

A Aventura do Pêndulo de Foucault

Carlos Fiolhais

Professor no Departamento de Física da Universidade de Coimbra

João Augusto Fonseca

Professor do Ensino Secundário

Desde tempos imemoriais que o homem olha as estrelas com um entusiasmo indifereçável. Actualmente sabe-se que a matéria de que somos feitos, isto, é os átomos que nos constituem, proveio, na sua maioria, do interior das estrelas. Já alguém disse que o nosso encanto pelas estrelas é uma espécie de reconhecimento e homenagem às nossas origens.

Ao observar o céu nas noites límpidas vêem-se configurações que se movem ordenadamente. Todas as estrelas se movem no sentido retrógrado, descrevendo uma órbita circular em cada dia. Foi este facto que despertou a atenção dos homens, mostrando-lhes que existem regularidades na Natureza e que se podem construir teorias para as descrever.

A quinta essência dos gregos

Os gregos da Antiguidade criaram um modelo para descrever e explicar o movimento das estrelas e dos outros astros. Imaginaram que a Terra estava fixa no centro do Universo, envolvida por uma esfera negra, a que chamaram «esfera celeste». As estrelas estavam incrustadas nesta esfera, todas equidistantes da superfície da Terra, e giravam continuamente em torno dum eixo que passa pelo centro da Terra, dando uma volta completa em cada dia, no sentido

retrógrado. Daqui resulta que todas as estrelas têm de se mover com movimento circular e uniforme, no sentido dos ponteiros do relógio, exibindo sempre as mesmas configurações. Mas para descrever o movimento do Sol, da Lua e dos outros planetas visíveis a olho nu, tiveram que imaginar muitas outras esferas a rodar, dezenas de esferas, resultando um modelo assaz complicado e que não se ajustava completamente à realidade.

Esse modelo só conseguia reproduzir de uma maneira grosseira o movimento dos astros. Para explicar o movimento nos céus admitiram que a matéria celeste, a que chamaram «quinta essência», era diferente da que existia na Terra e que apenas se podia mover eternamente em volta desta.

Embora este modelo tenha sido aceite durante muitos séculos, actualmente está abandonado, em virtude das contradições que encerra. O homem aprendeu a medir a distância que nos separa das estrelas, por paralaxe trigonométrica e por métodos fotométricos. Quando verificou que a referida distância, para estrelas diferentes, pode diferir de milhares de anos-luz, deixou de aceitar a hipótese segundo a qual as estrelas estão todas equidistantes da Terra. Com o aperfeiçoamento dos telescópios, acabou por se descobrir que as estrelas mais próximas de nós fazem parte dum sistema estelar gigantesco com forma espiral, a que foi dado o nome de Galáxia ou Via Láctea. As viagens tripuladas à Lua, as sondas enviadas aos outros planetas, assim como observações telescópicas, possibilitaram a conclusão de que os materiais que constituem os planetas, os cometas, os asteróides, assim como a poeira e o gás interestelar, são feitos de substâncias que nos são familiares aqui na Terra. Abandonou-se, portanto, a dinâmica baseada na hipótese da «quinta essência». É assim que a ciência progride: as ideias são submetidas à prova e emenda-se tudo aquilo que não está de acordo com as observações.

Os modelos heliocêntricos

O cepticismo em relação ao modelo das esferas celestes não é recente. Já no séc. III a.C. Aristarco de Samos (310-230 a.C.) propôs um outro modelo, um modelo heliocêntrico, que, na sua opinião, era mais adequado para descrever o movimento dos astros. Aristarco observou o tamanho da sombra da Terra sobre a Lua, durante um eclipse lunar. Com base nas dimensões dessa sombra, realizou um cálculo que

Experimentando...

Existe no «Museu Nacional da Ciência e da Técnica» em Coimbra um Pêndulo de Foucault que serve para efectuar pequenas demonstrações aos visitantes.

No entanto, um dos autores resolveu construir um Pêndulo de Foucault, no âmbito do trabalho de estágio na Escola Secundária de D. Duarte, em Coimbra no ano lectivo de 1986/1987. Planeou e montou um Pêndulo de Foucault no vão das escadas do Departamento de Física (4 andares), que tem cerca de 20 m de altura. O principal problema prático que teve de ser resolvido foi o da suspensão do fio do pêndulo que devia ser tal que facilitasse o mais possível a rotação «natural» do Pêndulo. Verificou-se qualitativamente o efeito do Pêndulo de Foucault (i.e. o Pêndulo girou com o sentido de rotação correcto), mas o resultado quantitativo não foi o mais desejável (a velocidade de rotação estava errada de 20% em relação ao valor correcto, calculado para a latitude de Coimbra). O rápido amortecimento das oscilações (cerca de 10 minutos) impediu observações demoradas e precisas.

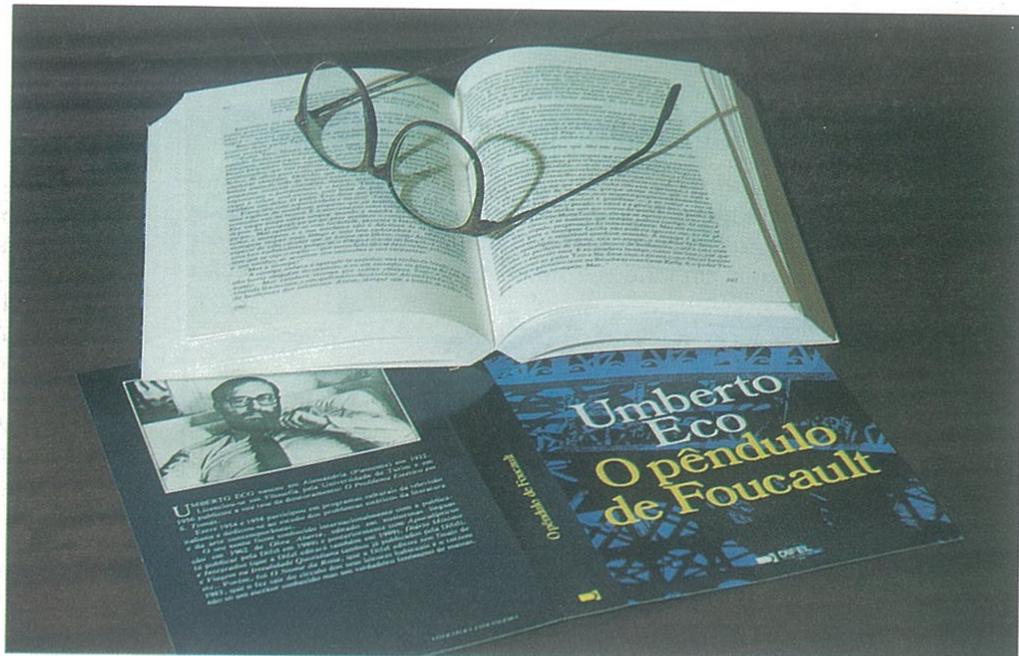
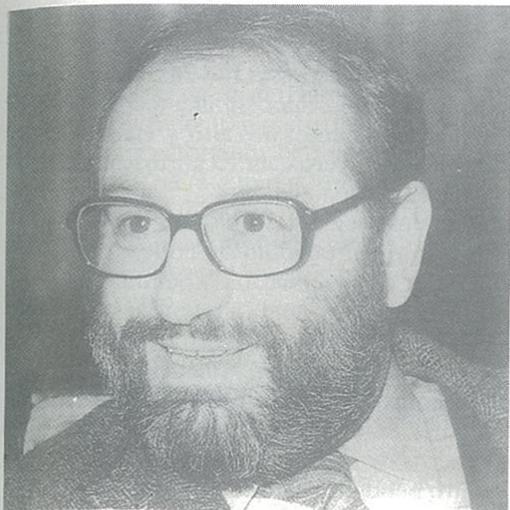
No entanto, o protótipo serviu para o autor compreender, por «experiência própria», como a montagem de uma experiência conceptualmente simples pode apresentar consideráveis dificuldades práticas...

«O Pêndulo de Foucault»

Umberto Eco

Tradução de José Colaço Barreiros

Difel; 1989; 555 pág.



o levou a pensar que o Sol é muito maior do que a Terra e que está muito mais afastado desta do que a Lua. Considerou também que o Sol é uma estrela, que brilhava mais e parecia maior que as outras apenas por se encontrar mais próxima de nós. Assim, achava absurdo que as estrelas, com dimensões tão grandes comparadas com as da Terra e tão afastadas desta, girassem em seu redor, dando uma volta completa em cada dia. Para ultrapassar estas dificuldades, Aristarco pensou que seria mais conveniente imaginar o Sol fixo no centro do Universo, com a Terra e os outros planetas a girar em seu redor. Para explicar o movimento diário dos céus propôs a hipótese segundo a qual a Terra possui um movimento de rotação, em torno de um eixo de simetria, no sentido directo. Segundo esta hipótese, o movimento dos céus no sentido retrógrado é aparente, sendo devido ao movimento de rotação da Terra em torno do seu próprio eixo, em sentido contrário. Os contemporâneos de Aristarco e os que viveram nos séculos seguintes não aceitaram a sua hipótese. É mais fácil admitir que são as estrelas que se movem, porque as vemos mover, do que a Terra, de cujo movimento de rotação em torno do seu eixo não nos podemos aperceber directamente. Algum misticismo e más interpretações das observações também contribuíram para refutar o modelo de Aristarco, que, apesar de tudo, permitia explicar a variação anual da inclinação das trajectórias dos astros, o movimento retrógrado dos planetas e o aumento da intensidade do seu brilho durante o movimento retrógrado.

Em finais do séc. XV, um monje polaco, Nicolau Copérnico (1473-1543) propôs um novo modelo também heliocêntrico, de algum modo semelhante ao de Aristarco, mas contendo novas demonstrações e recorrendo a novas observações. Copérnico, no seu livro «As Revoluções dos Orbes Celestes», escreve o seguinte: «E porque não havemos de admitir que a rotação diária é aparente no Céu, mas real na Terra? E é assim que as coisas se passam na realidade, como disse o Eneias de Virgílio: 'Nós saímos do porto e a Terra e as cidades recuam' (Eneida, III, 72)». Mais tarde Galileu, Kepler e Newton adoptaram este ponto de vista, tendo este último conseguido uma explicação unificada do movimento, isto é, uma explicação do movimento nos Céus e na Terra à luz do conceito de força gravitacional, uma força universal a que estão sujeitos todos os corpos com massa.

Poder-se-ia em princípio dizer que as afirmações «A Terra

roda em torno do seu eixo uma vez por dia» e «Todos os astros rodam em torno da Terra um vez por dia» são ambas verdadeiras. Dizer que a Terra roda e que o Sol e as outras estrelas estão fixas, ou o contrário, é admitir a existência de movimento absoluto, o que é um erro. A escolha dum referencial para descrever um movimento é arbitrária: qualquer referencial pode ser escolhido. Contudo, convém escolher aquele que torna a descrição o mais simples possível.

Assim para estudar o movimento dos astros e também outros movimentos, temos toda a conveniência em optar por um referencial ligado ao Sol e às outras estrelas. Neste referencial, a Terra roda em torno do seu eixo uma vez por dia, enquanto o Sol e as estrelas permanecem fixos.

Esta opção permite-nos explicar o movimento com base na interacção gravitacional; permite interpretar certos fenómenos como o achatamento da Terra nos pólos e a variação da aceleração da gravidade com a latitude, e evita situações conflituosas, como as que acontecem quando escolhemos a Terra como referencial. Vejamos dois exemplos concretos. Conhecemos a massa das estrelas e sabemos que é muito maior que a da Terra. Consequentemente, a Terra não tem «meios» para obrigar as estrelas a girar à sua volta. Num referencial ligado à Terra só podemos explicar o movimento das estrelas em termos do antigo conceito de «quinta essência». Por outro lado, sabemos que as estrelas mais próximas da Terra são as do sistema estelar triplo chamado Alpha Centauri, a cerca de 4,3 anos-luz de distância. Todas as outras estrelas estão mais afastadas da Terra do que estas, muitas a milhares de anos-luz. Num referencial ligado à Terra, todas as estrelas descrevem uma órbita circular em torno desta em cada dia, o que entra em contradição com o resultado fundamental da teoria da relatividade, que afirma que a velocidade da luz não pode ser ultrapassada. Aplicando a conhecida equação do movimento circular e uniforme ($v = wr$) ao movimento das estrelas, considerando a distância r que as separa da Terra e a sua velocidade angular w correspondente a um ângulo de uma volta inteira por dia, chegamos à conclusão absurda de que a velocidade das estrelas é milhares, ou mesmo milhões, de vezes superior à velocidade da luz. Em suma: é mais vantajoso, num grande número de casos, admitir que o Sol e as estrelas estão fixos e que a Terra roda, do que o contrário.

Nicolau Copérnico, um monje polaco, resolveu propor um novo modelo de revolução dos orbes celestes, de certo modo semelhante ao de Aristarco. A heresia dizia que a rotação diária é aparente no Céu, mas real na Terra. Mais tarde Galileu, Kepler e Newton adoptaram este ponto de vista.

O aparelho construído por Foucault

Em meados do século passado foi construído um aparelho, tão simples quanto notável, com a ajuda do qual pode ser realizada uma experiência cujos resultados só podem ser explicados em termos do movimento de rotação da Terra

O que eles disseram do Pêndulo

. Sagan e a Fé à Prova.



Carl Sagan, no seu romance de ficção científica «Contacto», faz uma referência curiosa ao Pêndulo de Foucault. O contexto em que se situa a referida referência é o seguinte: a directora dum grande observatório astronómico, projectado para procurar inteligência extraterrestre, trava uma calorosa discussão com um clérigo fanático, após ter sido detectado um sinal vindo da estrela Vega. O tema da discussão é «Ciência e Religião».

A directora do observatório considera a religião algo muito perigoso e o padre pensa o mesmo da ciência. A esta altura, a directora usa o Pêndulo de Foucault para argumentar contra o padre:

«Bem, creio que não escutou com muita atenção o que eu disse esta manhã. Ofende-me a ideia de que estamos a travar uma espécie de campeonato de fé e você é o vencedor fácil. Tanto quanto eu saiba, nunca pôs a sua fé à prova. Está disposto a pôr a sua vida em jogo pela sua fé? Eu estou disposta a fazê-lo pela minha. Olhe, espregite por aquela janela. Está ali um grande Pêndulo de Foucault. O Pêndulo propriamente dito deve pesar mais de duzentos e vinte quilogramas. A minha fé diz que a amplitude de um Pêndulo livre — até que distância se afastará da posição vertical — nunca pode aumentar. Só pode diminuir. Estou disposta a ir lá fora, colocar o Pêndulo defronte do meu nariz, largá-lo, deixá-lo afastar-se e voltar de novo na minha direcção. Se as minhas convicções estão erradas, levarei com um Pêndulo de mais de duzentos e vinte quilogramas em cheio na cara. Então, quer pôr a minha fé à prova?»
(in «Contacto», Edição Gradiva).

. Reeves na Sala do Panteão.



Hubert Reeves em «Um pouco mais de azul» ficou extasiado na Grande Sala do Panteão. O enigma do Universo orienta aquela esfera suspensa por um fio.

«Trata-se dum Pêndulo vulgar, salvo no que se refere à sua corda, que é muito longa, e ao objecto suspenso, que é muito pesado. Uma vez posto em movimento, continua a oscilar durante muitas horas. No solo, dispôs-se à volta do eixo do Pêndulo um montículo de saibro em forma de anel. Uma ponta metálica, fixada na base do

Pêndulo, vem cavar um sulco no anel de saibro, nas duas extremidades do seu curso.

Chamo a vossa atenção para o comportamento surpreendente do pêndulo. No decorrer das horas, o plano em que ele se desloca — o plano de oscilação — gira à volta do eixo vertical! Lançado, por exemplo, no plano este-oeste, o Pêndulo orienta-se progressivamente para o plano norte-sul, continuando em seguida até regressar ao plano inicial. O montículo de saibro, varrido pela ponta acerada, testemunhará esse movimento. Porquê este movimento do Pêndulo? Qual é a força que o leva a mudar o plano de oscilação? É-se tentado a responder que é a Terra que gira, e não o plano de oscilação. O plano fica fixo; parece girar em virtude do movimento da Terra. Mas isto não resolve o problema. Não há movimento absoluto. Gira-se relativamente a qualquer coisa que, por definição, não gira. Neste caso, a Terra ou o plano de oscilação, qual é que gira? E em relação a quê?

(in «Um pouco mais...», Gradiva).

em torno do seu eixo. É este aparelho que vamos descrever e discutir. Chama-se pêndulo de Foucault, sendo conhecido desde há mais de cento e trinta anos. Mesmo que a Terra estivesse sempre coberta de espessas nuvens, como acontece no vizinho planeta Vénus, impossibilitando aos terrestres a observação dos movimentos dos astros, este aparelho bastaria para mostrar que é verdadeira a afirmação de que a Terra roda em torno do seu eixo.

Vamos abordar as duas seguintes questões:

- 1) O que é exactamente um pêndulo de Foucault?
- 2) Como é que, a partir da observação do pêndulo de Foucault, podemos concluir que é válida a hipótese segundo a qual a Terra roda em torno do seu eixo?

A resposta à primeira questão é breve. Um pêndulo de Foucault é um sistema constituído por uma esfera com massa de vários quilogramas, suspensa por um fio metálico que pode ter várias dezenas de metros de comprimento, e que, como qualquer outro pêndulo, pode oscilar em torno duma posição de equilíbrio (fig. 1). Este pêndulo tem o nome do físico francês Jean Baptiste Leon Foucault (1819-1868), porque foi ele quem idealizou e montou um destes pêndulos, pela primeira vez, em 1851. A experiência foi realizada na enorme abóbada do Panthéon, em Paris. O pêndulo original de Foucault era constituído por um fio de 67m de comprimento no qual estava suspensa uma esfera oca de cobre, cheia de chumbo, cuja massa era de 28Kg. Quando realizou a experiência, Foucault distribuiu um texto anunciando os resultados, com o título «*Démonstration physique du mouvement de rotation de la Terre au moyen du pendule*». Em 1855, a «Royal Society» de Londres homenageou Foucault com a Medalha Copley pelo mérito do seu trabalho. As razões pelas quais o comprimento e a massa deste pêndulo têm de ser muito maiores do que as dos pêndulos vulgares serão discutidas mais adiante.

Pretendemos agora responder à segunda questão. Vamos começar por dar uma ideia intuitiva de como se pode concluir a validade da hipótese de rotação da Terra, através da observação do pêndulo de Foucault. Usamos para isso uma linguagem qualitativa e omitimos as relações matemáticas necessárias para uma descrição rigorosa do movimento dos objectos. Na parte final, vamos fazer referência à abordagem matemática desta questão e às conclusões que daí podem ser obtidas.

As demonstrações num carrocel

Vejamos, em primeiro lugar, algumas características interessantes do movimento duma pessoa em cima dum carrocel que roda em torno do seu eixo. Se uma pessoa caminhar em cima do carrocel, ao longo do raio deste, da borda para o eixo, sente que uma força misteriosa a empurra para o lado, perpendicularmente à trajectória (Fig. 2.)

Se o sujeito se desloca ainda ao longo de um raio, mas em sentido contrário, isto é, do centro para a borda, sente a actuação duma força igual em intensidade mas com sentido oposto: a pessoa é empurrada para o lado indicado pela seta, no interior do círculo (Fig. 3). Podemos concluir empiricamente que quanto maior for a velocidade com que o sujeito se desloca dentro do carrocel e quanto maior for a velocidade com que o carrocel roda, maior é a intensidade da força que actua no sujeito. Também se observa experimentalmente que, se o carrocel rodar em sentido contrário, a força sobre o sujeito tem sentido inverso, relativamente às situações representadas nas figuras 2 e 3.

Vejamos outros exemplos que ilustram situações semelhantes. Se pusermos um berlinde a oscilar, dentro duma superfície esférica (por exemplo, uma bola de plástico cortada ao meio), a projecção da sua trajectória num plano horizontal é um segmento de recta (Fig. 4 (a) e (b)). Todavia, se o sistema for colocado num prato dum gira-discos a rodar, a projecção da trajectória do berlinde já não coincide com um segmento de recta e tem a forma representada na figura 4 (b). Tal como o sujeito no carrocel, o berlinde é empurrado para um lado, quando se desloca num determinado sentido, e é empurrado para o lado contrário, quando se desloca em sentido inverso.

O sistema representado na figura 5 é um pêndulo pequeno cujo suporte está ligado a um prato giratório. Rodando o prato em torno da vertical, o plano de oscilação do pêndulo não roda. Contudo, se o observador tivesse rodado conjuntamente com o prato, diria que o plano de oscilação do pêndulo é que tinha rodado, sob a acção duma força semelhante à dos exemplos anteriores.

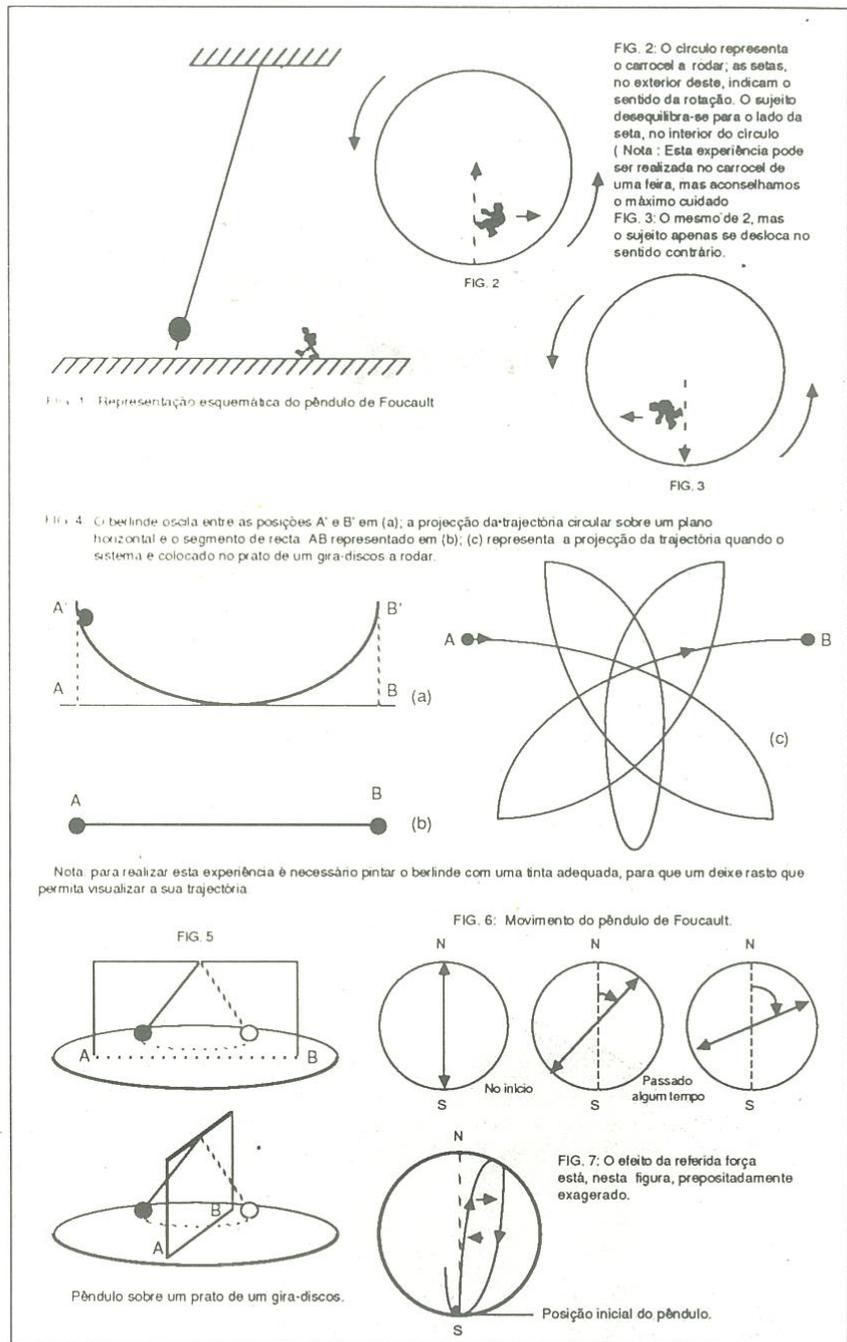
Vamos agora considerar o pêndulo de Foucault. O movimento deste pêndulo tem a seguinte característica especial: o seu plano de oscilação roda directamente no sentido horário (no hemisfério norte). Se for posto inicialmente a oscilar na direcção norte-sul, por exemplo, o seu plano de oscilação vai rodar no sentido dos ponteiros do relógio (Fig. 6).

A rotação do plano de oscilação do pêndulo pode ser atribuída a uma força que, actuando no pêndulo perpendicularmente à sua trajectória, o empurra para a direita quando este se desloca de sul para norte, e o empurra para a esquerda quando este se desloca de norte para sul (Fig. 7). Se analisarmos, com atenção, esta força, que modifica a trajectória do pêndulo, verificamos que ela é semelhante à dos exemplos anteriores: é perpendicular à trajectória e inverte o seu sentido quando o corpo onde actua se passa a mover em sentido oposto. Se admitirmos que o pêndulo oscila em cima dum sistema em rotação, isto é, se admitirmos que a Terra roda em torno do seu eixo, encontramos uma explicação para o movimento do pêndulo de Foucault por analogia com os exemplos que foram apresentados: o plano de oscilação do pêndulo de Foucault roda num determinado sentido porque está a oscilar em cima dum sistema a rodar em sentido contrário, a Terra; nestas condições, sofre a acção duma força peculiar, perpendicular à trajectória, que inverte o sentido quando o sentido do deslocamento é invertido, e que provoca a rotação do plano de oscilação.

Duas perguntas inocentes

Esta explicação intuitiva para o movimento do pêndulo de Foucault levanta, pelo menos, duas questões importantes: — De que tipo é a força de que falamos para explicar o movimento do pêndulo? — Porque é que nós, quando andamos na rua, não sentimos o efeito dessa força?

Para explicar o movimento usamos o conceito de interacção ou força, tendo sido necessário introduzir quatro tipos diferentes de força para descrever o comportamento da natureza. Esses quatro tipos de força receberam os seguintes nomes: força nuclear forte, força nuclear fraca, força electromagnética e força gravitacional. A força que encurva a trajectória do pêndulo de Foucault, devido às suas características, não se enquadra em nenhum destes tipos de força. Será que devemos propor um novo tipo de força para explicar o movimento do pêndulo de Foucault? Não, porque



este fenómeno não pode ser compreendido em termos do conceito de interacção. Uma interacção é uma acção recíproca entre dois ou mais corpos e não conseguimos atribuir o encurvamento da trajectória do pêndulo à acção de um ou vários corpos sobre este. Dizemos, portanto, que a «força» de que falamos para explicar o movimento do pêndulo é uma força fictícia, ou de inércia. Trata-se de uma simples artimanha cujo uso se deve à impossibilidade de explicar de outra forma o movimento dos corpos em certos referenciais. Estes referenciais, nos quais temos que usar o «truque das forças fictícias» para explicar o movimento dos corpos, chamam-se referenciais não inerciais. Pelo contrário, os referenciais onde isto não é necessário, isto é, onde é possível explicar o movimento dos corpos com base no conceito de interacção, denominam-se referenciais inerciais. O pêndulo de Foucault mostra que a Terra não é um referencial inercial. Pelo contrário, usando o Sol como referencial, não necessitamos de recorrer a quaisquer forças fictícias. Para um observador no Sol é a Terra que roda, em vez do plano de oscilação do pêndulo. De facto, o Sol é um referencial inercial para o estudo dum número maior de fenómenos do que a Terra.

Falar da força que encurva a trajectória do pêndulo de Foucault é uma artimanha simples cujo uso se deve à impossibilidade de explicar de outra forma o movimento dos corpos em certos referenciais, os referenciais não inerciais.

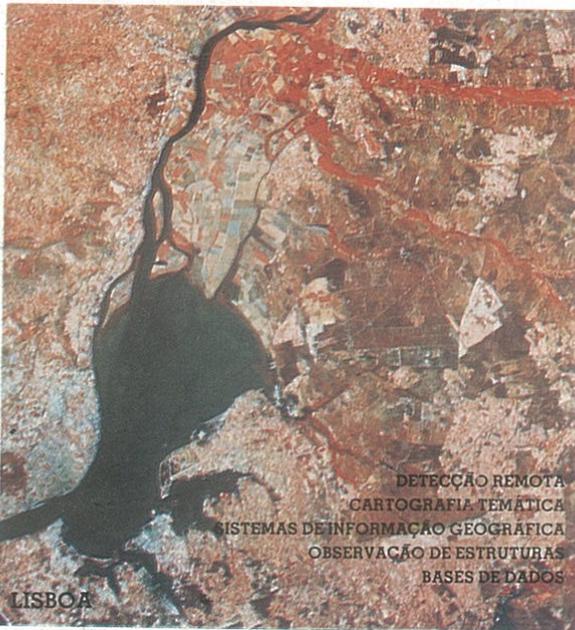
Há quase século e meio, no Panteão de Paris, o pêndulo de Foucault rodou de acordo com uma fórmula mágica, testemunhando, sem margem para dúvidas, a rotação da Terra.

Vamos agora responder à segunda questão. Quando estamos dentro do carrocel em funcionamento sentimos bem o efeito da força que nos empurra, que, como vimos, é semelhante à que actua no pêndulo. Dissemos atrás que quanto maior é a velocidade com que o carrocel roda, maior é a intensidade da referida força. Um carrocel vulgar dá uma volta completa em aproximadamente 10 segundos(s). Contudo, a Terra necessita de 24 horas, ou seja, 86 400s, para completar uma volta. Assim, a intensidade da força que empurra o pêndulo é milhares de vezes inferior à intensidade da força que actua no sujeito dentro do carrocel. Por esta razão, os seus efeitos escapam aos nossos sentidos quando andamos na rua. Para evitar confusões, convém referir que as forças fictícias, para observadores não inerciais, têm efeitos semelhantes às interações reais; por exemplo, quando viajamos de pé num autocarro e o condutor trava bruscamente, sentimo-nos empurrados para a frente por uma força fictícia, como se o fenómeno pudesse ser atribuído a uma interacção entre nós e um outro corpo.

O estudo rigoroso do movimento do pêndulo de Foucault deve ser efectuado aplicando a segunda lei de Newton. Considera-se que na esfera do pêndulo actuam a força de tensão do fio de suspensão, o peso e a força fictícia, de que falámos, que se deve ao uso da Terra como referencial e ao facto desta não ser, neste caso, um referencial inercial. Esta força fictícia, chamada força de Coriolis, é indispensável neste problema para se poder usar a lei fundamental da

dinâmica no referencial não inercial. Para tornar o problema bastante mais simples, sem contudo cometer erros significativos, temos que desprezar outras forças, de pequena intensidade comparada com as restantes, que actuam no pêndulo. Essas forças são a força de atrito do ar, a força de atrito na peça de suspensão do fio e uma outra força fictícia, a força centrífuga. Mesmo assim, só se consegue obter uma solução simples se a amplitude da oscilação do pêndulo for pequena comparada com o comprimento do fio de suspensão. Devido a esta exigência e às aproximações anteriores, as dimensões do pêndulo de Foucault, na prática, têm que ser muito maiores do que as dos pêndulos correntes. Convém que a massa do pêndulo seja tão grande quanto possível, para que a força de atrito do ar se torne pouco importante, e interessa que o comprimento do fio de suspensão seja o maior possível, para podermos realizar a experiência com uma amplitude de oscilação apreciável, mas ao mesmo tempo pequena, comparada com o comprimento do fio. As equações do movimento do pêndulo indicam que a trajectória do pêndulo é uma elipse alongada cujo eixo maior roda em torno da posição de equilíbrio do pêndulo com um período dado pela expressão $P = 2 \pi / (w \sin \theta)$ onde P é o período de rotação, w a velocidade angular da Terra e θ da latitude do local onde se encontra o pêndulo.

Há quase século e meio, no Panteão de Paris, o pêndulo de Foucault rodou de acordo com esta fórmula, testemunhando, sem margem para duvidar, a rotação da Terra!



DETECÇÃO REMOTA
CARTOGRAFIA TEMÁTICA
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEORÁFICA
OBSERVAÇÃO DE ESTRUTURAS
BASES DE DADOS

LISBOA



GEOMETRAL

GEOMETRAL, TÉCNICAS DE MEDIÇÃO E INFORMÁTICA, S.A.R.L

URB. QUINTA GRANDE, RUA E, LOTE 62 ALFRAGIDE 2700 AMADORA
TEL. 97 51 13 - 97 65 61 FAX 97 52 13

UMA EMPRESA QUE HONRA
NOS DIAS DE HOJE
A TRADIÇÃO
DA CARTOGRAFIA NACIONAL

UM SABER BEM PORTUGUÊS

Distribuidores em Portugal:

