



A experiência da Gravity Probe B (GPB)

Entrevista a Francis Everitt

Por Carlos Herdeiro (Tradução: Ana Sampaio)

EM 1918, OS FÍSICOS AUSTRIACOS JOSEPH LENSE E HANS THIRRING MOSTRARAM QUE A TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL PREVIA QUE A ROTAÇÃO DE UM CORPO AFECTAVA, “ARRASTANDO NA ROTAÇÃO”, OBSERVADORES EM QUEDA LIVRE, ISTO É, INERCIAIS.

Em 1960 o físico norte-americano Leonard Schiff demonstrou que a rotação de um corpo como a Terra, o Sol ou um buraco negro, deveria também provocar a precessão do eixo de rotação de um pequeno giroscópio na sua vizinhança. Estes efeitos, provocados por correntes de massa, têm uma forte analogia com efeitos magnéticos provocados por correntes de carga, denominando-se por isso “efeitos gravito-magnéticos”. Em 2004, a sonda *Gravity Probe B* (GPB) foi enviada para o espaço para medir o efeito previsto por Schiff, devendo os resultados finais ser anunciados no final deste ano. O desafio tecnológico é tremendo. A sonda tem por objectivo medir um

ângulo correspondente à espessura de um cabelo visto à distância de 400m. Para isso a equipa da GPB desenvolveu uma tecnologia de extrema precisão, como por exemplo as esferas (que serviram de giroscópios) mais perfeitas alguma vez feitas pelo Homem: reescaladas para o tamanho da Terra, a diferença de altura entre o pico mais elevado e a depressão mais profunda destas esferas seria cerca de dois metros! E tudo isto para medir um efeito que é minúsculo na vizinhança da Terra, mas potencialmente muito poderoso na vizinhança de um buraco negro em rotação.

POR OCASIÃO DA CONFERÊNCIA GR18 QUE TEVE LUGAR EM SIDNEY, EM JULHO DE 2007, ENTREVISTÁMOS FRANCIS EVERITT, INVESTIGADOR PRINCIPAL DA MISSÃO GPB:

GAZETA: Professor Everitt, antes de mais, gostaríamos de lhe agradecer por nos conceder esta entrevista. A minha primeira pergunta é a seguinte: creio que está agora na fase final da análise dos dados da GPB. Quando serão anunciados os resultados finais e o que nos pode dizer antecipadamente sobre eles?

FRANCIS EVERITT: Esperamos poder anunciar os resultados finais da GPB em Dezembro, no final de Dezembro deste ano, como uma espécie de presente de Natal para o mundo, e julgo que esses resultados vão ser ou finais ou muito perto disso. É possível que se chegue à altura e se possa fazer ainda mais algumas coisas, mas foi esse o prazo que combinámos com a NASA para fazermos o anúncio final.

G: E já nos pode dizer alguma coisa sobre esses resultados?

FE: Fizemos um anúncio provisório em Abril, na reunião da American Physical Society, que decorreu em Jacksonville. A GPB permite-nos observar dois efeitos diferentes da relatividade: o efeito geodésico, devido à curvatura do espaço-tempo, e o efeito de Lense-Thirring (frame-dragging). Aquilo que anunciámos nessa altura foi uma verificação muito clara do efeito geodésico a um nível de cerca de 1% e o que chamámos vislumbres do efeito de Lense-Thirring. Por vislumbres queremos dizer que em alguns dados parecia que observávamos o efeito claramente; o problema era que isso acontecia apenas em alguns dados seleccionados e noutros dados não era possível observá-lo. A nossa posição actual constitui um avanço significativo relativamente aos dois efeitos. E sinto-me um pouco mais confiante ao dizer que talvez tenhamos conseguido obter uma melhoria de um factor de cinco ou mais na medição do efeito geodésico e que estamos a ter um pouco mais do que vislumbres do efeito de Lense-Thirring. Prefiro ser ainda um pouco conservador neste momento, porque aquilo que vou descrever é a natureza das dificuldades que fizeram com que a análise de dados demorasse mais tempo do que se esperava – uma história por si só muito interessante – e como conseguimos dar mais um passo em frente e estamos agora, provavelmente, a caminho do fim da história. Porém, à medida que se avança na análise de dados, para citar um dos meus colegas, Mac Kaiser, o cientista principal da *Gravity Probe B*, percebe-se que se trata de um jogo implacável.

G: No entanto, nesta fase, parece já bastante provável que a previsão da Relatividade Geral seja confirmada?

FE: Não observámos ainda quaisquer provas decisivas de que não seja confirmada; isto é uma dupla negativa que pode ou não funcionar em português, mas que funciona em inglês!

G: Passaram mais de quarenta anos de concepção, planeamento, desenho e construção entre a proposta original de

Francis Everitt é o investigador principal da missão GPB. Doutorou-se pelo Imperial College de Londres em 1959, sob a orientação do prémio Nobel P.M.S.Blackett, de onde seguiu para a universidade da Pennsylvania para trabalhar com hélio líquido. Em 1962, Everitt juntou-se a William Fairbank e Leonard Schiff na universidade de Stanford e tornou-se o primeiro físico a trabalhar a tempo inteiro na experiência GPB. Os seus esforços fizeram avançar o estado da arte em áreas tão distintas como a criogenia, magnetismo, desenho de telescópio, controlo de sistemas, técnicas de fabricação de quartzo, metrologia e, acima de tudo, tecnologia de giroscópios. A sua liderança no projecto durou mais de quarenta anos, até ao lançamento da sonda em 20 de Abril de 2004 e o período que se seguiu de recolha de dados. Recentemente declarou: "Esta foi uma missão tremenda para todos nós. Com a recolha de dados, estamos a proceder deliberadamente para garantir que tudo é verificado e re-verificado. A NASA e Stanford podem estar orgulhosos do que atingimos até agora."

uma experiência de giroscópio, feita por Schiff em 1960, e o lançamento da GPB, em 2004. Tem alguma estimativa para o custo total do projecto?

FE: O custo estimado de todo o projecto, incluindo o veículo de lançamento, é de 700 milhões de dólares.

FICO MUITO SATISFEITO POR PODER FALAR DE BENEFÍCIOS INDIRECTOS... MAS O GRANDE ARGUMENTO É QUE VALE A PENA FAZER CIÊNCIA PELA CIÊNCIA.

G: Isso é muito dinheiro! Para aqueles que se mostram cépticos em relação a gastar dinheiro a testar ciência fundamental, consegue justificar este investimento com os benefícios tecnológicos indirectos do projecto? Que tipo de tecnologia de ponta desenvolveram e qual é a utilidade dessa tecnologia?

FE: Diz que é muito dinheiro, mas isso é relativo. No quadro do orçamento da NASA para a ciência, que é de 3 mil milhões de dólares por ano, não me parece que a quantia efectivamente gasta com a GPB, 50 milhões de dólares por ano durante cerca de dez anos, mais algum dinheiro antes e depois, seja muito elevada, tendo em conta que se trata de uma missão de física fundamental concebida para a NASA. Na minha opinião, é preciso ver a questão numa perspectiva de: "Devemos gastar dinheiro em ciência espacial?" Eu, pessoalmente, acho que devemos. Fico muito satisfeito por poder falar dos benefícios indirectos e poderia falar deles a vários níveis. Não me parece, porém, que se possa justificar a ciência fundamental com o facto de produzir benefícios indirectos; pelo contrário, parece-me que devemos justificar os benefícios indirectos com o facto de estarmos a fazer ciência fundamental! Consideremos um outro exemplo, para além da GPB: o LASER. A experiência de física fundamental que permitiu o LASER foi a experiência de Michelson-Morley, porque correspondeu à invenção do primeiro interferómetro, que depois levou à criação do interferómetro de Fabry-Perot, o qual, por sua vez, combinado com vários efeitos da mecânica quântica, acabou por conduzir, passados oitenta anos, ao LASER. A experiência de Michelson-Morley justifica-se com o facto de ter levado à invenção do LASER, que é usado nas caixas dos supermercados para verificar os preços, ou não? Não me parece! Por outro lado, fazer física fundamental pode efectivamente levar a invenções que têm resultados indirectos interessantes.

Esta é uma visão de muito longo prazo dos benefícios indirectos. Há outros dois tipos de benefícios a mais curto prazo. E, na minha opinião, um deles é também, provavelmente, o mais importante: a formação de alunos de licenciatura e de doutoramento. No projecto da GPB, na Universidade de Stanford, temos 79 doutorandos e noutras universidades catorze, dois terços dos quais em engenharia e um

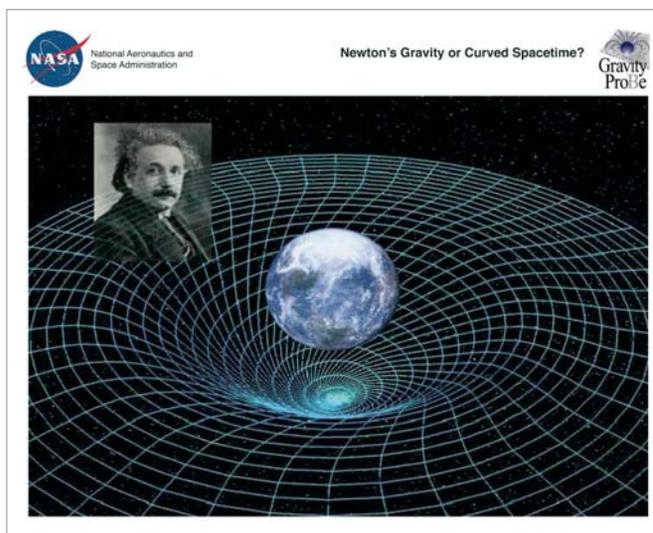
terço em física. Tivemos também 350 alunos de licenciatura de onze departamentos diferentes da Universidade de Stanford, alguns dos quais fizeram depois carreiras muito interessantes. Um deles, Eric Cornell, um aluno de licenciatura da GPB, ganhou o Prémio Nobel da Física pela criação experimental do condensado de Bose-Einstein; outra aluna, Sally Ride, tornou-se a primeira mulher astronauta dos EUA. São estes os nossos benefícios indirectos! Há, no entanto, benefícios indirectos mais específicos. Poderíamos falar da técnica de ligação química, que é hoje uma parte fundamental da experiência LISA. Poderíamos mencionar o facto de a GPB ter inventado um dispositivo para controlar o hélio líquido no espaço, que foi utilizado antes do lançamento da GPB nas missões espaciais IRAS, COBE e ESO... Portanto, como é que se justifica tudo isto? Eu diria que o grande argumento é que vale a pena fazer ciência pela ciência.

G: Parece-lhe que, no caso de a GPB confirmar a teoria de Einstein, se devem fazer mais testes sobre o efeito de Lense-Thirring ou outros efeitos gravitomagnéticos, ou acha que esta história acaba aqui?

FE: A questão de saber se se devem fazer mais testes terá seguramente de depender da natureza dos testes. Suponhamos que conseguíamos inventar um novo tipo de giroscópio com um desempenho um milhão de vezes superior ao do giroscópio da GPB. Podemos facilmente imaginar as possibilidades muito interessantes que daí resultariam. Não tenho quaisquer aspirações a prever o futuro nessa matéria. Parece-me, isso sim, que as circunstâncias são sempre importantes. Evidentemente, tem de haver sempre um equilíbrio entre aquilo que podemos obter e os custos respectivos. E isso, a uma grande escala, é muito difícil. Há pouco, tentei enquadrar a GPB em termos do orçamento da NASA para a ciência (três mil milhões de dólares por ano), o que nos dá alguma perspectiva sobre os custos: os programas espaciais são caros. De que tipo de nova experiência estamos a falar? Seria apenas mais uma experiência espacial? Se eu acho que vale a pena gastar 50 mil milhões de dólares numa nova experiência sobre o efeito de Lense-Thirring? Não, a menos que essa experiência tivesse alguma coisa de muito notável ou envolvesse alguma nova previsão.

G: Já que estamos a falar sobre experiências espaciais, está envolvido, segundo creio, num outro projecto inovador para testar a gravidade relativista, o STEP (Satellite Test of the Equivalence Principle, n.r.). Pode fazer-nos um breve ponto de situação do projecto?

FE: Sim, o programa STEP encontra-se neste momento numa fase extremamente interessante. E permita-me que lhe faça um breve resumo dos antecedentes e que lhe explique do que se trata. Há já alguns anos, nas décadas de 70 e 80, tivemos esta ideia, que acabou por se tornar a base de uma



proposta conjunta da Agência Espacial Europeia (ESA), de colegas europeus e de colegas de Stanford, à NASA, com uma contribuição europeia da ESA. Esta última deu efectivamente um contributo provisório, cerca de 38 milhões de dólares para um programa estimado em 170 milhões de dólares, muito mais barato do que a GPB. A proposta acabou por ser convertida numa proposta para os pequenos programas de exploração da NASA e não fomos seleccionados. Isto foi em 2002.

Fiquei obviamente insatisfeito por não termos sido seleccionados, mas simultaneamente também me pareceu que tinha sido a melhor solução, porque a verdade é que a proposta não estava tecnologicamente preparada. O problema é que havia alguns aspectos desagradáveis em toda a situação, porque tinha sido prometido financiamento para o desenvolvimento de tecnologia que acabou por não ser concedido. Mas, dado que não tinha sido concedido, foi mais correcto não seleccionar a proposta para uma dessas pequenas missões de exploração. E, depois de pensarmos melhor, concebemos em conjunto com o Centro Espacial Marshall, da NASA, um programa de desenvolvimento tecnológico no valor de dezasseis milhões de dólares que possibilitará a construção de um protótipo. É esse programa que está a decorrer neste momento: já foram concedidos cerca de 6,5 dos 16,5 milhões acordados e eu irei falar e mostrar alguns resultados do programa na conferência de quarta-feira (palestra de FE na conferência GR18, em Sidney, Julho de 2007, n.r.). Entretanto, a ESA, que tinha efectivamente feito um grande esforço para ajudar e percebeu que a NASA não ia avançar, acabou evidentemente por retirar os 38 milhões de dólares de que precisava para outros fins. Está agora a surgir uma nova proposta e há também uma nova oportunidade europeia, que se chama Cosmic Horizons. O Tim Summers, que é o nosso investigador principal na Europa, está à frente dessa nova proposta para uma missão de mais longo prazo, chamada STEP-Tight. Espero que isto, juntamente com o desenvolvimento tecnológico para o qual conseguimos obter o apoio da NASA, possa conduzir a uma nova missão. Entretanto, alguns dos nossos colegas europeus, franceses, conceberam uma versão à temperatura ambiente do microscópio STEP, que irá provavelmente estar pronta em 2010. Se tudo correr bem com o STEP, e não há nada que leve a supor o contrário, eu avançaria com o seu lançamento para 2012 ou 2013. É claro que tudo isto é ainda muito hipotético.