

JANNA LEVIN

# A música do universo

*Ondas gravitacionais e a maior descoberta  
científica dos últimos cem anos*

*Tradução*

Paulo Geiger



Copyright © 2016 by Janna Levin

*Grafia atualizada segundo o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990,  
que entrou em vigor no Brasil em 2009.*

*Título original*

Black Hole Blues and Other Songs from Outer Space

*Capa*

Rodrigo Maroja

*Preparação*

Lígia Azevedo

*Índice remissivo*

Luciano Marchiori

*Revisão técnica*

Rogério Rosenfeld

*Revisão*

Valquíria Della Pozza

Isabel Jorge Cury

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

---

Levin, Janna

A música do universo : ondas gravitacionais e a maior descoberta científica dos últimos cem anos / Janna Levin; tradução Paulo Geiger. — 1<sup>a</sup> ed. — São Paulo : Companhia das Letras, 2016.

Titulo original: Black Hole Blues and Other Songs from Outer Space.

ISBN 978-85-359-2795-5

1. Buracos negros (Astronomia) 2. Ondas gravitacionais  
I. Título.

---

16-06348

CDD-539.754

Índice para catálogo sistemático:

1. Ondas gravitacionais : Astronomia 539.754

[2016]

Todos os direitos desta edição reservados à

EDITORA SCHWARCZ S.A.

Rua Bandeira Paulista, 702, cj. 32

04532-002 — São Paulo — SP

Telefone: (11) 3707-3500

Fax: (11) 3707-3501

[www.companhiadasletras.com.br](http://www.companhiadasletras.com.br)

[www.blogdacompanhia.com.br](http://www.blogdacompanhia.com.br)

[facebook.com/companhiadasletras](http://facebook.com/companhiadasletras)

[instagram.com/companhiadasletras](http://instagram.com/companhiadasletras)

[twitter.com/cialetras](http://twitter.com/cialetras)

# Sumário

1. Quando buracos negros colidem .....	11
2. Alta-fidelidade .....	15
3. Recursos naturais .....	34
4. Choque cultural .....	52
5. Joe Weber .....	67
6. Protótipos .....	79
7. A Troika .....	90
8. A escalada .....	103
9. Weber e Trimble .....	115
10. O LHO .....	126
11. Laboratório de desenvolvimento avançado .....	142
12. Apostando .....	161
13. <i>Rashomon</i> .....	173
14. O LLO .....	186
15. Uma pequena caverna em Figueroa .....	203
16. A corrida começou .....	214
Epílogo .....	223

<i>Agradecimentos</i> .....	233
<i>A Colaboração Científica LIGO e a Colaboração Virgo .....</i>	237
<i>Notas sobre as fontes</i> .....	243
<i>Índice remissivo</i> .....	249

# 1. Quando buracos negros colidem

Em algum lugar do universo, dois buracos negros colidem — pesados como estrelas, pequenos como cidades, literalmente buracos (espaços vazios) negros (com total ausência de luz). Pressos pela gravidade, nos últimos segundos que passam juntos eles se deslocam em milhares de revoluções em torno de seu futuro ponto de contato, revolvendo-se no espaço e no tempo até colidir e se fundir num buraco negro maior, num evento mais poderoso do que qualquer outro desde a origem do universo, produzindo uma energia que é mais de 1 trilhão de vezes a de 1 bilhão de sóis. Buracos negros colidem em escuridão total. Nada da energia que irrompe disso se apresenta em forma de luz. Telescópio algum jamais mostrará o evento.

Essa profusão de energia emana de buracos que se coalescem numa forma puramente gravitacional, como ondas na forma de espaço-tempo, como ondas gravitacionais. Uma astronauta flutuando nas proximidades não enxergaria nada. Mas o espaço que ela estivesse ocupando ressoaria, deformando-a, apertando-a e depois a esticando. Se estivesse perto o bastante, seu sistema audi-

tivo poderia vibrar em resposta. Ela *ouviria* a onda. Numa escuridão vazia, ouviria o espaço-tempo. (Revelando a morte por um buraco negro.) Ondas gravitacionais são como sons sem meio material. Quando buracos negros colidem, produzem som.

Nenhum ser humano jamais ouviu uma onda gravitacional. Nenhum instrumento a gravou de modo indubitável. A partir do impacto, percorrer o espaço até a Terra na velocidade da luz poderia levar 1 bilhão de anos. Quando a onda gravitacional chegasse, o ruído estaria tão fraco que ficaria imperceptível. Mais fraco até do que isso. Não poderia nem ser descrito com superlativos convencionais. No momento em que a onda gravitacional chegasse aqui, o ressoar do espaço envolveria mudanças relativas de distâncias da largura de um núcleo atômico em relação à extensão de três Terras.

Na segunda metade do século xx teve início um movimento para gravar o som dos céus. O Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferometria a Laser (na sigla em inglês, LIGO) é o empreendimento mais dispendioso já financiado pela National Science Foundation (NSF), a agência federal independente norte-americana de apoio à pesquisa científica fundamental. Existem dois observatórios do LIGO: um em Hanford, Washington, outro em Livingston, Louisiana. Cada máquina cobre quatro quilômetros quadrados. A um custo que, entre as duas, excede 1 bilhão de dólares e com a colaboração internacional de centenas de cientistas e engenheiros, o LIGO é o ponto culminante de carreiras inteiras e de décadas de inovação tecnológica.

Essas máquinas ficaram inativas nos últimos anos para que suas capacidades avançadas de detecção fossem atualizadas. Tudo a não ser o nada — o vácuo — foi substituído, disse-me um dos pesquisadores. Nesse ínterim, cálculos, códigos, computações estão sendo empreendidos pelo mundo inteiro para potencializar as predições acerca de um universo dos mais barulhentos. Teóricos aproveitam esses anos intervenientes para projetar algorit-

mos, montar bancos de dados, levantar hipóteses. Muitos investiram sua vida no objetivo de medir “uma variação em distância correspondente a menos do que a espessura de um fio de cabelo humano em relação a uma extensão equivalente a 100 bilhões de vezes a circunferência do mundo”.

Nos promissores anos plenos de esperanças científicas que se seguem a uma primeira detecção, os observatórios baseados na Terra vão gravar os sons de eventos astronômicos cataclísmicos que chegarão de várias direções e de várias distâncias. Estrelas mortas colidem e estrelas velhas explodem, e aconteceu o big bang. Todo tipo de desordem de alto impacto pode fazer soar o espaço-tempo. Ao longo do tempo de vida dos observatórios, cientistas vão reconstruir uma ressoante e dissonante trilha sonora para acompanhar o filme mudo da história do universo que a humanidade compilou, com imagens fixas do céu e uma série de instantâneos capturados nos quatrocentos anos desde que Galileu apontou pela primeira vez um telescópio rudimentar para o Sol.

Acompanho esse experimento monumental em construção para medir variações sutis na forma do espaço-tempo, em parte como uma cientista que espera poder dar uma contribuição a um campo monolítico, em parte como uma neófita querendo compreender uma máquina totalmente desconhecida, em parte como uma escritora que espera poder documentar os primeiros registros obtidos por seres humanos de buracos negros desguarnecidos. À medida que a rede global de observatórios de gravidade se aproxima da reta final dessa corrida, mais difícil se torna desviar a atenção da promessa de descoberta, embora ainda existam aqueles que duvidam veementemente do seu sucesso.

Sob a sombra de um começo controverso e da oposição de cientistas poderosos, sérias batalhas internas e árduos dilemas

tecnológicos, o LIGO se recuperou e prosperou, confirmando projeções e avançando. Cinco décadas após o início desse experimento ambicioso, estamos às vésperas do impacto de uma máquina colossal com um punhado de sons. Uma ideia que cintilou na década de 1960, um experimento conceitual, um divertido haicai, hoje é uma coisa de metal e vidro. O LIGO Avançado começou a gravar os céus em 2015, um século após Einstein ter publicado sua descrição matemática das ondas gravitacionais. Os instrumentos deveriam atingir sua máxima sensibilidade em um ano ou dois, talvez três. A primeira geração dessas máquinas tinha demonstrado e confirmado o conceito, mas ainda assim o sucesso nunca está garantido. Nem sempre a natureza colabora. Essas máquinas avançadas vão travar e se submeter a ajustes, correções e calibrações, e esperar que aconteça algo extraordinário, enquanto cientistas afastam as dúvidas e pressionam até o final.

Este livro, tanto quanto uma crônica das ondas gravitacionais — um registro acústico da história do universo, uma trilha sonora para um filme mudo —, é um tributo a um empreendimento quixotesco, épico, pungente. Um tributo à ambição de um louco.

## 2. Alta-fidelidade

Às dezoito horas, o prédio está silencioso, considerando que é a sede do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Tenho de esperar do lado de fora até que apareça uma estudante de pós-graduação. Ela destranca a porta e me deixa entrar, levando a bicicleta em que chegou escada acima. “A sala de Rai é logo ali.” A estudante aponta para o corredor e sai na bicicleta, um dos pés apoiado num pedal, o outro pendendo do mesmo lado. Então desmonta novamente e atravessa uma porta de cor clara. Parece ser exatamente igual à de Rai, e percebo que seria fácil errar de porta ali, como acontece em hotéis.

Rainer Weiss faz-me um sinal para entrar. Pulamos a apresentação formal e, embora seja nosso primeiro encontro, falamos com familiaridade, como se nos conhecêssemos há muito tempo, a experiência compartilhada da comunidade científica pesando mais do que uma cidade natal ou mesmo uma geração comum. Recostados em cadeiras que não combinam, nossos pés apoiados num mesmo banquinho.

“Comecei a vida com uma ambição. Queria fazer com que a música fosse mais fácil de ser ouvida. Era criança durante a revolução da alta-fidelidade, em 1947. Construía hi-fis de primeira linha. A maioria dos imigrantes que vinham para Nova York queria muito ouvir música clássica.

“Está vendo os alto-falantes ali? Vieram de um cinema no Brooklyn. Atrás da tela havia uma matriz dessas coisas. Tinha uns vinte deles. Pus todos no metrô. Um grande incêndio havia ocorrido no Paramount, e estavam se livrando deles. Então consegui esses alto-falantes com qualidade de sala de cinema, e tinha esse circuito fantástico que estava construindo e tinha um rádio FM. Então convidava amigos para ouvir a Filarmônica de Nova York e era inacreditável. Você sentia como se estivesse no teatro. O som que saía dessas coisas era inacreditável.”

Rai faz um gesto em direção às estranhas formas cônicas de metal de um alto-falante que data aproximadamente de 1935. A estrutura rústica tem um peso exagerado que os avanços no design já aboliram, mas fora isso é surpreendentemente recente quanto à tecnologia, mais para a indulgência de 1970 do que para as necessidades de 1930. O objeto se encaixa bem visualmente com as outras estruturas espalhadas pela colmeia de cientistas servindo a um instrumento gravitacional que se mostrara um convincente experimento conceitual pela primeira vez na década de 1960. Embora fosse descobrir depois que não tinha sido o primeiro, Rai sonhava com um dispositivo que medisse o ressoar do espaço-tempo. Protótipo da ambição científica, o experimento é colossal demais para este prédio ou mesmo para Cambridge, MA. Um laboratório de pesquisa e desenvolvimento destinado a criar alguns dos componentes das máquinas está instalado no porão do edifício ao lado, enquanto todos os instrumentos integrados são construídos em locações remotas.

\* \* \*

Em 2005, Rai reassumiu o venerável papel de professor de física no MIT e com isso pôde caminhar quatro quilômetros pelos túneis de cimento, instalar osciloscópios em tubos de raios laser, examinar 18 mil m<sup>3</sup> de puro vácuo para detectar vazamentos e medir vibrações sísmicas em recintos úmidos e infestados de vespas. Ele havia se desligado essencialmente para ter o privilégio de reemergir como estudante, elevado ao mais augustó título que se pode oferecer aos admirados funcionários aposentados porém ativos: o de professor emérito.

Rai fala com o empático ritmo de uma geração de nova-iorquinos, com o caráter quintessencial de fonéticas americanas que surgiram de um amálgama de sotaques europeus. Qualquer que fosse a cadência alemã com que tenha contribuído para essa mistura, seu timbre familiar me faz lembrar tanto de uma época quanto de uma região. Ele nasceu em Berlim, em 1932, filho de um pai rebelde, Fredrerik Weiss — um comunista —, numa rica família judaica. (A avó paterna de Rai era da preeminente família dos Rathenau. “Muito alemã, levemente judaica”, ele diz.) A mãe de Rai, Gertrude Lösner, é descrita como uma atriz rebelde não judia. “De algum modo eles se encontraram”, diz Rai, como se houvesse coisas que nunca deveríamos tentar compreender. “Fui o produto desse encontro; ainda não estavam casados”, esclarece.

Como todos os outros imigrantes que ouvem a Filarmônica no salão de Rai, ele conta como chegou até lá, para estabelecer o clima, mas esse não é o foco de sua história. O prelúdio se passa num hospital para trabalhadores comunistas em Berlim, onde seu pai era neurologista. Os nazistas tinham se infiltrado na enfermaria e no bairro, assim como em outras vizinhanças. Um deles sabotou uma operação no hospital, matando o paciente e obrigando seu politizado pai a relatar o incidente às cada vez mais

declinantes autoridades. Como uma gangue de malfeiteiros, os nazistas o agarraram na rua em retaliação e o prenderam num porão, que Rai não menciona onde ficava. Poderia ter apodrecido lá — a própria família de Frederick o tinha renegado por causa de seu zeloso comunismo — se não tivesse concebido um filho na véspera do Ano-Novo. A mãe grávida de Rai e o pai dela, um burocrata local da República de Weimar, conseguiram soltá-lo. Con quanto livre para ir embora, ele não era mais livre para ficar.

Frederick atravessou a fronteira da Tchecoslováquia. Sua nova família o seguiu pouco depois. Rai não pode imaginar como seus pais pararam de brigar por tempo suficiente para conceber sua irmã Sybille Weiss, em 1937. (Eles costumavam culpar Hitler por seu atribulado casamento.) Numa interrupção da acrimônia conjugal, a família de quatro passou suas primeiras férias junta nas montanhas Tatra, na fronteira polonesa. No saguão do hotel, um velho rádio em estilo gótico com válvulas brilhando deixou Rai mesmorizado durante a transmissão do discurso de apaziguamento da política exterior de Chamberlain, quando disse que entregaria partes da Tchecoslováquia à Alemanha. O mostrador do rádio foi ajustado para sintonizar a voz de Chamberlain sem distorções. Rai descreve um grupo apavorado de alemães expatriados, muitos dos quais judeus, indo embora, fugindo das montanhas como se fosse do inferno, para chegar a Praga e depois sair da Tchecoslováquia antes que o acordo estivesse consumado. “Fomos embora. E tivemos a sorte de poder fazer isso. Meu pai conseguiu sair de lá porque era médico, enquanto muitas pessoas não conseguiram.”

Em Nova York, a mãe sustentou a família durante vários anos com todo tipo de trabalho até que o pai começou sua clínica própria de psicanálise. “Fui para uma escola em Nova York chamada Columbia Grammar School, onde também estudou Murray Gell-Man [prêmio Nobel de física], que estava vários anos à

minha frente. Eu era sempre comparado a ele. Você sabe: ‘Esse cara realmente conhece alguma coisa. Você é apenas um vagabundo’. Esse tipo de coisa.”

Pela primeira vez dispunha-se de frequência modulada no rádio, e Rai tinha conhecimentos de eletrônica suficientes para construir um amplificador e melhorar a qualidade do som. Tinha um pequeno negócio em andamento. A primeira pessoa que comprovou uma unidade de seu sistema foi uma amiga da família que ele chamava de “Tia Ruth”. Não consegue se lembrar do valor — não que eu tenha perguntado isso —, mas sabe que só cobrou o custo das partes. Rai havia se tornado um empreendedor com seguidores: uma comunidade de imigrantes com apetite para a alta-fidelidade. Uma vez tendo sido comprovado como a música era depurada através do sistema, a demanda cresceu de modo viral.

“Havia coisas chamadas ‘discos Shellac’, que eram as gravações originais. Tinham um ruído de fundo permanente, um chiado. Os discos de vinil não têm isso. Eles podem reproduzir um estalo. Mas aqui o caso era um verdadeiro chiado ao fundo. Shshshshsh. Via-se a agulha sendo levada pela aspereza da superfície, e eu tentava pensar em maneiras de me livrar daquele mal-dito ruído.

“Durante uma passagem tranquila de uma sonata de Beethoven ou algo parecido, em andamento lento, sempre se ouve chiado. E como você se livra dele? Quando se ouvem muitos sons, ele não tem maior importância. Fica mascarado. Eu tentei fazer um circuito que mudasse a largura de faixa sonora do dispositivo em função da amplitude do som. Tinha noção de que não sabia o bastante para fazer isso sozinho, portanto queria ir para a faculdade para aprender sobre o assunto.

“Fui para o MIT — queria aprender bem engenharia acústica, porque era a única coisa que eu sabia. Mas muito rapidamente me dei conta de que não queria ser engenheiro. Passei para a

física, não sei por quê... Não, vou contar, foi realmente idiota. O departamento de física era menos exigente que os outros, e eu era muito indisciplinado — não queria ter de satisfazer exigência alguma.”

Rai me garante que toda a equipe do MIT ainda está trabalhando. Posso enxergar alguns ombros através das portas abertas. No laboratório bem ao lado há muita gente. Vamos conhecer a seção de pesquisa e desenvolvimento. Pesquisadores estão sentados no chão tentando destrinçar uma maçaroca de cabos ou debruçados sobre mesas ópticas, ou ajustando algum instrumento, ou levantando seus óculos de proteção para utilizar um bizarro e antiquado osciloscópio. Juro que vi um disquete. O calibre da tecnologia era dos mais impressionantes, por isso fiquei pasma com ele. O trabalho físico e a meticulosidade se ajeitam e se integram e se retroalimentam e se compõem até que uma máquina é finalmente construída. Essa estrutura de poder é horizontal em algum nível. Cada um parece compreender bem a tarefa, de modo que o coletivo opera como se fosse uma elaborada colônia de formigas em constante mas não necessariamente rápido movimento. Sem que haja pausa alguma, uma coisa é feita, depois outra. O objetivo da concentração de cada um dos cientistas parece ser incrivelmente comprimido, microscópico, dada a escala daquilo para que estão trabalhando. Cada um está capacitado e fisicamente equipado para as desconfortáveis pressões sobre o corpo e as longas horas de trabalho. Um estudante de pós-graduação movimenta com o maior escrúpulo uma peça delicada numa mesa óptica. Cada pessoa faz sua parte para fabricar um dispositivo hipersensível que pretende gravar os sons do espaço cem anos — talvez uns poucos mais — após Einstein ter deduzido que o espaço-tempo era mutável.

Eles estão construindo um dispositivo de gravação, não um telescópio. Caso tenha êxito, o instrumento — científico e musical — gravará modulações liliputianas no formato do espaço. Somente as mais agressivas movimentações de grandes massas astrofísicas podem fazer soar o espaço-tempo em medida suficiente para que possa haver um registro. Buracos negros em colisão esguicham ondas no espaço-tempo assim como as colisões entre estrelas de nêutrons, pulsares, estrelas que explodem e as até agora não imaginadas cataratas no espaço-tempo astrofísico podem fazê-lo. As contrações e expansões de distâncias espaciais e do tempo dos relógios movem-se através do universo — no formato de espaço-tempo — como ondas no oceano. Ondas gravitacionais não são ondas sonoras, mas podem ser convertidas em som por pura tecnologia analógica, muito semelhantemente a como uma onda na corda de uma guitarra pode ser convertida em som mediante um amplificador convencional. Numa analogia que não chega a ser perfeita, as calamidades astrofísicas são o dedo que percute a corda, o espaço-tempo é o jogo de cordas e o aparelho experimental é o corpo da guitarra. Ou, algumas dimensões acima, as calamidades astrofísicas são as baquetas, o espaço-tempo é o couro de um tambor tridimensional e o aparelho grava as modulações por que passa o tambor para tocar a partitura silenciosa, que volta para nós em forma de som. Cientistas na sala de controle ouvem o detector, ampliado através de alto-falantes comuns, embora nunca tenham ouvido nada além de um ruído de fundo. O chiado. Shshshshsh.

As instalações do MIT são inestimáveis, mas irrisórias no esquema muito maior da operação na sede do LIGO na Caltech, onde também fica outro protótipo, por sua vez humilhado pelos dois instrumentos em escala total em locações remotas. Rai per-

gunta. “Você ainda não esteve nas locações? Quando vai? Ah, espere até ver aquilo.” Ele se reclina, numa renovada admiração. Os instrumentos em escala total são aproximadamente 2,5 mil vezes maiores do que os do primeiro protótipo de Rai. Eu também me reclino e considero as proporções. “Não recebemos muitos visitantes nas locações.”

Desde a época em que começou a faculdade, sua vida científica se concentrou na confusão de ruas em Cambridge, embora, no momento em que saíra do metrô na Kendall Square, quisesse voltar para Nova York. Numa manhã abafada de setembro, o setor industrial da cidade fedia — uma mistura profana de sabão feito de restos mortais e gordura animal com maionese e picles. O toque final de chocolate foi demais. Ele não voltou para Nova York, mas continuou seu caminho para além da fumaça úmida, numa trajetória prolongada que se desviaria de Cambridge apenas por intervalos breves, quanto essenciais. Embora nenhuma intransigência fosse mencionada durante os primeiros poucos meses em que esteve matriculado no MIT.

“Bem, eu me apaixonei por alguém. Foi no auge da Guerra da Coreia. Como um idiota, decidi que ia partir, e levei bomba. Fui atrás dessa mulher até Chicago. Era uma pianista. Ela mudou minha vida, aliás. Eu nunca tinha pensado muito nesse tipo de coisa, e comecei o piano aos vinte — ou mais velho, acho. Foi por causa dela.

“Muitos anos depois, quando comecei a pensar em ondas gravitacionais, imediatamente me ocorreu: ‘Olha só, LIGO sobre o mesmo intervalo de frequências que o piano’.

“De qualquer modo, eu estava totalmente louco de amor. Não pensava nas consequências. É claro que a garota me deixou por outro. Você nunca deve se apaixonar — quero dizer, você não tem permissão para isso. Sabe como é. Então eu voltei. E foi o começo da física para mim. Eu tinha um histórico muito ruim, depois de ter sido reprovado.”

Egresso de faculdade em busca de trabalho, um desamparado Rai voltou ao MIT e perambulava pelo Plywood Palace, uma estrutura precária jogada na periferia do campus durante os esforços emergenciais da Segunda Guerra Mundial. A previsão para a existência daquela estrutura de madeira tinha sido de apenas alguns anos, tendo ela sido construída para durar por alguns meses depois que a guerra terminasse. A estrutura improvisada, desconfortável, cheia de estalos, mas resistente, sobreviveu a décadas de redirecionamentos, embora, ocasionalmente, uma vidraça mal colocada pudesse estourar e desabar na Vassar Street. O Prédio 20 nunca teve um nome oficial além do inexpressivo sistema numérico para as edificações alocadas ao MIT. Nenhum apelido cairia melhor do que Plywood Palace [Palácio de Compensado]. Con quanto nada fosse marcante em sua aparência, ele se tornou, silenciosamente, lendário, depois que meia década de cientistas tinha se aproveitado de sua permanência. Buracos foram feitos nas paredes e no teto de madeira compensada. Foram instalados canos para quaisquer recursos que passavam acima ou abaixo de finas divisórias. Ideias pairavam ao longo de seus três andares, além de barulho, sendo ambos abafados por um telhado de alcatrão com isolamento de asbesto, como se a própria precariedade da periclitante estrutura tivesse dissolvido as inibições de seus habitantes. Pelo menos nove laureados com o prêmio Nobel conseguiram no Prédio 20, com suas bem-sucedidas pesquisas em radar, linguística, redes neurais, engenharia acústica e física gravitacional, uma extensão tão resistente a sumários que análises culturais têm sido dedicadas à questão: quais são os ingredientes ativos que engendraram uma criatividade tão inspirada? Depois de cinquenta anos, tendo desafiado seu prognóstico de longevidade, houve um velório em 1998, com cientistas, vizinhos e crianças que tinham crescido naquele pátio reunidos para assistir ao Palácio de Compensado ser demolido.

Rai opôs-se à demolição do que seria o último bastião do lado perdedor de uma batalha contra a expropriação de domínio público. Os ocupantes do Palácio de Compensado não podiam se mexer sem topar uns com os outros, e essas inesperadas intercessões eram inestimáveis, nunca se replicando. Ele uma vez ajudou um biólogo às voltas com um gato morto. “Bem, um gato quase morto.” Os dispositivos eletrônicos conectados aos eletrodos no patético animal tinham falhado. Rai esforçou-se por deixar de lado sua afeição a gatos (ele nem quis olhar) e ajudar o biólogo a obter dados sobre o animal moribundo. “Formamos ali uma pequena e interessante comunidade”, minimiza.

Sessenta anos após Rai ter vagado pelos três andares precários perguntando “Ei, precisam de ajuda?” ele é fundamentalmente o mesmo — o que não quer dizer que não tenha evoluído. Alguém estava precisando de ajuda e Rai trabalhou como técnico de laboratório durante dois anos, até voltar a estudar. “Eu me diverti muito como aluno. Então casei, minha mulher engravidou, e foi isso que finalmente pôs um fim na história. Eu tinha de sair daquilo, certo? Mas eu continuaria a ser um estudante para sempre, porque era divertido. Podia passar de uma experiência a outra, e nunca pensava em dinheiro ou nesse tipo de coisa, por isso fiz realmente uma experiência após outra. Algumas delas, bem bobocas.” Rai se formou e voltou ao MIT como professor, após estágios em Tufts e Princeton. Não gostava do ambiente em Princeton, diz ele à guisa de explicação, afastando investigações mais profundas quanto a seus motivos.

A ideia lhe veio durante um curso que ministrava como professor júnior sobre o obscuro tema da relatividade geral, a teoria de Einstein sobre o espaço-tempo curvo. Diz Rai: “[O MIT] imaginava que se eu tinha estado em Princeton devia saber alguma coisa sobre relatividade, certo? Bem, o que eu sabia sobre relatividade caberia neste dedo aqui. Refiro-me à relatividade geral. Não estou falando de relatividade especial.

“Mas eu não podia admitir que não conhecia relatividade geral. Quero dizer, foi aí que comecei todo este programa de pesquisa para estudar a gravidade, então como vou dizer a eles que não sei nada sobre relatividade geral? Então eu tinha um grande problema nas mãos. Precisava estar pelo menos um dia à frente dos alunos. Fui pego desprevenido, mas não podia dizer não.

“E assim eu dei um curso sobre relatividade. Agora, o motivo pelo qual isso importa na história do LIGO é porque foi ali, nesse curso, que o LIGO foi inventado. Foi por volta de 1968 ou 1969, e eu estava, como já disse, um dia à frente dos estudantes. Enfrentava dificuldades com a matemática. E tentei levar adiante tudo aquilo fazendo disso um *Gedankenexperiment*.<sup>\*</sup> Estava tentando, eu mesmo, aprender. Isto é, a matemática estava além da minha compreensão. Mas continuei tentando entender. E os alunos do curso eram muito bons — quero dizer, eles sabiam que eu estava metendo os pés pelas mãos. Mas, ao mesmo tempo, isso interessava a eles, porque eu sempre tentava focar no que sabia quanto aos experimentos, o que era uma coisa rara. Veja só, professores num curso de relatividade geral não focam nos experimentos... Então o curso não tinha muita desistência. Porque eu lhes dizia uma porção de coisas que não obteriam em nenhum outro lugar.

“A turma me pediu que discutíssemos ondas gravitacionais. [...] Usei os artigos de Einstein em alemão, porque sei alemão... O que eu tinha aprendido, de modo simples e cristalino, era que podíamos enviar raios de luz para cá e para lá e medir o que estava acontecendo com eles; essa era a única coisa que eu realmente compreendia em toda a maldita teoria.

\* Termo usado por Einstein para definir o método exclusivo usado por ele — de usar experimentos conceituais e não factuais — na demonstração da Teoria da Relatividade. (N. T.)

“Apresentei a ideia como um problema *Gedanken*. ‘Bem, vamos medir as ondas gravitacionais enviando raios de luz entre as coisas’, porque isso era algo que daria para fazer. A ideia era que ali havia um objeto. Põe-se outro objeto aqui e forma-se um triângulo retângulo que flutua livremente no vácuo. Enviamos raios de luz entre eles e então podemos imaginar como age a onda gravitacional sobre o tempo que a luz leva para percorrer essas coisas. É um problema muito estilizado, como um haicai, sabe? Você nunca pensaria que isso tivesse algum valor.”

A ideia: mantenha espelhos suspensos de modo que estejam livres para balançar paralelos ao chão e veja como são jogados pela onda gravitacional que passa. Mantenha controle sobre a distância entre eles, e seus movimentos vão registrar o formato mutante do espaço-tempo. Como a velocidade da luz é constante, o tempo que a luz leva para fazer esse percurso mede o comprimento do percurso. Se o tempo de percurso é um pouco mais longo, é sinal de que a distância entre os espelhos foi esticada. Se o tempo de percurso da luz é um pouco menor, a distância entre os espelhos se comprimiu.

Relógios de precisão não são suficientemente bons para distinguir variações minúsculas no tempo do percurso. A ideia de Rai era usar os espelhos flutuantes para construir um instrumento muito mais preciso, um interferômetro, palavra formada por *interferir* + *metro* (medida). Em vez de lançar a luz ao longo de um braço, um interferômetro envia a luz ao longo de dois braços dispostos em L. A luz laser se divide em dois raios, de modo que cada um deles percorre um braço do L. Cada raio se reflete num espelho nas extremidades e volta ao longo dos respectivos braços para interferir novamente no ápice inicial. A luz recombina dividindo-se então em duas saídas. Se ela atravessar a mesma distância em cada direção, então a luz em uma saída vai se recombinar perfeitamente, e a saída será iluminada. A luz na outra saída vai se combinar

num cancelamento perfeito, e a saída permanecerá escura. Se os braços não forem do mesmo comprimento, a luz vai se recompor, mas de modo imperfeito, em certo sentido fora de sincronia. A luz vai interferir consigo mesma. O interferômetro é apelidado “ifo”, embora, para meu desapontamento, o uso coloquial dessa abreviação seja “i.f.o.”, com cada letra pronunciada individualmente, não como uma palavra curta, embora isso ainda possa mudar.

“Muita gente na turma foi cativada por isso.

“O que eu mais obtive desse curso foram estudantes de pós-graduação. Realizávamos reuniões noturnas — era um laboratório maravilhoso — e eu ficava pensando nessa história louca de objetos flutuantes e na luz viajando entre eles. Fazer isso não parecia ser coisa de maluco.”

Depois de passar um verão ruminando a ideia, influenciado pelo progresso teórico e pelo desenvolvimento dos experimentos em seu laboratório, Rai construiu um pequeno protótipo no então ainda existente Plywood Palace. O pequeno instrumento com espelhos no vértice e nas extremidades de um L com 1,5 m não tinha sensibilidade bastante para detectar qualquer mudança verdadeira no formato do espaço-tempo. Mas era a demonstração de um conceito e focalizava suas intenções de tal modo que Rai e seus primeiros estudantes conceberam algoritmos para estudar hipotéticos dados caso a explosão de uma estrela enviasse uma irrupção de ondas gravitacionais para a Terra ou um par de buracos negros em órbita fizesse soar um espaço-tempo numa altura de som crescente até ambos colidirem num silencioso buraco negro maior. Eles conseguiram manter a coisa toda funcionando, mas tinham de trabalhar à noite, depois de o metrô fechar, porque o lugar inteiro sacudia toda vez que o trem passava chacoalhando o MIT e fazendo balançar os espelhos. Rai conseguiu que a Vassar Street fosse fechada durante o fim de semana. A coisa perdia o alinhamento toda vez que um caminhão optava por aquela

rota. Ele salienta — as bochechas erguidas como balões presos aos cantos do sorriso enquanto descreve a façanha — esse protótipo funcionando em condições tão absurdas, embora, numa lógica inversa, essas condições absurdas talvez tenham sido justamente aquilo de que precisavam.

A construção apressada do Palácio refletiu um despreparo que o governo tencionava corrigir na esteira da Segunda Guerra. Duramente tirado de sua introversão, o país não tinha um exército de cientistas e engenheiros treinados, e esse déficit dificultou a pesquisa militar. Sob as pressões da guerra, incitados pela urgência, tecnologias foram construídas tão subitamente quanto o prédio, com maior valor produtivo. As tensas motivações produziram alguns dos mais cruciais avanços tecnológicos durante a guerra — como o do radar e o da engenharia de micro-ondas —, que foram rapidamente integrados nas ilusórias preocupações da vida em tempos de paz. Embora na década de 1960 o laboratório principal de Plywood Palace ainda sobrevivesse, garantido pelos serviços conjuntos das Forças Armadas, assegura Rai, o suporte vinha sem condições ou diretivas dos militares, exceto de que o dinheiro fosse usado para treinar cientistas e engenheiros em pesquisas de interesse público.

“Não, não, o trabalho não era sigiloso. Os militares constituíam o meio mais fácil e maravilhoso de obter dinheiro. Na época — e isso é algo que foi grosseiramente incompreendido por todas as pessoas que se opuseram ao Vietnã e tudo o mais — era missão dos militares treinar cientistas. Não queriam ser apanhados de surpresa na próxima vez em que houvesse necessidade de um Projeto Manhattan ou de um laboratório de radiação... e tudo o que queriam fazer era treinar bons cientistas, não davam a mínima para aquilo em que iam trabalhar.”

O Prédio 20 era a demonstração de um conceito, praticamente um santuário de produtividade cheio de civis industriosos

nascidos no país da originalidade e da liberdade, e toda aquela retórica. Uma pesquisa menos tensa, e possivelmente mais alegre, aproveitava o *momentum* de estrondoso sucesso do esforço de guerra, e continuou durante as cinco décadas do Palácio. Outro legado da guerra foi o sistema de financiamento para essa pesquisa. Rai considerava a liberdade que o suporte dos militares concedia a maior atração de seu retorno ao MIT como professor. “Você não tinha de escrever uma proposta; você ia até o chefe do laboratório e pedia. Assim eles me deram 50 mil dólares, o que era então uma grande quantia em dinheiro. Tiraram isso de algum lugar e trouxeram uma porção de coisas para construir o protótipo de 1,5 m.”

No excêntrico ambiente do Plywood Palace, a notória pressão acadêmica de publicar ou morrer também se atenuou, embora isso possa ter sido uma ilusão, e Rai aderiu a princípios simples e altos padrões. Nenhum resultado incompleto, nenhuma ideia não concretizada ou experimento fajuto poderiam encontrar algum lugar em publicações acadêmicas. Rai evitava a ascensão social acadêmica por meio de um “publicacionismo” desenfreado. “Um dos dados relevantes sobre mim é que nunca publiquei muito, e isso muitas vezes me atingiu duramente. Não sei, talvez possa ter sido até bom na hora. [...] Mas depois me custou bastante.”

Rai era ousado, prático e eficiente, mas sem ambições políticas. Conduzia experimentos por pura curiosidade, indiferente à trajetória de sua carreira. “Nunca pensei no tique-taque da carreira, em estabilidade. Não tinha consciência dessas coisas. Eu era professor, eles tinham acabado de me contratar e eu ia tentar fazer a coisa mais interessante que era capaz de imaginar. Ao diabo com o resto.” Sua atitude independente lhe permitia explorar áreas novas e assumir riscos. Também o deixava longe do conforto do *mainstream*. Não só seus experimentos tinham um futuro incerto, mas um queimador lento com ponto de ebulação desconheci-

do, podendo não levar a nada que os justificasse. Mesmo que tivesse êxito, poderia fracassar.

“As pessoas no departamento me diziam que estavam começando a se preocupar comigo. Achavam que esse programa que eu tinha começado era de tão longo prazo que talvez eu devesse fazer algo que levasse a resultados mais imediatos. E não sou o tipo de sujeito que aceita conselhos desse tipo. Quando estou trabalhando num problema que é importante, não dou a mínima para quanto tempo vou levar.

“Bernie Burke era o chefe do departamento de astrofísica e se tornou meu mentor. Eu não queria ter Bernie como mentor, mas ele se impôs como tal. É seu estilo. E ele estava tentando me dar um conselho. Disse: ‘Olhe, você nunca vai chegar à estabilidade’ — eu não sabia o que era estabilidade — ‘se continuar por esse caminho, porque nenhuma das coisas que está fazendo tem realmente algum significado. E você não publicou nada — não o bastante, pelo menos’, e toda essa papagaiada. ‘Você tem de fazer algo que seja publicado.’”

Rai não podia manter um estudante no ifo por muito tempo. Havia tecnologia demais para desenvolver e se completar na duração de uma pós. O tempo de vida do projeto excederia em muitas vezes o necessário para uma pós-graduação, embora Rai ainda não tivesse projetado quantas vezes mais. Ele também acabara por aceitar que seus colegas desdenhassem da ideia como um todo. Uma máquina totalmente operacional estava fora de questão num futuro previsível. Rai não tinha argumento de defesa ante essa preocupação reiteradamente vocalizada: talvez nenhum fenômeno astrofísico seja calamitoso o suficiente para fazer soar espaço e tempo com bastante audibilidade.

A essa altura, ele chegou a uma proverbial encruzilhada. Para alcançar objetivos científicos, o instrumento tinha de ser grande. Muito, muito grande. Alguns milhares de vezes maior do que

seu protótipo, o que significava ao menos alguns quilômetros. Maior que o campus do MIT. O absurdo do aumento na escala podia suscitar motivos suficientes para abandonar tudo. Rai não estava publicando. Os estudantes tinham de ir para outros projetos mais convencionais. (Nesse ponto, ele foi grato a Bernie Burke por sua intervenção e seu aconselhamento, que desviaram Rai e seus estudantes para importantes experimentos cosmológicos como uma forma de escape.) Rai poderia ter sua estabilidade negada, o que equivalia à demissão. E o conforto de um laboratório de pesquisa financiado com suporte militar subitamente teria um fim. “[...] isso foi completamente corrompido pela Guerra do Vietnã. Infelizmente ela interferiu, veio a emenda Mansfield e isso me pôs dentro do processo. [...] Foi o início do fim do apoio militar. De algum modo as pessoas adquiriram a noção de que os cientistas estavam a serviço das Forças Armadas. O que foi muito ruim, e aconteceu por toda a raiva dirigida à Guerra do Vietnã. Foi parte do movimento antiguerra... mas o material que eu estava trabalhando era irrelevante para os militares. Então, imediatamente, pela primeira vez na vida, fiz uma proposta.”

Isso deve ter sido por volta de 1973, para que a NFS financiasse seu trabalho no protótipo de 1,5 m. A proposta foi recusada. Sem financiamento e sem um plano razoável para manter os estudantes no laboratório, Rai redirecionou sua energia a um experimento cosmológico diferente, medindo o brilho remanescente do big bang. Ele conseguiu e até mesmo prosperou, mas sua ideia, que podia não ser totalmente maluca, parecia estar condenada.