

Controvérsias em Torno da Dieta Personalizada

SCIENTIFIC AMERICAN Brasil

O Atormentado
Criador dos
**MÚLTIPLOS
UNIVERSOS**

Janeiro 2008 www.sciam.com.br

tt
Duetto

Janela para o Universo Extremo

Telescópio Glast investiga
matéria escura e relação
com a radiação gama

NGC 5195 na constelação
boreal de Cães de Caça, a
20 milhões de anos-luz

Mercados de Carbono

Iniciativas econômicas
para alívio de
pressões ambientais

Redes Semânticas

Estratégias que já
permitem uma
reformulação da internet

O Retorno da Ameaça Nuclear

Ampliação de países
com potencial atômico
altera sistema de poder

ISSN 1676-9791



ANO 6 nº 68

R\$ 10,90

Portugal € 4,90

Os vários mundos do atormentado *Hugh*

Com a rejeição da teoria sobre universos múltiplos, Hugh Everett abandonou a física acadêmica e dedicou-se à pesquisa de assuntos militares, entremeada com uma trágica vida pessoal • • • **POR PETER BYRNE**

CONCEITOS-CHAVE

- Há 50 anos, Hugh Everett vislumbrou a interpretação dos vários mundos da mecânica quântica, na qual os efeitos geram ramos incontáveis do Universo com diferentes eventos ocorrendo em cada um deles.
- A teoria se baseia em uma hipótese um tanto estranha, mas, na verdade, Everett a deduziu a partir das equações básicas da mecânica quântica. Apesar disso muitos físicos da época a repudiaram e ele precisou excluir várias partes de sua tese de doutorado sobre o tópico para torná-la menos polêmica.
- Desgostoso, Everett abandonou a física e foi trabalhar em matemática e computação aplicada a fins militares e industriais. Na vida pessoal, era extremamente introvertido e um bebedor inveterado.
- Morreu aos 51 anos de idade, sem ter tido a oportunidade de saber que recentemente houve um consenso entre os físicos, que acabaram por aceitar suas idéias.

Os editores

Hugh Everett III foi um matemático brilhante, um teórico quântico iconoclasta e posteriormente um bem-sucedido integrante do sistema da defesa americana, com acesso aos mais altos segredos militares do país. Ele apresentou um novo conceito de realidade à física e influenciou no curso da história do mundo, em uma época em que o armagedom nuclear tomou proporções inusitadas. Para os amantes da ficção científica ele permanece um herói: o homem que inventou a teoria quântica dos universos múltiplos. Mas, para seus filhos, era uma pessoa muito diferente: um pai afetivamente ausente; “uma peça do mobiliário, um vulto sentado à mesa da sala de jantar, com um cigarro à mão”. Era um fumante inveterado e bebedor compulsivo que morreu prematuramente.

É assim que sua história parece ter terminado na bifurcação do nosso universo. Se a teoria dos muitos mundos desenvolvida por Everett – quando era aluno de pós-graduação da Princeton University, em meados dos anos 50 – estiver correta, sua vida deve ter dado muitas voltas, em um número incontável de universos ramificados.

A análise revolucionária de Everett desatou o nó teórico envolvendo a interpretação da mecânica quântica. Embora a idéia de universos múltiplos ainda hoje não seja completamente aceita, seus métodos de visualizar a teoria prognosticaram o conceito de decoerência quântica – uma teoria moderna que explica como a estranheza probabilística da mecânica quântica se revela no mundo da nossa experiência cotidiana.

O trabalho de Everett é bem conhecido nos círculos da física e da filosofia, mas a saga de suas descobertas e outros episódios de sua vida poucos

conhecem. Uma minuciosa pesquisa de documentos históricos, feita pelo historiador russo Eugene Shikhovtsev, por mim e outros, além das entrevistas que realizei com colegas e amigos que conviveram com Everett nos últimos anos de sua vida, inclusive com um filho roqueiro, desvendaram a história de uma inteligência brilhante, que se apagou cedo demais por obra de seus próprios demônios.

Coisas Ridículas

A jornada científica de Everett começou em uma noite de 1954, segundo ele mesmo relatou, duas décadas depois, “depois de um ou dois cálices de xerez”. Everett e seu colega de turma de Princeton, Charles Misner, além de um visitante chamado Aage Petersen (na época assistente de Niels Bohr) conversavam sobre algumas “implicações ridículas da mecânica quântica”. Foi durante essa reunião que Everett teve a idéia-mestra que está por trás de sua teoria de muitos mundos. Nas semanas seguintes ele começou a desenvolvê-la em uma tese.

O cerne da idéia consiste na interpretação de como o mundo real pode ser representado pelas equações da mecânica quântica. Ele seguiu o curso matemático da própria teoria, em vez de adicionar hipóteses interpretativas ao conteúdo matemático. Dessa forma, o jovem desafiou as bases da física da época para reinterpretar a noção fundamental do que deve ser a realidade física.

Empenhado nesse propósito, Everett audaciosamente atacou o problema emblemático da medição em mecânica quântica que atormentava os físicos desde a década de 20. Em poucas palavras, o problema surge da contradição na interação das partículas

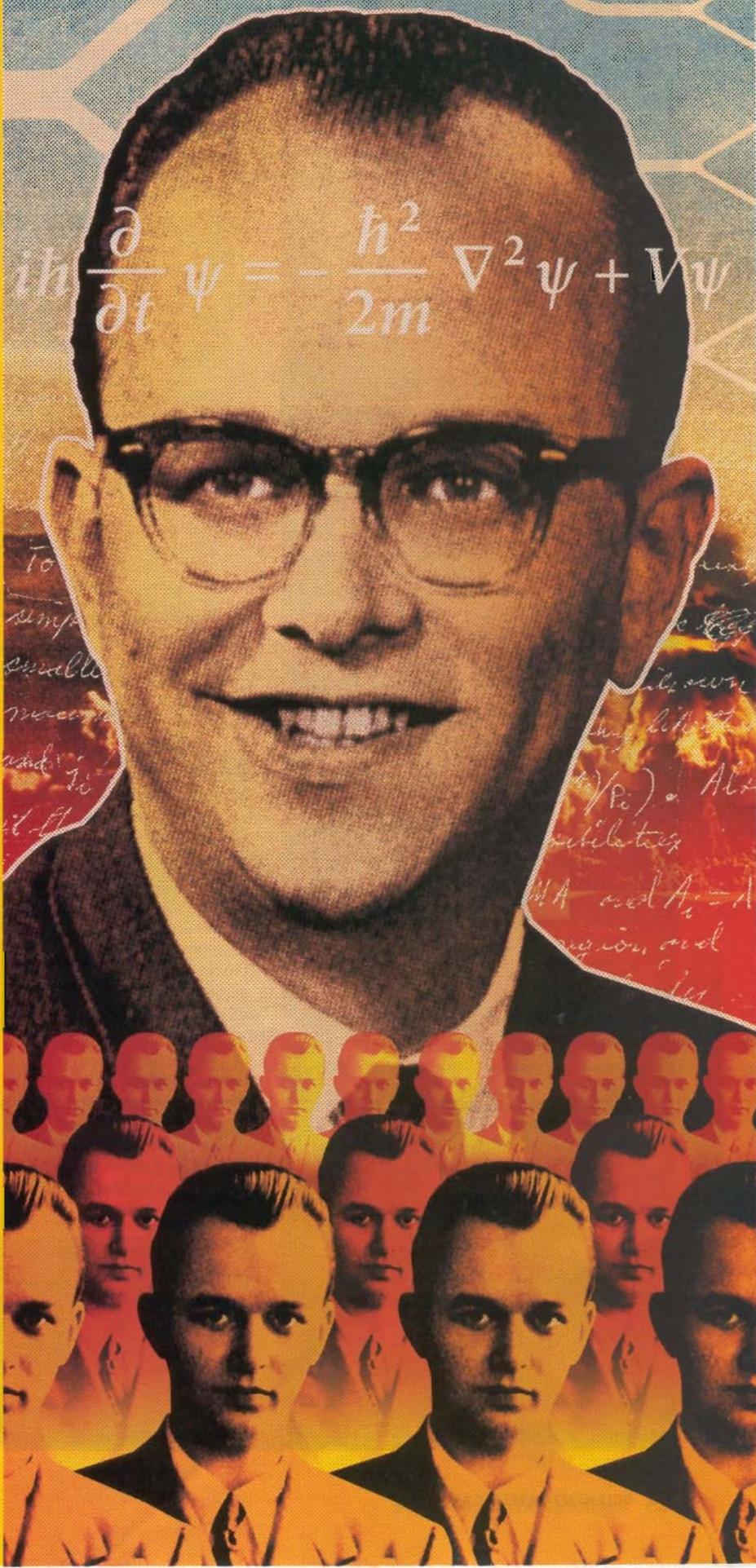
Everett

elementares (como os elétrons e fótons) no nível quântico microscópico com a realidade e no comportamento das partículas quando medidas no nível clássico macroscópico. No mundo quântico, uma partícula elementar, ou um conjunto delas, pode existir em uma superposição de dois ou mais estados possíveis. Um elétron, por exemplo, pode estar em uma superposição de diferentes posições, velocidades e orientações de spin. Ainda que não se possa medir qualquer dessas propriedades com precisão, em qualquer instante, os cientistas conseguem obter um resultado bem definido—somente de um dos elementos da superposição, e não uma combinação deles. Nunca vemos objetos macroscópicos em superposições. O problema da medição se resume em uma única questão: como e por que o mundo único da nossa experiência emerge da multiplicidade de alternativas possíveis no mundo quântico superposto?

Os físicos utilizam entidades matemáticas chamadas de funções de onda para representar os estados quânticos. Uma função de onda pode ser imaginada como uma série de todas as possíveis configurações de superposições de um sistema quântico, associadas a números que descrevem a probabilidade de cada configuração ser aquela, selecionada aparentemente ao acaso, que obteríamos se medíssemos o sistema. A função de onda considera cada elemento da superposição igualmente provável, embora, não necessariamente, seja provável do nosso ponto de vista.

A equação de Schrödinger descreve a evolução da função de onda de um sistema quântico ao longo do tempo. De acordo com a equação essa evolução é suave e determinística (isto é, não aleatória). Mas a elegância matemática parece contradizer o que acontece quando as pessoas observam um sis-

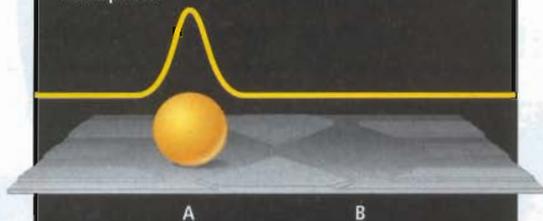
$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + V\psi$$



0 PROBLEMA

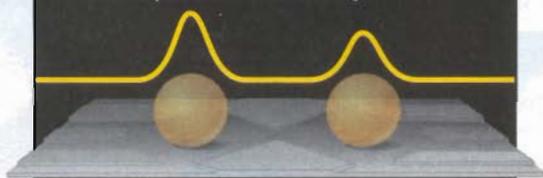
Ainda resta uma questão não resolvida em mecânica quântica: entender completamente como os estados quânticos das partículas se relacionam com o mundo clássico que nos rodeia.

A mecânica quântica representa os estados das partículas por meio de entidades matemáticas chamadas de função de onda. Por exemplo, uma função de onda que representa uma partícula em uma posição bem definida A (como um elétron em uma armadilha nanoscópica) terá um pico em A e será zero em qualquer outro ponto.



A B

Assim como as ondas comuns podem se combinar, as funções de onda também podem ser adicionadas para formar superposições. Funções de onda como essas podem representar partículas que estão simultaneamente em mais de um estado alternativo possível. A amplitude de cada pico está relacionada à probabilidade de obter aquela alternativa como resultado, quando se faz uma medição.

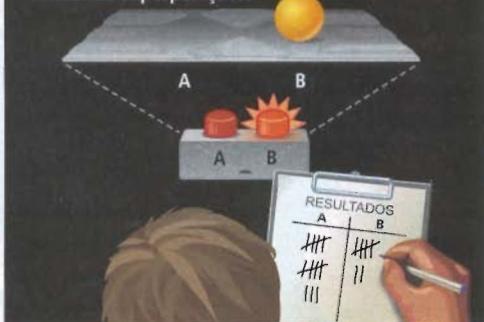


A B

Também podemos imaginar uma função de onda como uma série de todas as alternativas possíveis, e suas respectivas amplitudes.

Posição	Amplitude	Probabilidade
A	0,8	64%
B	0,6	36%

Mas se um instrumento mede uma partícula numa dessas superposições, ele produz um resultado específico – A ou B, aparentemente ao acaso –, e não uma combinação de ambos, e a partícula deixa de estar na superposição. Não podemos ver objetos macroscópicos como bolas de beisebol, formando superposições.



“A interpretação de Copenhague é desastrosamente incompleta, além de ser uma aberração filosófica”

– Hugh Everett

[O AUTOR]

Peter Byrne (www.peterbyrne.info) é jornalista investigativo e escreve sobre ciência. Vive atualmente no norte da Califórnia. Está escrevendo a biografia completa de Hugh Everett. Byrne agradece particularmente a Eugene Shikhovtsev, de Kostromo (Rússia) – o primeiro historiador a estudar a vida de Everett –, que generosamente compartilhou seu material de pesquisa; ao American Institute of Physics pelo apoio financeiro; a George E. Pugh e Kenneth Ford pela colaboração; e aos físicos que revisaram a parte científica deste artigo: Stephen Shenker, Leonard Susskind, David Deutsch, Wojciech H. Zurek, James B. Hartle, Cecile DeWitt-Morette e Max Tegmark.



tema quântico, como um elétron, utilizando um instrumento científico (o instrumento em si pode ser considerado um sistema quântico). No momento da medida, a função de onda que descreve a superposição das alternativas parece colapsar em um dos estados da superposição, interrompendo assim a evolução suave da função de onda e introduzindo descontinuidade. A medida fornece um único resultado, e todas as outras possibilidades são eliminadas da realidade descrita classicamente. A escolha da alternativa a ser produzida no instante da medida parece ser arbitrária. Sua seleção não tem uma evolução lógica a partir do pacote de informação contido na função de onda do elétron antes da medida. A matemática que descreve o colapso também não emerge da continuidade da equação de Schrödinger. Na verdade, o colapso deve ser acrescentado como postulado, um processo adicional que parece violar a equação.

Muitos dos criadores da mecânica quântica, principalmente Bohr, Werner Heisenberg e John von Neumann, concordam sobre uma interpretação da mecânica quântica – conhecida como a interpretação de Copenhague – para tratar do problema da medida. Esse modelo de realidade postula que a mecânica do mundo quântico se reduz a fenômenos observáveis classicamente e só tem significado em termos desses fenômenos – e não o contrário.

Essa abordagem privilegia o observador externo, colocando-o em um reino clássico diferente do reino quântico do objeto observado. Embora incapazes de explicar a natureza da fronteira entre os reinos quântico e clássico, os copenagueuistas usaram a mecânica quântica com enorme sucesso técnico. Muitas gerações de físicos aprenderam que as equações da mecânica quântica funcionavam somente em parte da realidade, a microscópica, e deixavam de ser relevantes em outra, na macroscópica. Isso era tudo o que a maioria dos físicos precisava saber.

Função de Onda Universal

Na contramão dos fatos Everett tratou o problema da medida fundindo os mundos micro e macroscópico. Para ele, o observador era parte integrante do sistema observado. Introduzindo uma função de onda universal, que une observadores e objetos como integrantes de um único sistema quântico, ele descreveu o mundo macroscópico quantum-mecanicamente e imaginou que objetos grandes também existiriam como superposições quânticas. Rompendo com Bohr e Heisenberg, Everett dispensou a necessidade da descontinuidade no colapso da função de onda.

DUAS RESPOSTAS

A nova idéia radical de Everett levava às seguintes perguntas: o que acontecerá se a evolução contínua da função de onda não for interrompida por ações de medida? O que acontecerá se a equação de Schrödinger puder ser aplicada sempre, e a tudo – objetos e observadores? O que acontecerá se os elementos de superposições nunca forem excluídos da realidade? Como veríamos um mundo como esse?

Everett percebeu que, de acordo com essas suposições, a função de onda de um observador seria bifurcada em cada interação do observador com um objeto superposto. A função de onda universal conteria ramos distintos para cada alternativa que formariam a superposição do objeto. Cada ramo teria sua própria cópia do observador, uma cópia que distingue uma dessas alternativas como o resultado. De acordo com uma propriedade matemática fundamental da equação de Schrödinger, os ramos, uma vez formados, não influem uns nos outros. Assim, cada ramo envolve um futuro diferente, independentemente dos demais.

Imagine uma pessoa medindo uma partícula que se encontra em superposição de dois estados, como um elétron em uma superposição de posições A e B. Em um ramo a pessoa observa que o elétron está em A. Em um ramo praticamente idêntico, uma cópia da pessoa observa que o mesmo elétron está em B. Cada cópia da pessoa se percebe como um tipo diferente e consegue criar uma realidade a partir de um menu de possibilidades físicas, mesmo que, na realidade total, cada alternativa do menu aconteça.

Posição de um Observador

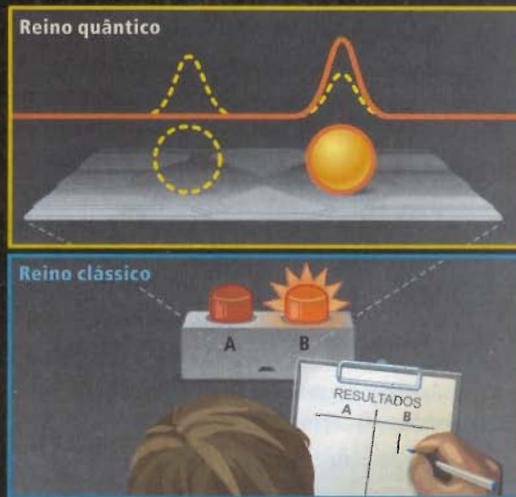
Para explicar como perceberíamos um universo como esse é preciso introduzir um observador, ainda que o processo de ramificação ocorra independentemente da presença ou não de um observador. Em geral, em cada interação entre sistemas físicos, a função de onda total dos sistemas combinados tende a se bifurcar dessa forma. A compreensão atual de como os ramos se tornam independentes, e como cada um se assemelha à realidade clássica a que estamos acostumados, é conhecida como teoria da decoerência. Essa teoria é aceita pela moderna teoria quântica padrão, embora nem todos concordem com a interpretação everettiana de que todos os ramos representam realidades existentes.

Everett não foi o primeiro físico a criticar o postulado do colapso de Copenhague considerando-o inadequado. Mas ele desbravou novos horizontes ao deduzir a teoria matematicamente consistente de uma função de onda universal a partir das equações da própria mecânica quântica. A existência de universos múltiplos emergiu como consequência de sua teoria

A interpretação de Copenhague e a interpretação de muitos mundos de Everett fornecem duas respostas surpreendentemente diferentes para o problema da medição. (Existem também várias outras hipóteses.)

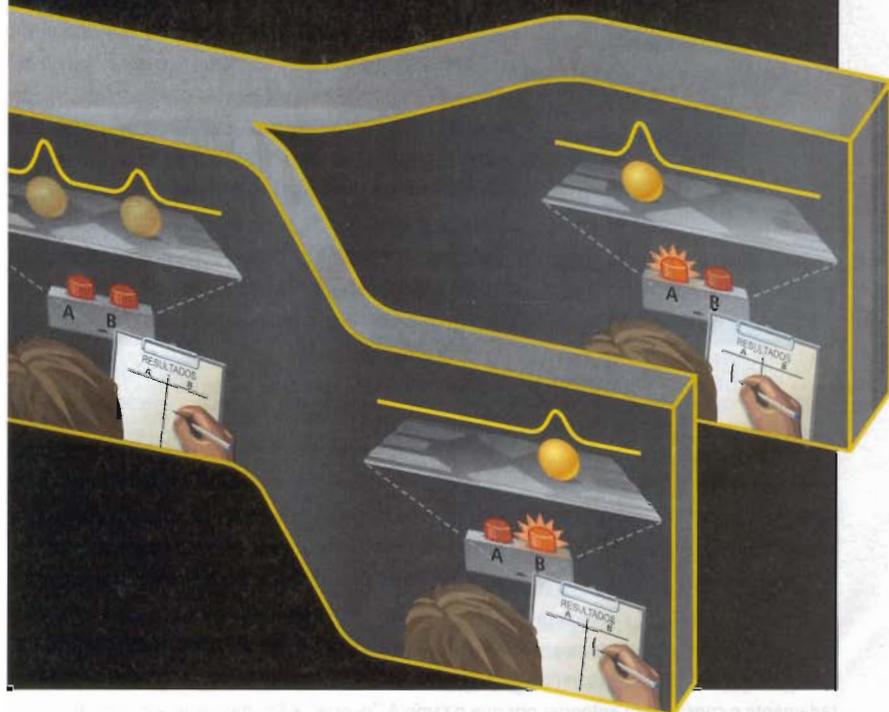
A INTERPRETAÇÃO DE COPENHAGUE

De acordo com Bohr e outros, instrumentos (e pessoas) que realizam medidas se encontram no reino clássico, separado do reino quântico. Quando um instrumento clássico mede um estado superposto, faz com que a função de onda quântica colapse aleatoriamente em uma das alternativas e todas as demais desapareçam completamente. As equações da mecânica quântica não explicam por que esse colapso ocorre; ele é adicionado como um postulado à parte.



A INTERPRETAÇÃO DOS MUITOS MUNDOS

A contribuição revolucionária de Everett foi analisar o processo de medição com o instrumento (e pessoas) visto simplesmente como outro sistema quântico, obedecendo às equações e aos princípios usuais da mecânica quântica. De sua análise ele pôde concluir que no final haveria uma superposição de resultados das medidas alternativas completas e que os componentes da superposição seriam como braços separados de um universo ramificado. Nós não percebemos essas superposições no mundo macroscópico, porque a nossa cópia em cada ramo só consegue discernir o que está no nosso ramo.



A intuição dos muitos mundos

Everett admitiu que tudo o que existe forma um sistema quântico e obedece à equação de Schrödinger. Ele analisou cuidadosamente o que acontece quando instrumentos de medida e observadores interagem com objetos quânticos superpostos. Para isso considerou o tratamento matemático de uma "função de onda universal", que inclui o estado do instrumento, do observador e do objeto. Os três estados se multiplicam para formar o estado completo, como está mostrado abaixo:



No estado descrito acima, há 100% de certeza de que a partícula esteja na posição A antes de a medida ser feita. Nesse caso (em que não há superposições complexas), a equação de Schrödinger descreve a evolução do estado completo para um estado quântico final que pode ser interpretado sem ambigüidade. A interação entre a partícula e o instrumento dispara o indicador "A". A luz se desloca até o observador que a vê e forma uma memória de que o indicador "A" produziu um flash (abaixo).



Ocorre uma evolução semelhante, com a mesma clareza, se a partícula começar em uma posição B bem definida. O processo descrito é hipotético, porém as suposições não alteram as conclusões. Mas o que acontece se, em vez disso, a partícula for preparada para formar uma superposição antes de a medida ser feita? Na descrição matemática as superposições são apenas somas:



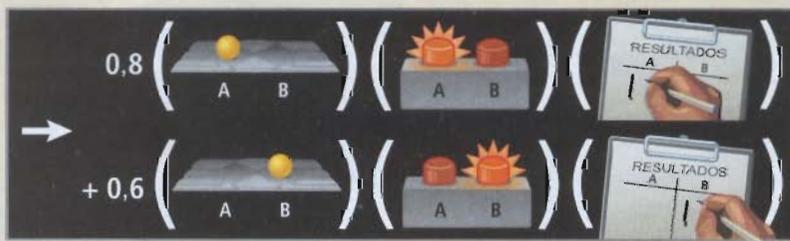
Os números mostrados neste exemplo correspondem a 64% de probabilidade de obter o resultado A (0,64 é o quadrado de 0,8) e uma probabilidade de 36% de obter o resultado B.

Quando a soma acima é incluída no estado quântico total inicial do objeto (instrumento mais observador), o resultado é um estado total formado pela superposição de duas alternativas:

$$(0,8 A + 0,6 B) \times \text{instrumento} \times \text{observador} =$$

$$0,8 (A \times \text{instrumento} \times \text{observador}) + 0,6 (B \times \text{instrumento} \times \text{observador})$$

Graças a uma propriedade da equação de Schrödinger, a linearidade, quando esse estado total superposto evolui, cada componente (isto é, as duas partes de cada lado do sinal "+") evolui como se todos os estados estivessem presentes. E assim, o estado total final é uma superposição de todos os estados finais individuais obtidos quando a partícula parte de uma posição bem definida:



A propriedade da linearidade e a propriedade dos estados chamada de ortogonalidade garantem que, com o passar do tempo, essas duas partes da função de onda nunca interagem uma com a outra. Uma análise mais moderna conhecida como teoria da decoerência explica esse ponto em maior detalhe e profundidade. O ramo "A", com um observador em um estado de absoluta certeza de ter visto o flash de luz em A, prossegue exatamente como se ele contivesse a função de onda inteira. O mesmo acontece com o ramo "B". Figuras que descrevem a subdivisão do Universo em ramos com diferentes histórias representam esse processo. A ramificação não é adicionada; ela está completamente inserida no formalismo matemático.

Além disso, Everett verificou que o formalismo matemático funciona consistentemente em situações mais complicadas, como as que envolvem medições e observadores múltiplos. No entanto, ainda resta um enigma, que continua sendo analisado e debatido acaloradamente e consiste em entender por que o ramo A "ocorre" 64% das vezes e o ramo B, somente 36% neste modelo.

- Graham P. Collins, editor

e não como atributo. Em nota de rodapé de sua tese Everett escreveu: "Do ponto de vista da teoria, todos os elementos da superposição (todos os 'ramos') são 'reais', e nenhum é mais 'real' que qualquer outro".

A versão preliminar da tese contendo todas essas idéias provocou uma luta renhida nos bastidores, revelada somente há cerca de cinco anos por estudos de documentos históricos realizadas pelo pesquisador brasileiro Olival Freire Jr., especialista em história da ciência da Universidade Federal da Bahia. Em abril de 1956 o orientador acadêmico de Everett em Princeton, John Archibald Wheeler, levou a versão preliminar da tese para Copenhague para convencer a Real Academia Dinamarquesa de Ciências e Letras a publicá-la. Ele escreveu a Everett dizendo que tinha tido "três longas e estimulantes discussões sobre o assunto" com Bohr e Petersen. Wheeler também mostrou o trabalho de seu aluno a vários outros físicos do Institute for Theoretical Physics, onde Bohr trabalhava, inclusive a Alexander W. Stern.

Subdivisões

Na carta que escreveu a Everett, Wheeler dizia: "O belo formalismo de sua função de onda naturalmente permanece inabalado, mas todos nós sentimos que o 'x' da questão está nas palavras que devem ser acrescentadas às quantidades do formalismo". Wheeler estava preocupado com o uso que Everett fazia de "subdividir" pessoas e balas de canhão como metáforas científicas. Sua carta revelou o desconforto dos copenhaguistas sobre o significado do trabalho de Everett. Stern desprezou a teoria de Everett, tachando-a de "teologia", e o próprio Wheeler relutava em desafiar Bohr. Em uma longa carta política a Stern, ele explicou e justificou a teoria de Everett como uma extensão e não uma contestação da interpretação da mecânica quântica que prevalecia então.

"Acho que posso dizer que esse jovem excelente, competente e com idéias próprias aos poucos irá aceitar que a abordagem atual do problema da medição está correta e é autoconsistente, apesar de alguns resquícios que ainda permanecem na versão atual da tese, de atitudes questionáveis no passado. Assim, para evitar qualquer possível mal-entendido, gostaria de dizer que a tese de Everett não pretende *questionar* a abordagem atual do problema da medição, mas aceitá-la e *generalizá-la*." [Destaques do original.]

Everett deve ter discordado totalmente da versão de Wheeler de sua opinião sobre a interpretação de Copenhague, pois um ano depois, ao responder às críticas de Bryce S. DeWitt, editor da revista *Reviews of Modern Physics*, escreveu:

“A interpretação de Copenhague é desastrosamente incompleta, por causa de sua confiança, *a priori*, na física clássica, da aberração do conceito de ‘realidade’ para o mundo macroscópico e da negação do mesmo conceito para o microcosmo”.

Enquanto Wheeler estava na Europa defendendo o trabalho, Everett corria o risco de perder o prazo de carência de que dispunha para submeter sua tese. Para evitar um conflito inexorável, Everett decidiu aceitar um cargo de pesquisador no Pentágono. Mudou-se para Washington e nunca mais trabalhou em física teórica.

No ano seguinte, no entanto, ligou várias vezes para Wheeler, enquanto relutantemente mutilava sua tese, reduzindo-a um quarto de sua extensão original. Em abril de 1957, o comitê de avaliação da tese de Everett aceitou a versão reduzida – sem as “subdivisões”. Três meses depois a *Reviews of Modern Physics* publicou a versão reduzida da tese, intitulada “Formulação do ‘estado relativo’ da mecânica quântica”. No mesmo volume, outro trabalho de Wheeler elogiava a descoberta de seu aluno.

Em seguida a sua publicação, no entanto, o trabalho foi relegado ao ostracismo. Wheeler foi se afastando aos poucos do seu envolvimento com a teoria de Everett, mas manteve contato com o ex-aluno encorajando-o, em vão, a continuar trabalhando em mecânica quântica. Em uma entrevista no ano passado, Wheeler, agora com 96 anos, comentou que “Everett estava desapontado, talvez amargurado demais, com a reação negativa à sua teoria. Como eu gostaria de ter continuado a discutir com Everett! As questões que ele levantou são cruciais”.

Estratégias Militares

A Princeton University concedeu o título de doutor a Everett quase um ano depois de ele ter começado o seu primeiro projeto para o Pentágono: calcular as taxas potenciais de mortalidade por radiação numa guerra nuclear. Ele logo se tornou chefe da divisão de matemática do Grupo de Avaliação de Sistemas de Armas (WSEG, em inglês) do Pentágono, grupo praticamente invisível, mas com muita influência. Everett orientou oficiais de alta patente nas administrações Eisenhower e Kennedy sobre os melhores métodos para selecionar alvos para bombas de hidrogênio e estruturar a tríade nuclear de bombas, submarinos e mísseis, para otimizar seu rendimento em caso de ataque nuclear.

Em 1960 Everett ajudou a escrever o emblemático relatório nº 50 do WSEG, que permanece como material inacessível. De acordo com George E. Pugh, amigo de Everett e seu colega no WSEG, além de his-



toriadores, o WSEG nº 50 racionalizava e promovia as estratégias militares que foram utilizadas durante décadas, incluindo o conceito de destruição massiva Mútua. A WSEG fornecia aos gestores de políticas de guerra informações aterradoras sobre os efeitos globais da radiação, de forma que muitos se convenceram da necessidade de promover um arrefecimento contínuo – em oposição ao que várias pessoas influentes defendiam, de lançar preventivamente os primeiros ataques contra a União Soviética, China e outros países comunistas.

O capítulo final da batalha travada por Everett também se encerrou nesse período. Em abril de 1959 Bohr concedeu a Everett uma entrevista em Copenhague. Eles se encontraram diversas vezes durante um período de seis semanas, mas sem resultados concretos: Bohr não mudou sua posição e Everett não retornou às pesquisas em física quântica. No entanto, nem tudo estava perdido. Uma tarde, bebericando sua cerveja no Hotel Østerport, Everett transcreveu, em folhas de papel do hotel, um importante refinamento de outro fantástico tratamento matemático que também o celebrou: o método do multiplicador generalizado de Lagrange, agora conhecido como o algoritmo de Everett. O método simplificou a busca de soluções ótimas para problemas complexos de logística – que iam desde o lançamento de armas nucleares, até a programação da produção industrial *just-in-time* e o roteamento de ônibus para maximizar a desagregação em áreas com escolas.

Em 1964, Everett, Pugh e outros colegas da WSEG fundaram uma empresa particular de defesa, a Lambda Corporation. Entre outras atividades, a empresa criava projetos de modelos matemáticos para sistemas de mísseis antibalísticos e jogos de guerra nuclear computadorizados que, de acordo com Pugh, foram usados pelos militares durante anos. Everett ficou fascinado com a criação de apli-

NIELS BOHR (no centro) encontra Everett (próximo à direita) na Princeton University, em novembro de 1954, ano em que Everett teve pela primeira vez a idéia dos muitos mundos. Bohr nunca aceitou a teoria. Outros alunos de pós-graduação presentes são (da esquerda para a direita) Charles W. Misner, Hale F. Trotter e David K. Harrison

PARA CONHECER MAIS

The many-worlds interpretation of quantum mechanics. Editado por Bryce S. DeWitt e Neill Graham. Princeton University Press, 1973.

The fabric of reality. David Deutsch. Penguin Books, 1997.

Biographical sketch of Hugh Everett, III. Eugene Shikhovtsev. 2003. On-line em <http://space.mit.edu/home/tegmark/Everett>.

Science and ultimate reality: quantum theory, cosmology, and complexity. Organizado por John D. Barrow, Paul C. W. Davies, Charles L. Harper, Jr. Cambridge University Press, 2004.

Things the grandchildren should know. Mark Everett. Little, Brown (em impressão).

cações para o teorema de Bayes, um método matemático para correlacionar as probabilidades de ocorrência de eventos futuros com base na experiência passada. Em 1971, Everett construiu um protótipo da máquina bayesiana, um programa de computador inteligente que aprende pela experiência e simplifica a tomada de decisão, por meio da dedução dos resultados prováveis, de forma muito semelhante à capacidade humana de utilizar o bom senso. Mantendo um contrato com o Pentágono, a Lambda utilizou o método bayesiano para criar técnicas para acompanhamento de trajetórias de mísseis balísticos em aproximação.

Em 1973 Everett deixou a Lambda e fundou com Donald Reisler, um companheiro da Lambda, uma empresa de processamento de dados, a DBS. Essa empresa pesquisava aplicações para novas armas, mas se especializou em analisar os efeitos socioeconômicos de programas de ações positivas do governo. Quando se encontraram pela primeira vez, lembra Reisler, Everett timidamente perguntou se ele já tinha lido seu trabalho de 1957. “Eu pensei por um instante e respondi: ‘Ó céus! Você é aquele Everett, o maluco que escreveu aquele trabalho insano’”, disse Reisler. “Eu havia lido o trabalho na graduação e, aturdido, o abandonara imediatamente.” Os dois se tornaram amigos íntimos, mas concordaram em nunca mais falar sobre universos múltiplos.

Três Martinis no Almoço

Apesar de todos esses sucessos a vida de Everett foi se arruinando sob vários aspectos. Ele tinha reputação de beber demais, e os amigos afirmam que o problema foi se agravando com o tempo. De acordo com Reisler, seu parceiro geralmente tomava três martinis no almoço, cujos efeitos desapareciam após um cochilo no escritório – embora ele ainda tentasse ser produtivo.

Seu temperamento não permitia uma atitude descontrada, divertida em relação à vida. “Ele não era uma pessoa indulgente”, comenta Reisler. “Estudava as coisas com uma lógica fria, cruel. Garantia de direitos civis não faziam qualquer sentido para ele.”

Everett era sem dúvida egocêntrico. “Apreciava demonstrar uma forma de solipsismo extremo”, relata Elaine Tsiang, ex-funcionária da DBS. “Embora ele se esforçasse por distanciar sua teoria dos muitos mundos de qualquer teoria da mente ou da consciência, não há dúvida de que todos nós devemos nossa existência ao mundo que ele havia criado.”

Ele mal conheceu seus filhos, Elizabeth e Mark.

Enquanto Everett prosseguia sua carreira de empreendedor, o mundo da física começava a dar atenção à sua teoria até então ignorada. DeWitt deu uma

LINHA DO TEMPO DE EVERETT

11 de novembro de 1930: Nascimento em Washington, D.C.

1943: Albert Einstein responde à carta que o adolescente Everett lhe escreveu sobre uma irresistível necessidade de encontrar um objeto imóvel.

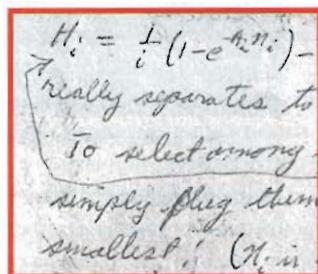
Setembro de 1953: Ingressa no programa de graduação em física, da Princeton University. Recebe ensinamentos de mecânica quântica de Eugene Wigner e John Archibald Wheeler.

Junho de 1956: Aceita um emprego de pesquisa no Grupo de Avaliação de Sistemas de Armas do Pentágono (WSEG).

Novembro de 1956: Casa-se com Nancy Gore.

Novembro de 1956: É promovido a chefe da divisão de matemática da WSEG.

Junho de 1957: Recebe o título de doutor.



Julho de 1957: Nasce a filha Elizabeth.

Abril/Maio de 1959: Durante sua permanência no Hotel Østerport em Copenhague vislumbra um refinamento importante de um método para determinar as soluções ótimas para problemas complexos de logística.

1959-1960: Ajuda a elaborar o relatório nº 50 do WSEG sobre estratégias militares nucleares.

Janeiro de 1961: Apresenta pessoalmente a análise das opções de ataques nucleares do WSEG para o Secretário de Defesa Robert McNamara, que acabara de assumir o cargo.

Abril de 1963: Nasce o filho Mark.

1964: Everett e outros colegas da WSEG fundam a Lambda Corporation, empresa de projetos de defesa para o exército.

1973: Deixa a Lambda e cria uma empresa de processamento de dados, a DBS.

19 de julho de 1982: Morre na cama, vítima de ataque cardíaco.

guinada de 180 graus e tornou-se seu defensor mais devotado. Em 1967 escreveu um artigo apresentando a equação Wheeler-DeWitt: uma função de onda universal que a teoria da gravidade quântica deveria satisfazer. Era mérito de Everett ter demonstrado a necessidade dessa abordagem. DeWitt e seu aluno de pós-graduação, Neill Graham, editaram então um livro com artigos de física, *The many-worlds interpretation of quantum mechanics*, contendo em destaque a versão original da tese de Everett. O termo “muitos mundos” logo pegou e foi popularizado pela revista de ficção científica *Analog*, em 1976.

Mas nem todos concordavam que a interpretação de Copenhague devesse recuar. N. David Mermin, físico da Cornell University, comenta que a interpretação de Everett tratava a função de onda como parte do mundo objetivamente real, enquanto ele a via somente como ferramenta matemática. “Uma função de onda é uma construção humana”, afirmava Mermin. “Sua finalidade é permitir que nossas observações macroscópicas façam sentido. Meu ponto de vista é exatamente o oposto da interpretação dos muitos mundos. A mecânica quântica é um artifício que permite tornar nossas observações coerentes e dizer que estamos dentro da mecânica quântica e que a mecânica quântica que se aplica à nossa percepção é inconsistente.”

Mas muitos físicos que atuam na área afirmam que a teoria de Everett deve ser levada a sério.

“Quando ouvi falar na interpretação de Everett, no final da década de 70”, diz Stephen Shenker, físico teórico da Stanford University, “achei que era uma coisa meio louca. A maioria das pessoas que conheço e que estuda a teoria das cordas e a cosmologia quântica está pensando agora em alguma coisa parecida com a interpretação everettiana. E, devido ao desenvolvimento recente da computação quântica, essas questões não são mais consideradas acadêmicas.”

Um dos pioneiros da decoerência, Wojciech H. Zurek, que trabalha no Los Alamos National Laboratory, comenta que “o diferencial de Everett era insistir que a teoria quântica deveria ser universal, sem uma divisão do Universo, em algo *a priori* clássico e algo *a priori* quântico. Ele nos deu o passe para utilizar a teoria quântica da forma como a usamos hoje para descrever medidas como um todo”.

O especialista em teoria das cordas Juan Maldacena, do Institute for Advanced Study em Princeton, Nova Jersey, reflete uma postura comum entre seus colegas: “Quando penso na teoria de Everett quantum-mecanicamente, ela me parece uma coisa bastante razoável, mas, no dia-a-dia, não acredito nela”.

Em 1977, DeWitt e Wheeler convidaram Everett, que odiava falar em público, para apresentar sua in-

Subproduto da ficção

Há muito tempo que as histórias de mundos paralelos e histórias alternativas proliferam mais que boato. Aqui estão três histórias diferentes relacionadas à teoria dos muitos mundos de Everett:

- **The coming of the quantum cats** (A vinda dos gatos quânticos), por **Frederik Pohl** (*Spectra*, 1986): Cópias do personagem caminham para frente e para trás através das inúmeras linhas do tempo alternativas de onde se originam.
- **Quarantine** (Quarentena), por **Greg Egan** (*HarperCollins*, 1992): Superposições quânticas — e o que acontece quando são observadas — são fundamentais para o enredo e a chave para o destino final da humanidade.
- **His dark materials trilogy** (Trilogia de suas matérias escuras), por **Philip Pullman** (*Knopf*, 1995-2000): Essa fantasia se desenrola em vários mundos paralelos. Em uma delas, um físico menciona Everett e sua hipótese de 1957; em outra, dois teólogos experimentais propõem uma heresia de muitos mundos.



terpretação quântica na University of Texas em Austin. David Deutsch, hoje da University of Oxford, fundador do campo da computação quântica (inspirado pela teoria de Everett), era um dos presentes. “Ele estava à frente do seu tempo”, afirma Deutsch ao recapitular a contribuição de Everett. “Ele representa a recusa em abandonar uma explicação objetiva. Um grande dano se manifestou no progresso tanto da física quanto da filosofia com a abdicação da proposta original desses campos para explicar o mundo. Afundamos irremediavelmente em formalismos, e as coisas foram vistas como progresso enquanto o vácuo foi preenchido por misticismo, religião e todo o tipo de asneiras. Everett é importante porque resistiu a tudo isso.”

Depois da visita ao Texas, Wheeler tentou trazer Everett para o Institute for Theoretical Phy-



sics em Santa Barbara, Califórnia. Comenta-se que Everett ficou interessado, mas nada foi concretizado.

A Totalidade da Experiência

Everett morreu na cama, em sua casa, em 19 de julho de 1982. Tinha apenas 51 anos de idade. Seu filho Mark, então adolescente, lembra-se de ter encontrado o corpo do pai sem vida naquela manhã. Ao ver o corpo inerte, Mark percebeu que não tinha nenhuma lembrança de seu pai que o comovesse. “Eu não sabia como me sentir diante do fato de que meu pai havia acabado de morrer”, me contou ele. “Eu não tinha nenhuma ligação real com ele.”

Um pouco depois disso, Mark mudou-se para Los Angeles, onde se tornou um compositor bem-sucedido e líder de uma popular banda de rock, Eels (Enguias). Várias músicas suas expressavam a tristeza que guardava como filho de um homem deprimido, alcoólatra e emocionalmente desligado do mundo. Foi muito depois da morte do pai que Mark tomou conhecimento da carreira brilhante e das realizações de Everett.

Elizabeth, a irmã de Mark, fez a primeira de muitas tentativas de suicídio em junho de 1982, somente um mês antes da morte do pai. Mark encontrou a irmã inconsciente, caída no banheiro e levou-a ao hospital ainda a tempo e salvá-la. Quando voltou para casa, bem mais tarde naquela noite, lembrou-se de que seu pai “levantou os olhos do jornal e disse: – Eu não sabia que ela estava assim tão triste”. Em 1996 Elizabeth pôs fim à vida com uma overdose de comprimidos para dormir, em Oahu, no Havaí, deixando uma nota na bolsa, dizendo que estava indo se juntar ao pai em outro universo.

Em uma canção escrita em 2005, “Things the grandchildren should know” (Coisas que os netos deveriam saber), Mark escreveu: “Eu nunca entendi realmente/ o que pode ter significado para ele/ viver dentro de sua cabeça”. Seu pai, com inclinações solipsísticas, teria entendido seu dilema. “Já tínhamos admitido uma vez que qualquer teoria física é basicamente um modelo para o mundo da experiência”, concluiu Everett na versão não editada de sua tese. “Precisamos renunciar a todas as esperanças de encontrar qualquer coisa como a teoria correta simplesmente porque nunca teremos acesso à totalidade da experiência.” ■



Acesse www.SciAm.com/ontheweb para obter informações adicionais relacionadas a este artigo, incluindo a nota de 1959 do Hotel Østerport e outras interpretações da mecânica quântica.

LINHA DO TEMPO DA TEORIA

Dezembro/janeiro de 1954-1955: Everett começa a escrever sua tese de doutorado sobre mecânica quântica.

Janeiro de 1956: Everett entrega a versão completa de sua tese de doutorado “A teoria da função de onda universal”.

Abril/maio de 1956: Wheeler leva a tese para Copenhague para discuti-la com Niels Bohr e outros físicos reconhecidos. Eles reagem negativamente às idéias de Everett.

Agosto de 1956 – março de 1957: Wheeler e Everett reescrevem a tese, reduzindo-a drasticamente.

Abril de 1957: O comitê de pós-graduação aceita a versão reduzida da tese “Formulação do ‘estado relativo’ da mecânica quântica”.

Maio de 1957: Em uma carta a Wheeler, Bryce S. DeWitt (editor da revista *Reviews of Modern Physics*) insiste que “o mundo real não pode se subdividir”.

Julho de 1957: A revista *Reviews of Modern Physics* publica a versão reduzida da tese, juntamente com uma declaração de Wheeler elogiando a teoria de Everett.

Abril/maio de 1959: Everett encontra Bohr em Copenhague, mas nenhum dos dois abre mão de sua posição sobre a teoria.

1970: Dieter Zeh publica um trabalho original sobre decoerência. Ele reconhece os méritos do trabalho de Everett.

Setembro de 1970: DeWitt publica um artigo na revista *Physics Today*, promovendo a teoria de Everett.

1973: DeWitt e Neill Graham publicam as duas versões da tese e outros artigos em um livro.

Dezembro de 1976: A revista de ficção científica *Analog* populariza a teoria.

Julho de 1985: David Deutsch propõe o computador quântico, que poderá explorar o paralelismo everettiano.

Julho de 2007: Quinquagésimo aniversário da publicação do trabalho de Everett na revista *Reviews of Modern Physics* comemorado com uma conferência na University of Oxford e pela capa da revista *Nature*.