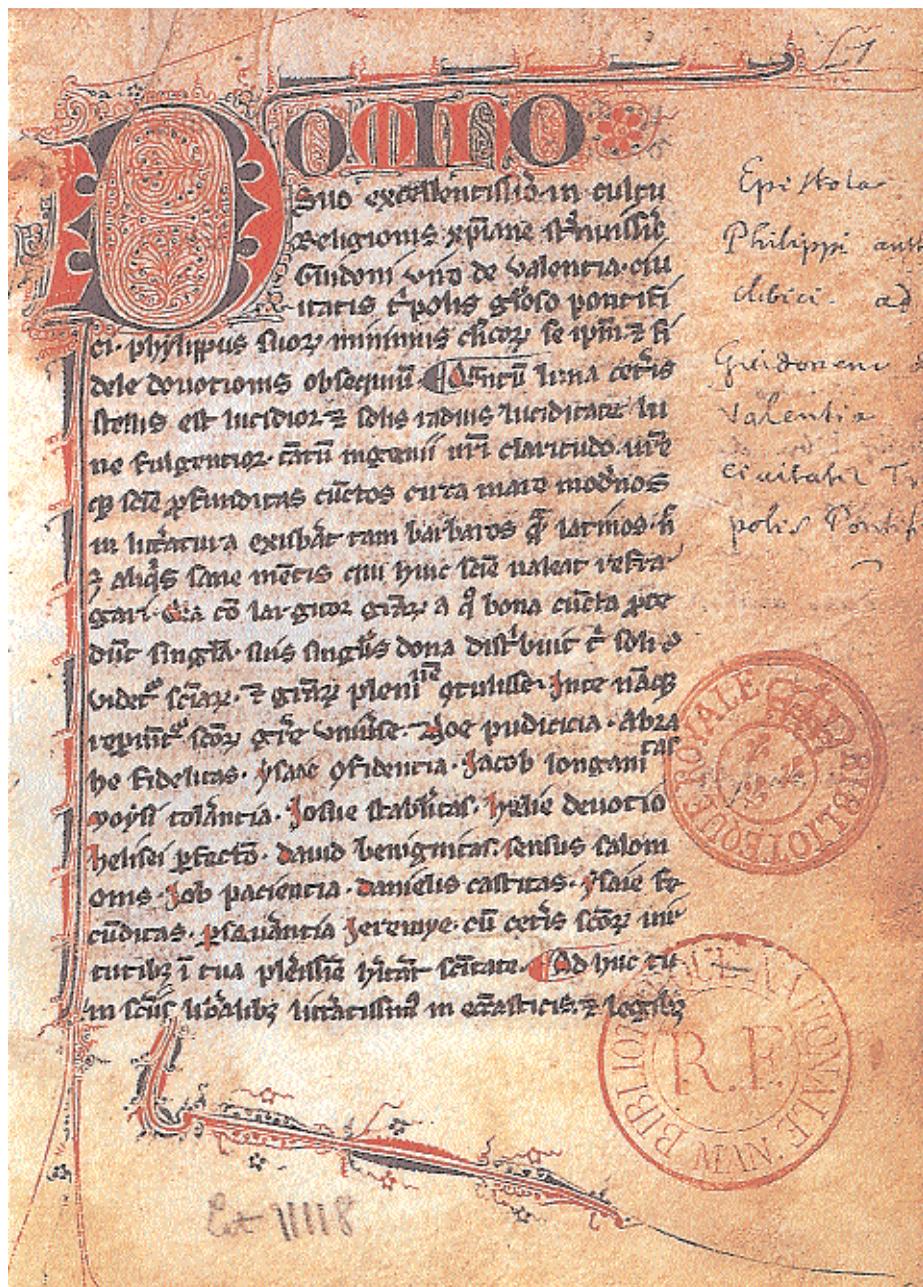


# Da tradução à criação da ciência árabe

Devemos à civilização islâmica a preservação dos escritos clássicos e a sua transmissão posterior ao Ocidente renascentista. Mas não só. Conhecem-se ainda mal as possíveis fontes de origem islâmica de Francisco Maurolico, Pedro Nunes, Nicolau Copérnico e de outros homens da ciência europeia. Mas as contribuições da ciência árabe no campo das matemáticas, das ciências náuticas e da astronomia deixaram marcas indeléveis. Basta pronunciar a palavra “álgebra”, por exemplo. **Nuno Crato\***

\*Nuno Crato é professor associado de Matemática no Instituto Superior de Economia e Gestão, em Lisboa. Paralelamente à sua actividade académica, interessa-se pela história da ciência e pela divulgação científica. Colabora regularmente com a imprensa, nomeadamente com o semanário Expresso..



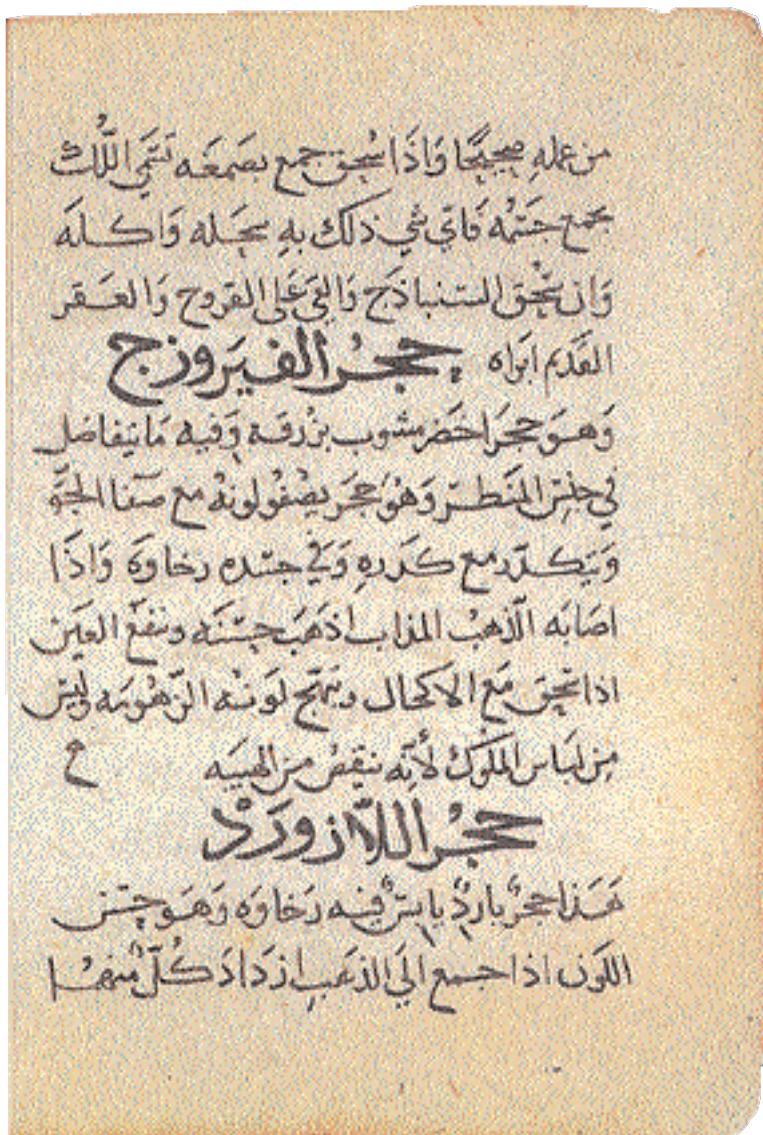
Tradução latina  
de manuscrito árabe:  
o Secredo dos Segredos.  
Paris, Biblioteca Nacional  
de França

» Conta-se que o califa abássida al-Mamun, filho do célebre Harun-al-Rashid, teria escrito a Leão V, imperador de Constantinopla, pedindo-lhe o empréstimo de manuscritos científicos para que eles fossem traduzidos para o árabe. Estava-se no início do século IX e os conselheiros religiosos do imperador aconselharam-no a recusar, o que ele fez. Al-

Mamun teria então ameaçado Leão V com incursões armadas e com represálias várias sobre Constantinopla. O imperador terá reunido de novo os seus conselheiros, que desta vez lhe sugeriram que cedesse. O argumento que mais pesou, diz-se, foi que o estudo dos textos filosóficos gregos lançaria, afinal, a conversão entre os islamitas, enfraquecendo

as suas certezas religiosas e políticas, perturbando as suas elites e debilitando a sociedade muçulmana.

Não se sabe o que há de verdade nesta história, tal como não se sabe se é verdadeira esta outra, passada três séculos mais tarde, na Península Ibérica. Diz-se que um intelectual islâmico de Múrcia terá exortado os



Manuscrito árabe: Livro das Pedras,  
atribuído a Aristóteles.  
Biblioteca Nacional de França.

companheiros a proteger o seu património intelectual dizendo-lhes que os cristãos, se conseguissem traduzir do árabe as suas obras, iriam certamente utilizá-las contra o Islão.

Estas pequenas histórias valem o que valem. Constituem, sobretudo, uma indicação do valor do movimento intelectual árabe na preservação da herança grega e na sua transmissão posterior ao Ocidente cristão. Revelam também o duplo poder da cultura, na solidificação de uma sociedade e na interrogação sobre os seus fundamentos.

Muito se tem escrito sobre este movimento de tradução, primeiro do grego para o árabe, depois deste para o latim. Ninguém duvida do valor deste movimento na preservação dos escritos clássicos e na sua transmissão posterior ao Ocidente renascentista. Mas o acordo queda-se aí. Enquanto uns vêem os árabes como meros conservadores do conhecimento clássico, outros sublinham as suas grandes conquistas científicas.

#### **Escribas ou inovadores?**

Ninguém terá sido tão claro como Pierre Duhem (1861-1916), que escreveu: “Não há ciência árabe. Os sábios Maometanos foram sempre discípulos mais ou menos fiéis dos Gregos, mas foram destituídos de qualquer originalidade” (Lindberg, 1992, p. 175). Duhem era um historiador consciencioso – os dados existentes à época em que escrevia não permitiam ir para além dessa ideia sobre o papel da ciência islâmica, ideia hoje tida como caricatural.

Segundo a visão de Duhem, fastidiosamente repetida em muita historiografia científica posterior, o conhecimento provindo dos Gregos seria apenas um facho, um testemunho passado quase incólume à Europa medieval e renascentista. Os intermediários teriam sido meros escri-

bas, cujo mérito residiria na cópia mais ou menos fiel do pensamento clássico e na sua preservação. Teriam depois permitido à Europa, acordada de um longo sono medieval, reanimar-se e emergir das trevas para retomar de novo o progresso da ciência.

Em posição diametralmente oposta situam-se alguns historiadores contemporâneos da ciência árabe, como George Saliba, que fazem sobressair as inovações de muitos cientistas islâmicos e apresentam a revolução científica europeia dos séculos XVI e XVII como continuação natural dessas inovações anteriores. A realidade é que a historiografia não se desenvolveu ainda a ponto de avaliar globalmente o desenvolvimento da ciência árabe e o seu impacto na ciência ocidental posterior. Há ainda inúmeros manuscritos e documentos por estudar.

Conhecem-se ainda mal as possíveis fontes de origem islâmica de Francisco Maurolico, Pedro Nunes, Nicolau Copérnico e de outros homens de ciência dessa época de ouro da ciência europeia. Conhece-se melhor, afinal, o que os intelectuais islâmicos produziram do que o seu impacto no desenvolvimento posterior da ciência. Inúmeras vezes, descobertas ocidentais vieram-se a revelar redescobertas independentes. Há casos célebres. O famoso Triângulo de Pascal, apresentado pelo matemático francês do mesmo nome no século XVII, era anteriormente conhecido dos chineses e árabes e tinha-se difundido na Europa já no século XIII. Qual foi o papel dos intelectuais islâmicos na sua difusão? Tê-lo-iam descoberto os europeus independentemente dos chineses e dos árabes? Teria Blaise Pascal (1623-1662) podido desenvolvê-lo da mesma forma se não tivesse tido influências de matemáticos anteriores? Todas estas questões são difíceis. Muito mais difíceis do que conhecer, com alguma exac-



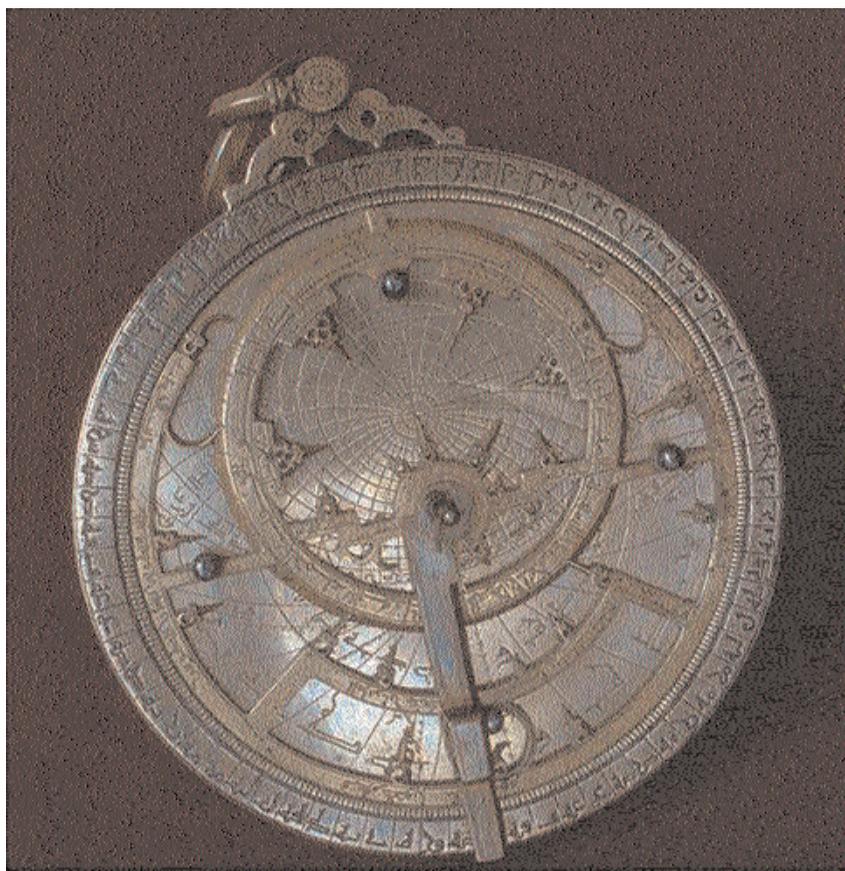
As traduções árabes do Almagesto de Ptolomeu eram criticamente anotadas, como se mostra nos comentários marginais destas duas páginas.

tição, o que os homens de ciência do Islão fizeram, descobriram e criaram.

### Os tradutores de Bagdade

Menos de um século passado sobre o retorno de Maomé a Meca em 629, uma nova civilização tinha nascido. As forças islâmicas tinham conquistado um território imenso que se entendia pela Síria, pelo Egipto e pela Pérsia. Ameaçavam a Índia e partes da Ásia Central, dominavam o norte de África e entendiam-se até à Península Ibérica. Governar tal império não era fácil. O primeiro califado, originalmente estabelecido em Damasco, desmembrou-se. Na parte oriental, o califado abássida conseguiu uma paz prolongada e um crescimento económico propício ao desenvolvimento das ciências e das artes.

Os abássidas transferiram a capital para Bagdade, onde o califa al-Mansur e os seus seguidores conseguiram sustentar os sectores religiosos mais ortodoxos e criar uma atmosfera tolerante, sob a qual o comércio e a cultura floresceram. O califa Harun-al-Rashid (gov. 786-809), celebrado nas *Mil e Uma Noites* como patrono das artes e soberano moderado, criou uma biblioteca em Bagdade. O movimento de tradução e de conservação das grandes obras da antiguidade teve então um grande impulso. Conhecem-se judeus e cristãos contratados para o efeito, a par de centenas de islamitas. Poucos anos depois, o califa al-Mamun (gov. 813-833) estabeleceu um centro de investigação, o Bait al-Hikma (Casa da Sabedoria), que esteve activo durante dois séculos. À frente desse



Os astrolábios planisféricos foram inventados pelos gregos, mas os mais antigos exemplares que se conhecem são de origem árabe, como o da esquerda. Com estes instrumentos, muito sofisticados, podia-se prever o movimento dos astros, medir a sua posição, calcular a hora e ainda estimar a altura de edifícios ou fazer outros cálculos trigonométricos. O astrolábio náutico, à direita, é um instrumento posterior muito mais simples, apropriado à navegação. Permitia medir a altura dos astros e, através dessa medida, estimar a latitude. É possivelmente uma invenção portuguesa.

centro, colocou um cristão nestoriano chamado Hunayn ibn Ishaq al-Ibadi. Entre os membros do centro destacava-se Thabit ibn-Qurra, um não crente que se tornaria o principal tradutor de textos astronómicos e matemáticos da época.

Conhecem-se traduções ainda anteriores a este período. Sabe-se, por exemplo, que as primeiras traduções de livros de astronomia em sânscrito (*Siddhantas*) tiveram lugar cerca de 770. Estas traduções tiveram um impacto tão importante que foram utilizadas em meados do século IX para compor tábuas astronómicas adaptadas ao meridiano de Córdova, difundidas primeiro na Península e, logo depois, a norte. Adelardo de Bath traduziu-as para latim.

As traduções do coptico, nomeadamente de livros de alquimia, iniciaram-se também ainda no século VIII, tal como aconteceu com obras em persa médio (*pahlavi*), inspiradas ou traduzidas por sua vez de fontes sânscritas ou helénicas.

Mas o núcleo mais importante de tradutores dedicou-se a verter em árabe as obras gregas. Foram para isso ajudados por intelectuais cristãos e judeus, que conviveram com os islamitas. Fizem muitas traduções a partir do siríaco. Depois, a partir do grego original. Os califas e governantes incentivaram sobretudo as traduções de obras científicas, com realce para a matemática, a astronomia e a medicina. Antes de começar o século IX, a grande obra astronómica da Antiguidade, o *Almagesto* de Ptolomeu (séc. II d.C.), e a grande síntese de matemática grega, os *Elementos* de Euclides (c. 300 a.C.), encontravam-se já vertidos em árabe. Curiosamente, não se conhecem traduções dos textos literários gregos, embora se saiba que algumas lendas da civilização helénica, como a do cavalo de Tróia, eram conhecidas dos islamitas cultos. Possivelmente, o contacto com a literatura grega proporcionou esse conhecimento, mas

os governantes e os mecenas pareciam mais empenhados em investir nas traduções de obras científicas.

### Da Aritmética à Álgebra

A contribuição mais conhecida dos muçulmanos para o progresso da matemática europeia foi certamente a introdução dos algarismos ditos árabes. Esses símbolos e o sistema de numeração que lhes está associado e que ainda hoje se utiliza é, na realidade, de origem hindu, mas foram os árabes que os trouxeram para o Ocidente e que primeiramente aqui os usaram e dominaram.

Antes deste sistema de numeração usavam-se vários outros, nomeadamente o grego e o romano, que se baseavam em letras fixas para representar números. Assim, por exemplo, “C” representava sempre 100 para os romanos, onde quer que aparecesse no meio de um número. Os árabes tinham inicialmente um sistema semelhante, com letras do seu alfabeto representando números. Por contraste, o sistema hindu é um sistema de posição, isto é, um sistema em que cada símbolo (algarismo) tem um significado diferente conforme a posição em que aparece. No número 101, por exemplo, o primeiro 1, a contar da direita, representa uma unidade, o segundo 100. Em romano este número seria escrito CI. Os gregos e árabes antigos faziam o mesmo, mas com letras do seu alfabeto. Neste exemplo vê-se também que os hindus tiveram de introduzir um símbolo para o zero, anteriormente desconhecido, o que representou um grande avanço na matemática.

O primeiro livro árabe que se conhece sobre o novo sistema de numeração chamava-se *Livro sobre a Adição e Subtração Segundo o Método dos Indianos*. O seu autor foi Muhammad ibn Muça



al-Khwarizmi (c. 780-850), matemático de origem persa que foi um dos primeiros membros da *Casa da Sabedoria* de Bagdade. Nesse livro explica como se pode escrever qualquer número com o novo sistema e como se podem efectuar as quatro operações aritméticas sobre essa representação. Até à data, os árabes efectuavam as operações mentalmente ou, quando estas eram mais complicadas, num tabuleiro de areia, onde iam apagando os diversos passos das operações. Com o novo método, era possível usar o papel e manter escritos esses diversos passos, podendo-se pois verificar as operações sem ter de as refazer totalmente.

Depois do livro de al-Khwarizmi, apareceram muitas outras obras com o desenvolvimento dos métodos de cálculo

baseados no sistema de posição decimal. Em 952, em Damasco, Abu l-Hasan al-Uqlidisi, publica *O Livro dos Capítulos da Aritmética Hindu*, onde aperfeiçoa a escrita dos diversos algoritmos aritméticos, introduz fracções decimais e explica como se podem fazer cálculos incorporando estas fracções. O sistema foi progressivamente discutido e aperfeiçoado através dos séculos. Só no princípio do século XV, com Ghiyath al-Din Jamshid al-Kashi (m. 1429), se pode dizer que o sistema decimal de posição ficou completo, incorporando as fracções decimais na representação dos números e nos algoritmos. Multiplicar três e um quinto por dois e meio décimo passou a poder escrever-se como a multiplicação de 3,2 por 2,05 e a efectuar-se com o algoritmo

# Os nomes de Al-Khwarizmi

Os trabalhos de al-Khwarizmi, aqui representado num selo russo de 1983, foram fonte de vários termos matemáticos que se generalizaram no Ocidente. O seu nome foi traduzido em latim como “Algorismi” ou “Algoritmi” e aparece em textos ibéricos medievais na forma “Alohorismi”. Desses nomes resultou o termo “algoritmo”, que designa um procedimento sistemático para resolver um problema, habitualmente numérico (e.g., o algoritmo da divisão).

Em português o nome do matemático árabe originou ainda o termo “algarismo”, usado para designar os sinais gráficos numéricos (0, 1, ..., 9). Com esta aceção, este termo aparece já, por exemplo, na *Peregrinação* de Fernão Mendes Pinto.

O livro do matemático árabe é ainda responsável pela introdução no Ocidente de outros dois termos, ambos derivados da palavra “çifir”, adaptada do hindu “sunia”, que significa “vazio”. Através da latinização “zephirum”, este termo originou o nosso “zero”, que aparece bastante tarde. De “çifir” gerou-se ainda o termo “cifra”, que significava também zero e que hoje designa quantidade, cálculo ou sinal convencional.

Al-Khwarizmi foi um dos primeiros matemáticos árabes, mas não foi um dos mais criativos. A sua maior fama e influência deve-se ao facto de ter sido um precursor e, portanto, uma figura de referência.



escrito que hoje conhecemos. O novo sistema de al-Kashi só em 1562 apareceu em Itália e só no princípio do século XVII começou a ser usado na Europa.

Ao mesmo tempo que faziam progressos na Aritmética, os matemáticos muçulmanos dedicavam-se à Álgebra, entendida como o estudo e solução de equações. De tal forma foi importante a sua contribuição que a própria palavra “álgebra” tem origem num termo árabe, “al-jabr”, incluído no título de uma outra obra de al-Khwarizmi, e que se pode traduzir como “restauração” ou “reconstrução”. Tratava-se da adição a ambos os lados de uma equação da mesma quantidade, técnica basilar da simplificação de equações.

Os algebristas islâmicos fizeram estudos importantes sobre o cálculo de raízes de equações do segundo e do terceiro grau e sobre operações de polinómios. Chegaram ainda ao conhecido teorema binomial, habitualmente atribuído a Newton (“O binómio de Newton é tão belo como a Vénus de Milo”, dizia Pessoa).

## Da Geometria à Náutica

Na civilização muçulmana, o estudo de Geometria mais antigo que se conhece é, de novo, de al-Khwarizmi. Nele, a geometria aparece ao serviço das demonstrações algébricas, de forma semelhante ao que se passou durante muitos séculos posteriores. Mas os géometras islâmicos foram muito mais longe.

Começando possivelmente com Ibn al-Haitham (965-1039), conhecido no mundo cristão como Alhazen, estudaram criticamente os *Elementos* de Euclides e enfrentaram o célebre postulado das rectas paralelas. Esse postulado, que é um dos fundamentos da geometria euclidiana, deu origem a um dos mais fecundos debates da história da matemática. Pode reformular-se dizendo que, por um ponto exterior a uma recta, passa uma e só uma recta paralela a essa recta dada. Os ma-

A constelação Virgem num desenho persa do século XVII. O desenho reproduz um catálogo muçulmano de estrelas anterior; este, por sua vez, derivado de catálogos gregos antigos. Com diferentes roupagens, é uma mesma cultura que atravessa os séculos. Ainda hoje os astrónomos consideram a constelação Virgem, com limites que correspondem, aproximadamente, aos esboçados há mais de 20 séculos.



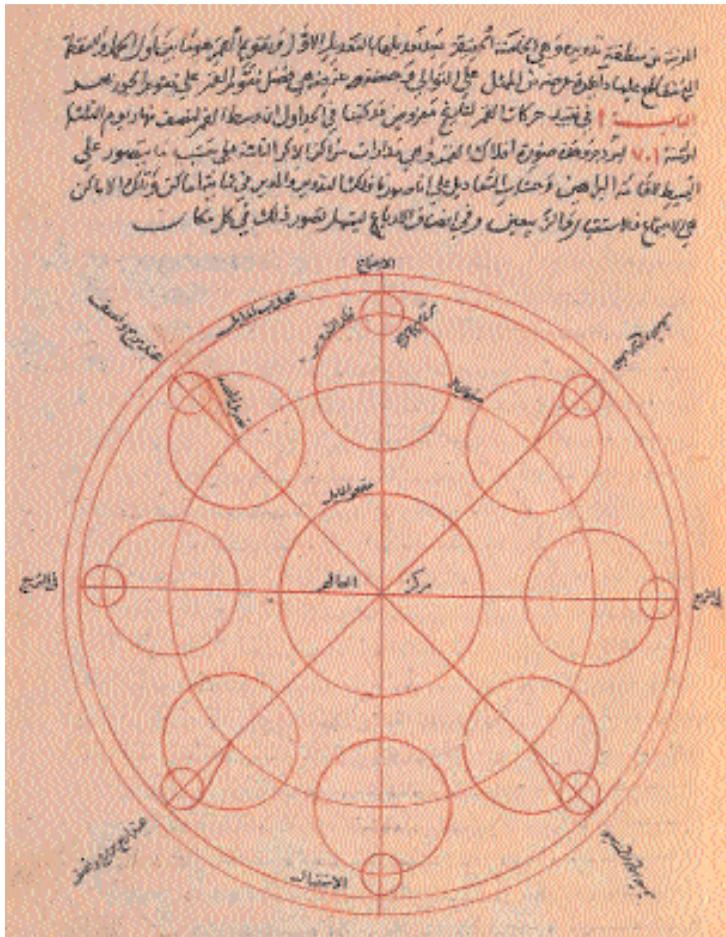
temáticos procuraram durante séculos demonstrá-lo, de uma forma ou de outra, imaginando que seria possível encontrá-lo como consequência de outros pressupostos. Al-Haitham tentou prová-lo a partir dos outros postulados euclidianos, mas a sua demonstração incluía um postulado equivalente. Omar al-Khayyami (1048-1131) procurou substituí-lo por outro postulado explícito e Nasir al-Din al-Tusi (1201-1274), depois de ter tentado uma demonstração, avançou ainda outro postulado equivalente, num traba-

lho que foi publicado em Roma em 1594 e foi estudado por vários géometras europeus. Girolamo Saccheri (1667-1733) tomou-o como base para os seus trabalhos, que conduziram mais tarde à criação das geometrias não euclidianas.

Na trigonometria, estudo dos triângulos e ângulos, os géometras islâmicos introduziram algumas funções muito úteis ainda hoje usadas. Conhecia-se anteriormente o *seno* e sabe-se que os chineses usavam já a função *tangente*. Mas os islâmicos introduzi-

ram as funções *coseno*, *co-tangente*, *secante* e *co-secante*, que aparecem plenamente estudadas nos trabalhos de al-Biruni (973-1055), nomeadamente no seu *Tratado Completo Sobre as Sombras*. Este géometra e os seus seguidores conseguiram igualmente construir tabelas trigonométricas de grande precisão, o que tornou estas funções num instrumento prático precioso para a topografia, a arquitectura e a astronomia.

Os matemáticos islâmicos desenvolveram igualmente a trigonometria esfé-

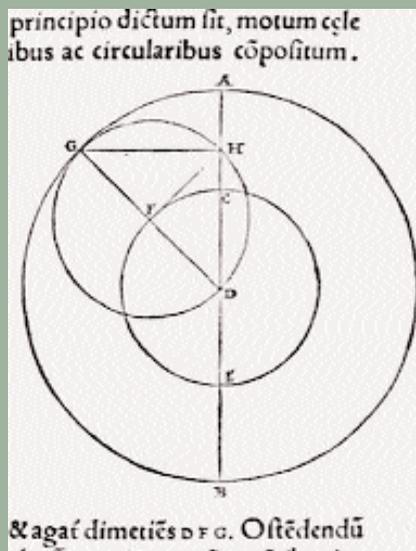


Modelo para o movimento da Lua proposto pelo astrónomo árabe Ibn al-Shatir no século XIV. Trata-se de um modelo muito semelhante ao apresentado por Copérnico quase dois séculos mais tarde. Com este maquinismo geométrico reproduz-se o movimento da Lua com um conjunto de movimentos circulares uniformes, sem a necessidade de alguns artifícios existentes no modelo de Ptolomeu. A Lua está situada na circunferência menor. Mostra-se aqui a posição do astro em oito momentos da sua órbita.

rica, que se veio a tornar um instrumento crucial da navegação. Estudaram os ângulos de triângulos sobre a superfície da esfera terrestre, motivados por um problema religioso de implicações geométricas interessantes. Esse problema é o da *qibla*, ou seja, o da determinação da direcção de Meca. Como se sabe, os muçulmanos devem rezar orientados para essa cidade sagrada, o que levanta o problema da determinação rigorosa da sua direcção num ponto dado do globo. O problema é fácil de resolver com precisão razoável nas proximidades de Meca, mas é mais difícil quando o local está situado na península Ibérica, no Afeganistão ou noutros locais afastados.

Al-Biruni criou um método rigoroso de determinação da direcção de Meca dadas as coordenadas do local onde o crente se encontra. O problema veio a ser retomado mais tarde por Pedro Nunes no contexto da navegação. O matemático português estava interessado em determinar a direcção que o navio deveria tomar para chegar ao porto de destino. O seu problema generaliza o da *qibla*, tornando-o num problema dinâmico. Com efeito, a rota mais curta, sobre um círculo máximo, não é em geral dada por uma direcção cardinal constante, sendo preciso ajustá-la durante a viagem para manter o navio nesse trajecto óptimo.

Os problemas de trigonometria esférica têm interesse para a náutica teórica, mas os árabes legaram ao Ocidente, nomeadamente aos Ibéricos, vários outros conhecimentos e técnicas de navegação que se tornaram imprescindíveis para as Descobertas. Contam-se aí técnicas como a vela latina, conhecimentos astronómicos para a determinação de coordenadas, nomeadamente tabelas de alturas do Sol, cartas náuticas e diversos conhecimentos geográficos. Mesmo depois de os Portugueses terem conseguido dobrar as costas de África, foi-lhes útil a ajuda de um piloto árabe para navegar no Índico.



A construção de Copérnico incluída no *De revolutionibus*, à esquerda, e o emparelhamento apresentado por al-Tusi, à direita, são praticamente idênticas (o astrônomo Al-Tusi aparece representado neste selo iraniano de 1956). Este mecanismo geométrico permitia explicar um movimento astronómico oscilatório através de dois movimentos de rotação uniformes.

Como Camões relata, “o piloto que leva” consigo Vasco da Gama “vai mostrando a navegação certa” (*Lusíadas*, VI, 6).

### Percursos de Copérnico?

Na Astronomia, o legado dos árabes é imenso. Foram eles que preservaram e actualizaram os catálogos celestes. É a eles que se devem os nomes de inúmeras estrelas – Aldebarã, Altair, Deneb, Vega e Rigel, para apenas citar algumas das mais brilhantes, são ainda hoje conhecidas pelos seus nomes árabes. As designações dos pontos celestes zénite e nadir têm origem árabe. Outros termos, como azimute, têm a mesma etimologia. O próprio título moderno da grande obra de Ptolomeu, *Almagesto*, tem origem árabe. Os seus tradutores, por erro ou decisão voluntária, traduzi-

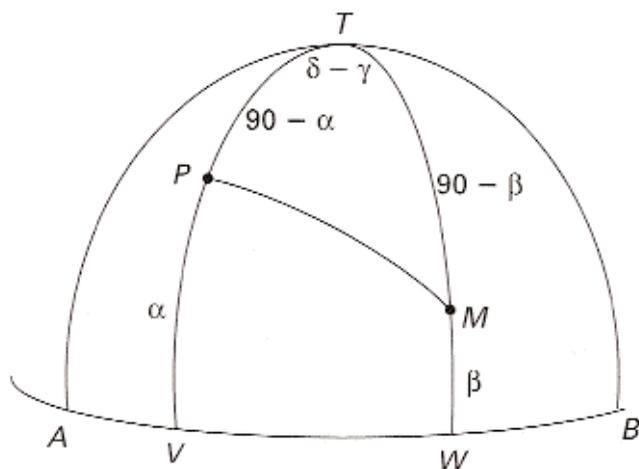
ram o título grego *he megiste syntaxis tes astronomias* (A grande coordenação da astronomia) como *al-majisti*, ou seja, o maior. Ficou-nos o *Almagesto*.

O maior contributo islâmico para a astronomia, contudo, pode ter sido a crítica aos pressupostos teóricos de Ptolomeu e os esforços de vários astrónomos árabes para corrigir alguns aspectos menos satisfatórios do modelo ptolomaico. Os elementos documentais que mostraram a importância destes estudos só foram descobertos na segunda metade do século XX e pouco se sabe ainda sobre a influência que possivelmente tiveram em Copérnico e na revolução astronómica.

Durante muitos anos, os astrónomos árabes discutiram o modelo geocêntrico de Ptolomeu, procurando alternativas aos mecanismos propostos pela sá-

bio alexandrino. Um dos problemas mais discutidos foi o mecanismo do equanto, através do qual Ptolomeu conseguiu obter um modelo geométrico que gerava o movimento não uniforme dos planetas com um movimento uniforme em círculos concêntricos. O equanto era um ponto afastado do centro da esfera de movimento do astro e visto do qual o movimento era uniforme, como pretendia Aristóteles.

O equanto era um artifício geométrico incómodo para muitos filósofos, que imaginavam as esferas como objectos com existência física. Al-Haitham (Alhazen), um dos primeiros a contestarem a existência do equanto, tornou-se completamente descrente dos modelos do *Almagesto*. Mais tarde, al-Tusi propôs um modelo alternativo em que adicio-



O problema da qibla: dadas as coordenadas em ângulos de latitude e longitude dos dois lugares, encontrar a direcção PQ, que junta o local onde o crente se encontra, P, com Meca, M, ao longo de um arco de círculo máximo sobre a esfera terrestre.

nou dois epiciclos, isto é, movimentos circulares menores em torno de um ponto que se desloca numa circunferência maior. Com esse modelo, introduziu o chamado “emparelhamento de al-Tusi”, com o qual se consegue reproduzir um movimento rectilíneo oscilatório através de dois movimentos circulares uniformes. Copérnico utilizou esse tipo de emparelhamento no seu modelo, embora não seja claro se o fez com conhecimento dos trabalhos do astrónomo árabe.

Posteriormente, em meados do século XIV, o astrónomo Ibn al-Shatir, trabalhando em Damasco, criou um mecanismo geométrico completamente alternativo ao de Ptolomeu, dispensando o equanto, os excêntricos e outras construções discutíveis no modelo ptolomaico. Quando esse trabalho foi descoberto, em 1957, notou-se que tinha uma semelhança muito grande com um dos primeiros modelos de Copérnico, um modelo que ele posteriormente abandonou, mas que conseguia reproduzir com grande aproximação as irregularidades do movimento dos planetas.

É pouco provável que Copérnico possa ter sido influenciado directamente pelas soluções geométricas de al-Tusi e de al-Shatir, o que não retira qualquer mérito aos trabalhos desses astrónomos árabes e mostra que a sua ciência não se limitava a repetir a dos escritos gregos, constituindo, pelo contrário, uma procura inovadora de soluções para os problemas do modelo ptolomaico. Mais importante ainda, os astrónomos árabes criaram um clima de crítica e de reanálise da cosmologia geocêntrica que favoreceu a procura de alternativas cosmológicas. Essa procura culminou com o modelo heliocêntrico de Copérnico e com a revolução científica ocidental. Mas nessa altura já a civilização islâmica se encontrava na defensiva. A ortodoxia substituiu a tolerância e os califas já não protegiam nem toleravam instituições livres e pluralistas como a antiga Casa da Sabedoria de al-Khwarizmi. No Ocidente, entretanto, Galileu iria perder uma batalha e ganhar uma guerra. A ciência no mundo muçulmano estaria já fora de combate. «

## PARA SABER MAIS

Há variadas obras sobre a ciência árabe, apesar de haver ainda muitas falhas na historiografia desta civilização, nomeadamente nos seus aspectos científicos e técnicos. De entre os trabalhos abaixo citados, todos usados directa ou indirectamente neste texto, salientam-se os livros de Vernet e de Djebbar, que apresentam um panorama sistemático da influência científica islâmica na Europa renascentista. No que se refere à Matemática, destacam-se capítulos bastante completos e sistemáticos nos livros de Katz e de Estrada. Sobre as causas da decadência da ciência árabe e do sucesso da Revolução Científica ocidental, pode ler-se a obra de Lindberg.

Ahmed Djebbar, *Une histoire de la science arabe*, Paris, Seuil, 2001.

J.L.E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, 1953.

Maria Fernanda Estrada et al., *História da Matemática*, Lisboa, Universidade Aberta, 2000.

Albert Hourani, *A History of the Arab Peoples*, Nova Iorque, MJF Books, 1991.

Owen Gingerich, “Islamic astronomy”, *Scientific American* **254**, 4, 74-83, Abril 1986, agora em *The Great Copernicus Chase and Other Adventures in Astronomical History*, Cambridge, Massachusetts, Cambridge University Press, 1992.

David C. Lindberg, *The Beginnings of Western Science*, Chicago, Chicago University Press, 1992.

João Filipe Queiró, “Ciência islâmica: alguns aspectos da sua história”, *Expresso-Revista* 27 de Outubro de 2001.

Victor J. Katz, *A History of Mathematics: An Introduction*, 2nd edition, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley, 1999.

George Saliba, “Greek astronomy and the medieval Arabic tradition”, *American Scientist* **90**, 4, 360-367, Julho-Agosto 2002.

George Saliba, *A History of Arabic Astronomy: Planetary Theories During the Golden Age of Islam*, Nova Iorque, New York University Press, 1994.

Juan Vernet, *Lo que Europa debe al Islam de España*, Barcelona, El Acanalido, 1999.