

# Calculando do Calendário o Ontem desaparecido e o Amanhã novo

## A contagem do Tempo no Islão

Isabel Cristina Dias

Astrolábio islâmico datado de 1310, provavelmente construído no Norte de África e em que é visível a linha das viagens [Whipple Museum].

Num contexto em que são exploradas as relações entre as matemáticas e uma organização quantitativa do Tempo, a contribuição da cultura muçulmana teria, necessariamente, que ser considerada. Dada a vastidão dos conhecimentos envolvidos, este texto não tem, como se compreende, qualquer pretensão de aprofundar o tema. Mas, dado que a medição do Tempo teve sempre um lugar central na religião, na ciência e na sociedade islâmica, será significativo que aqui fiquem estas breves notas.

Em primeiro lugar, serão apresentadas algumas informações relativas à estrutura dos calendários muçulmanos e à contagem e duração dos dias e dos meses; depois, será referido o trabalho de dois astrónomos árabes que viveram em zonas geográfica e culturalmente muito distintas e cujo trabalho teve importância decisiva na história da contagem do Tempo.

Previamente, justifica-se uma curta introdução acerca da marcante civilização que surgiu na Arábia na primeira metade do séc. VII. Uma religião monoteísta, o Islão, iniciada pelo Profeta Muhammad bin' Abd illh, iria disseminar-se rapidamente. O impacto dessa nova religião foi enorme e, menos de um século depois de os exércitos muçulmanos te-

rem conquistado Meca, cidadãos de toda uma extensa zona geográfica, desde a Ásia à Península Ibérica, professavam o Islamismo. Nos séculos VIII, IX e X esse império estava dividido em califados comercial e intelectualmente florescentes cujas cortes, em Damasco, Bagdad ou Córdova, se tornaram centros de estudo e de divulgação das ciências, das artes e da filosofia.

Uma questão existente desde então é a seguinte: dado que o Alcorão e o Hadith (descrição dos actos e palavras do Profeta) contêm numerosos incitamentos à actividade científica, de que ciência se trata? Numa entrevista publicada pelo jornal L'Humanité em 2001, o historiador da matemática árabe Professor Ahmed Djebbar, afirmou:

“Actualmente, é tempo de substituir uma visão exótica da civilização árabe-muçulmana por uma visão mais conforme com a história. Tal como é tempo de reavaliar a contribuição científica da Idade Média europeia. (...) Por exemplo, durante muito tempo pensou-se que o papel do Maghreb e da Espanha nas matemáticas tinha sido insignificante, mas as pesquisas dos últimos vinte anos têm revelado nessa região uma rica tradição científica: foram conhecidos novos instrumentos, foram discutidos modelos planetários, a combinatória enquanto disciplina



Mapa indicativo da máxima expansão política e cultural atingida pelo Islão [Santos Lopes. 2002]

deu os seus primeiros passos e, a partir do séc. XII, um simbolismo bastante elaborado foi introduzido na escrita da álgebra e da aritmética. (...) De Samarcanda, na Ásia Central, a Saragoça, em Espanha, dezenas de pólos se desenvolveram, fomentando um real intercâmbio entre os diversos grupos de sábios e criando entre eles múltiplas ligações científicas.”

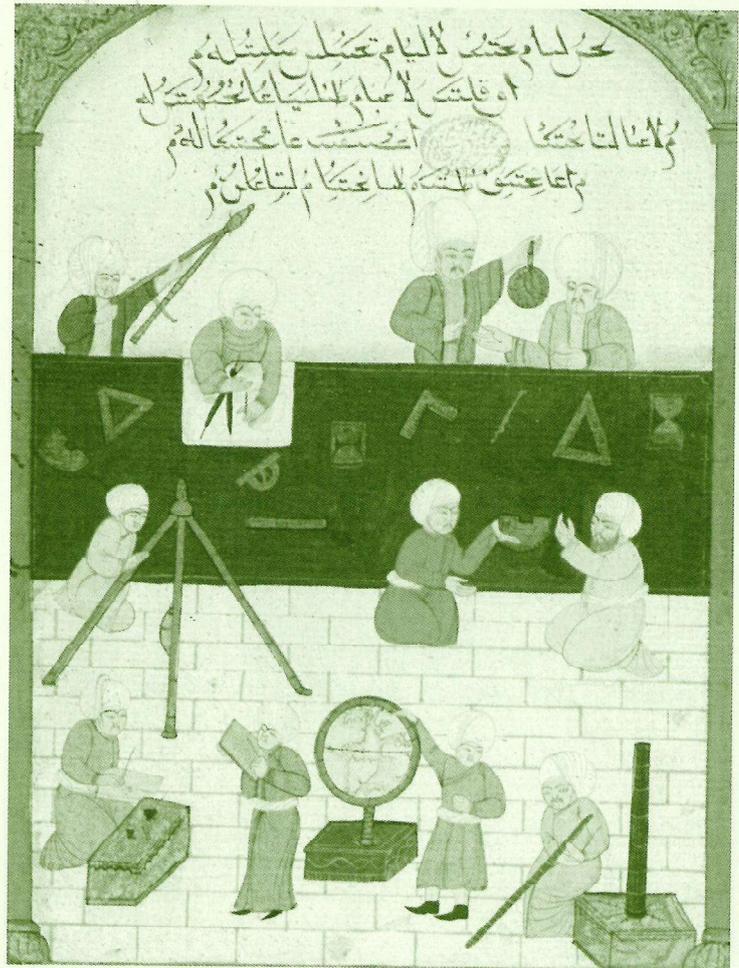
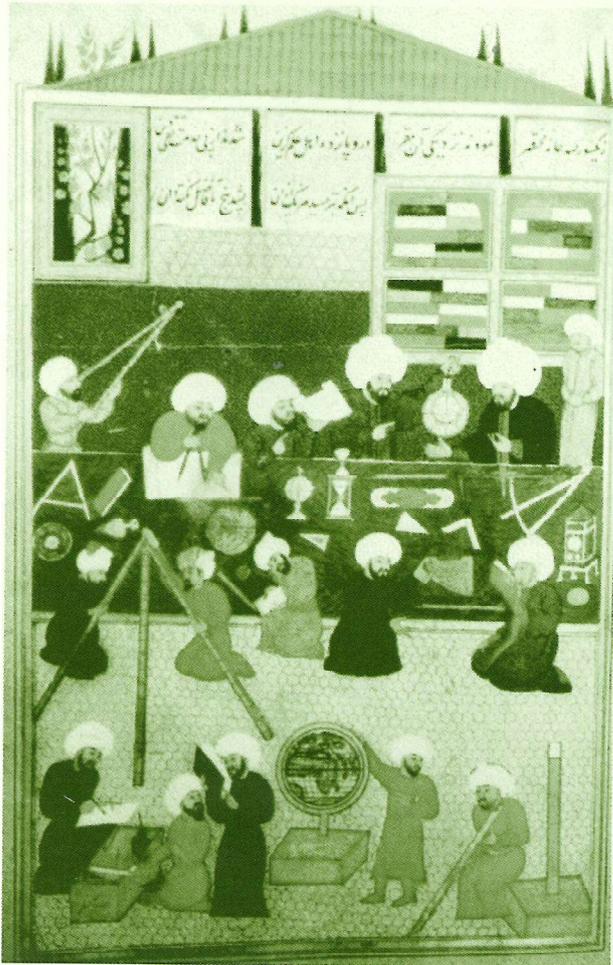
A astronomia e a sua ligação à organização das sociedades sempre foram muito importantes para os estudiosos do Islão. “Na sua procura da verdade, os cientistas Muçulmanos estavam basicamente interessados em adquirir conhecimento que pudesse suportar a prova do tempo. Esta procura deu-lhes o gosto pela investigação metódica.” (Adamgy, 1998). Ficaram famosos, entre outros, os observatórios astronómicos de Samarcanda, Bagdade, Córdoba, Toledo, Cairo e Ispahan. Para além do estudo da astronomia em geral, o aperfeiçoamento dos calendários era uma das tarefas prioritárias aí desenvolvidas.

O calendário islâmico segue os ciclos da Lua, não os do Sol e das estações, embora certos tipos de calendários solares tenham sido usados ao longo da história do Islão com propósitos agrícolas e administrativos. Como o mês lunar tem apenas 29,5 dias, o início de cada ano avança 11 dias em cada ano solar. Por exemplo, o ano 1427 H começou em 31 de Janeiro de 2006 e o ano seguinte, 1428 H co-

meçará em 20 de Janeiro de 2007. Na época pré-islâmica existiam calendários lunares que incluíam um mês extra *intercalar* com 11 dias, para compensar a diferença, mas esta prática foi abandonada pelo Profeta Muhammad. Nascido em Meca, haveria de emigrar para Yathrib, cidade a que foi dado o nome de Madînat al-Nabî, hoje Medina. O ano em que esse acontecimento se deu viria a ser considerado como o ano zero na contagem do Tempo na cultura islâmica, o ano da Hégira (622 d.C.). Tal decisão foi tomada por Omar I (o terceiro Califa dos Crentes, depois do Profeta Muhammad e do seu sucessor Abu Bakr).

Um modo de conversão entre o calendário islâmico e o gregoriano, que fornece resultados com uma boa aproximação, é o que consiste em subtrair 622 à data d.C. dividindo depois o valor obtido por 0,97 e determinando assim o ano da Hégira.

No calendário islâmico cada mês começa ao pôr-do-sol do dia em que é visível um novo crescente lunar, decisão que pode ser difícil já que a observação é afectada pelas condições meteorológicas ou pela localização. Os primeiros astrónomos muçulmanos seguiram um critério encontrado em fontes indianas: a nova lua seria vista se a diferença entre os ocasos da Lua e do Sol fosse de, pelo menos, 45 minutos. Mais tarde, à medida que se desenvolveram as teorias sobre



Ilustrações incluídas em História do Rei dos Reis de Mansur Shirazi [c. de 1000H/1590] representando o Observatório de Istambul

o movimento da Lua e foram melhorados os conhecimentos de geometria esférica, surgiram tabelas mais sofisticadas e condições de exactidão mais exigentes.

Comprende-se que seja de grande importância para todo o muçulmano saber o dia em que começam os meses, nomeadamente o Ramadão — 9º mês do calendário e mês sagrado em que o Alcorão foi revelado ao Profeta Muhammad — momento que assinala o início de um mês de oração e jejum. Muharram, Safar, Rabi al-Awwal, Rabi al-Akhir, Jumaada al-Awwal, Jumaada al-Akhir, Rajab, Sha'aban, Ramadan, Shawwal, Dhu al-Qi'dah e Dhu al-Hijjah são os 12 meses do ano de acordo com o calendário islâmico.

Outro problema de grande importância religiosa é o das horas das orações diárias que todo o crente muçulmano deve cumprir. Inicialmente, os métodos tradicionais para a sua determinação baseavam-se na astronomia popular e, por vezes, um simples gnómon ou relógio de sol era usado ao longo de todo o dia pelo muezzin (quem faz o apelo à oração, em geral a partir do minarete da Mesquita). Os estudiosos islâmicos combinaram estas tradições com conhecimentos de matemática e astronomia mais evoluídos tendo construído instrumentos e tabelas que permitiram cálculos mais exac-

tos. E, por volta do século XIII, havia em grande parte das mesquitas um astrónomo profissional (muwaqqit) que calculava o momento em que cada oração deveria ser feita.

O dia muçulmano começa com a oração do pôr-do-sol, Mahgrib. Isha é a oração de quando a noite começa, ou seja, o final do crepúsculo. No começo do dia, meia hora antes de o sol nascer, Fajr. As restantes duas orações que o Alcorão estabelece como obrigações de um crente muçulmano são determinadas pelo comprimento das sombras: Zuhr quando a sombra é a menor possível, portanto imediatamente após o meio-dia solar e Asr quando a sombra é o dobro do gnómon. Tendo em consideração a necessidade religiosa e social do cálculo desses momentos, a maioria dos astrolábios islâmicos tinha uma linha que indicava as horas das cinco orações. Curiosamente, quando a Europa não muçulmana começou a usar astrolábios e estes começaram a ser construídos por cristãos, nem sempre a linha das orações desapareceu visto que o nascer-do-sol e o pôr-do-sol eram momentos de oração para os cristãos.

A já referida permeabilidade entre os conhecimentos científicos desenvolvidos por judeus, cristãos e muçulmanos foi uma característica dos séculos IX-XII em todo o espaço

## Os relógios de água de Toledo

“Os relógios eram constituídos por dois recipientes, que se enchiam ou esvaziavam de água de acordo com o quarto crescente ou com o quarto minguante da lua. No momento em que a lua nova aparecia no horizonte, a água começava a correr para os recipientes através de canos subterrâneos, de modo que haveria, ao nascer do dia, um quarto da sétima parte e, ao pôr-do-sol, metade da sétima parte da água necessária para encher os recipientes. Na mesma proporção a água continuaria a correr até que tivessem passado sete dias e o mesmo número de noites do mês, momento em que os dois recipientes estariam meio cheios. O mesmo processo durante os sete dias e as sete noites seguintes encheria completamente os dois recipientes, no momento preciso em que a Lua estaria cheia. No entanto, na décima quinta noite do mês, quando a Lua começasse a minguar, os recipientes começariam também a perder cada dia e cada noite uma sétima parte da água, até que pelo vigésimo primeiro dia do mês estariam meio vazios e quando chegasse a vigésima nona noite nem uma gota de água restaria. É digno de nota que, se alguém fosse aos recipientes deitar água quando não estivessem cheios para acelerar o seu enchimento, os recipientes

absorveriam imediatamente a água adicional e não reteriam mais do que a quantidade justa; e, se pelo contrário, quando eles estivessem quase cheios houvesse alguém que tentasse retirar parte ou toda a água, no momento em que isso acontecesse os recipientes iriam extrair água suficiente rapidamente para preencher a falta.”

(O texto árabe foi escrito por al-Zuhri e traduzido para castelhano por Millas-Vallicrosa e para inglês por Ahmad Thompson; a presente tradução foi feita a partir da versão inglesa disponibilizada por *Foundation for Science, Technology and Civilisation*.)

Al-Zarqali construiu os relógios cerca de 1062 e estes estiveram em funcionamento até 1133 data em que Afonso VII autorizou Hamis Ibn Zabara a desmanchá-los para perceber como funcionavam; este não conseguiu voltar a montar a estrutura e assim se perdeu a técnica de al-Zarqali. Os relógios funcionavam como um calendário lunar muito preciso e, de certo modo, foram os antecessores de alguns peculiares instrumentos de astronomia tão em moda no séc. XVII.

do Islão e, nomeadamente, na Península Ibérica. Por exemplo, quando no final do séc. XII morreu Gerardo de Cremona (507-582H/1114-1187) os seus companheiros de ciência escreveram no elogio fúnebre que “por amor ao Almagesto [de Ptolomeu] que não se encontrava entre os latinos, veio para Toledo” (Jacquart, 1991, p.174). Esta informação, relativa a um dos expoentes máximos da designada “escola de tradutores de Toledo”, leva ao questionamento das razões que teriam levado o estudioso da Lombardia a viajar para Toledo e a traduzir a obra de árabe para latim em vez de o fazer directamente do grego. Ainda segundo Danielle Jacquart (1991), terão sido duas as razões: 1) dessa forma teria acesso aos comentários e às novas interpretações que, na tradução árabe, melhoraram o sistema de Ptolomeu e 2) Toledo tinha uma extraordinária reputação em matéria de astronomia.

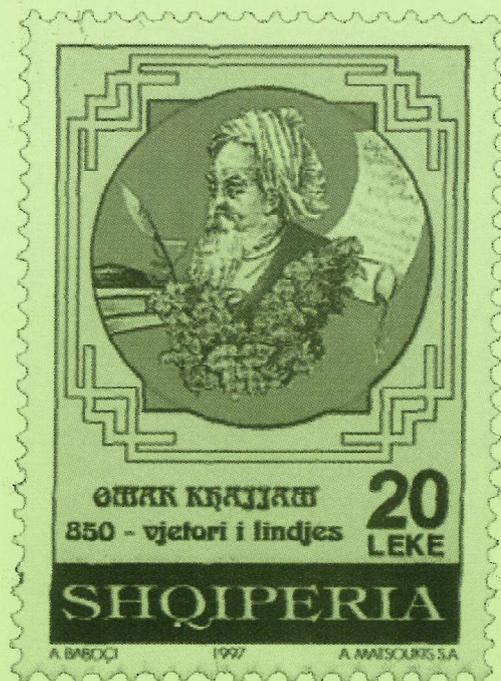
Nos séculos XI e XII, Toledo vivia “entre a barbárie ameaçadora dos cristãos do Norte, os vestígios da latinidade, o legado dos gregos e a filiação profética dos povos semíticos, judeu e árabe.” (Gros, 1991, p. 190). Sendo um dos *taifas* (pequenos reinos independentes) em que ficara dividida a Espanha muçulmana após as tensões internas do califado omíada, Toledo ficou debaixo da dominação de uma família berbere de que o soberano al Ma’Mun (428-467 H / 1037-1075) haveria de ser o representante mais ilustre.

Nessa Toledo nasceu Abu Ishaq Ibrahim ibn Yahya al-Zarqali (420-480H / 1028-1087), designado em latim por Azarquiel, o mais importante astrónomo do seu tempo e também uma referência na álgebra e na astrologia. Foi na cidade onde nasceu que efectuou grande parte das suas observações astronómicas — deixou-a apenas no final da vida,

quando a cidade foi subjugada pelos exércitos cristãos — e a ele se deveu, em larga medida, a supremacia de Toledo no campo da astronomia. Os seus trabalhos foram traduzidos para latim por Gerardo de Cremona (refira-se que o “período das traduções” chegou teoricamente ao fim nos finais do séc. XII embora, na prática, a tradução tivesse continuado, quase sem qualquer diminuição, até meados do séc. XVII).

Combinando conhecimento teórico com capacidade técnica, os principais contributos de al-Zarqali foram a construção de instrumentos de precisão para observação astronómica e a participação na elaboração das famosas Tábuas Toledanas. O seu mais conhecido instrumento foi um astrolábio plano, *Safiha Zarqalia*, considerado *universal* por permitir a utilização em qualquer latitude. No séc. XV, Regiomontanus haveria de publicar um manuscrito em que explicava as vantagens do *Safiha* relativamente a outros astrolábios. Azarquiel construiu também um relógio de água capaz de determinar as horas de dia e de noite e de indicar os dias dos meses lunares (ver caixa: *Os relógios de água de Toledo*).

Com base em dados que recolheu através das observações que efectuou entre aproximadamente 452H e 472H (1061 e 1080), escreveu um livro de tabelas astronómicas. Na época existiam muitos desses livros mas o seu almanaque (palavra actual que deriva do vocábulo árabe *al-manākh*, publicação geralmente anual que reunia informação sobre um assunto específico), para além de tabelas de latitude e longitude, de tabelas com a posição dos planetas em qualquer momento e de outras com informações que facilitavam a previsão de eclipses da lua e do sol, continha tabelas que permitiam saber em que dia começavam os meses nos calen-



dários Copta, Romano, Persa e Lunar. Os dados compilados pelo astrónomo hispano-árabe influenciaram os astrónomos que, duzentos anos mais tarde, haveriam de elaborar as Tábuas Afonsinas (Afonso, rei de Castela, ordenou nessa época a tradução para castelhano de todos os trabalhos de Azarquiel) e foram, também, um instrumento indispensável da astronomia ocidental até à época de Copérnico, o qual, em *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, cita e menciona a dívida científica para com o astrónomo de Toledo. Para que se possa perceber a relevância de al-Zarqali resta acrescentar que foi o primeiro a provar o movimento do afélio (apogeu do Sol) relativamente às estrelas, calculando o rácio desse movimento em 12.04 segundos por ano (o valor actual é de 11.80 segundos) e que corrigiu dados geográficos incorrectos, nomeadamente o comprimento (*medida angular*) do Mar Mediterrânico; al-Kharizmi alterou para 52° o valor de 62° dado por Ptolomeu e Azarquiel indicou um valor muito próximo de 42°, actualmente o valor considerado correcto.

Tal como Sevilha se tornara famosa pela poesia e Valência pelas suas escolas corânicas, Toledo assumiu papel de relevo naquelas que eram então designadas por *ciências dos antigos*: matemáticas, astronomia, astrologia, alquimia, medicina. Na cidade viveram os matemáticos al-Waqqadi e al-Tugibi, o astrónomo Mohammad Assafar e os géometras Ibn al-Attar e Ibn Hamis. Em 1085, Toledo era posto avançado militar da reconquista cristã, uma ilha de tolerância, um local de saber com um papel complexo e paradoxal (Jacquart, 1991). De alguma forma, a cidade propunha-se seguir o modelo de Bagdad, a extraordinária capital da Pérsia do século IX, com a sua *Casa da Sabedoria* (Gros, 1991).

E foi na Pérsia, em Nishapur (no actual Irão), que nasceu um jovem (tal como seu pai fazia tendas, khyam em árabe) que haveria de se tornar um filósofo, um poeta, um linguista, um historiador, um matemático e um astrónomo: Ghiyath al-Din Abu'l-Fath Umar ibn Ibrahim Al-Nisaburi al-Khayyami (440-518H / 1048-1124?).

Assim como o contexto em que viveu foi decisivo na vida de al-Zarqali, também os acontecimentos políticos do séc. XI tiveram um papel determinante na vida de Khayyam. Os turcos seljúcidas, que tinham invadido o sudoeste da Ásia, conquistaram todo o nordeste do Irão e o fundador da dinastia, Toghril Beg, proclamou-se sultão de Nishapur na década de quarenta do séc. XI e entrou em Bagdad em 446H (1055). Foi neste império militarmente instável, em que uma ortodoxia religiosa se procurava afirmar, que Omar Khayyam cresceu.

Curiosos acontecimentos não comprovados (Katz, 1998) terão levado o poeta e astrónomo a Isfahan. Conta-se que três jovens amigos, Nizma al-Mulk, Hassan ibn Sabbah e Omar Khayyam terão feito um acordo no sentido de que o primeiro que conseguisse atingir uma boa posição na vida ajudaria os outros dois. Alguns anos passaram e Malik-Shah, neto de Toghril Beg, fez de Isfahan a capital do seu império e de Nizma al-Mulk o seu grão-vizir. Este não esqueceu a sua promessa e ofereceu aos seus amigos de juventude posições importantes na corte. Hassan haveria de trair a confiança do amigo junto do Sultão, sendo banido da corte, mas Omar rejeitou todas as honrarias aceitando apenas um modesto salário que lhe permitiu entregar-se completamente ao estudo (Katz, 1998). Certo é que, posteriormente, o

poderoso Malik-Shah convidou-o a fundar e dirigir um observatório astronómico em Isfahan.

Omar Khayyam, acompanhado de um grupo de importantes astrónomos, passou 18 anos nesse observatório a reestruturar o calendário existente. Foi um período de paz que deu ao matemático a oportunidade para se dedicar inteiramente ao seu trabalho. Nessa época, determinou a duração de um ano em 365,24219858156 dias. O extraordinário grau de aproximação mostra uma enorme confiança no resultado apresentado, confiança plenamente justificada já que no séc. XIX o valor considerado era de 365,242196 dias e, actualmente, é de 365,242190 dias. O actual calendário gregoriano tem um erro de 1 dia em cada 3330 anos, enquanto que o construído por Khayyam e seus companheiros tinha um erro de 1 dia em 5000 anos (não há aqui acordo entre os historiadores, afirmando alguns que o erro seria ainda menor).

Seria o Rubaiyat, a maior obra poética de Omar Khayyam, que o tornaria conhecido na Europa, em meados do séc. XIX, quando Edward Fitzgerald fez a primeira tradução para inglês. O poema, com perto de 600 quadras, encontra-se traduzido em dezenas de línguas, algumas tão inesperadas como o Basco ou o Yiddish. Mas, muito mais importante do que a obra poética de Omar Khayyam foram os seus trabalhos matemáticos, como o estudo acerca das equações de terceiro grau, a análise do postulado euclidiano sobre paralelismo e, naturalmente, a construção de um novo calendário.

*Ah, mas os meus Cálculos, diz o Povo,  
Ajustaram o ano ao compasso humano, eh?  
Se assim é, foi calculando do Calendário  
o Ontem desaparecido e o Amanhã novo.*

Omar Khayyam, Rubaiyat (LIX)

### Notas

1. As datas foram apresentadas de acordo com o calendário gregoriano e com o calendário muçulmano, surgindo em primeiro lugar a data relativa à Hégira e, entre parêntesis, a data relativa ao início da usualmente designada Era Cristã.
2. Saliento a importância da consulta efectuada nas seguintes páginas de Internet:

Oxford Museum of the History of Science: [www.mhs.ox.ac.uk/students/97to98/exhibits/index.htm](http://www.mhs.ox.ac.uk/students/97to98/exhibits/index.htm)

Groupe de recherche *Science et Religion en Islam*: <http://www.science-islam.net>

Foundation for Science, Technology and Civilisation: <http://www.muslimheritage.com>

### Agradecimento

Ao Xheik David Munir, Imã da Mesquita de Lisboa, pela paciência e disponibilidade para ler este texto e me assegurar a correcção religiosa das afirmações aqui feitas. Qualquer erro histórico ou matemático será, naturalmente, da minha inteira responsabilidade.

### Referências:

- Adamgy, Y. (1998). *Fontes islâmicas da cultura ocidental*. Lisboa: Al Furqân.
- Bergé, M. (1978). *Les Arabes*. Paris: Editions Lidis.
- Djebbar, A. (2001). L'âge d'or de la science arabe. In *L'Humanité* (2001/06/08).
- Estrada, M. F. (2000). A Matemática na Civilização Islâmica. In Estrada, M. F. & al, *História da Matemática*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Fauvel, J. & Gray, J. (ed.) (1987). *The History of Mathematics — A Reader*. U.K.: The MacMillan Press Ltd, The Open University.
- Gros, G. M. (1991). A primeira história andaluza das ciências. In Araújo, C. (dir.), *Toledo, séculos XII-XIII, Muçulmanos, Cristãos e Judeus: o saber e a tolerância*. Lisboa: Terramar.
- Jacquart, D. (1991). A escola dos tradutores. In Araújo, C. (dir.), *Toledo, séculos XII-XIII, Muçulmanos, Cristãos e Judeus: o saber e a tolerância*. Lisboa: Terramar.
- Katz, V. J. (1998). *A History of Mathematics: an introduction*. U.S.A.: Addison-Wesley Educational Publishers.
- Santos Lopes, M. (2002). *Dicionário do Islão*. Lisboa: Editorial Notícias.
- Stierlin, H. (2002). *Islão de Bagdade a Córdoba — A Arquitectura primitiva do século VII ao século XIII*. Colónia: Taschen.

Isabel Cristina Dias

Esc. Sec. /3 José Cardoso Pires

Sto. António dos Cavaleiros