



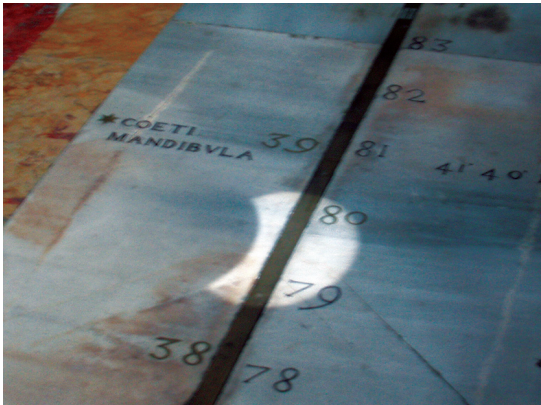
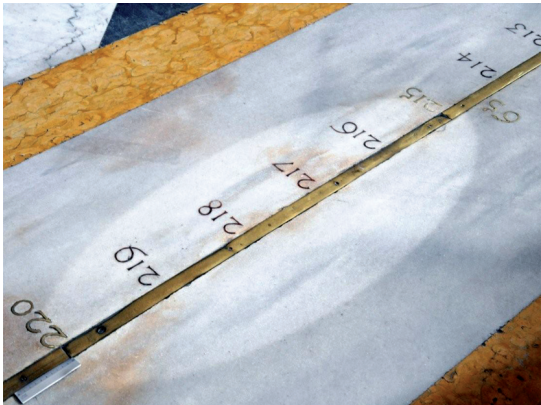
Agradecemos a colaboração do Dr.Luís Tirapicos do Centro Interuniversitário de História das Ciências e da Tecnologia de Lisboa e do Professor Costantino Sigismondi do International Center for Relativistic Astrophysig e Università di Roma "La Sapienza" e I.S.P.EF. Istituto di Studi Pedagogici e Filosofici, Roma.

HISTÓRIA

## O caminho das estrelas

Por Cesarina Sousa, imagens gentilmente cedidas por Constantino Sigismondi

**Na Basílica de Santa Maria degli Angeli, em Roma, uma longa faixa de mármore com uma linha recta de bronze ao centro atravessa o pavimento na direcção Sul-Norte.**



Junto dela, duas escalas de números deixam prever que não se trata de um mero elemento decorativo. Estrelas encastradas, elipses e imagens representativas das constelações do zodíaco completam o cenário. Esta intrigante linha, verdadeira obra de arte, é uma das mais belas meridianas construídas em igrejas do Sul da Europa entre o final do século XV e o final do XVIII. Instrumentos astronómicos que tinham como principal função determinar a duração do ano solar e a data da Páscoa, a partir da observação do percurso aparente do Sol.

### As meridianas

«A história associada às meridianas mostra que a Igreja também foi patrocinadora da Astronomia – sobretudo porque necessitava de um calendário eclesiástico funcional, onde a data da Páscoa se pudesse prever», explica Luís Tirapicos, do Centro Interuniversitário de História das Ciências e da Tecnologia, em Lisboa.

Em 325 d.C., o Concílio de Niceia definiu que a data da festa religiosa passaria a corresponder ao domingo que se segue à primeira Lua cheia depois do Equinócio da Primavera, no dia 21 de Março. Nesta altura, seguia-se o calendário juliano, no qual um ano correspondia a 365 dias e um quarto de dia. Este calendário tinha vindo a ser ajustado ao longo dos anos com dias intercalados, o que

fazia com que o desfasamento entre o ano solar e o calendário civil fosse cada vez maior. Como resultado, as estações ocorriam em datas diferentes das que estavam definidas. Esta situação tinha implicações religiosas graves, pelo que se tornou fundamental compatibilizar o calendário com o ano solar e com as estações.

A instauração do calendário gregoriano levou a Igreja a recorrer a astrónomos para projectarem instrumentos que garantissem cálculos exactos na definição do equinócio e, consequentemente, da Páscoa. Começaram a construir-se gigantescas meridianas nos pavimentos das igrejas, os lugares mais indicados pela sua obscuridade e dimensão. Uma dessas linhas foi popularizada pelo livro *O Código DaVinci* e pode ser apreciada na Igreja de Saint Sulpice, em Paris. Em Portugal, «curiosamente, tanto quanto sei», refere Luís Tirapicos, «as duas meridianas que se edificaram no Iluminismo não foram instaladas em igrejas, mas em observatórios astronómicos: no Observatório do Colégio Jesuíta de Santo Antão, em Lisboa, e no Observatório da Universidade, em Coimbra.»

As meridianas cumpriam a sua missão através de pequenas aberturas feitas nos tectos, em pontos estratégicos. Os raios de luz atravessavam o orifício e projectavam uma imagem estonopeica do Sol no pavimento. Este tipo de projecção é actualmente



utilizado hoje em dia para se observar um eclipse do Sol com segurança. Quando o Sol atingia a altura máxima no céu – ao meio-dia solar verdadeiro –, a projecção incidia directamente na linha, mas em pontos diferentes ao longo do ano, de acordo com a inclinação do eixo da Terra em relação à sua órbita em torno do astro-rei. Era assim possível calcular, através das meridianas, as datas dos equinócios da Primavera e do Outono, bem como as dos solstícios do Verão e do Inverno.

##### Santa Maria degli Angeli

Delegada pelo Papa Clemente XI e inaugurada a 6 de Outubro de 1702, a meridiana de Santa Maria degli Angeli, em Roma, foi construída por Francesco Bianchini (1662-1729). O astrónomo veronês terá ido buscar inspiração a um instrumento semelhante criado por Giandomenico Cassini em 1655 na Basílica de São Petrónio, em Bolonha, mas adaptou-lhe algumas soluções inovadoras. O sistema não incluía uma, mas duas meridianas com funções diferentes numa mesma linha, com 44,89 metros de comprimento: uma austral, para acompanhar o movimento do Sol e a posição das estrelas, e uma boreal, para assinalar a trajectória aparente da Estrela Polar e medir a latitude do lugar com exactidão.

##### Meridiana austral

Para a meridiana austral, foi construído um orifício a 20,34 metros de altura na parede Sul da Basílica, pelo qual um feixe de luz entrava todos os dias. É fácil perceber por que razão a meridiana se revelava também como o instrumento perfeito para garantir um acerto exacto da hora dos relógios: precisamente ao meio-dia de todos os dias, o centro do disco solar passava lentamente pela linha, atravessando-a da direita para a esquerda. Ainda hoje esta jornada diária pode ser apreciada no chão da Basílica.

##### A viagem

Ao meio-dia do Solstício de Verão, o Sol ocupa uma posição mais elevada na esfera celeste, e, por isso, a imagem estenopeica alcançava o ponto mais meridional da linha, ficando mais próxima do orifício do tecto e, portanto, mais luminosa. Depois, a dança continuava no sentido inverso, ao longo do ano, na direcção Norte, até o disco solar atingir o ponto mais setentrional, equivalente ao Solstício de Inverno. Como o Sol está mais baixo nesta altura, a imagem projectava-se mais afastada do orifício, logo mais alongada e ténue. As datas-limite calculadas para a ocorrência da Páscoa (entre 22 de Março e 25 de Abril) foram gravadas, em latim, com grandes letras de bronze: «*terminus paschae* (limite da Páscoa)».

Mas como era medida a localização do Sol? Através de cálculos trigonométricos com recurso às duas escalas que se encontram de ambos os lados da meridiana. O astrofísico Costantino Sigismondi apresenta o seguinte exemplo de leitura num dia de

eclipse: «No dia 29 de Março de 2006, o Sol passou no número 78, correspondente a 38 graus da vertical.»

Ao longo da meridiana encontra-se ainda a representação das constelações do zodíaco, pelas quais o Sol passava durante todo o ano. Na extremidade Sul, vê-se a constelação de Caranguejo – à qual o disco se sobrepunha no Solstício do Verão – e, na extremidade Norte, vê-se a constelação de Capricórnio – à qual o disco se sobrepunha no Solstício do Inverno. O Sol começava o seu percurso pela constelação de Carneiro (Equinócio da Primavera), seguindo por todas as restantes constelações até iniciar um novo percurso.

Com tantas funções, custa a crer que este instrumento tenha também sido projectado para observar as estrelas de dia e para cronometrar a sua passagem (na meridiana). Para tal, o astrónomo abria a janela que se encontrava por cima do orifício. Um telescópio alinhado com o orifício determinava o instante do trânsito da estrela correspondente à altura da estrela no seu trânsito meridiano. É assim possível descobrir hoje em dia no pavimento o nome de algumas estrelas, na localização que tinham em 1702, como Sirius, a estrela mais brilhante observável.

##### Meridiana boreal

Dirigida para Norte, a meridiana boreal foi concebida para projectar a trajectória da Estrela Polar. O astrónomo conseguiu calcular este movimento observando o trânsito superior e inferior da estrela polar, com a ajuda de um telescópio.

No pavimento da Basílica, perto do início da meridiana austral, foram desenhadas 17 elipses correspondentes ao movimento aparente da estrela polar ao longo de 17 anos jubilares – de 1700 a 2500, tendo sempre em conta a alteração de posição originada pela refacção atmosférica. A estrela de bronze incrustada quase no centro das elipses representa o Pólo Norte Celeste, como o prova a inscrição em latim: «*Elevatur polus mundi boreus supra horizontem 41° 54’ 30”*» (O Pólo Norte do mundo eleva-se sobre o horizonte a 41º 54’ 30).

Quem se aventure pela Basílica de Santa Maria degli Angeli pode não acreditar que a longa linha que atravessa o pavimento se trata de um instrumento astronómico de grandes dimensões. Aqui apenas deixamos uma ideia de alguns dos mistérios que nela se escondem. «As meridianas são parte da história do desenvolvimento dos instrumentos de observação que permitiram, e permitem, estudar o universo com crescente detalhe e rigor. Claro que os modernos meios de observação fazem uso de tecnologias com que os astrónomos e filósofos dos séculos XVII e XVIII nem sequer podiam sonhar», refere Luís Tirapicos. No entanto, não deixa de ser curioso o facto de estas meridianas terem permitido fazer observações astronómicas fundamentais e comprovarem linhas de pensamento como a teoria da órbita elíptica de Kepler – que defendia que as variações da distância entre a Terra e o Sol se deviam à órbita elíptica dos planetas.



##### Equinócios e solstícios

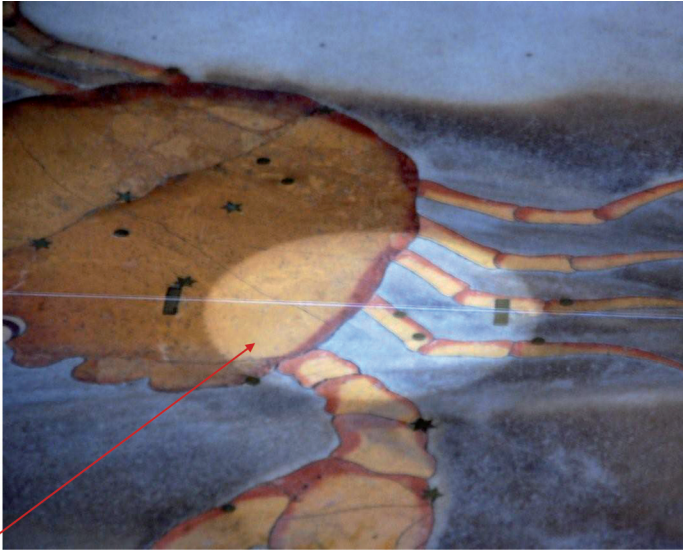
Em astronomia, os equinócios são os momentos do ano em que o Sol atravessa o plano do Equador terrestre e os solstícios os momentos em que o Sol atinge a sua declinação máxima a Norte e a Sul. Isto acontece porque a Terra orbita em torno do Sol com uma inclinação de cerca de 23 graus relativamente ao seu eixo, fazendo com que, ao longo do ano, os raios solares não incidam em todas as zonas do Planeta com a mesma intensidade e sob o mesmo ângulo.

A palavra equinócio deriva do latim: *aequus* (igual) e *nox* (noite), e significa igualdade dos dias e das noites. Em termos simples, os equinócios correspondem ao momento em que o dia e a noite têm exactamente a mesma duração. A palavra solstício deriva também do latim *solstitium*, de *sol* (sol) e *sisto* (parar). Os solstícios correspondem ao dia maior e ao dia menor do ano.

Tanto os equinócios como os solstícios ocorrem duas vezes por ano e assinalam a mudança de estação. No hemisfério norte, a Primavera tem início em Março e o Outono em Setembro. No hemisfério sul, a Primavera inicia-se em Setembro e o Outono em Março. Os solstícios ocorrem nos meses de Junho e Dezembro. Assim, no hemisfério sul, o Verão tem início em Dezembro e o Inverno em Junho, ao contrário do que sucede no hemisfério norte.

##### Johannes Kepler (1571-1630)

Johannes Kepler foi um astrónomo alemão responsável pela definição de três leis fundamentais sobre o movimento dos planetas. A partir das observações do seu mestre Tycho Brahe



Na extremidade Sul, vê-se a constelação de Caranguejo – à qual o disco se sobrepunha no Solstício do Verão. O Sol começava o seu percurso pela constelação de Carneiro (Equinócio da Primavera), seguindo por todas as restantes constelações até iniciar um novo percurso. Era assim possível determinar a data da Páscoa.

(1546-1601), o astrónomo concluiu que os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol e que, quando estão mais próximos do Sol, viajam mais rapidamente do que quando estão mais afastados. Foi em 1609 no seu livro *Astronomia Nova* e em 1619 no seu livro *Harmonices Mundi* que Kepler apresentou as leis que hoje têm o seu nome:

- Os planetas descrevem órbitas elípticas, com o Sol num dos focos e não no centro; (Lei das órbitas)
- O raio vector que une um planeta ao Sol percorre áreas iguais em tempos iguais (Lei das áreas);
- Os quadrados dos períodos de revolução (T) são proporcionais aos cubos das distâncias médias (a) do Sol aos planetas. T^2=ka^3, em que k é uma constante de proporcionalidade. (Lei dos Períodos)

Para saber mais:

Costantino Sigismondi (2009): *Lo Gonomone Clementino*

www.santamariadegliangeliroma.it