

Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Física Gleb Wataghin

## Sobre o Documentário Atom

Resumo da Série

Ivan Kellermann Sabino 146540

João Luiz de Oliveira Pacheco 176000

Natália Pincelli Westin 204000

Disciplina F740 Laboratório de Física Experimental III

Professor: Dr. Ricardo Urbano

Campinas, 2020

Muito bom  
Talvez pudesse ser um pouco mais sucinto porém  
Sem perder a contextualização e coesão textual.  
80  
XX

## "Atom: Clash of Titans (Jim Al-Khalili) | Science Documentary | Reel Truth Science"<sup>1</sup>

O episódio Clash of Titans do documentário Atom mostra importantes acontecimentos e cientistas entre os séculos XIX e XX responsáveis pela concepção da ideia do átomo como vemos atualmente, desde a desconfiança da existência de algo indivisível até as complexas ideias de dualidade entre ondas e partículas. Devido à revolução industrial, surgiu no século XIX uma crescente necessidade de entendermos como o vapor em alta temperatura e pressão se comportam, e foi neste movimento que cientistas como Ludwig Boltzmann (1884-1906) conjecturaram que o vapor é formado por minúsculas esferas, chamadas de átomos, conseguindo desse modo uma descrição matemática de extrema acurácia, mas vista como mera ferramenta algébrica pela comunidade científica. Em 1905, porém, Albert Einstein (1879 - 1955) publicou um artigo que explicava como grãos de pólen se movimentam na água, e esse movimento é consequência de como as moléculas de água individualmente empurram os grãos de pólen.

Motivado pelas descobertas recentes, Ernest Rutherford, em 1910, propõe um experimento, consistindo em bombardear uma folha fina de ouro com radioatividade. Percebendo que algumas partículas radioativas ricocheteavam na folha ao invés de atravessá-la, foi possível concluir que os átomos não poderiam ser apenas uma esfera maciça. Para explicar esse fenômeno, idealiza-se um átomo semelhante a um sistema planetário, que, entretanto, apresentava falhas, pois o elétron deveria, pela mecânica clássica, se colapsar. Felizmente um jovem teórico, Niels Bohr, começa a estudar o átomo pelo viés da natureza da luz. Bohr resolve a questão do elétron através de alguns postulados, propondo níveis discretos de energia nos quais elétrons transitem através de um salto quântico. Esta teoria era de difícil aceitação, pois

---

<sup>1</sup>Disponível no Youtube

não era visualizável. Começa então uma batalha que funda a física quântica, representada por dois lados, um liderado por Erwin Schrodinger e outro por Bohr e Werner Heisenberg. Schrodinger incorporou alguns dos postulados de Bohr e aproveitou a idéia de Louis De Broglie onde ondas pilotas guiavam os elétrons em torno do átomo, resultando em uma equação, a Equação de Schrodinger. A equação proposta permitia, por mais estranha que ela poderia ser, uma visualização do átomo. Entretanto, ainda havia algo que não podia ser explicado, o tal salto quântico instantâneo dos elétrons. No mesmo ano, Heisenberg chega a conclusão que o átomo era tão complexo e estranho que teria, apenas, uma representação puramente matemática. Com a ajuda de seu colega Max Born é fundada a Mecânica Matricial, onde todo o mundo subatômico era representado por vetores e matrizes numéricas. Houveram controvérsias, por Einstein e os tradicionalistas, e boa aceitação por parte de outros, como Bohr e Pauli. Heisenberg, pensando sobre a impossibilidade de visualizar um átomo, descobre que existe um limite, que ficou conhecido como o Princípio da Incerteza. Com sua teoria consolidada, Bohr e Heisenberg vão, em 1927, à conferência de Solvay em Bruxelas para sua última batalha. Einstein apresentava todas as manhãs um argumento a teoria de Bohr, que ao final do dia apresentava um contra argumento. Essa dinâmica se repetiu durante toda a semana, até que no final Bohr refutara todas as críticas sobre essa nova visão do mundo quântico, ficando clara sua vitória. Essa visão ficou conhecida como a Interpretação de Copenhaga *an* ✓

Com isso, temos o fim dessa batalha que se iniciou *1905* e, até hoje, tudo o que sabemos sobre o comportamento dos blocos primordiais da matéria é fruto dessa nova visão de mundo. Um mundo regido pela mecânica quântica. Onde a natureza é ditada pela chance e a probabilidade. Onde o princípio de incerteza mostra os limites de quantas respostas podemos obter sobre o universo. Um mundo complexo, mas altamente maravilhoso e intrigante.

## "Atom: The Key to the Cosmos (Jim Al-Khalili) | Science Documentary | Reel Truth

### Science "<sup>2</sup>

Neste segundo episódio do documentário é abordada a relação do estudo dos átomos, que são incrivelmente minúsculos, com a origem do universo, cujas proporções são astronômicas.

A história começa com estudos acerca de radiação, nos quais Marie Curie esteve entre os cientistas pioneiros. Uma folha de um caderno que ela utilizou há mais de cem anos continua emitindo partículas radioativas até hoje, provindas do rádio, elemento por ela descoberto. A partir dele, Rutherford percebe que é possível transformar um elemento químico em outro, efetuando a sonhada "alquimia", e reformula o modelo atômico, para algo que lembra um sistema planetário, com partículas no centro conhecidas como prótons.

Mas ainda haviam problemas com esta estrutura, pois os elementos eram na prática bem mais pesados do que deveriam ser. Foi um aluno de Rutherford, James Chadwick,<sup>2</sup> que ajustou o modelo. Ele descobriu a existência de outras partículas no núcleo, de mesma massa que os prótons, porém carga neutra, e chamou-os de nêutrons. Outro obstáculo era o fato de que partículas com cargas idênticas estavam unidas, o que contraria as leis básicas da eletrostática. A solução para este segundo dilema foi a concepção da força Nuclear Forte.

Por meio do conhecimento destes processos nucleares, adventos como a fabricação da bomba atômica tornam-se possíveis. Medidas detalhadas da estabilidade de cada um dos elementos, e do balanceamento das forças nucleares e eletromagnéticas nestes são feitas, e o ferro é o elemento que assume particular destaque, devido à sua alta estabilidade, que é resultado de um balanceamento perfeito entre as forças nuclear forte e magnética.

Uma das pessoas que mais estudou a relação entre o átomo e o Cosmos foi Fred Hoyle.

---

<sup>2</sup>Disponível no Youtube

Ele percebeu que o universo encontra-se em constante mudança, com átomos ganhando e perdendo prótons, com o desejo de tornarem-se estáveis como o ferro. Os únicos lugares favoráveis a este tipo de processo, com temperatura e pressão suficientemente altas, seriam o interior de estrelas. A princípio, estrelas como o Sol, e outras, bem mais quentes, as gigantes vermelhas, teriam condições de criar alguns dos mais leves elementos. Enquanto são mostradas gravações no telescópio do observatório Mount Wilson, e a contribuição do astrônomo Walter Baade nesta história, é explicado o conceito de supernova, uma explosão estelar forte o suficiente para a obtenção de quase qualquer elemento conhecido.

Os únicos elementos cuja explicação não fora ainda satisfatória eram os dois mais simples: Hidrogênio e Hélio. Do escritório do ucraniano George Gamow, é introduzida a ideia que este cientista imaginou: O Big Bang. Seu calor poderia ter sido responsável pela criação do Hélio excessivo nas estrelas. Uma evidência inesperada desta teoria surgiu quando por acaso os pesquisadores Arno Penzias e Robert Wilson estranharam ao constatar um ruído inexplicado em uma antena de um radiotelescópio em 1963. Esse “ruído”, na verdade, seria um vestígio do brilho deixado pela explosão do Big Bang.

O professor Jim Al-Khalili termina o episódio caminhando e comparando elementos às suas criações: o hidrogênio da água do nosso corpo provindo do Big Bang, oxigênio feito em estrelas como o nosso Sol, minerais como o ferro em estrelas mais quentes, e outros em supernovas. Românticamente, afirma, podemos dizer que somos todos feitos a partir de poeira de estrelas.

## "Atom: The Illusion Of Reality (Jim Al-Khalili) | Science Documentary | Reel Truth Science"<sup>3</sup>

"The Illusion Of Reality" é a última parte da série de documentários "Atom", na qual o físico iraquiano (e professor de física teórica na Universidade de Surrey) Jameel Sadik "Jim" Al-Khalili apresenta as principais descobertas que ajudaram no desenvolvimento da física atômica. Nessa última parte do documentário, Jim mostra as principais descobertas do século XX que possibilitaram o entendimento da estrutura do átomo, bem como a descrição de partículas.

No vídeo é apresentado o trabalho feito por Paul Dirac para unificar os desenvolvimentos da mecânica quântica com a teoria da relatividade de Einstein. Dirac estudou o movimento dos elétrons e seu trabalho permitiu a descoberta de um novo conceito físico, a anti-matéria.

Em seguida, é discutido o trabalho de Richard Feynman, físico que analisou o comportamento dos elétrons interagentes uns com os outros. Feynman teve fundamental importância no desenvolvimento da eletrodinâmica quântica, assim como o físico Julian Schwinger.

Também é mostrado a teoria do físico Murray Gell-Mann a respeito ~~À~~ estrutura interna das partículas. Gell-Mann afirmou que os prótons são formados por quarks e que existem seis tipos dessas partículas: *up*, *down*, *strange*, *charm*, *top* e *bottom*. Assim, é concluído que tudo no universo que é feito por átomos é composto de quarks e elétrons.

Por fim, o documentário põe em questão o papel da gravidade na teoria atômica, citando algumas teorias que poderiam contribuir para essa conexão, como a teoria das cordas. Ele finaliza com a ideia de que o simples ato de medir é que faz o universo, isto é, a própria medida feita por um cientista é o que dá o resultado. Como exemplo, é apresentada a ideia

---

<sup>3</sup>Disponível no Youtube

por traz do gato de Schrödinger, na qual um gato é posto em uma caixa com veneno que pode matar o gato a qualquer momento ou não. Enquanto a caixa não é aberta, o gato é considerado vivo e morto ao mesmo tempo. O ato de abrir a caixa determina qual seria o seu estado final.