



Universidade do Minho  
Escola de Ciências

## Ciência

# ARQUIMEDES DE SIRACUSA

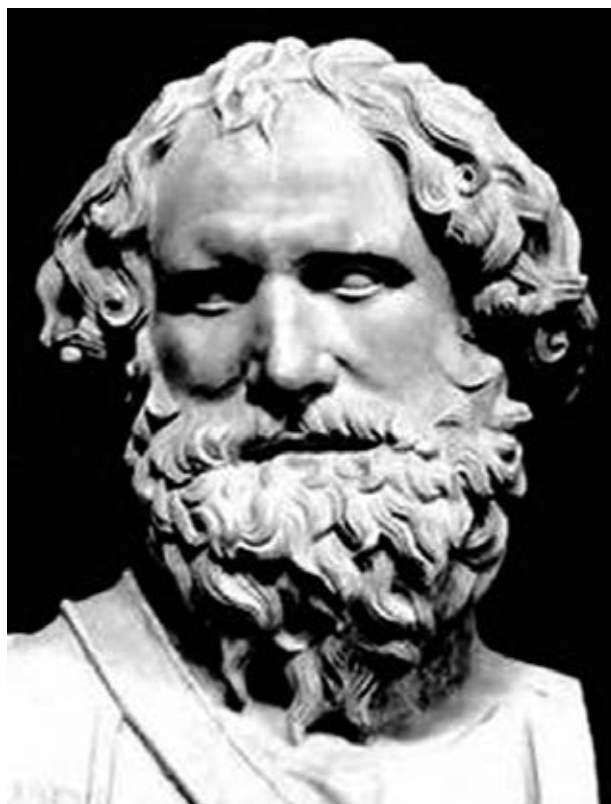
CIÊNCIA | PEDRO ALPUIM\*

“Eureka! Eureka!” ou “dêem-me um ponto de apoio que eu consigo mover a Terra” são frases atribuídas a Arquimedes de Siracusa, algumas vezes considerado um dos três maiores matemáticos de sempre – juntamente com Isaac Newton (1643-1727) e Carl Friedrich Gauss (1777-1855). A primeira exclamação (eureka = encontrei, em grego) teria sido proferida dentro da banheira, no momento em que compreendeu a lei da impulsão, também conhecida por princípio de Arquimedes (“todo o corpo mergulhado num líquido recebe da parte deste uma impulsão vertical, de baixo para cima, numericamente igual ao peso do volume de líquido deslocado”); quanto à segunda, ela traduz a descoberta das leis da estática e do equilíbrio entre forças e momentos, também realizada por Arquimedes.

Mas as maiores realizações de Arquimedes são no domínio da geometria e da matemática pura, disciplinas que, segundo ele, eram as únicas que efectivamente valia a pena prosseguir, pela sua generalidade, atribuindo-lhes assim um estatuto superior àquele que dava às disciplinas aplicadas e à engenharia. Alguns dos livros escritos por Arquimedes que chegaram até nós são *O equilíbrio plano*, *A quadratura da parábola*, *A esfera e o cilindro*, *As espirais*, *Cónicas e esféricas*, *Corpos flutuantes*, *A medida do círculo*, *O método* (da geometria e da mecânica). Nestes livros, Arquimedes faz coisas tão avançadas para a época como descrever uma técnica de calcular integrais já com bastante rigor, calcular exactamente o volume e a área da superfície da esfera e de muitas outras figuras geométricas e achar a posição dos respectivos centros de gravidade, dar com grande aproximação o valor de  $\pi$ , usar infinitésimos, ou estabelecer uma teoria para medir distâncias astronómicas entre objectos celestes.

E, no entanto, apesar da sua preferência pela abstracção, sempre que foi chamado a pensar e a criar objectos práticos de engenharia, Arquimedes fê-lo de forma brilhante, como por exemplo quando inventou uma bomba de tirar água dos poços ou das represas agrícolas baseada num parafuso sem-fim que, ao rodar, conseguia levantar a água a grandes alturas (este tipo de bomba ainda hoje é usado em muitos pontos do planeta...). Outra colecção de inventos geniais encontra-se, como veremos, nas suas máquinas de guerra.

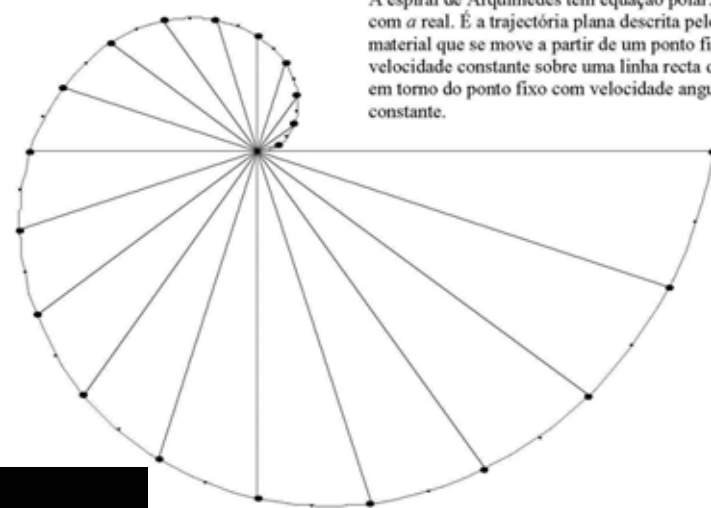
Arquimedes nasceu, segundo se crê, no ano de 287 A.C. na cidade siciliana de Siracusa que era uma das cidade-estado gregas do Mediterrâneo, cujo domínio os gregos repartiam, à época, com os cartagineses. Os romanos – então confinados a Roma e pouco mais – começavam, no entanto, a planear a sua expansão. As Guerras Púnicas, nas quais Arquimedes se vê envolvido, marcam a ofensiva romana sobre o domínio cartaginês. Siracusa apoiou de início Cartago mas Roma depressa forçou um tratado de submissão de Siracusa aos seus interesses. No entanto, o grande sucesso militar do líder cartaginês Aníbal, que chega a atravessar os Alpes e a ocupar a Itália em 218



A.C., leva à regeneração do movimento de apoio aos cartagineses em Siracusa. Entretanto o rei Hiero, apesar de ter assinado o tratado de paz com os romanos, pede ao seu amigo Arquimedes que se decida a aplicar os seus conhecimentos científicos à invenção de armas e engenhos de guerra para preparar uma eventual defesa de Siracusa do ataque de um invasor. Arquimedes acede e da sua mente sai uma colecção de alfaías de guerra que se viria a revelar suficiente, em 213 A.C., para suster o ataque, tanto por mar como por terra, das tropas romanas comandadas por Marco Cláudio Marcelo, que os romanos tinham entretanto enviado para dominar Siracusa.

### Quer fazer perguntas a um cientista?

Esta rubrica sobre a Escola de Ciências da Universidade do Minho tem também como objectivo criar uma relação entre leitores e investigadores. Alguma vez pensou em fazer uma pergunta a um cientista? Caso queira participar pode enviar todas as suas questões para [sec@ecum.uminho.pt](mailto:sec@ecum.uminho.pt) e verá as suas dúvidas esclarecidas.



A espiral de Arquimedes tem equação polar:  $r = a\theta$ , com  $a$  real. É a trajectória plana descrita pelo ponto material que se move a partir de um ponto fixo com velocidade constante sobre uma linha recta que roda em torno do ponto fixo com velocidade angular constante.

Entre as armas que Arquimedes inventou conta-se a catapulta e outras baseadas em maquinismos de alavanca. Não menos inovador e, sobretudo, eficaz, foi também um sistema de espelhos que reflectiam e concentravam a luz solar em cima dos barcos romanos, fazendo-os pegar fogo em poucos minutos. Este sistema era adaptável tanto ao ângulo azimutal como zenital do Sol e, assim, funcionava a qualquer hora do dia em qualquer dia do ano. Vencidos pelo sistema de defesa de Siracusa montado por Arquimedes, os romanos decidem então sitiá-la, tentando fazê-la ceder pela fome e pela doença. Mas, em 212 A.C., os romanos tiram partido da distração dos siracusanos, entretidos com um festival dedicado à deusa Artemísia, para tomar de assalto a cidade. Apesar das instruções em contrário dadas por Marcelo, Arquimedes é morto por um soldado romano durante a ocupação de Siracusa. A respeito da sua morte, conta Plutarco que o seu carrasco o interpelou para o acompanhar à presença de Marcelo, o que Arquimedes se recusou a fazer antes de terminar a demonstração do teorema que o ocupava no momento. Impaciente, e insensível à matemática, o soldado degola-o, sem esperar pelo fim da demonstração.

Arquimedes foi o filho de Fídias, um astrónomo grego. Estudou na sua juventude com os discípulos de Euclides, em Alexandria. Arquimedes foi famoso e muito considerado em vida e o seu biógrafo foi Heraclides. Infelizmente o trabalho deste último perdeu-se, sem chegar até nós. Arquimedes foi, seguramente, um dos maiores e mais antigos vultos de toda a história da ciência.

\* Departamento de Física da Escola de Ciências da Universidade do Minho