

STEPHEN HAWKING

◦

U N I V E R S O

N U M A

C A S C A D E N O Z



Ediouro

O Universo numa Casca de Noz

O Universo numa Casca de Noz

Stephen Hawking

Tradução

Mônica Gagliotti Fortunato Friaça

Consultoria

Amâncio Friaça

Astrofísico, professor livre-docente do IAG-USP

Título original: The Universe in a Nutshell

© 2001 by Stephen Hawking

Ilustrações originais © 2001 by Moonrunner Design Ltd. UK e Batik S.A. Lugano, Switzerland

Direitos de tradução reservados à Ediouro Publicações Ltda., 2009

Diretor: Edaury Cruz

Editora: Cristina Fernandes

Assistente editorial: Marcus Assunção

Coordenadora de produção: Adriane Gozzo

Assistente de produção: Juliana Campoi

Preparação de texto: Rosane Albert

Revisão: Alexandra Costa

Editora de arte: Ana Dobón

Editoreção eletrônica: Ana Dobón, a partir do projeto original

Imagem de capa: Moonrunner Design

Foto de orelha: Kimberley Butler Photography

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Hawking, Stephen

O universo numa casca de noz / Stephen Hawking ;
tradução Monica Gagliotti Fortunato Friaça ;
revisão técnica Amâncio César Santos Friaça. --
São Paulo : Ediouro, 2009.

Título original: The universe in a nutshell
ISBN 978-85-00-02405-4

1. Teoria quântica I. Título.

09-02199

CDD-530.12

Índices para catálogo sistemático:

1. Teoria quântica : Física 530.12

Rua Nova Jerusalém, 345 - Bonsucesso

Rio de Janeiro - RJ - Cep:21042-235

Tel.: (21) 3882-8200 - Fax: (21) 3882-8212/8313

www.ediouro.com.br

SUMÁRIO

PREFÁCIO - vii

CAPÍTULO 1 - página 3

Uma Breve História da Relatividade

*Como Einstein estabeleceu as bases das duas teorias fundamentais do século XX:
a relatividade geral e a teoria quântica.*

CAPÍTULO 2 - página 29

A Forma do Tempo

*A relatividade geral de Einstein dá uma forma ao tempo.
Como isso pode ser reconciliado com a teoria quântica.*

CAPÍTULO 3 - página 67

O Universo numa Casca de Noz

O universo tem múltiplas histórias, cada uma determinada por uma minúscula noz.

CAPÍTULO 4 - página 101

Preveno o Futuro

Como a perda de informação em buracos negros pode reduzir nossa capacidade de prever o futuro

CAPÍTULO 5 - página 131

Protegendo o Passado

*É possível a viagem no tempo? Uma civilização avançada poderia
voltar no tempo e mudar o passado?*

CAPÍTULO 6 - página 155

Nosso Futuro? Jornada nas Estrelas?

*Como as vidas biológica e eletrônica continuarão evoluindo
em complexidade a um ritmo sempre acelerado.*

CAPÍTULO 7 - página 173

Admirável Mundo Brana

Vivemos numa brana ou somos apenas hologramas?

Glossário - página 202

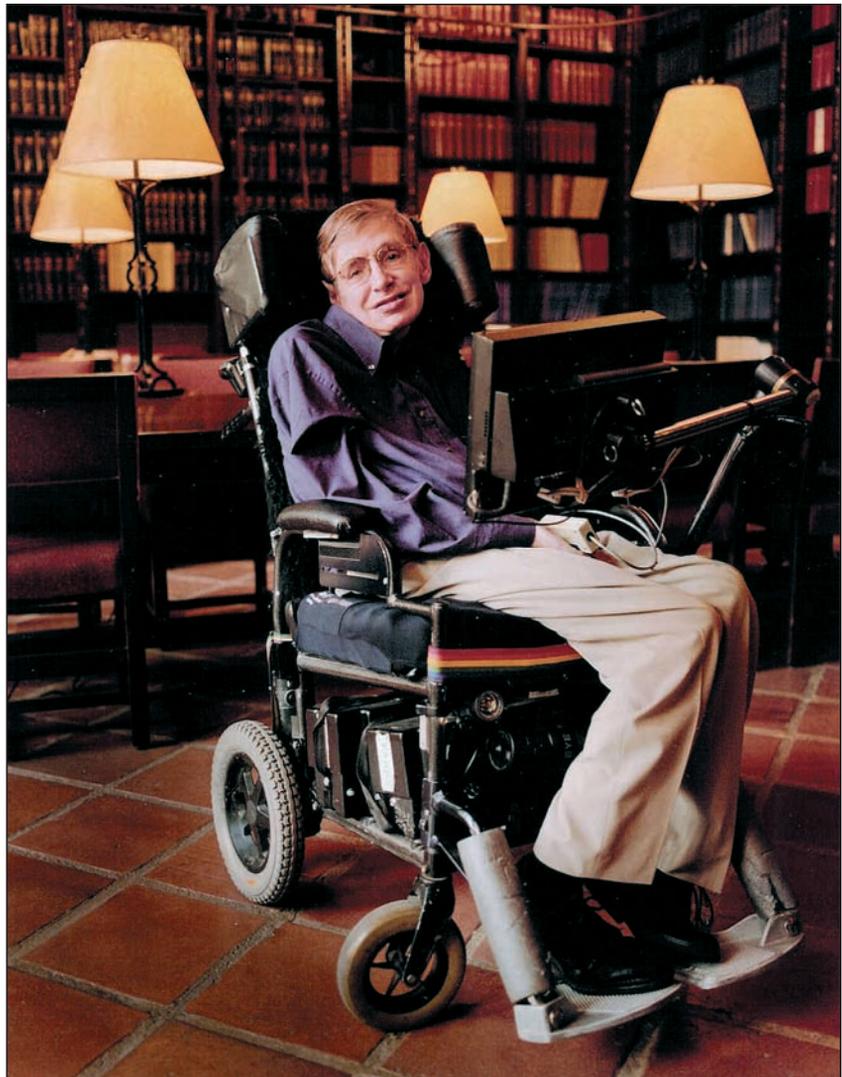
Sugestões de Leituras Adicionais ~ página 209

Créditos das Fotos ~ página 210

Índice ~ página 211



Stephen Hawking
em 2001, © Stewart
Cohen.





PREFÁCIO

EU NÃO ESPERAVA QUE MEU LIVRO DE DIVULGAÇÃO, *Uma Breve História do Tempo*, fizesse tanto sucesso. Manteve-se na lista dos best-sellers do *London Sunday Times* durante mais de quatro anos, um tempo mais longo do que qualquer outro livro, algo ainda mais notável por ser uma obra sobre ciência, de leitura nada fácil. Desde então, as pessoas viviam perguntando quando eu escreveria uma continuação. Eu resistia a isso porque não queria escrever *O Filho da Breve História*, ou *Uma História do Tempo Ligeiramente mais Longa*, e porque estava ocupado com pesquisa. Mas acabei percebendo que havia espaço para um tipo diferente de livro, que poderia ser mais fácil de compreender. *Uma Breve História do Tempo* estava organizado de maneira linear, com a maioria dos capítulos decorrendo e dependendo logicamente dos precedentes. Isso era atraente para alguns leitores, mas outros ficavam emperrados nos primeiros capítulos e nunca chegavam ao material posterior, muito mais excitante. Ao contrário, o presente livro se parece com uma árvore: os capítulos 1 e 2 formam um tronco central, do qual se ramificam os demais capítulos.

Os ramos são bem independentes entre si e podem ser abordados em qualquer ordem após o tronco central. Correspondem às áreas em que trabalhei ou refleti desde a publicação de *Uma Breve História do Tempo*. Assim, apresentam um quadro de alguns dos campos mais ativos da pesquisa contemporânea. Dentro de cada capítulo, também tentei evitar uma estrutura linear única. As ilustrações e suas legendas oferecem uma rota alternativa ao texto, como em *Uma Breve História do Tempo Ilustrada*, publicada em 1996, e os boxes ou barras laterais proporcionam a oportunidade de aprofundar certos tópicos com mais detalhes do que é possível no texto principal.

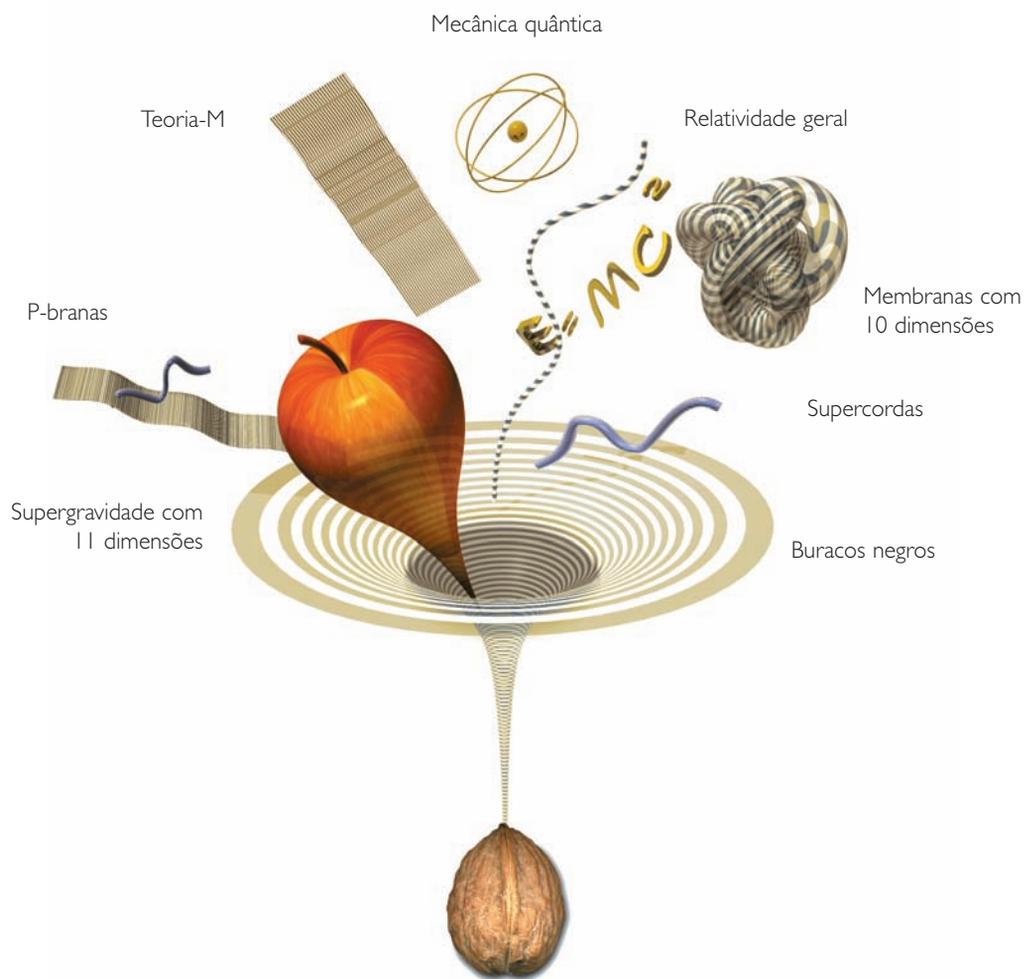


Em 1988, quando foi publicada pela primeira vez *Uma Breve História do Tempo*, a Teoria de Tudo definitiva parecia pairar no horizonte. De que forma a situação mudou desde então? Estamos mais perto do nosso objetivo? Como veremos neste livro, avançamos muito, mas a jornada ainda prossegue, e o seu fim não está a vista. Segundo o velho ditado, é melhor viajar com esperança do que chegar. Nossa busca de descobertas alimenta nossa criatividade em todos os campos, não só na ciência. Se atingíssemos a meta, o espírito humano definharia e morreria. Mas não acredito que um dia chegaremos a nos deter: cresceremos em complexidade, se não em profundidade, e sempre seremos o centro de um horizonte de possibilidades em expansão.

Desejo compartilhar minha empolgação pelas descobertas que estão sendo realizadas e pelo quadro de realidade que está emergindo. Concentrei-me em áreas nas quais eu mesmo tenho trabalhado, para preservar o sentimento do imediato. Os detalhes do trabalho são muito técnicos, mas acredito que as ideias gerais possam ser transmitidas sem muita bagagem matemática. Só espero ter conseguido.

Contei com muita ajuda para este livro. Mencionaria, em especial, Thomas Hertog e Neel Shearer, pelo auxílio nas figuras, legendas e boxes, Ann Harris e Kitty Ferguson, que editaram o manuscrito (ou, mais precisamente, os arquivos de computador, já que tudo que escrevo é eletrônico), e Philip Dunn, do Book Laboratory, e a Moonrunner Design, que criaram as ilustrações. Mas, sobretudo, quero agradecer a todos os que têm me tornado possível levar uma vida razoavelmente normal e prosseguir com a pesquisa científica. Sem eles, este livro não poderia ter sido escrito.

Stephen Hawking
Cambridge, 2 de maio de 2001.



CAPÍTULO 1

UMA BREVE HISTÓRIA DA RELATIVIDADE

*Como Einstein estabeleceu as bases das duas teorias
fundamentais do século XX: a relatividade geral
e a teoria quântica.*



Professor Einstein

Albert Einstein™

LOW



ALBERT EINSTEIN, O DESCOBRIDOR DAS TEORIAS da relatividade restrita e da relatividade geral, nasceu em Ulm, na Alemanha, em 1879, mas no ano seguinte sua família mudou-se para Munique, onde seu pai, Hermann, e seu tio, Jakob, estabeleceram um pequeno negócio de serviços de eletricidade, não exatamente bem-sucedido. Albert não era uma criança prodígio, mas a afirmação de que tenha sido um mau aluno já é um exagero. Em 1884, a empresa do seu pai faliu e a família mudou-se para Milão. Seus pais decidiram que ele deveria permanecer em Munique para completar seus estudos, porém Einstein não aceitava o autoritarismo da escola e, alguns meses após, partiu para morar com sua família na Itália. Posteriormente, completou seus estudos em Zurique, na Suíça, graduando-se pela prestigiosa Escola Politécnica Federal, conhecida como ETH (Eidgenössische Technische Hochschule), em 1900. Sua postura questionadora e sua aversão à autoridade não agradavam seus professores da ETH, e nenhum deles lhe ofereceu o posto de assistente, a via normal para uma carreira acadêmica. Dois anos após, finalmente conseguiu um cargo de assistente na secretaria suíça de patentes em Berna. Foi durante o período em que permaneceu nesse emprego que Einstein, em 1905, escreveu três artigos que tanto fizeram dele um dos mais importantes cientistas do mundo como deram início a duas revoluções conceituais que transformaram nossa compreensão do tempo, do espaço e da própria realidade.

No final do século XIX, os cientistas acreditavam que estavam próximos de uma descrição completa do universo. Imaginavam que o espaço fosse preenchido por uma substância contínua chamada "éter". Os raios luminosos e os sinais de rádio seriam ondas no éter, do mesmo modo como o som são ondas de pressão no ar. Para uma teoria completa, só eram necessárias medidas cuidadosas das propriedades elásticas do éter. De fato, antecipando essas mensurações, o laboratório Jefferson da Universidade de Harvard foi inteiramente construído sem pregos de ferro, para não interferir nas delicadas medidas magnéticas. Contudo, os projetistas esqueceram-se de que os tijolos marrom-avermelhados com os quais o laboratório e a maior parte dos prédios de Harvard foram construídos continham grandes quantidades de ferro. O edifício continua sendo usado ainda hoje, embora Harvard não saiba ao certo quanto peso um piso de biblioteca sem pregos de ferro ainda vai suportar.



Albert Einstein™

Albert Einstein em 1920.



(FIG. 1.1, ACIMA)
A TEORIA DO ÉTER FIXO

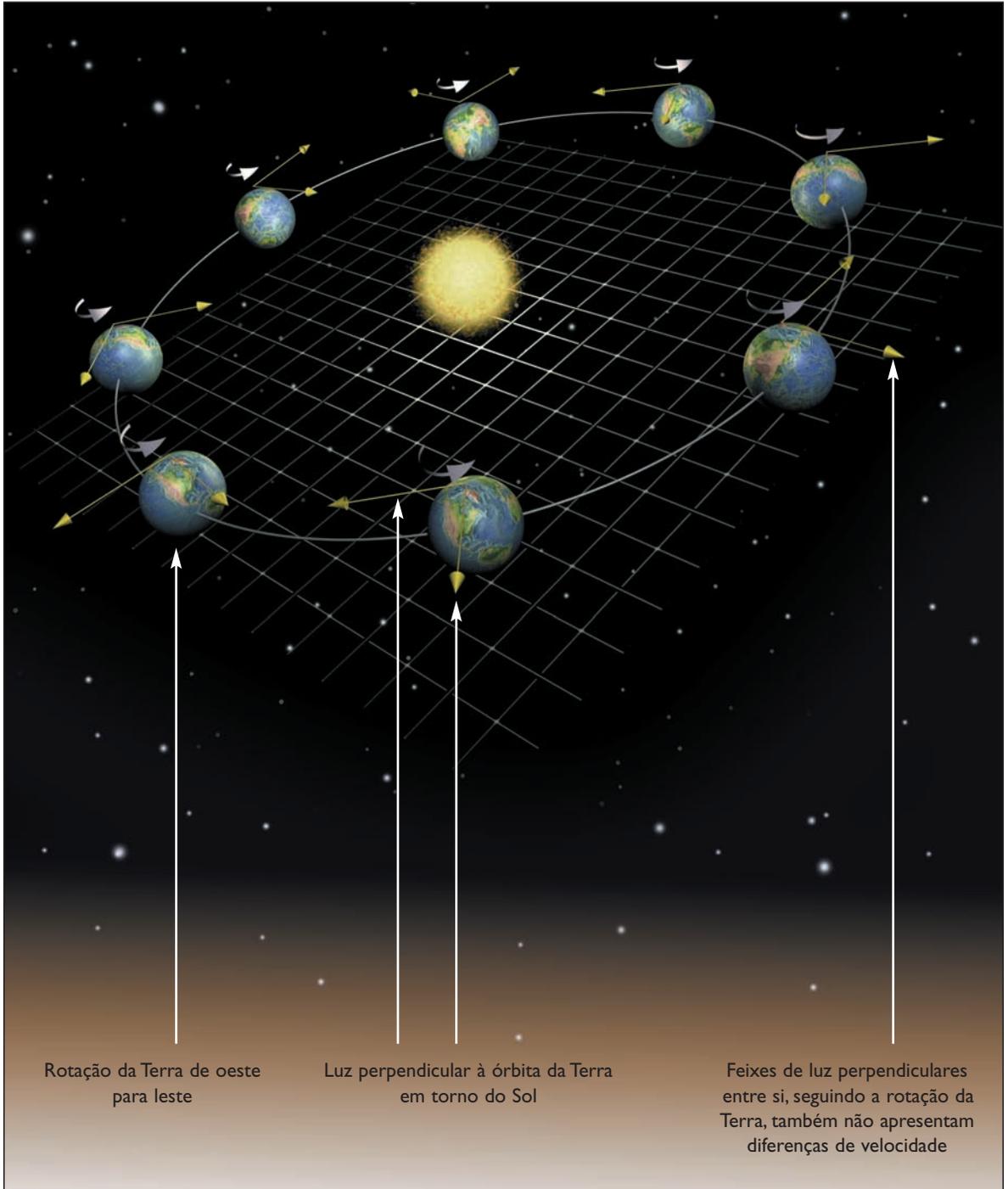
Se a luz fosse uma onda em um meio elástico material chamado éter, a velocidade da luz pareceria mais alta para alguém em uma espaçonave (a) movendo-se de encontro à luz, e mais baixa em uma espaçonave (b) viajando na mesma direção que a luz.

(FIG. 1.2, PÁGINA AO LADO)
Não se observou nenhuma diferença entre a velocidade da luz na direção da órbita terrestre e em uma direção perpendicular a ela.

No final do século, começaram a surgir discrepâncias na ideia de um éter permeando tudo. Esperava-se que a luz se movesse com uma velocidade fixa através do éter, mas, se você estivesse viajando no éter na mesma direção que a luz, sua velocidade pareceria menor, e, se você viajasse na direção oposta à dela, a velocidade da luz pareceria maior (Fig. 1.1).

Todavia, uma série de experimentos falhou em dar apoio a esse quadro. O mais cuidadoso e preciso desses experimentos foi realizado por Albert Michelson e Edward Morley, na Case School of Applied Science, em Cleveland, Ohio, em 1887. Eles compararam a velocidade da luz em dois feixes perpendiculares entre si. À medida que a Terra gira em torno do seu eixo e orbita o Sol, o dispositivo move-se em relação ao éter com velocidade e direção variáveis (Fig. 1.2). Porém Michelson e Morley não encontraram diferenças diárias ou anuais entre os dois feixes de luz. Tudo se passava como se a luz sempre se deslocasse com a mesma velocidade em relação a um observador, não importando a direção ou a velocidade em que este se movesse (Fig. 1.3, p. 8).

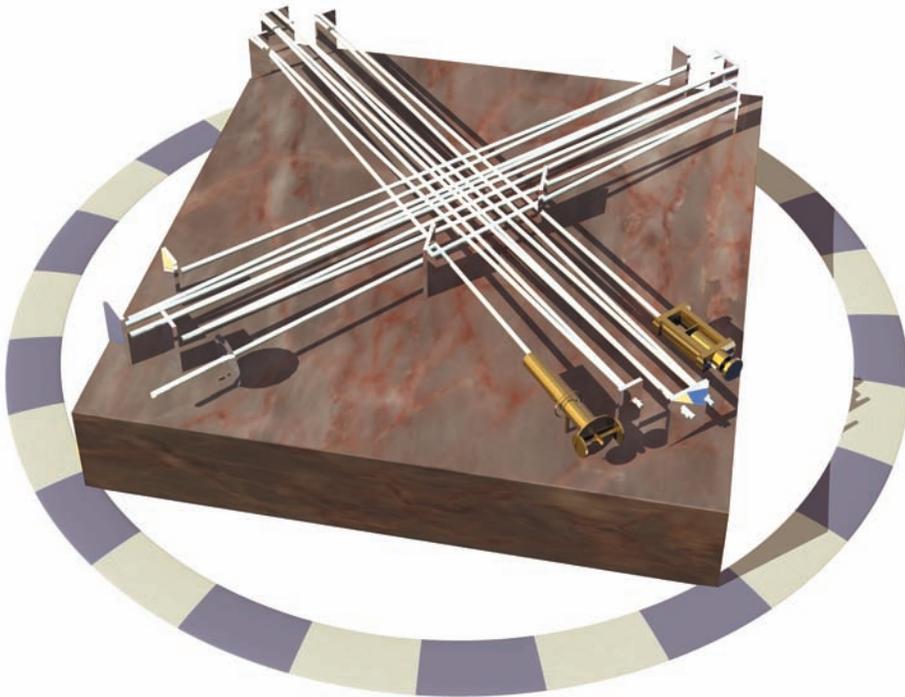
Com base no experimento de Michelson-Morley, os físicos irlandês George FitzGerald e o holandês Hendrik Lorentz sugeriram que corpos se movendo no éter se contrairiam e que relógios se retardariam. Essa contração dos comprimentos e retardo dos relógios seriam tais que todas as pessoas mediriam sempre a mesma velocidade da luz, independentemente de como se movessem em relação ao éter. (FitzGerald e Lorentz ainda consideravam o éter



Rotação da Terra de oeste para leste

Luz perpendicular à órbita da Terra em torno do Sol

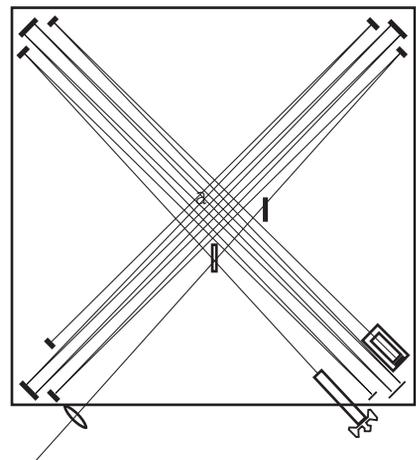
Feixes de luz perpendiculares entre si, seguindo a rotação da Terra, também não apresentam diferenças de velocidade

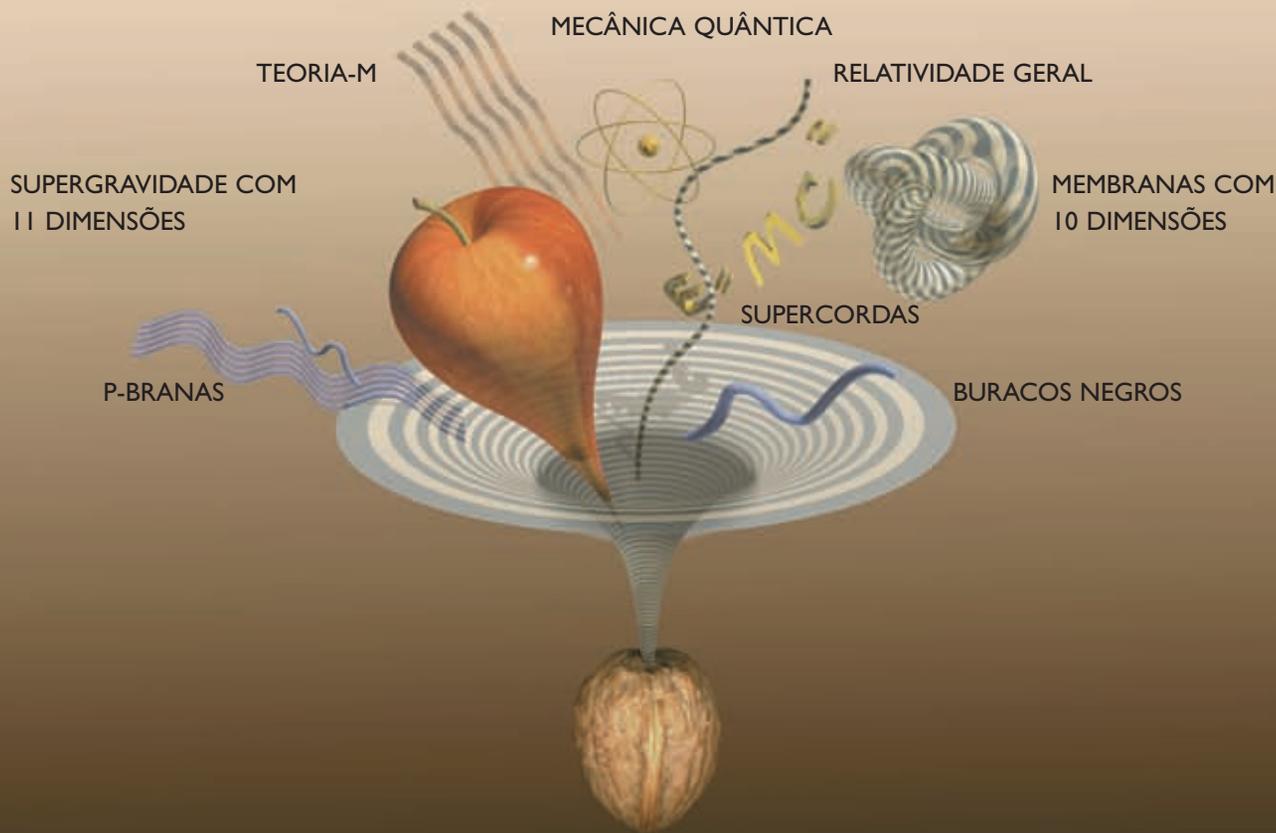


(FIG. 1.3) MEDINDO A VELOCIDADE DA LUZ

No interferômetro de Michelson-Morley, a luz de uma fonte é dividida em dois feixes por um espelho semiprateado. Os dois feixes propagam-se em direções perpendiculares entre si e são combinados em um único feixe ao incidirem novamente no espelho semiprateado. Uma diferença da velocidade da luz propagando-se nas duas direções poderia fazer com que as cristas de onda de um feixe chegassem ao mesmo tempo que os vales de onda do outro feixe, cancelando-se mutuamente.

Direita: Diagrama do experimento reconstruído conforme o artigo da *Scientific American* de 1887.





O que foi dito de *O Universo numa Casca de Noz*, de Stephen Hawking

"Uma conversa franca sobre a natureza da ciência e do universo... Dr. Hawking é um gênio."

The New York Times

"Uma obra magnífica e estonteante... Tem o que oferecer tanto ao leitor sem uma forte formação científica como àquele com inclinação mais técnica."

The Denver Post

"O prazer que Hawking tem com o universo se converte em um prazer ao lê-lo."

Los Angeles Times

"*O Universo numa Casca de Noz* é um assombroso catálogo de mistérios solucionados e de mistérios ainda mais profundos revelados... O livro é um companheiro obrigatório para aqueles aventureiros intelectuais intrépidos que procuram visitar as fronteiras mais longínquas da ciência cosmológica."

The Oregonian

"Luxuosamente ilustrado, escrito com humor."

The Boston Globe

"Os admiradores [de *Uma Breve História do Tempo*] continuarão a apreciar a capacidade [de Hawking] não só de lançar ideias novas e provocativas, mas também de dizer com clareza o que pretende, sem pasteurizar seu conteúdo."

Booklist

"Uma exposição cristalina e gráficos esclarecedores... uma introdução estelar a algumas das maiores ideias em física."

Science News

"Rigorous e compreensível... Podemos ser bem informados sobre esses temas aparentemente intimidantes e, ao mesmo tempo, nos divertirmos muito."

Time



ISBN 978-85-0002-405-4
9 788500 1024054



Ediouro