

**TOBIAS
HÜRTER**

A ERA DA INCERTEZA

COMO OS GRANDES GÊNIOS DA FÍSICA
MUDARAM A MANEIRA COMO VEMOS O MUNDO

CRÍTICA

TOBIAS HÜRTER

A ERA DA INCERTEZA

**COMO OS GRANDES GÊNIOS DA FÍSICA
MUDARAM A MANEIRA COMO VEMOS O MUNDO**

Tradução

Elisabete Koeninger

Copyright © Tobias Hürter, 2021, Klett-Cotta - J.G. Cotta'sche Buchhandlung
Nachfolger GmbH, Stuttgart, por acordo especial com Michael Gaeb Literary
Agency (Berlim) e Villas-Boas & Moss Agência Literária

Copyright © Editora Planeta do Brasil, 2022

Copyright da tradução © Elisabete Koeninger

Todos os direitos reservados.

Título original: *Das Zeitalter der Unschärfe*

Coordenação: Sandra Espiloto

Preparação: Tiago Ferro

Revisão: Clarisse Cintra e Carmen T. S. Costa

Diagramação: A2

Capa: Filipa Damião Pinto | Foresti Design

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Hürter, Tobias

A era da incerteza / Tobias Hürter; tradução de Elisabete Koeninger. - São Paulo:
Planeta do Brasil, 2022.

352 p.

ISBN 978-65-5535-904-6

Título original: *Das Zeitalter der Unschärfe: Die Glänzenden und Die Dunklen
Jahre der Physik 1895-1945*

1. Físicos – Biografia 2. Físicas – Biografia 3. Cientistas – Biografia I. Título II.
Koeninger, Elisabete

22-6682

CDD 925.3

Índice para catálogo sistemático:

1. Físicos - Biografia



Ao escolher este livro, você está apoiando o
manejo responsável das florestas do mundo

2022

Todos os direitos desta edição reservados à

EDITORA PLANETA DO BRASIL LTDA.

Rua Bela Cintra 986, 4º andar – Consolação

São Paulo – SP CEP 01415-002

www.planetadelivros.com.br

faleconosco@editoraplaneta.com.br

TRECHO ANTECIPADO PARA DIVULGAÇÃO. VENDA PROIBIDA

SUMÁRIO

PRÓLOGO	11
AS PRIMEIRAS RUPTURAS	13
UM ATO DE DESESPERO	21
O DESPACHANTE DE PATENTES	31
PIERRE CURIE É ATROPELADO	37
O FIM DOS CHARUTOS VOADORES.....	39
EINSTEIN FAZ AS FLORES FALAREM	41
UM DINAMARQUÊS TORNA-SE ADULTO.....	43
O NAUFRÁGIO DA INFALIBILIDADE	51
UM PINTOR CHEGA À CIDADE	53
TURNÊ COM O ÁTOMO	55
BOM NA TEORIA, MAU NAS RELAÇÕES.....	61
GUERRA E PAZ	67
O COLAPSO DE EINSTEIN.....	69
PANDEMIA.....	71
A LUA ENCOBRE O SOL.....	75
UM JOVEM LÊ PLATÃO.....	79
ENCONTRO DE GIGANTES.....	83

UM FILHO ENCONTRA SEU PAI	89
O ALUNO PRODÍGIO QUASE É REPROVADO	101
BOHR E EINSTEIN PEGAM O BONDE	107
UMA ÚLTIMA TENTATIVA	109
UM PRÍNCIPE FAZ OS ÁTOMOS ECOAREM	115
A IMENSIDÃO DOS MARES E OS ÁTOMOS TÃO MINÚSCULOS.	123
O GÊNIO SILENCIOSO	131
O PROFETA E OS ELÉTRONS EM ROTAÇÃO.	135
UMA EXPLOSÃO ERÓTICA TARDIA	139
ONDAS E PARTÍCULAS	145
VISITA AOS SEMIDEUSES	149
FESTA NA CASA DOS PLANCK	161
A ABOLIÇÃO DA REALIDADE	165
UMA LUTA PELO TERRITÓRIO	173
ESTÁTUAS DE MÁRMORE FINAMENTE TRABALHADAS QUE CAEM DO CÉU.	181
UM JOGO COM FACAS AFIADAS.	187
O MUNDO SE TORNA DIFUSO	193
O ENSAIO GERAL.	203
O GRANDE DEBATE	207
A ALEMANHA FLORESCE, EINSTEIN FICA DOENTE	225
NOCAUTE NO SEGUNDO ROUND.	229
OS SONHOS DE PAULI	239
DR. FAUSTO EM COPENHAGUE.	253
UNS FOGEM, OUTROS FICAM	259
UM TRISTE FIM	269
O GATO QUE NÃO EXISTE	273

EINSTEIN AJUSTA O FOCO DO MUNDO NOVAMENTE	279
NEVE SUJA.	285
DO OUTRO LADO	289
NÚCLEOS QUE EXPLODEM	295
A TERRÍVEL NOTÍCIA.	303
ESTRANHAMENTO	309
NENHUMA BOMBA PARA HITLER.	313
A FUGA.	317
EINSTEIN FICA MAIS BRANDO	323
O IMPACTO DA EXPLOSÃO	325
EPÍLOGO	333
LEITURA SELECIONADA	335
ÍNDICE REMISSIVO	339

CRÍTICA

Paris, 1903

AS PRIMEIRAS RUPTURAS

Paris, numa noite de verão em junho de 1903. Um jardim no bulevar Kellermann, no 13º distrito. A luz de uma janela cai sobre o gramado, uma porta se abre, ouvem-se vozes alegres e um pequeno grupo de pessoas em trajes de festa caminha sobre as passagens de cascalho. No centro, vê-se uma mulher de vestido preto: a física Marie Curie, aos trinta e nove anos. Seu rosto sempre tão sério parece relaxado e feliz. É a festa do seu doutorado.

Marie está no auge da carreira. É a primeira mulher na França a receber o título de doutora em uma das ciências naturais, com a distinção *très honorable*. E é ela também a primeira mulher do mundo a ser indicada para o Prêmio Nobel.

Ao lado de Marie, seu marido, Pierre, está radiante de orgulho. Ela está cercada por sua irmã mais velha, Bronia, seu orientador, Gabriel Lippmann, seus colegas Jean Perrin e Paul Langevin, e várias de suas estudantes. O físico neozelandês Ernest Rutherford, finalmente em lua de mel depois de três anos casado com Mary, também comemora. Rutherford e Marie Curie são concorrentes, ambos pesquisam a composição dos átomos e têm posições veementemente contrárias. Mas nessa noite essa disputa é deixada de lado. O momento é de festejar.

O caminho trilhado por Marie até essa noite feliz começa bem longe da metrópole francesa, em Varsóvia, na década de 1860. A Polônia está dividida entre três grandes potências: Prússia, Rússia e Áustria; Varsóvia está sujeita ao domínio imposto pelos czares russos. Todos são proibidos de chamar sua terra natal de “Polônia” em voz alta. É lá que, em 7 de novembro de 1867, nasce Maria Skłodowska, a última dos cinco filhos de um casal

de professores. A família é contra os ocupantes. O pai faz o melhor que pode para educar suas filhas de forma que sejam independentes. Quando Mania, como Maria é chamada em casa, tem quatro anos de idade, a mãe, que sofre de tuberculose, evita o contato com os filhos. Não quer que uma das crianças seja infectada. Ela morre depois de lutar por muito tempo contra a doença, que, na época, não tinha cura.

Mania leva mais de dez anos para recuperar sua alegria de viver. No início, se refugia no aprendizado, mergulha nos livros e com incansável afinho torna-se a melhor aluna do ano na escola secundária imperial. Aos quinze anos, sofre uma crise nervosa causada pela pressão à qual ela própria se submete. Seu pai, que educa os filhos sozinho, a envia ao campo para descansar e se recuperar. Lá, ela deixa os livros de lado, descobre a música, festeja, namora e dança noites adentro. Em uma universidade polonesa clandestina, que também aceita mulheres, começa a estudar — e ultrapassa todos os colegas de estudo com seu desempenho. Para apoiar financeiramente a irmã mais velha, Bronia, que vai cursar medicina em Paris, ela assume um cargo de governanta na casa de um fabricante de açúcar nos arredores de Varsóvia — e se apaixona pelo filho da família, o estudante de matemática Casimir, de vinte e três anos. O pai fica estarrecido com a relação. Casimir, de início, resiste ao pai, mas acaba cedendo, depois de anos de muitos altos e baixos; Mania fica só e abandonada, com o coração despedaçado e uma raiva profunda dos homens: “Se não querem se casar com jovens mulheres pobres, eles que vão para o inferno!”.

Em 1891, Mania segue a irmã e se muda para Paris. Nesse meio-tempo, Bronia se casara justamente com um homem chamado Casimir. Ambos são médicos e imbuídos dos ideais comunistas. O consultório fica no próprio apartamento onde eles atendem de maneira gratuita pacientes sem recursos. Para Mania, que agora adota o nome Marie, é muita confusão. Ela se muda para uma mansarda onde se enterra, literalmente, nas noites de inverno sob todas as roupas que possui. Para economizar, ela quase nunca carrega o balde de carvão até o alto para aquecer o quarto, e se alimenta exclusivamente de chá, frutas, pão seco e chocolate. Mas pouco importa! Ela está livre. Na Paris da virada do século, as mulheres ainda estão longe de terem direitos iguais aos homens. Uma *étudiante* (estudante) tanto pode ser uma mulher que estuda como também a amante de um homem estudante. Mas, ao menos, as mulheres podem estudar sem obstáculos, e é a isso que

Marie se dedica com paixão. Aquilo de que ela mais gosta é passar seus dias em salas de aula, laboratórios e bibliotecas, preencher suas noites na companhia de seus livros, assistir às apresentações do lendário Henri Poincaré. Mais uma vez, ela exagera e sofre um colapso na biblioteca. Bronia leva Marie exausta e subnutrida para sua casa e a alimenta com carne e batatas, até que ela recupere suas forças. Logo que pode, ela corre de volta para os livros e, uma vez mais, é a melhor aluna do ano nas provas finais.

Mas, e agora? As mulheres de fato podem estudar, mas muitos homens não toleram sua presença como pesquisadoras. Marie tem a sorte de ter recebido uma bolsa para desenvolver sua pesquisa sobre as características magnéticas de diversos tipos de aço. Ao surgirem problemas com o aparelho do laboratório, um conhecido lhe recomenda falar com um especialista em magnetismo: Pierre Curie, de trinta e cinco anos, aparência mais jovem, tímido e pensativo. Pierre mostra a ela como lidar com um eletrômetro, aparelho desenvolvido por ele próprio. Marie desiste da promessa de nunca mais se apaixonar, depois da desilusão com Casimir, e os dois se tornam um par.

Contudo, o magnetismo do aço não corresponde à vocação de Marie, há coisas mais interessantes a serem pesquisadas. Em Wurtzburgo, Wilhelm Conrad Röntgen acaba de descobrir, por acaso, os misteriosos raios X, também chamados de raios Röntgen, ao colocar a mão em frente a um tubo de elétrons e perceber que os raios a atravessavam e tornavam seus ossos visíveis. Para o Ano-Novo em 1896, ele envia aos colegas fotos do contorno dos ossos da mão de sua mulher, incluindo a aliança de casamento. Ninguém tinha visto algo assim. As imagens das radiografias geram um clima de entusiasmo na ciência e na sociedade.

Nesse mesmo ano, em Paris, Henri Becquerel descobre — mais uma vez, por acaso — uma espécie de radiação que ele chama de *rayons uraniques*, ou raios urânicos, pois foram irradiados do urânio que ele deixara numa gaveta com uma placa fotográfica. Mas isso é tudo que Becquerel consegue descobrir sobre esses raios. Para o seu surgimento, ele não tem explicação. Becquerel supõe e tem esperanças de que tenham algo a ver com a fosforescência, pois esse é um efeito que ele e seus antecessores pesquisam há muitas gerações. O alvoroço causado por esses raios é bem menor do que aquele causado por Röntgen, e suas imagens difusas perdem a graça perto

das imagens de Röntgen, publicadas em capas de jornais e exibidas nas feiras populares.

Marie Curie, no entanto, está fascinada pela descoberta de Becquerel. Ela percebe que a questão não ficou resolvida com os poucos experimentos feitos por ele, que não é exatamente um fanático pelo trabalho, e desenvolve um novo procedimento para medir os raios de urânio, baseando-se nos eletrômetros de Pierre. Ela tem ainda a ousadia de contradizer o poderoso Becquerel. Marie chama os raios de “*radioactif*” em vez de “*uranique*”, pois está convencida de que não são provenientes apenas do urânio. Então ela busca comprovar a existência de novos elementos radioativos, e nos próximos dois anos descobrirá dois: polônio e rádio.

Mais que isso, Marie Curie afirma que “a inacreditável radiação do urânio é uma característica do átomo”, como escreve em 1898 — uma provocação, considerando o estado do conhecimento na época. Os cientistas não conseguem lidar muito bem com os átomos. Afinal, há tantos deles. Existem os átomos dos químicos, componentes de matéria indivisíveis e imutáveis que se liberam de suas ligações em reações químicas e se rearranjam em novas ligações. Existem também os átomos dos físicos, disparados através do vácuo como minúsculas bolas de bilhar que se chocam para produzir pressão e calor nos gases. Existem os átomos dos filósofos, os pilares perpétuos do mundo desde os tempos de Demócrito. Porém, não existe um contexto teórico entre todos esses diferentes átomos. A não ser que todos eles são chamados de “átomos”. E então Marie Curie passa ainda a sustentar que algo acontece dentro desses átomos.

Como isso seria possível? Como funcionaria o mecanismo através do qual átomos irradiam radioativamente? Os experimentos parecem mostrar que ele não sofre influência dos processos químicos, da luz e da temperatura dos campos elétricos e magnéticos. Mas, então, o que o aciona? A suspeita de Marie Curie é escandalosa: nada. O processo pelo qual a radiação surge começa por si próprio, espontaneamente. Em uma dissertação para o Congresso Internacional de Física, por ocasião da Feira Mundial de Paris, em 1900, ela escreve uma frase temerosa: “A espontaneidade da radiação é um mistério, um objeto de grande perplexidade”. A radioatividade surge espontaneamente, sem um motivo. Com isso, Curie ousa sacudir um fundamento da física, o princípio da causalidade. Ela pensa até mesmo em refutar a lei de conservação de energia, o princípio fundamental da

física, segundo o qual a energia nunca se perde ou surge do nada. Quem irá esclarecer o enigma de Curie é o físico neozelandês Ernest Rutherford, ao desenvolver a “teoria da transformação” da radioatividade: quando um átomo irradia radioativamente, ele se transforma de um elemento químico em outro. Com isso, mais um dogma da ciência é questionado. Tal transformação é tida como impossível, como maluquice dos alquimistas ou charlatães. Até mesmo Marie Curie resiste por muito tempo à teoria de Rutherford, mas, por fim, ambos estão certos — Curie, com a espontaneidade, e Rutherford, com a transformação. O que precisará ser revisto é a velha física.

Os Curie instalam seu laboratório em um barracão no pátio interno da École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles, no Quartier Latin, o bairro universitário da capital francesa. O vento uiva pelas frestas. O chão está sempre úmido. Era ali que os estudantes dissecavam cadáveres, até não suportarem mais o desconforto. Agora, as mesas de necropsia deram lugar a aparelhos estranhos: bulbos de vidro, fios elétricos e bombas de vácuo, balanças, prismas e baterias, queimadores a gás e cadinhos de fusão. O químico báltico-alemão Wilhelm Ostwald descreve o barracão-laboratório dos Curie como “uma mistura de estábulo com depósito de batatas”, depois de ser autorizado a visitá-lo, após muita insistência. “Se não tivesse visto os aparelhos químicos sobre a bancada de trabalho, pensaria que tudo não passava de uma brincadeira”. É nesse ambiente de cozinha de alquimistas que os Curie farão algumas das mais importantes descobertas do século XX. Mal sabem eles que é nesse galpão açoitado por correntes de ar que encontrarão, através da física, um dos fundamentos para uma nova visão de mundo.

Em seu barracão, os Curie pretendem produzir uma substância que muitos de seus colegas consideravam uma ilusão até pouco tempo: rádio puro. Eles não podem, porém, fazer mágica. O rádio tem que vir de algum lugar e eles precisam de uma matéria-prima. Após muitos experimentos, Marie encontrou em um mineral radioativo chamado pechblenda. Precisam de toneladas do material, mas é impossível consegui-lo em Paris e os Curie não têm dinheiro. Pierre pergunta por toda a Europa e acaba descobrindo que na mina de Joachimsthal, em plena floresta da Boêmia, de onde também são extraídos os metais para as moedas de táler, sobram enormes quantidades de pechblenda como dejetos. Ele consegue convencer

o diretor da mina a lhes ceder dez toneladas do mineral. O transporte é financiado pelo barão Edmond James de Rothschild, um magnata, graças aos negócios bancários de seu pai; porém mais interessado em arte, ciência e cavalos do que em transações financeiras.

Quando uma montanha de pechblenda é entregue no pátio, em frente ao barracão, na primavera de 1899, Marie pega um punhado do “pó marrom, misturado com folhas de pinheiros”, e aproxima do rosto. Agora sim, o trabalho pode começar.

Trata-se de um trabalho braçal: Marie carrega baldes pesados, despeja líquidos em outros recipientes, mexe as misturas com varas de ferro em caldeiras fumegantes. A pechblenda tem que ser lavada com ácidos, sais alcalinos e milhares de litros de água. Para sua extração, os Curie desenvolveram uma técnica chamada de “fracionamento”. Fervem o material repetidamente, deixam-no esfriar e cristalizar. Elementos leves cristalizam com mais rapidez que os pesados, de modo que os Curie conseguem, assim, enriquecer rádio pouco a pouco. É necessário fazer medições precisas e ter muita paciência, mas, apesar do trabalho infernal, ambos estão felizes. Durante seus passeios noturnos, a caminho de casa após o trabalho, eles imaginam como será a aparência do seu rádio. Sua mistura de rádio torna-se cada vez mais pura, a luminescência irradiada à noite dos bulbos de vidro no laboratório é cada vez mais forte. No verão de 1902, os dois finalmente alcançam seu objetivo e seguram nas mãos alguns décimos de grama de rádio. Marie determina o peso atômico do elemento e lhe dá o número 88 no sistema periódico.

Só uma pessoa não está feliz: Irène, a filha dos Curie, nascida prematuramente dois anos antes no barracão. Ela quase não vê os pais, que, quando vêm para casa, estão exaustos. Vovô Eugene cuida de Irène, que apresenta todas as características de uma criança que sofre de ansiedade. Quando a mãe, Marie, ameaça sair da sala, ela se agarra à sua saia e chora. Um dia, ela pergunta ao avô por que a mamãe passa tão pouco tempo em casa. O avô pega a menina pela mão e a leva para conhecer o barracão do laboratório. Irène fica chocada com “aquele lugar triste, tão triste”. É mais uma filha que sente falta da mãe. Três décadas mais tarde, Irène Joliot-Curie será a segunda mulher, depois de sua mãe, a receber o Prêmio Nobel por uma pesquisa sobre a radioatividade. Sua filha Hélène também se tornará física nuclear.

Naquela noite de junho, no bulevar Kellermann, Marie Curie ainda não suspeita do infortúnio que se abaterá sobre sua família. Para a festa, ela mandou fazer especialmente um novo vestido, de tecido preto, no qual não se veem as manchas do laboratório de forma tão evidente. E nem a curva de sua barriga que começa a crescer. Marie está no terceiro mês de gravidez. Poucas semanas depois, ela e Pierre resolvem fazer um passeio de bicicleta. Os dois adoram pedalar pelo campo e fizeram sua viagem de lua de mel também de bicicleta. Mas Marie já está no quinto mês de gravidez. Seu corpo não suporta os impactos da bicicleta sobre as estradas de terra e ela sofre um aborto. Para fugir do luto, mergulha cada vez mais no trabalho, até sofrer um novo colapso. Isso a impede de viajar para a cerimônia de entrega do Prêmio Nobel, em Estocolmo, concedido a ela e a Pierre juntos e a Henri Becquerel pela descoberta da radioatividade; assim, o palco na capital sueca fica à disposição do vaidoso Becquerel, que exhibe um traje bordado em brocado de ouro, com medalhas de ordem no peito e um sabre na lateral.

Naquela noite de verão, quando Marie comemora seu doutorado e sai de braços dados com Pierre pela porta do salão, os convidados erguem suas taças a ela. O casal dá alguns passos, se afastando da luz para um momento a sós. Sob o céu estrelado, Pierre tira do bolso do colete uma ampola de vidro com brometo de rádio. A radiação ilumina seus rostos felizes e avermelhados pelo álcool, e a pele dos dedos de Pierre, queimados e marcados por fissuras. São o prenúncio da doença causada pela radiação, que causará a morte de Marie, e um primeiro sinal do impacto da descoberta que estão investigando.