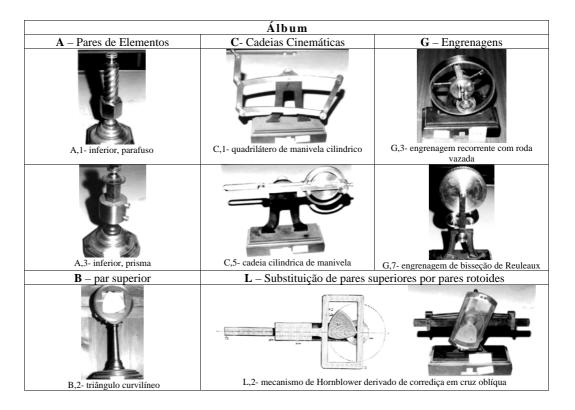
## Uma Colecção de Modelos Cinemáticos

Manuel Vaz. Guedes

A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto possui no seu espólio museológico um conjunto vasto de instrumentos didácticos que formavam o Gabinete Cinemático da Academia Politécnica do Porto (1878/79). Trata-se de um colecção valiosa, pelo seu conteúdo didáctico, pela qualidade das peças que a constituem e pela raridade deste tipo de colecção nas Universidades e Museus de Ciência ou de Tecnologia estrangeiros.

Em 1837 um Decreto governamental de Passos Manuel transformou a Academia Real de Marinha e Comércio na Academia Politécnica do Porto [1] com o fim de "...plantar no país as ciências industriais" porque oferecia "para este fim a populosa e rica cidade do Porto a localidade mais apropriada pelo seu extenso comércio e outras muitas circunstâncias". Este acto governamental viria a ser mais tarde interpretado como uma forma de dotar o País, num dos centros mais populosos e activos, com um ensino técnico superior análogo ao de algumas Escolas estrangeiras.

Na organização dos cursos da Academia Politécnica tiveram grande influência as ideias vigentes em França na criação da École Polytechnique de Paris em 1794, onde se procurava fazer uma formação do engenheiro baseada num ensino mais desenvolvido da Matemática, da Mecânica, da Física e da Química seguida de uma aplicação desses conhecimentos aos problemas concretos. Esta nova estrutura de ensino levou à divisão dos cursos: uma primeira



parte com o ensino das ciências fundamentais, e uma segunda parte dirigida ao ensino de assuntos de engenharia, parte que acabou por ser ministrada em outras Escolas que para esse fim se foram especializando.

Mas na cidade do Porto e para ministrar o ensino necessário à formação dos alunos nos mais diversos ramos profissionais — Engenheiros Civis de todas as classes (Minas, Construtores de Navios, de Pontes e Estradas e Geógrafos), Agricultores, Directores de Fábricas, Oficiais de Marinha e também Comerciantes, Pilotos e Artistas — apenas foram criadas onze cadeiras pelo decreto fundador da Academia Politécnica. Esta falta de apoio ao desenvolvimento e à implantação da nova escola técnica superior, através de uma dotação capaz, iria continuar ao longo do tempo.

Assim alguns ramos do conhecimento, como a Mecânica, tiveram dificuldade em acompanhar a evolução dos assuntos e os métodos de estudo que foram sendo desenvolvidos no estrangeiro. No primeiro ano de instalação da Academia Politécnica do Porto, em 1838, a 8ª Cadeira, *Física e Mecânica Industrial*, inserida na Secção Filosófica, foi provida por José Parada Leitão (1809–1880), enquanto que a 3ª Cadeira de *Geometria Descritiva*, inserida na Secção de Matemática, foi provida por José Vitorino Damásio (1806–1875). No opúsculo que em 1838 publicita o Programa de Ensino da Academia Politécnica do Porto está descrito um programa para a 3ª Cadeira onde além da Geometria Descritiva e suas principais aplicações era ensinada a Mecânica dos Sólidos e dos Fluidos e as suas principais aplicações. Nessa publicação está também descrito o método de ensino para a parte de Mecânica: "o *Lente repetirá as experiências mais notáveis para poder comparar os seus resultados com os do cálculo, notando-lhes as diferenças que houverem e as causas destas*".

No ano lectivo de 1851-52, devido ao lente José Vitorino Damásio se encontrar ausente com licença do governo, a 3ª Cadeira passou a ser efectivamente regida pelo lente substituto Pedro de Amorim Viana (1822–1901) e essa actividade lectiva prolongou-se até 1869. Amorim Viana foi um notável pensador do século dezanove, com grande actividade na cidade do Porto, mas foi mais um filósofo, pensador questionante dos problemas religiosos e eclesiológicos, e um polemista aguerrido do que foi um matemático.

Em 1861 ao ensino da 3ª cadeira foi adicionado o ensino da Cinemática das Máquinas. Desta forma passou a Mecânica a ser estudada pela Análise Matemática e pela Geometria para estruturar as teorias que, em princípio "fornecerão a solução aos problemas pela indústria de construção de máquinas".

Ora na década de sessenta do século dezanove, e na cidade do Porto, era já considerável a expressão da indústria metalúrgica: existiam cinco fábricas de fundição e na Fundição do Bicalho já tinha sido construída uma máquina a vapor em 1842. No entanto as máquinas construídas nestas fábricas tinham uma pequena potência (menor do que 15 kW) e eram cópias fieis de máquinas importadas — o processo industrial apoiava-se apenas numa mão de obra barata e com habilidade para o trabalho manual dos metais [2] e não na execução dos projectos de máquinas para fins específicos concebidos por engenheiros portugueses. As máquinas produzidas — motores a vapor — destinavam-se a movimentar pequenas

indústrias: fiacção e tecelagem, moagem, curtumes, chapelaria e serração.

A partir do ano lectivo de 1869-70 a 3ª Cadeira, passou a ter um programa reduzido exclusivamente ao âmbito das Matemáticas: Geometria Descritiva, Mecânica Racional e Cinemática, e em Março de 1869 foi promovido a lente proprietário da 3ª Cadeira, tornada vaga pela passagem de José Vitorino Damásio para o Conselho Superior de Obras Públicas, o lente substituto António Pinto de Magalhães Aguiar.

Com a ausência do lente proprietário, deslocado em Lisboa como Deputado da Nação, ocorre no ano lectivo de 1878-79 um momento importante na história da 3ª Cadeira (*Geometria Descritiva, Mecânica Racional e Cinemática*), porque nesse ano foi dividida a sua regência: passou a parte de Geometria Descritiva a ser regida por Rodrigo de Melo e Castro Aboim e a parte de Mecânica Racional e Cinemática a ser regida por Joaquim de Azevedo Albuquerque. Ambos eram antigos alunos da Academia Politécnica do Porto, do curso de engenharia de pontes e estradas, que nessa Escola frequentaram aquela 3ª Cadeira, e que então se tornaram seus docentes.

O ensino da Cinemática nesta época era apenas teórico, consistindo as aulas na exposição da lição pelo lente durante duas horas, seguindo as ilustrações e os exemplos previamente escritos a giz nos três quadros pretos da sala de aula. Nessa época apenas existiam na Academia Politécnica do Porto alguns poucos modelos cinemáticos, não sendo mostrado nas aulas qualquer representação das máquinas reais, para além das figuras que ilustravam os livros adoptados. Estes modelos eram construídos em madeira e representavam, em pequena escala, algumas máquinas conhecidas — cabrestante, guindaste, bate-estacas. Existiam ainda dois modelos de engrenagens em metal e madeira — uma engrenagem recta e uma engrenagem cónica de eixos rectangulares.



Modelo de Guindaste (FEUP)

No ano lectivo seguinte 1879-80 a 3ª Cadeira foi regida na sua totalidade pelo lente Joaquim de Azevedo Albuquerque, que só se tornaria lente proprietário da 3ª Cadeira em 1885. Em Maio de 1881 foi aprovado pelo Conselho Académico um programa para o Curso de Cinemática segundo o Sistema apresentado por Franz Reuleaux (1829–1905) [3] num livro publicado na Alemanha em 1875 e que foi adquirido em 1878, em tradução para Francês, pela Biblioteca da Academia Politécnica do Porto.

Nesse ano de 1881 ocorreu, também, a realização em Portugal do primeiro Inquérito

Industrial. São recenseadas no Sector Metalúrgico 32 fábricas, 139 oficinas e 5215 pequenas oficinas no domicílio, envolvendo 1979 pessoas [4]. Só na cidade do Porto estavam localizadas nove fundições, algumas significativas na história industrial da cidade, como a fundição do Bolhão (a que esteve ligado José Vitorino Damásio), a fundição de Massarelos (máquinas e geradores de vapor, máquinas agrícolas e industriais, pontes, marquises e coberturas metálicas), ou a fundição do Oiro (fundada em 1864). Também é referida a Fábrica da Companhia Aurifícia, pregaria de arame, ainda hoje situada na Rua dos Bragas.

No seu trabalho Franz Reuleaux procura uma racionalização limitada apenas ao processo intelectual de análise e de síntese dos mecanismos e das máquinas (racionalização da concepção). Esta orientação do tratado de Cinemática de Franz Reuleaux imediatamente agradou a todos os que tinham de ensinar a teoria dos mecanismos e se confrontavam com uma falta de sistematização ou com a falta de um método de estudo com um carácter universal que permitissem tratar cientificamente o número crescente de mecanismos em uso ou ainda apenas imaginados. Foi o caso do lente Joaquim de Azevedo Albuquerque: por isso adoptou esse método de estudo da Cinemática que seguiu até à sua jubilação em 1910.



Contador de Água de Payton (FEUP)

Apesar do tratado de F. Reuleaux, e da filosofia da ciência e da técnica subjacentes, terem tido uma aceitação notável, ainda em vida do autor começou a diminuição da importância dessa sua obra. O seu método não dava resposta completa ao projectista de máquinas porque se fixava apenas no movimento com abstracção de problemas importantes de força, de atrito, de rolamento, etc... que estão sempre ligados ao movimento dos orgãos de uma máquina. Hoje, de toda a obra de F. Reuleux hoje apenas está vulgarizado o traçado do *Triângulo de Reuleaux* — triângulo curvilíneo equilátero, figura geométrica que possui uma largura constante, e que pode ser envolvida por um quadrado, ou por um losango, durante a rotação.

Na docência da Cinemática segundo o Sistema Reuleaux detectou-se que: "apesar do tratado estar ilustrado com desenhos esquemáticos, ou mesmo figurativos, o estudante deste método carece de qualidades especiais de imaginação, de capacidade de visão no espaço, e de conhecimento dos diferentes aspectos de construção das máquinas industriais (habilidade técnica) para aplicar com proveito o Sistema de Franz Reuleaux". Por isso, durante a fase de escrita do seu livro, Franz Reuleaux começou a desenvolver um conjunto de modelos dos mecanismos que agrupou no Gabinete Cinemático Reuleaux. No tratado não aparece uma

referência directa à constituição ou à necessidade de existência desse Gabinete, mas é referida a existência de modelos dos mecanismos em análise e, quando é caso disso, são apresentadas as respectivas figuras.

Na Academia Politécnica do Porto o lente Joaquim de Azevedo Albuquerque promoveu a aquisição dos modelos cinemáticos, tendo obtido do Conselho Académico a aprovação da sua compra, mas dentro do reduzido orçamento disponível, [5]. Logo nos primeiros anos 1881/82 compraram-se 52 modelos e durante os treze anos seguintes adquiriu-se uma coleçção de 113 modelos.



Engrenagem (FEUP)

Reunindo aos antigos modelos de máquinas simples e compostas a colecção Reuleaux de modelos cinemáticos o Gabinete Cinemático da Academia Politécnica do Porto [6], ficou dotado em 1892 de uma excelente colecção de instrumentos científicos — *instrumentos destinados a demonstrar vários efeitos físicos e a auxiliar a exposição de um assunto científico*. O fim principal desses instrumentos era permitir uma interpretação, à luz da ciência, da ocorrência de um fenómeno — a acção do instrumento didáctico nem sempre seria uma prova para uma asserção científica, mas podia ser somente a sua ilustração. Assim o instrumento didáctico era utilizado só para a visualização de um facto; não tinha o carácter nem era utilizado como instrumento experimental porque não se destinava a promover o conhecimento do mundo físico através da realização de experiências.

Durante a preparação do seu tratado F. Reuleaux começou a desenvolver os modelos de mecanismos cinemáticos que iriam constituir a *Colecção Cinemática* da Escola Técnica Superior de Berlim (Technische Hochschule zu Berlin). Mas, para colocar a Colecção à disposição de todos os que se dedicavam ao ensino da Cinemática, Franz Releaux estabeleceu uma relação comercial com a empresa Gustav Voigt, Mechanische Werkstatt, de Berlim e dirigiu a construção dos modelos que foram vendidos por aquela empresa. Em 1888 existiam já 248 modelos cinemáticos no catálogo daquela empresa e em 1907 o catálogo apresentava 368 modelos cinemáticos.

O conjunto vasto de instrumentos didácticos que constitui a Colecção Cinemática de Reuleaux tem uma técnica construtiva comum: são essencialmente peças construídas em metal (vários metais), a que se deve, sem dúvida, a sua longevidade, em alguns casos foi utilizado o vidro, e nas bases ou suportes foi utilizada a madeira. A escala utilizada na construção dos modelos permite uma visão próxima cómoda, e as cores do conjunto são

sóbrias, ou mesmo soturnas. O conjunto tem um estilo austero e simples, próprio de uma racionalização apurada da construção da máquina industrial.



Balança (FEUP)

Inicialmente o Gabinete Cinemático da Academia Politécnica do Porto foi apenas uma entidade administrativa a que não correspondia qualquer espaço físico dedicado; era apenas um objectivo que poderia englobar uma esperança, possuía um reconhecimento administrativo e alguns poucos modelos cinemáticos de madeira, versões reduzidas de diversos tipos de máquinas utilizadas nos locais de construção. Quando surgiram os instrumentos didácticos da Colecção Reuleaux, foi possível prever um espaço próprio, formado por uma sala de aula anexa e comunicante com um sala de arrumo dos modelos cinemáticos, no andar térreo do edifício da Academia.

Os instrumentos didácticos que formaram o Gabinete de Cinemática da Academia Politécnica do Porto permaneceram ligados ao ensino dos cursos de engenharia nas diversas Escolas Superiores públicas que na cidade do Porto fizeram esse ensino, desde a Academia Politécnica do Porto (1837), até à Escola de Engenharia Anexa à Faculdade de Ciências (1911), depois à Faculdade Técnica (1915) e depois à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (1926). Actualmente a colecção de modelos cinemáticos encontra-se no Departamento de Engenharia Mecânica e de Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Esta colecção de instrumentos didácticos, cuja aquisição se deve ao entusiasmo e perseverança do lente Joaquim Azevedo Albuquerque, e que foi pertença da Academia Politécnica do Porto, é um testemunho do passado de uma instituição de ensino técnico superior da cidade do Porto, e do interesse que nela existiu para realizar pelo melhor método pedagógico um ensino actualizado. As opções, o empenho e os sacrifícios que exigiu a aquisição da Colecção Cinemática de Reuleaux, demonstra, cabalmente, uma das formas como, procurando e realizando, foi dado cumprimento à intenção fundadora de — "...plantar no país as ciências industriais".

## **Notas**

- 1 Artur Magalhães Basto; "Memória Histórica da Academia Politécnica do Porto", Porto 1937
- ver Maciel Morais Santos; "A Mecanização da Indústria e a Construção Mecânica Portuguesa", Colóquio A Industria Portuense em Perspectiva Histórica, 1997
- Franz Reuleaux (1829–1905) formou-se em engenharia nas novas escolas que surgiram na Alemanha no século dezanove, mas as suas qualidades pessoais levaram-no a ser um filósofo no mundo da engenharia. Em 1856 tornou-se professor de Desenho de Máquinas, e depois ocupou vários cargos docentes e administrativos em várias Escolas Técnicas Superiores de Berlim
- <sup>4</sup> Manuel F. Rodrigues, José Amado Mendes; "História da Indústria Portuguesa da idade média aos nossos dias", AIP 1999
- <sup>5</sup> na realidade foi com grande sacrifício que a Academia Politécnica do Porto adquiriu durante treze anos os modelos cinemáticos recorrendo exclusivamente ao orçamento ordinário
- <sup>6</sup> Joaquim Azevedo Albuquerque; "O Gabinete Cinemático da Academia Politécnica do Porto—sistema Reuleaux", Typ. Occidental, Porto 1893



Rolamento de um Cone (FEUP)

Publicado em "O Tripeiro", 7ª Série, ano XXIII, nº 5, pp. 153-155, Maio 2004