigiu o Gabinete de Coimbra até 1790.

Os instrumentos encontram-se organizados nos armários originais, segundo o *Index Instrumentorum*, elaborado por dalla Bella em 1788. Neste catálogo foram enumerados 580 objetos.

¹ Texto de José Cid Gomes revisto por Pedro Casaleiro e Carlota Simões.

Textos expositivos da autoria de Ermelinda Antunes, Gilberto Pereira e Teresa Girão revistos por Pedro Casaleiro.

Equilibrista

Legenda na exposição



O equilibrista segura uma vara, com duas pesadas esferas de latão nas extremidades e encontra-se apoiado num espigão de ferro sob o seu pé. Era utilizado nas lições de Física Experimental, para mostrar a importância da posição do centro de gravidade de um corpo relativamente à sua base de sustentação. O ponto de apoio no espigão encontra-se acima do centro de gravidade do conjunto conduzindo ao equilíbrio estável.

Informações adicionais*

Pequeno homem de madeira, inventado por Techmejero, que, apoiando-se firmemente num único pé, anda à volta, em cima de uma base de madeira trabalhada com arte e cuja parte superior é de latão.

Este equilibrista segura uma vara dobrada, nas extremidades da qual existem duas esferas de latão. Era utilizado nas lições de Física Experimental, para mostrar a importância da posição do centro de gravidade de um corpo relativamente à sua base de sustentação, quando em equilíbrio estável.

O equilibrista tem a particularidade de se encontrar apoiado sobre um pequeno disco de latão, através de um espigão de ferro existente sob o seu pé esquerdo. O disco encontra-se no topo de uma coluna de madeira ricamente trabalhada.

A estabilidade do conjunto verifica-se quando a vertical que passa pelo seu centro de gravidade intersecta o ponto de apoio do espigão sobre o suporte. Este ponto de apoio encontra-se acima do centro de gravidade do conjunto constituído pelo equilibrista, pela vara e pelas esferas.

Esta magnífica peça é proveniente do Colégio dos Nobres, onde tinha o número de catálogo 87.

Anamorfofes



Legenda na exposição

Ilusões óticas sob a forma de anamorfofes são experiências artísticas que datam da Renascença. Tiveram o seu apogeu nos séculos XVIII e XIX, sendo usadas como entretenimento familiar.

Estas figuras pretendem enganar o observador, escondendo o objeto original através de uma distorção intencional que, seguindo regras determinadas, produz formas abstratas, bizarras e sem significado aparente.

No entanto, elas escondem um desenho regular revelado por sistemas óticos, tais como espelhos curvos, cilíndricos ou cónicos, sistemas de prismas, etc.

Informações adicionais*

Duas tabuinhas que representam as duas verdadeiras imagens segundo as quais foram delineadas as figuras deformadas anteriores, uma diante do espelho piramidal, outra diante do espelho cónico.

Trata-se de uma bela anamorfose pintada em madeira que pode ser observada através das superfícies polidas das faces de uma pirâmide de base quadrangular, colocada no centro do quadro. A anamorfose mostra quatro figuras de homem executando diversas actividades localizadas na zona média dos lados do quadrado. Dois dos homens estão a fumar, deitando fumo pela boca, enquanto outro observa algo através de uma lupa. O quarto homem segura um ramo sobre o qual pousa um pássaro, sendo este o único que aparece pintado de corpo inteiro, parecendo estar sentado no chão sobre uma pequena elevação. Estas figuras apresentam uma ligeira deformação, propositadamente feita para se obter o efeito desejado quando o conjunto é observado através das superfícies espelhadas da pirâmide.

Quem observa o quadro, colocando os olhos segundo uma direcção que passe pelo vértice da pirâmide e perpendicularmente à base desta, vê a figura de uma quinta personagem masculina, resultante da combinação das quatro imagens dadas pelas quatro faces da pirâmide.

A pirâmide é maciça e muito pesada, sendo feita de aço polido, e pode ser retirada do quadro, accionando para isso uma lingueta. Do conjunto, faz também parte uma caixa de madeira, forrada de cabedal, onde se guarda a pirâmide, depois de a colocar numa outra caixa de folha de Flandres.

Acompanha o conjunto uma gravura pequena, representando a imagem de O Fumador que é observada através da pirâmide.

O conjunto é proveniente do Colégio dos Nobres, onde as peças se encontravam identificadas com os números de catálogo 377 para o quadro e o espelho e 379 para a gravura.

Magnete Chinês



Legenda na exposição

No interior da armação que representa a coroa real, está uma magnetite de 12kg que foi oferecida pelo imperador Kangxi ao rei D. João V em 1722. Este instrumento foi construído em Lisboa por William Dugood, membro da Royal Society de Londres, e fazia parte da coleção da Biblioteca Real.

No reinado de D. José I foi integrado no Colégio dos Nobres, inaugurado em 1766. Fazia parte do “mais belo Gabinete de Física da Europa” nas palavras de dalla Bella. Foi transferido com os restantes instrumentos para a Universidade de Coimbra em 1773.

O íman, que consegue elevar pesos de 58kg, foi utilizado por dalla Bella, o primeiro diretor do Gabinete de Física, em experiências sobre a força magnética.

Informações adicionais*

Magnete da China de forma irregular, elegantemente armado. A pedra nua tem um peso de 512 onças e levanta um peso até 2880 onças. O magnete é sustentado por uma base de madeira à qual se apoiam duas colunas com epistílio e, com o auxílio de um cabo, por meio de roldanas escondidas e pequenos cordéis inseridos dentro das colunas e do epistílio, estende-se e encolhe-se.

Esta magnífica peça do Gabinete de Física é constituída por um bloco de magnetite de dimensões invulgares, cujo peso é de 12 kgf. Desconhece-se a sua origem exacta. Segundo a tradição, esta pedra teria sido encontrada na China, vindo para Portugal como oferta do imperador chinês ao rei D. João V. A pedra encontra-se envolvida por uma coroa real de metal dourado e todo o conjunto se encontra suspenso, por meio de uma corda, de uma trave horizontal de madeira assente em duas colunas verticais. A trave e as colunas são ocas e contêm um sistema de roldanas, por onde passa a corda de suspensão, permitindo elevar ou baixar a coroa através de uma manivela localizada junto da base de uma das colunas. A fim de facilitar esta operação, encontra-se, no interior da base de cada uma das colunas, um mecanismo de rodas dentadas, ao qual se pode ter acesso retirando uma pequena tampa.

Para além da corda de suspensão, que segura a coroa real pela sua argola, existem outras duas cordas, mais finas, que se encontram ligadas, através de uma argola, a dois botões diametralmente opostos no anel da coroa. Estando a coroa suspensa pela corda central, ficará orientada normalmente. Se a suspensão se fizer pelas cordas laterais, a coroa fica em posição invertida, mostrando na parte superior um disco de aço, no qual sobressaem duas saliências, também de aço, que servem de peças polares do magnete. Nesta posição, o magnete podia ser utilizado em estudos experimentais, sendo possível magnetizar agulhas destinadas à navegação.

Com a coroa real orientada na sua posição normal, coloca-se na sua parte inferior uma peça metálica triangular, que é atraída pelos pólos do magnete, e da qual se podem suspender corpos.

Para medir a força de ruptura do magnete, suspendem-se sucessivamente corpos mais pesados, até se atingir o valor máximo do peso que o magnete consegue manter suspenso. Quanto ao valor máximo deste peso, existe alguma divergência nos dois catálogos de instrumentos publicados por Dalla Bella. Assim, o *Index Instrumentorum* de 1788 aponta para 83,520 kgf, no inventário de 1790 é indicado o valor de 94,859 kgf.

Há uma gravura do século XVIII, assinada por Inácio de Oliveira que representa a instalação do magnete na sua arrumação inicial, anterior ao próprio Gabinete e cuja legenda nos fornece preciosas informações. Nela pode observar-se que o conjunto exibia uma esfera armilar sobre a trave horizontal que sustenta a coroa. Desconhece-se o paradeiro desta esfera.

A mesa sobre a qual se encontra actualmente exposto todo o conjunto corresponde provavelmente à apresentada na gravura acima referida.

A observação dessa mesma gravura permite verificar que do conjunto fazia parte um quadripé onde ficava retida a armadura triangular quando o peso do corpo suspenso do magnete excedia a força de ruptura, evitando, assim o impacto directo deste contra a mesa. Este quadripé era colocado em cima de uma almofada, sob a qual existia uma mola de cobre destinada a amortecer a violência do impacto no momento da queda. A almofada e a mola ainda existem.

Segundo Rómulo de Carvalho, na História do Gabinete de Física da Universidade de Coimbra, a legenda que acompanha a figura permite saber que este magnete foi armado em Lisboa pelo fabricante inglês William Dugood, membro da Royal Society, e que esteve estabelecido em Portugal durante algum tempo.

O magnete fez parte da colecção de instrumentos do Colégio dos Nobres, onde tinha o

número de catálogo 40.

Sala Figueiredo Freire Séc. XIX



No século XIX os instrumentos têm um intuito preferencialmente funcional e não têm, na maior parte das vezes, os ornamentos utilizados no século XVIII.

Na segunda metade do século XIX a eletricidade e o eletromagnetismo eram os campos mais importantes da física, possuindo o Gabinete de Física uma vasta coleção de instrumentos desta área.

José Figueiredo Freire (1786-1837) foi o terceiro diretor do Gabinete de Física, sendo o responsável pela sua expansão para esta sala e pela elaboração de um catálogo em 1824.

Máquina elétrica



Legenda na exposição

As máquinas eletrostáticas tiveram uma larga difusão a partir do século XVIII. Estes aparelhos produzem eletricidade por indução, quando é friccionado um elemento de vidro contra uma almofada de couro ou tecido. A carga negativa acumula-se numa das esferas e a carga positiva na outra extremidade. Na máquina eletrostática de cilindro de vidro produz-se uma faísca quando se aproximam as duas esferas.

Informações adicionais*

Outra dita também de Nairne, mas de maiores dimensões, e condutores de latão. É montada sobre uma mesa de nogueira e fica fora dos armários na - 1.ª sala.

Este modelo de máquina electrostática de Nairne teve uma larga difusão em Inglaterra no final do século XVIII. É constituído por um cilindro de vidro que roda, por acção de uma manivela, em torno do eixo longitudinal, disposto horizontalmente. O eixo do cilindro encontra-se apoiado por dois suportes de vidro, que servem também de isoladores eléctricos. Dois condutores cilíndricos de latão, isolados e apoiados em duas colunas de vidro, estão colocados um de cada lado do cilindro, paralelamente ao seu eixo, no mesmo plano horizontal.

Durante o movimento de rotação, o vidro é friccionado contra uma almofada revestida de couro, fixada num dos condutores.

Quando a máquina se encontra em funcionamento, este condutor fica carregado negativamente, pois recolhe a carga gerada na almofada devido à fricção com o vidro. O

outro condutor apresenta um conjunto de pontas aguçadas, orientadas no sentido do tubo de vidro, estando as suas extremidades a alguns centímetros deste. Estas pontas apresentam uma distribuição de carga negativa, gerada por influência, dada a sua proximidade do cilindro. A pequena distância entre as duas distribuições de carga de sinais contrários permite que se dêem descargas contínuas. O objectivo da experiência é demonstrar a importância do efeito das pontas no processo de electrização do condutor metálico da máquina.

Os dois colectores de carga comportam cada um, do lado oposto à manivela, um condutor articulado. É possível provocar descargas eléctricas entre estes últimos, quando as suas extremidades estão suficientemente próximas uma da outra.

Quando se pretende proceder apenas à recolha de um dos tipos de carga eléctrica, positiva ou negativa, um dos condutores cilíndricos da máquina deve ser ligado à terra, aumentando-se desta forma a eficiência da máquina.

Baroscópio



Legenda na exposição

Aparelho utilizado para ilustrar a importância da impulsão do ar sobre os corpos. Permitia demonstrar que dois corpos, uma esfera oca de latão e um corpo maciço de chumbo em forma de péra, que aparentam ter o mesmo peso no ar, de facto não o têm. Se a balança for colocada sob uma campânula de vidro, da qual se extrai o ar com uma bomba pneumática, desequilibra-se. Mostra que a esfera oca é mais pesada que o pequeno corpo de chumbo.

Informações adicionais*

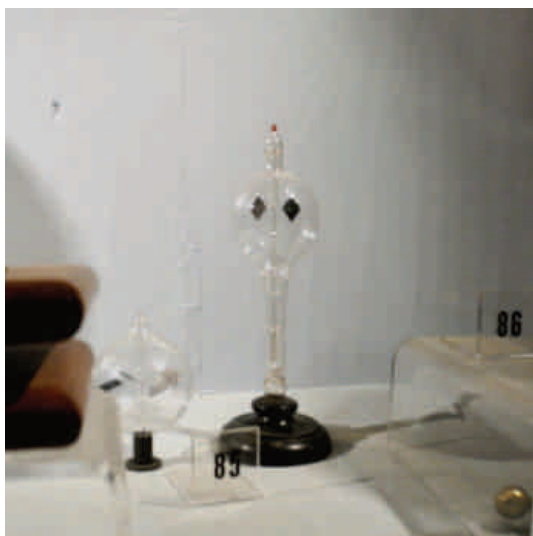
Um aparelho, pelo qual se mostra, que os corpos do mesmo peso, mas de diferente volume, no ar, pesam de forma desigual no vácuo boyleano, porque no ar perdem partes desiguais do seu peso. Está cuberto com um recipiente de vidro, e tem ao pé uma caixa de madeira, onde se pode pôr o aparelho para se transportar. → É um manómetro → Quebroce o recipiente na experiência de 13 de Fevereiro de 1836.

Este baroscópio, ou "manómetro", como se lhe refere o Catálogo de 1824, era utilizado para demonstrar que dois corpos que aparentam ter o mesmo peso no ar, de facto não o têm. Os dois corpos suspensos nos braços da balança têm volumes diferentes. Um deles é constituído por uma esfera oca de latão, enquanto o outro corpo é maciço, feito de chumbo e com a forma de uma péra. Se a balança for colocada sob uma campânula de vidro, da qual se extrai o ar com uma bomba pneumática, desequilibra-se, mostrando que a esfera oca é mais pesada que o pequeno corpo de chumbo.

Com esta experiência podia o professor ilustrar a importância da impulsão do ar sobre a esfera de latão, a qual é mais intensa do que a impulsão experimentada pelo pequeno corpo suspenso no outro braço da balança. A experiência parece sugerir que a esfera de latão se tornou "mais pesada" no vácuo. No entanto, o que de facto acontece é que a diferença real do peso dos dois corpos é compensada pela diferença de impulsão exercida pelo ar sobre ambos. Esta diferença de impulsão é devida ao facto de os corpos possuírem volumes diferentes e se encontrarem envolvidos por um fluido homogéneo.

Este baroscópio foi feito em Lisboa pelo construtor J. B. Haas, no início do século XIX. A campânula original que acompanhava o conjunto partiu-se na aula de Física do dia 13 de Fevereiro de 1836, facto posteriormente acrescentado no Catálogo de 1824. Continuou a fazer-se uso deste aparelho utilizando uma outra câmpanula do conjunto pertencente às diferentes máquinas pneumáticas do Gabinete de Física.

Radiómetro



Informações adicionais*

Radiómetro de Geissler

No ano de 1873, Crookes apresentou na *Philosophical Magazine*, um trabalho onde relata os seus estudos sobre os efeitos mecânicos produzidos pelas radiações luminosas.

O instrumento que utilizou nas suas experiências era constituído por uma agulha suspensa por um fio tendo nas suas extremidades pequenas bolas ou palhetas feitas de vidro, carbono, medula de sabugueiro, marfim, diferentes metais, etc. A agulha com as esferas encontrava-se

encerrada no interior de uma esfera oca de vidro, prolongando-se o fio de suspensão ao longo de um tubo cilíndrico, também de vidro.

Crookes observou que os corpos colocados nas extremidades da agulha podiam ser "atraídos" por um corpo quente, colocado nas proximidades do recipiente que a continha. Este fenómeno era observado desde que a pressão do gás contido nesse recipiente tivesse um valor próximo da pressão atmosférica.

Verificou também que as palhetas podiam ser "repelidas" pelo corpo aquecido, quando a pressão do gás envolvente fosse relativamente baixa. Este comportamento, para além da pressão do gás, dependia ainda da natureza da superfície das palhetas. Por exemplo, se estas apresentassem a face voltada para o corpo quente coberta com uma substância negra, seria mais intensa a "repulsão" observada.

Na sequência da sua investigação, Crookes instalou quatro palhetas nos extremos de quatro braços de um molinete. Este podia girar livremente em torno de um eixo vertical. Cada uma destas palhetas apresentava uma das faces enegrecida, enquanto a outra era reflectora. O molinete repousava sobre a ponta de uma agulha de aço, através de uma peça côncava feita de vidro. A face convexa de vidro penetrava na extremidade côncava de uma haste também de vidro, sem a tocar. Este mecanismo era destinado a impedir que o molinete caísse, quando o conjunto fosse transportado.

Exposto à radiação electromagnética visível, ou à radiação infravermelha, o molinete rodava com uma velocidade dependente da intensidade luminosa da fonte. Crookes esperava poder medir a intensidade da radiação através da velocidade de rotação do molinete, o que justifica o nome de radiómetro dado ao aparelho.

Dewar e Tait demonstraram que existia uma diferença de temperatura entre as duas faces da mesma palheta, ao serem submetidas à radiação, quando uma delas se apresentava recoberta por uma substância negra, sendo a outra reflectora.

A "atração" aparente produzida pelas radiações "quentes", quando a pressão do gás interior era próxima da atmosférica, foi explicada através do aquecimento da superfície

negra das palhetas, originando o movimento ascendente do gás existente nas suas imediações. Consequentemente, dava-se uma diminuição da pressão exercida pelo gás, neste lado da palheta. Esta explicação foi confirmada por numerosas experiências realizadas por M. Niecens.

Posteriormente, o comportamento do radiómetro de Crookes passou a ser explicado com base na hipótese de Bernoulli, que considerava os fluidos gasosos compostos por moléculas animadas de movimentos rectilíneos, dirigidos em todos os sentidos. Estas moléculas, ao chocarem contra as paredes de um sólido, exerciam uma força de pressão que dependia da temperatura a que se encontrava o gás.

O aumento de temperatura observado numa das faces da palheta correspondia, portanto, a um aumento de "força viva" das moléculas do gás situadas nas suas vizinhanças. Se a pressão no interior do radiómetro fosse próxima da pressão atmosférica, a probabilidade de as moléculas colidirem entre si era bastante elevada, havendo transferência de "força viva" entre elas. Destas colisões resultava uma ação menos eficaz sobre a palheta. A face que se encontrava a uma temperatura mais elevada daria origem ao movimento de ascensão das moléculas do gás localizadas nas proximidades da palheta. Este movimento de ascensão observado junto a esta face era acompanhado por uma diminuição da pressão sobre esse lado da palheta, o qual originaria um binário que poria em movimento o molinete.

Se tivesse sido retirado o ar do interior do radiómetro, a probabilidade de colisão entre moléculas passaria a ser consideravelmente menor. Assim, também seria menos significativa a transferência de "força viva" entre elas. Deste facto, resultaria uma maior violência no impacto das moléculas contra a face negra das palhetas. Este fenómeno é observado apenas junto da face negra, já que esta se encontra a uma temperatura mais elevada do que a da face refletora. Desta diferença, resulta que o molinete fica sujeito a um binário, de sentido contrário ao observado nas condições anteriores, e, portanto, o movimento realiza-se em sentido oposto.

O exemplar do Gabinete de Física data de 1876.

* De acordo com o Catálogo *O Engenho e a Arte*, Museu de Física da Universidade de Coimbra, 1997.

BIBLIOGRAFIA

Museu da Ciência Luz e Matéria. Museu da Ciência – Universidade de Coimbra; (2ª Edição); Universidade de Coimbra; 2007.

O Engenho e a Arte. Universidade de Coimbra – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Museu de Física; Fundação Calouste Gulbenkian; Coimbra; 1997.

Carvalho, Rómulo de. História do Gabinete de Física da Universidade de Coimbra desde a sua fundação (1772) até ao jubileu do professor italiano Giovanni António dalla Bella (1790); Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra; Coimbra; 1978.

Ermelinda Ramos Antunes, Catarina Pires. O GABINETE DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA. in Coleções Científicas Luso-Brasileiras: Património a ser descoberto, ed. Marcus Granato e Marta C. Lourenço, MAST/MCT, Rio de Janeiro, 2010, 159-184. http://www.mast.br/projetovalorizacao/textos/cole%C3%A7%C3%B5es%20lusobrasileiras/11%200%20GABINETE%20DE%20F%C3%8DSICA_coimbra.pdf

Fiolhais, Carlos; Simões, Carlota; Martins, Décio. História da Ciência na Universidade de Coimbra; Imprensa da Universidade de Coimbra; 2013.

Gilberto Pereira. A reorganização do Museu Pombalino de Física da Universidade de Coimbra por Mário Augusto da Silva. Conservar Património, 2017, nº 26, p. 23-36, DOI: 10.14568/cp2017007

https://www.researchgate.net/publication/315883595_A_reorganizacao_do_Museu_Pombalino_de_Fisica_da_Universidade_de_Coimbra_por_Mario_Augusto_da_Silva

Exposição Permanente – Guião. Museu da Ciência – Universidade de Coimbra; Sector de Educação; 2011.

Sites WEB:

<http://www.museudaciencia.pt/>

http://fisica.uc.pt/ax/mf/cat_eng_arte.php
