

UMA BIOGRAFIA DE ALBERT EINSTEIN

Ana Cristina Ferreira

Departamento de Matemática e Aplicações
Universidade do Minho
4710-057 Braga, Portugal
e-mail: anaferreira@math.uminho.pt

Resumo: Esta é uma biografia resumida da vida e obra de Albert Einstein: físico, filósofo, prémio Nobel e ativista.

palavras-chave: Einstein; biografia; vida e obra.

1 Os primeiros anos (1879–1904)

1.1 A família

Os antepassados de Einstein eram de origem judaica e residentes na Baviera. O seu pai Hermann Einstein casou com a sua mãe Pauline Koch em 1876. O pai tinha formação na área comercial e a mãe era uma excelente pianista. Pensa-se que não observavam os costumes do judaísmo, não iam à sinagoga nem seguiam a dieta *kosher*. Albert nasceu a 14 de março de 1879 em Ulm no estado alemão Baden Württemberg e teve uma irmã, Maria, nascida cerca de dois anos depois. Apenas um ano após o nascimento de Albert, a família mudou-se para Munique. Hermann e o seu irmão Jakob (um engenheiro) fundaram uma empresa de instalação de água, gás e serviços elétricos incluindo a produção de energia para a famosa *Oktoberfest*. Este foi o primeiro contacto de Albert com a física experimental e pode até dizer-se que a sua vocação para a investigação sobre luz surgiu de forma natural neste período.

1.2 Os anos de escola

É usual ouvir dizer que Albert foi um estudante bastante fraco – para consolo de gerações de pais cujos filhos trazem notas más para casa. De facto, o desempenho inicial de Albert na escola primária foi bastante modesto. Aprendeu a tocar piano e violino, tendo o interesse pela música permanecido ao longo da sua vida. Albert frequentou uma escola católica, mas os seus problemas com a escola não se deveram a questões religiosas mas sim a um excesso de disciplina e rigidez no ensino. Albert transitou rapidamente para o prestigiado Luitpold Gymnasium de Munique onde começou a demonstrar

a sua capacidade na resolução de problemas científicos. Não obstante seu entusiasmo e talento no que concerne as leis e os fenômenos da natureza, tinha algumas dificuldades nas línguas estrangeiras. Apesar de ter vivido os seus últimos anos de vida nos Estados Unidos, nunca chegou a falar inglês de forma fluente.

Em 1884, Hermann entrou em falência e a família decidiu rumar a Itália, primeiro a Milão e mais tarde a Pavia. Albert decidiu permanecer em Munique para terminar os seus estudos. Ao fim de alguns meses, o seu antagonismo em relação ao sistema de ensino foi tão grande que Albert decidiu apresentar motivos de doença para viajar para junto dos seus pais. Estes decidiram enviá-lo para a Suíça, tendo em vista que a entrada no Instituto Politécnico de Zurique dependia apenas de um exame de admissão. No entanto, Albert falhou a sua primeira tentativa neste exame. Ingressou então numa escola em Aarau onde fez a preparação para os exames de acesso *Matura*, tendo sido admitido, como desejava, em Zurique para estudar física.

1.3 O ensino superior

Albert não foi um aluno muito aplicado, apesar de ter sido aluno dos grandes mestres Heinrich Weber e Hermann Minkowski. Participou ativamente nas aulas práticas de física do seu interesse, mas faltava sem problemas a aulas que não eram do seu agrado ou que considerava não serem importantes. Beneficiou muito do seu colega Marcel Grossmann, um matemático, que lhe emprestava os seus apontamentos e que mais tarde o ajudou com os fundamentos matemáticos da teoria da relatividade. A personalidade pouco convencional de Albert não lhe trouxe popularidade junto dos seus professores, o que terá contribuído para não ter sido contratado pelo instituto após a obtenção do seu diploma. Os seus pais também não estavam em condições de o ajudar financeiramente, pelo que Albert se viu de certa forma forçado a aceitar alguns trabalhos de tutor particular e de professor substituto em escolas. Para surpresa até do próprio, Albert revelou-se um excelente professor. Entretanto, continuou a desenvolver o seu trabalho científico, tendo publicado os seus primeiros artigos neste período.

1.4 O registo de patentes de Berna

Através da ajuda do seu amigo Marcel Grossmann, Albert conseguiu uma entrevista no Instituto Federal Suíço de Propriedade Intelectual em Berna. Foi em 1902, cerca de um ano após a obtenção da nacionalidade Suíça, que Albert obteve o seu primeiro trabalho bem remunerado. Além disso, a sua

posição era flexível e tinha um volume de trabalho moderado, o que lhe permitiu continuar a perseguir os seus interesses científicos.

Foi nos arquivos de patentes de Berna que o historiador Peter Galison fez uma conjectura pertinente. De 1902 a 1904, o problema da sincronização de relógios estava na ordem do dia, dezenas de patentes em relógios foram submetidas e muitas deles terão certamente passado pela secretária de Albert. Galison avançou que terá sido nesta fase que Albert considerou os problemas técnicos da transmissão de sinais elétricos e a sincronização elétrica e mecânica de relógios e que os terá incorporado, mais tarde, na teoria da relatividade.

1.5 Albert e Mileva

No mesmo ano que Albert matriculou-se, em Zurique, uma aluna sérvia de seu nome Mileva Maric. Mileva apaixonou-se pelo jovem Albert, que conseguia ser galante quando queria. Os pais de Albert foram desde o início contra esta relação e embora Albert não se importasse muito com isso, com o passar do tempo tornou-se, entre outros fatores, um peso na relação. Mileva reprovou nos exames finais e Albert exigiu que Mileva se tornasse dona de casa cuidando de si e dos filhos após o casamento de ambos em 1903.

No entanto, foi em 1901 que surgiu a primeira crise entre o casal, na qual Albert não fez boa figura – Mileva ficou grávida e Albert não a apoiou. Mileva voltou para casa dos pais em Novi Sad e deu à luz uma bebé de nome Lieserl. Embora Albert tenha dito aos seus amigos que pretendia assumir a paternidade da criança, tal acabou por não acontecer, potenciado pela pressão dos pais de Albert. Suspeita-se que Lieserl tenha sido dada para adoção embora não existam registos. Albert e Mileva acabaram por casar e tiveram dois filhos legítimos, Hans Albert (1904) e Eduard (1910). Separaram-se em 1914 e os dois filhos ficaram à guarda da mãe. A relação de Albert com os filhos tornou-se ambivalente e algo conflituosa.

2 O *Annus Mirabilis* 1905

2.1 Quatro obras que revolucionaram a Física

Nos anos 1904 e 1905, Albert trabalhou intensivamente em vários problemas em simultâneo. Entre 18 de março e 21 de novembro de 1905, submeteu e publicou quatro artigos na prestigiada revista *Annalen der Physik* que alteraram a visão clássica das noções de luz, espaço, tempo e matéria, lançando assim os fundamentos da física moderna.

Pelo primeiro trabalho (teoria quântica e efeito fotoelétrico) ganhou o Prémio Nobel da Física em 1921. No segundo trabalho (movimento Browniano) apresentou evidência empírica para a teoria atômica. O terceiro trabalho (teoria da relatividade restrita) tornou-o mundialmente famoso e no quarto trabalho (equivalência massa-energia) revolucionou o conceito de matéria. Trata-se de uma façanha extraordinária na história da ciência e por isso os historiadores chamam ao ano 1905 o *annus mirabilis*, ou seja, o ano milagre de Einstein.

2.1.1 Estudo do efeito fotoelétrico

A. Einstein, *Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt*¹, *Annalen der Physik* 17 (1905), 132–148.

Este artigo, de título modesto, esconde uma revolução no mundo da física e o próprio Albert chegou a classificá-lo como sendo o único dos quatro verdadeiramente original.

Este trabalho colocou Albert no caminho traçado por Max Planck, que derivou em 1900 a lei da radiação de corpos negros (onde aparece a famosa constante de Planck, h). Albert formulou a teoria que a energia da propagação de um raio de luz, não está uniformemente distribuída mas consiste num número finito de quanta (quantidade discretas), que são emitidos e absorvidos como entidades. A hipótese quântica da luz contraria as equações de Maxwell do eletromagnetismo, não se encaixando no paradigma da época, segundo o qual se assumia que a energia podia ser infinitamente dividida. Mesmo depois de existirem dados experimentais que corroboraram o efeito fotoelétrico avançado por Albert, a sua teoria continuou a não ser universalmente aceite. Apesar do pequeno tumulto causado por esta descoberta, já existia algum consenso na comunidade científica quando Albert foi distinguido com o Prémio Nobel da Física com menção a este trabalho.

2.1.2 Estudo do movimento Browniano

A. Einstein, *Über die von molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen*², *Annalen der Physik* 17 (1905), 549–560.

Este trabalho, sobre o movimento Browniano de fluidos, está ligado à tese de doutoramento de Albert em dimensão de moléculas, submetida em

¹NT: Sobre um ponto de vista heurístico relativo à produção e transformação de luz

²NT: Sobre o movimento de pequenas partículas em suspensão dentro de líquidos em repouso, tal como exigido pela teoria cinético-molecular do calor

1905 e defendida em 1906 na Universidade de Zurique. É talvez, dos quatro, o artigo menos conhecido mas ainda assim fundamental para o desenvolvimento da área da física estocástica.

O artigo mostra que segundo a teoria cinética molecular do calor, corpos de tamanho visível em microscópio suspensos em fluidos movem-se em magnitude facilmente observável em microscópio. Albert previu que tais movimentos seriam aleatórios mas idênticos aos do chamado movimento Browniano, descoberto pelo botânico Robert Brown. À data, os físicos debatiam-se com a questão dos átomos, entidades que consideravam úteis do ponto de vista teórico mas que duvidavam existir na natureza. Com o tratamento estatístico do comportamento atômico, Albert deu aos físicos experimentais uma maneira de contar átomos através de um simples microscópio.

2.1.3 Estudo da relatividade restrita

A. Einstein, Zur elektrodynamik bewegter Körper³, Annalen der Physik 17 (1905), 891–921.

Este foi o contributo que colocou Albert nas bocas de todo o mundo e não apenas as da comunidade científica. Este artigo desacreditou o conceito de éter, uma substância postulada como meio de propagação da luz (assim com o ar é o meio de propagação do som) que estaria presente no cosmos, invisível, infinita e sem interação com objetos físicos. À medida que as propriedades da luz foram sendo estudadas, resultados contraditórios foram surgindo quando se admitia a existência do éter. A teoria da relatividade restrita, resolveu de certo modo estes paradoxos, além de reconciliar as equações de Maxwell do eletromagnetismo com as leis da mecânica. Albert modificou as leis da mecânica para velocidades perto da velocidade da luz, baseando-se numa análise empírica que sugeria que a velocidade da luz (no vácuo) é independente do observador.

Esta teoria teve um impacto forte na filosofia, o que terá contribuído para a sua popularidade, pois obrigou a reformular o conceito de tempo ao eliminar a possibilidade da existência de um “tempo absoluto” no universo, uma noção que vinha de Newton. Além disso, a relatividade restrita avança ideias de certa forma revolucionárias mas que um leigo consegue compreender. Um exemplo célebre é o paradoxo dos gémeos, que revoga um conceito aparentemente óbvio e estabelecido – o de simultaneidade. As leis da física são invariantes ao mudar de referencial inercial mas a perceção do espaço-tempo varia, dependendo do movimento dos observadores: dois eventos que

³NT: Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento

aconteçam ao mesmo tempo num dado referencial podem acontecer em tempos diferentes num outro referencial, isto é, a simultaneidade é relativa. O nome “teoria da relatividade” será decorrente deste fenómeno, o adjetivo “restrita” qualifica a não existência de campos gravitacionais neste modelo.

2.1.4 Equivalência massa-energia

A. Einstein, *Ist die Trägheit eines Körper von seinem Energieinhalt abhängig?*⁴, *Annalen der Physik* 18 (1905), 639–641.

Este artigo vem na sequência do artigo anterior e é nele que se perfila uma das equações mais célebres de toda a física $E = mc^2$ (E é a energia, m é a massa e c é a velocidade da luz que se assume ser constante). Albert não foi o primeiro a propor uma relação entre massa e energia mas foi o primeiro a sugerir esta equação, um princípio fundamental que deriva das simetrias relativistas do espaço e do tempo. Existe alguma controvérsia sobre a equação e o artigo de 1905, Planck dizia que Einstein apenas tinha avançado uma primeira aproximação: se um corpo emite energia L em forma de radiação, a sua massa diminui $\frac{L}{c^2}$, portanto a fórmula relaciona apenas a variação da massa com a variação da energia sem requerer uma relação absoluta. A velocidade da luz é de cerca de 300 000 km por segundo, pelo que pequenas quantidades de massa podem libertar grandes quantidades de energia. Este princípio terá sido aplicado na construção de centrais nucleares e bombas atómicas.

3 O início de uma carreira académica (1905–1914)

3.1 Primeiras reações e o nome “relatividade”

Dentro de um curto espaço de tempo, Albert publicou várias obras fundamentais e recebeu o seu diploma de doutoramento há muito aguardado, mas o reconhecimento dos seus pares não surgiu imediatamente. No entanto, o seu superior no registo de patentes em Berna começou a ver Albert como um dos seus melhores especialistas e promoveu-o em março de 1906. Com um correspondente aumento de salário, Albert mudou-se com a família para um apartamento mais espaçoso e com melhores condições.

Obviamente as descobertas de Albert não passaram completamente despercebidas, Max Planck era editor associado da revista *Annalen der Physik* e foi precisamente Planck quem recebeu os manuscritos. Apesar de algumas

⁴NT: A inércia de um corpo depende do seu conteúdo energético?

diferenças científicas, foi Planck quem promoveu o jovem Albert e disseminou os seus artigos entre a comunidade científica. Planck apresentou um colóquio sobre relatividade em Berlim e foi o segundo físico (depois de Albert) a publicar um artigo nesta área em 1906. Foi também em 1906 que Planck apresentou estas ideias num congresso da Sociedade Alemã de Ciências Naturais e Medicina – foi aqui que a palavra relatividade foi usada pela primeira vez.

3.2 Os obstáculos de um professor universitário

Em junho de 1907, Albert tentou novamente obter uma posição académica e apresentou o seu pedido de *habilitation*⁵ à Faculdade de Filosofia da Universidade de Berna para poder exercer funções de professor em física teórica. Juntou à documentação a sua tese de doutoramento e nada mais nada menos que dezassete publicações. No entanto, os membros do júri rejeitaram o pedido, argumentando que Albert deveria escrever uma dissertação apropriada para o efeito.

Albert escreveu a dissertação intitulada “*Folgerungen aus dem Energieviertelungssatz der Strahlung schwarzer Körper, die Konstitution der Strahlung betreffend*”⁶ que submeteu em fevereiro de 1908. Desta vez, os membros do júri ficaram satisfeitos com a prestação de Albert. Assim, com a obtenção deste grau, Albert ingressou finalmente na carreira, como *Privatdozent*⁷ na Universidade de Berna. No entanto, foi apenas no final de 1909 que se demitiu do Instituto de Propriedade Intelectual.

Infelizmente, havia poucos lugares de professor em física teórica e os que havia já estavam atribuídos. Albert tentou junto do seu orientador de doutoramento, Alfred Kleiner, obter uma vaga extraordinária. Em maio de 1909, conseguiu um lugar de professor associado na Universidade de Zurique com um salário bastante mais atrativo do que aquele que tinha em Berna.

Este período de Albert em Zurique foi de curta duração. Após seis meses da sua chegada, a Universidade Karl-Ferdinand em Praga fez-lhe uma proposta bastante tentadora – a cátedra de física teórica que Albert tanto almejava. Assim, embora Albert e a sua família gostassem de viver na Suíça,

⁵ Grau académico após o doutoramento para o qual se submete uma segunda tese. Nalguns países como a Alemanha e a Suíça é necessário para desempenhar algumas funções de professor universitário.

⁶NT: Consequências para a constituição da radiação segundo a lei da distribuição de energia de corpos negros

⁷Título próprio das universidades de língua alemã. Designa professores que obtiveram a *habilitation* mas não têm uma cátedra.

decidiram rumar a Praga em abril de 1911. A vida familiar tornou-se algo conturbada. Mileva, que tinha dado à luz o segundo filho Eduard poucos meses antes, estava desgostosa com a situação e nunca gostou de Praga. Por outro lado, Albert sentia-se isolado para além de que o movimento anti-semita começava a ser preocupante.

Foi em julho de 1912 que se deu o glorioso regresso de Albert a Zurique, desta vez ao Instituto Politécnico (no qual tinha sido um aluno mediano) e com um salário mais que duplicado em relação aquele que recebia na Universidade. É claro que, à data, Albert era já mundialmente famoso e as suas teorias começavam a ser aceites pela comunidade. Este foi definitivamente um “regresso a casa” uma vez que o seu amigo de longa data Marcel Grossmann era também professor de geometria neste instituto.

3.3 Primeiros passos em relatividade geral

Já em 1907, Albert tinha observado que a teoria da relatividade restrita era uma teoria limitada. De facto, é válida apenas para referenciais não acelerados e não é compatível com a teoria da gravitação.

O primeiro passo na direção da teoria da relatividade geral foi a formulação do princípio da equivalência precisamente em 1907. Este princípio generaliza a observação (que à partida já era conhecida por Newton) que uma pessoa em queda livre não sente o próprio peso. Neste caso, a aceleração “cancela” a gravidade. Mais geralmente, a massa inercial vezes a aceleração é igual à massa gravitacional vezes a intensidade do campo de gravitação.

Albert usou a relatividade restrita e o princípio da equivalência para prever que relógios funcionam a velocidades diferentes e que os raios de luz se curvam sob a ação de um campo gravitacional. Estas previsões foram feitas ainda antes de ser desenvolvido o conceito de espaço-tempo curvo. Mas a falta deste conceito fez com que Albert não fizesse grandes progressos e que o segundo passo tenha sido dado em conjunto com Marcel Grossmann (em 1912), que lhe ensinou os fundamentos matemáticos da geometria não-euclidiana de espaços com curvatura.

4 Os anos em Berlim (1914–1933)

4.1 A mudança seguinte

Enquanto isto, Max Planck planeava atrair Albert de volta à Alemanha. Planck conseguiu uma nomeação para a Academia de Ciências da Prússia

em Berlim e uma posição de professor catedrático na Universidade Friedrich-Wilhelm também em Berlim (atualmente Universidade Humboldt).

Albert aceitou esta oferta em março de 1914 porque, por um lado esta era uma posição bastante prestigiante e, por outro, a sua prima Elsa, com quem mantinha um romance desde 1912, morava em Berlim. A sua esposa Mileva já sabia disto. Apesar de se ter chegado a mudar inicialmente, nesse verão deu-se a rutura e regressou à Suíça com os dois filhos.

Simultaneamente à crise pessoal de Albert, deu-se uma das maiores catástrofes na Europa. A partir de agosto de 1914, a Alemanha declarou guerra à Rússia, depois à França, seguindo-se a Inglaterra. A Primeira Guerra Mundial tinha começado. Foi então que Albert expressou pela primeira vez ser um pacifista, uma atitude por muito poucos partilhada e pela qual foi severamente criticado. A guerra teve impacto, não só na sua vida pessoal, mas também na sua investigação.

4.2 A teoria da relatividade geral (1915)

Em Berlim, Albert deu o terceiro e último passo na construção da relatividade geral – a formulação das equações de campo (ao mesmo tempo que David Hilbert). Novamente Albert alcançava um grande feito científico e relata-se que andou dias a fio numa alegria exuberante.

Com a teoria da relatividade geral finalmente formulada, Albert generalizou a relatividade especial e a lei de Newton da gravitação universal, incorporando-as numa descrição unificada da gravidade como uma propriedade geométrica do espaço e do tempo. Em particular, a curvatura do espaço-tempo está diretamente relacionada com a energia e o momento de matéria e radiação presentes. A relação é especificada precisamente pelas equações de campo – um sistema de equações às derivadas parciais.

Inicialmente, não houve grandes reações a esta nova teoria e não sem motivo. Albert tinha, de facto, as equações mas não conseguia avançar uma solução (para além da trivial). A primeira solução chegou da frente russa. O Diretor do Observatório Astrofísico de Potsdam, Karl Schwarzschild, enviou-lhe uma carta, ainda em 1915, onde relata a sua solução – um objeto perfeitamente esférico e sem rotação. Um objeto com massa suficiente resultaria numa curvatura infinita do espaço-tempo. Estavam assim descobertos os buracos negros. Apesar da existência de buracos negros ser uma das previsões mais notórias da relatividade, o próprio Albert mostrava-se descrente que tais objetos pudessem de facto ser parte do universo.

A primeira evidência experimental de suporte à teoria foi obtida durante um eclipse solar total a 29 de Maio de 1919 por uma equipa inglesa.

4.3 Cosmologia (1917)

Após o sucesso de 1915, Albert começou a aplicar a sua teoria da relatividade a outras áreas. O artigo “*Kosmologische Betrachtungen zur Allgemeinen Relativitätstheorie*”⁸ estabeleceu os fundamentos da cosmologia, segundo a qual o universo é considerado como um todo. O universo é estudado segundo o chamado princípio cosmológico – o universo é homogêneo e isotrópico, ou seja, não existem lugares especiais no universo e o universo é essencialmente o mesmo em todas as direções (não havendo qualquer direção especial). Este princípio só é válido em grande escala, não se aplicando a pequenas porções como o nosso sistema solar ou até a nossa galáxia.

Albert introduziu uma constante na teoria, a chamada constante cosmológica, para construir um modelo teórico de um universo estático, isto é, que não expande nem contrai. A teoria do universo estático não era consensual e, em 1929, o astrônomo Hubble provou que Albert estava errado e que o universo está a expandir. Mais tarde, Albert afirmou ter sido este o maior erro da sua carreira.

4.4 Albert e Elsa

Em 1917, Albert ficou gravemente doente. Durante quatro anos lutou com doenças intestinais e de fígado, provavelmente devido à pressão do seu trabalho e do desenvolvimento da relatividade e da cosmologia o levarem à quase exaustão. Foi Elsa, a sua prima e amada, que cuidou de Albert. Finalmente, em 1919, Mileva concorda em divorciar-se de Albert que não perde tempo e casa com Elsa ainda no mesmo ano. Não consta que Albert tenha sido particularmente fiel a Elsa, mas o casal permaneceu junto até à sua morte em 1936, não tendo Albert voltado a casar.

4.5 O prémio Nobel (1921)

Em 1921, Albert foi galardoado com o Prémio Nobel da Física devido às suas contribuições para o desenvolvimento da física teórica, em particular ao efeito fotoelétrico. Portanto, apesar de ter sido a teoria da relatividade que o catapultou para a fama, ganhou o Nobel graças a um dos seus trabalhos de 1905. Albert não pôde viajar para a Suécia para receber o prémio, uma vez que se encontrava no Japão. Ainda neste ano, o casal Einstein andou numa espécie de *tournee* pelos Estados Unidos, onde foi recebido com honras, sendo constantemente seguido por fotógrafos e jornalistas.

⁸NT: Considerações cosmológicas da teoria da relatividade geral

4.6 Outros trabalhos científicos

Os frigoríficos dos anos 20 dificilmente se assemelhavam aos dos dias de hoje. Continham gases tóxicos não detetáveis em fuga. Depois de ler uma reportagem num jornal sobre um acidente com um frigorífico no qual morreu uma família, Albert decidiu atacar este problema com o seu colega Leo Szilard. A ideia: transformar calor em frio, usando amoníaco e uma bomba movida a água. A conhecida marca AEG comprou a patente em 1928 e chegou a construir protótipos que funcionavam perfeitamente. No entanto, tais frigoríficos nunca chegaram a ser produzidos em série porque entretanto surgiram no mercado os CFCs que eram não-tóxicos e baratos.

Albert recebeu pelo correio o trabalho de um físico indiano desconhecido, de seu nome Satyendra Nath Bose. Neste trabalho, Bose propunha que os fótons poderiam existir em estados diferentes e que o número de fótons não era conservado. Albert percebeu o seu valor e aplicou a ideia a átomos expostos a baixas temperaturas. Usando os cálculos de Bose, conjecturou que quando a matéria atinge o zero absoluto entra num novo estado, um estado quântico onde os átomos se juntam e se comportam como uma entidade. À data (1925), acreditava-se que a matéria só poderia existir em quatro estados (líquido, sólido, gás e plasma) pelo que esta foi uma descoberta significativa. Este novo estado ficou conhecido como condensação de Bose-Einstein. Foi provado experimentalmente apenas em 1995, setenta anos depois.

Apesar de ter sido um dos pais da teoria quântica, através da hipótese quântica da luz em 1905, Albert nunca a aceitou completamente como fundamento da física teórica. Em 1925, viu Heisenberg, Bohr e outros cientistas seguir uma nova abordagem na mecânica quântica que não poupou a críticas. Albert não gostava da natureza estatística da teoria, que tem como premissa que ao nível subatômico os comportamentos são probabilísticos, não se conseguindo prever o comportamento de uma partícula. Albert acreditava que o universo deveria ter mais ordem e ser mais preciso. Tentou formular uma nova teoria, a teoria de campo unificada, que reconciliasse a teoria quântica com a teoria da relatividade e a sua visão do universo. Esta tentativa infrutífera ocupou o resto da sua vida.

4.7 Vida política

A década de 1920 viu crescer o estigma sobre Albert e outros intelectuais de origem judaica. Os aplausos eufóricos rapidamente se viram misturados com manifestações hostis. Mesmo após alguns ataques, a sua popularidade entre

os cientistas permaneceu intacta, tendo sido convidado para dar palestra em todo o mundo.

Após a viagem aos Estados Unidos em 1921, o regresso à Alemanha viu as obrigações sociais e políticas de Albert a aumentar. Tornou-se o membro mais novo da Ordem “*Pour le mérite*” e encontrava-se frequentemente com membros proeminentes da sociedade. Presumivelmente, Albert sentia-se confortável como embaixador de uma nova e pacífica Alemanha. No entanto, ao voltar de uma viagem a França, teve um duro choque com a realidade – viu um amigo seu ser assassinado a tiro por dois anti-semitas de extrema direita. Pouco tempo depois foi divulgada uma lista de judeus a assassinar que incluía, para além do falecido amigo, o próprio Albert. Durante esta década viajou um pouco por toda a Europa, divulgando as suas ideias pacifistas e lutando contra o anti-semitismo, tendo chegado a assinar petições contra o fascismo italiano.

Entre 1930 e 1933, viajou constantemente entre os Estados Unidos e a Europa. A vida de Albert como cientista judeu na Alemanha estava em perigo e como trabalhava com grupos antifascistas tornava-se um alvo cada vez maior. Em 1933 mudou-se permanentemente para o Estados Unidos, depois do governo lhe confiscar os bens que possuía na Alemanha.

5 Os anos nos EUA (1933–1955)

5.1 Emigração

A vida de Albert e de Elsa mudou definitivamente em 1933, ao emigrarem para a América, forçados a fugir do regime Nazi. Muitos aspetos da Segunda Guerra Mundial foram determinantes na vida de Albert. Para além das razões de segurança, Albert abandonou a Alemanha como forma de protesto contra o novo Chanceler Adolf Hitler, tendo feito um comunicado segundo o qual toda a Europa se deveria defender contra o seu regime. Sendo um pacifista declarado, pensa-se ter sido esta a primeira vez que entreteu a ideia de usar a força para resolver um conflito.

Albert não teve que aguardar muito tempo para encontrar emprego, em outubro de 1933 foi nomeado no *Institute for Advanced Studies* em Princeton, que tinha sido criado apenas três anos antes e estava a recrutar professores de várias universidades. Princeton foi uma nova casa para Albert, vivia a alguns quilómetros do instituto e ia trabalhar a pé todos os dias. Retomou a sua antiga paixão pelo violino. Albert descrevia a sua nova vida como sendo muito agradável.

5.2 Fissão nuclear e a bomba atômica

Na década de 30, a área da física nuclear cresceu rapidamente. Fizeram-se muitos avanços que culminaram num processo de fissão nuclear viável. Fissão nuclear, neste contexto, significa que um átomo de urânio pode ser dividido em sub-elementos. Potencialmente vários átomos poderiam ser divididos simultaneamente, provocando uma grande explosão. Isto levou inevitavelmente à questão da possibilidade de controlar este processo por forma a criar uma arma nuclear. Uma das grandes preocupações de Albert era, caso uma bomba atômica pudesse ser construída, ser construída pela Alemanha. De facto, em 1938, ainda antes do início da guerra, já havia investigação de ponta em urânio na Alemanha.

Em 1939, Albert e outros físicos decidiram escrever ao presidente Franklin Roosevelt. Nesta carta, os cientistas informaram o presidente do estado da arte em investigação nuclear, sugerindo que esta ciência poderia ser aplicada à construção de uma arma de poderes sem precedente. Recomendavam que se fizessem experiências em grande escala antes de tentar construir um tal dispositivo. A Casa Branca acabaria por dar luz verde a este projeto, criando financiamento e oportunidades de investigação. No entanto, Albert opôs-se seriamente ao uso da bomba atômica, defendendo que os Estados Unidos deveriam apenas demonstrar que possuíam a bomba, ou melhor, que poderiam construir a bomba se necessário mas que nunca a deveriam usar. Para além da comunicação enviada a Roosevelt e de alguma consultadoria no início da investigação teórica, Albert não se envolveu na construção deste dispositivo atômico. É algo espantoso que tenha prevalecido o mito que a equação $E = mc^2$ representava a fórmula da bomba atômica.

O ano 1941, ano do ataque a Pearl Harbor, marca a construção das primeiras fábricas e em 1942 a responsabilidade do desenvolvimento e construção da bomba atômica foi dada ao exército americano. Não foi fácil escolher a localização da fábrica onde seria construída a bomba, por um lado não poderia estar perto de nenhuma fronteira, por outro não poderia estar junto a uma zona residencial devido aos perigos de acidente. Los Alamos, Novo México, foi o sítio escolhido e Robert Oppenheimer foi selecionado para liderar aquele que ficou conhecido como o projeto Manhattan. Roosevelt morreu em abril de 1945 e foi sucedido por Truman. Duas bombas atômicas foram lançadas sobre Hiroshima e Nagasaki em agosto de 1945. A reação de Albert seguiu-se um ano depois no *The New York Times*. Albert expressou a sua revolta, afirmando que Roosevelt nunca teria autorizado o lançamento das bombas caso ainda fosse vivo. Mais tarde, Albert afirmou que ter assinado

a carta de 1939 foi o maior erro da sua vida, que teria preferido ter vivido como sapateiro caso soubesse as consequências.

5.3 Os últimos anos

Em 1952, Ben-Gurion, o primeiro ministro de Israel, ofereceu a presidência a Albert. A sua única viagem a este país tinha ocorrido vários anos antes em 1923, mas mantinha as suas ligações a Israel, por exemplo através da Universidade Hebraica de Jerusalém e do Instituto de Tecnologia em Haifa. Apesar da presidência ter apenas um papel simbólico, Albert recusou. A sua saúde não era a melhor e Albert não estava exatamente confortável com a situação no médio oriente – embora não sendo contra a criação de um estado judeu, não podia concordar que a mesma fosse feita através de guerras.

Foi também em 1952 que o Senador Joseph McCarthy lançou o “pânico vermelho” nos Estados Unidos. McCarthy conduziu uma verdadeira caça às bruxas e afirmava ter uma lista com 205 pessoas da administração central que pertenciam ao partido comunista. Para Albert foi como reviver o período Nazi. Relata-se que o FBI possuía um ficheiro detalhado sobre Albert onde este era suspeito de ser comunista. A oposição declarada de Albert aos métodos de McCarthy não contribuiu para melhorar a sua situação.

Durante a Guerra Fria, Albert temeu pela democracia e pelos próprios Estados Unidos. Na primavera de 1955, pouco antes da sua morte, Albert colaborou com Bertrand Russell, um matemático e filósofo inglês que condenou publicamente os testes de bombas de hidrogénio em 1954. Ambos tentaram convencer o mundo que as armas nucleares eram uma grande ameaça. Criaram um manifesto que ficou conhecido como manifesto de Russell-Einstein. Neste documento apelaram aos governos de todo o mundo que parassem a corrida ao armamento nuclear e apresentaram duas hipóteses: ou o fim de todas as guerras ou a destruição da humanidade. Russell continuou após a morte de Albert, tornando-se o fundador e presidente da Campanha para o Desarmamento Nuclear.

Albert Einstein morreu sete dias depois de assinar o manifesto, a 18 de abril de 1955, num hospital em Princeton.

6 Breve Cronologia

14/03/ 1879	Nasce em Ulm (Baden Württemberg), o primeiro filho de um casal de comerciantes judeu.
1880	A família muda-se para Munique, onde o pai gere a fábrica <i>Electronische Fabrik J. Einstein & Co.</i>
1884-1892	Tem aulas em casa, frequenta a escola primária e o ensino preparatório.
1894-1896	A família vive temporariamente em Itália. Permanece em Munique para terminar o ensino secundário.
1896	Frequenta a escola suíça em Aarau, onde faz os exames <i>Matura</i> de acesso ao ensino superior.
1896-1900	Matricula-se no Instituto Politécnico de Zurique. Conhece a sua futura mulher Mileva. Obtém um diploma em Ensino de Matemática e Física.
1901	Inicia a tese de doutoramento e publica os primeiros artigos. Trabalha como professor de apoio e tutor. Nasce Lieserl, filha ilegítima. Obtém a nacionalidade suíça.
1902	Começa a trabalhar em Berna, no Instituto Federal Suíço de Propriedade Intelectual.
1903-1904	Casa com Mileva. Nasce o primeiro filho legítimo do casal, Hans Albert.
1905	Annus Mirabilis (efeito fotoelétrico, movimento Browniano, relatividade especial, $E = mc^2 \dots$)
1906	Completa o doutoramento com uma dissertação em dimensão de moléculas.
1908	Apresenta a tese de <i>habilitation. Privatdozent</i> em Berna.
1910	Professor na Universidade de Zurique. Nasce o segundo filho, Eduard.
1911-1912	Professor na Universidade de Praga.
1912	Professor no Instituto Federal de Tecnologia de Zurique. Dá os primeiros passos na teoria da relatividade geral. Começa uma relação com a sua prima Elsa.
1914	Muda-se para Berlim a convite de Max Planck. Membro da Academia de Ciências da Prússia e professor na Universidade Friedrich-Wilhelm. Manifesta-se contra a Primeira Guerra Mundial. Separa-se de Mileva.
1915	Estabelece os fundamentos da teoria da relatividade geral.
1916	Presidente da Sociedade Alemã de Física. Trabalha em teoria quântica (laser).

1917	Fica seriamente doente. Convalesce durante quatro anos
	Começa a trabalhar em Cosmologia (teoria do <i>Big Bang</i>).
1919	Confirmação da teoria da relatividade geral (observação de deflexão da luz durante um eclipse solar). Torna-se mundialmente famoso. Divorcia-se de Mileva. Casa-se com Elsa.
1921	Apresenta palestras em vários locais do mundo (Estados Unidos, Japão...). Ganha o prémio Nobel pela descoberta do efeito fotoelétrico. Faz as primeiras tentativas de formular uma teoria de campo unificada.
1922	Primeiras demonstrações de hostilidade – origem judaica e alegadas relações com a União Soviética.
1923-1925	Primeira e única visita à Palestina/Israel. Descoberta da condensação de Bose-Einstein.
1929	Alvoroço relativo à publicação sobre teoria de campo unificada, que viria a ser retirada posteriormente.
1930-1933	Viagens para os Estados Unidos da América. Pedido de cidadania americana. Nomeação em Princeton (<i>Institute for Advanced Studies</i>).
1935	Publicação do paradoxo de Einstein-Podolsky-Rosen.
1936	Morre Elsa Einstein.
1939	Envio de carta ao presidente Roosevelt, na qual alerta sobre os perigos de uma bomba alemã.
1940	Torna-se cidadão americano. Não se envolve no projeto Manhattan – construção da bomba atómica.
1943	Reforma-se mas continua a trabalhar intensivamente.
1952	O primeiro ministro de Israel oferece-lhe a presidência.
1952-1954	Suspeito de comunismo durante a era McCarthy.
11/04/1955	Assina o manifesto de Russell-Einstein.
18/04/1955	Morre aos 76 anos em Princeton.

Referências

- [1] J. Bernstein, *Albert Einstein and the frontiers of physics*, Oxford University Press, Oxford, 1996.
- [2] T. Bürke, *Albert Einstein: Leben und Werk*, DTV, München, 2004.
- [3] A. Einstein e L. Infeld, *The evolution of Physics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1938.
- [4] A. Fölsing, *Albert Einstein*, Surhkamp Verlag, Frankfurt, Main, 1993.
- [5] M. Gardner, *Relativity simply explained*, Dover Publications, Mineola, New York, 1962.
- [6] W. Isaacson, *Einstein: His life and universe*, Simon & Schuster, London, 2007.
- [7] J. Neffe, *Einstein: A biography*, Farrar, Straus & Giroux, New York, 2007.