

Resumo dos Vídeos Propostos de F740 - Grupo 2

Gabriel Martins (197328), Ian Barboza (174822), Anderson Pitoli (166188)

Junho 2020

Muito bom!
9,0
~~9,0~~

1 Atom: Clash of Titans - Ep. 1

Neste episódio, é discorrida a história da teoria atômica no século 20, desde seus primórdios até suas considerações atuais. No final do século 19, tal teoria não era de interesse da comunidade científica, visto que até então não parecia ter utilidade prática; foi com o surgimento de motores à vapor que as atenções se voltaram a esse campo de estudo, buscando uma maior eficiência dos gases utilizados. A prova de existência do átomo veio através de Einstein em 1907, visando explicar a vibração das partículas de pólen em água, e a partir daí, começou-se a especulação de como tais átomos seriam e como se comportariam.

O primeiro modelo que aparece no documentário foi o de Rutherford, que afirmava que toda a carga positiva do átomo, e portanto toda sua massa, está concentrada em seu centro, numa região chamada de núcleo, que era cerca de 100.000 vezes menor que a eletrósfera que o cobria. O modelo resultou dos experimentos com a radiação, particularmente a radiação alfa, e sua reflexão em uma folha de ouro. Porém, havia um fenômeno que não podia ser explicado pelo modelo de Rutherford, as linhas espectrais observadas ao energizar gases.

Niels Bohr criou então seu modelo, junto com a área de estudo que ficou conhecida como mecânica quântica, ele utilizava a teoria de saltos quânticos, que dizia que as linhas espectrais aconteciam devido à liberação de energia na forma de radiação em saltos que os elétrons realizavam entre suas possíveis órbitas. Tal teoria não foi bem aceita pela comunidade científica da época, e contra-argumentos para ela surgiram em seguida.

Um desses argumentos foi proposto por Erwin Schrödinger, com sua famosa equação, que dizia que o elétron se comportava como uma onda na eletrósfera, e sua vibração dava a impressão de "nuvens", chamadas de orbitais. Essa afirmação proporcionava uma visão simplista do átomo, o que agradava à comunidade científica, e ia de frente com as teorias de Bohr e de outro importantíssimo físico, Werner Heisenberg.

Para Heisenberg, a dificuldade de estudar os átomos estava na sua impossibilidade de ser descrito de maneira simples, o que o leva à uma abordagem matemática do assunto, gerando assim a Matemática de Matrizes, que novamente não foi bem aceita pela comunidade científica, principalmente por Schrödinger. Mais tarde, Heisenberg e Bohr também desenvolveriam o Princípio

de Incerteza, que afirmava que não é possível saber com exatidão o momento e a posição de uma partícula ao mesmo tempo. Quando apresentada na conferência de Solvay, em 1927, as afirmações propostas por Heisenberg e Bohr foram fortemente criticadas por físicos mais velhos, dentre eles até o próprio Einstein, mas saiu como a teoria "vitoriosa" entre os cientistas, e surgiu assim a Interpretação de Copenhague, que afirma que o elétron se propaga como uma onda mas interage como uma partícula, respeitando a equação de Schrödinger e o princípio de incerteza, sendo aceita até hoje como o melhor modelo atômico desenvolvido pela humanidade.

2 Atom: The Key To The Cosmos - Ep. 2

Nesse documentário Jim Al-Khalili's introduz a discussão abordando a primeira descoberta sobre o átomo, o seu tamanho. As comparações feitas nos dão uma ideia da dimensão atômica a ser abordada constantemente durante todo o documentário, e então uma discussão sobre as diferentes formas que os átomos se apresentam é iniciada e por fim a discussão se volta para a criação dos mesmos, que vem a ser elaborada durante toda a extensão do documentário

O primeiro passo do estudo dos átomos se dá com a cientista Marie Curie e sua pesquisa sobre um material que ela descobriu e nomeou como Rádio e sobre sua incrível capacidade de armazenar energia. Com a radioatividade provinda do Rádio, os cientistas foram capazes de observar a primeira transformação da matéria, com a interação da radiação do Rádio com os gases que formam o ar, diante aos olhos de Ernest Rutherford. O cientista então desenvolveu uma teoria sobre a estrutura dos átomos dos gases contidos no ar.

Rutherford detalhou a teoria dos núcleos que acabara de elaborar: constituídos de esferas indestrutíveis, os prótons são os objetos que formam os núcleos dos átomos, e também, que com a junção de diferentes números de prótons era possível se obter os diferentes elementos da tabela, mas a diferença de peso dos núcleos observadas pelo Francis W. Aston com seu espectrômetro de massa intrigaram a comunidade científica sobre a teoria do núcleo de Rutherford. Sendo assim, os Nêutrons foram finalmente analisados por James Chadwick na estrutura dos átomos.

Uma questão estudada foi sobre a carga dos constituintes do núcleo atômico. Os cientistas da época então foram surpreendidos com uma nova força natural: a força nuclear forte, que mantém todos os prótons e nêutrons condensados no núcleo. Uma força tão intensa é capaz de gerar toda a energia solar que o planeta Terra precisa. A força eletromagnética ainda há de ser analisada para o equilíbrio, já que essa força também se faz valer para que o átomo seja estável. Em 1940, fora identificado a estabilidade incrível que o átomo de ferro possui, e como os átomos mais leves tentam se fundir em elementos mais densos para que se aproximem da estabilidade do ferro, e elementos mais densos tendem a efetuar uma fissão para que se tornem mais leves e novamente mais próximos do ferro buscando a estabilidade atômica.

Fred Hoyle buscava entender onde pressões e temperaturas tão altas pode-

riam ser encontradas para que fosse possível acontecer a fusão de elementos pesados, e sua resposta se daria nas estrelas bem maiores que nosso sol, e, principalmente, em supernovas espalhadas pelo universo. Mas além disso, algumas questões ainda estavam a ser explicadas: De onde surgiu todo o Hélio e o Hidrogênio que está contido em nosso Sol? E do resto em nossa galáxia? A teoria que surgira na época sobre uma imensa explosão que teria dado origem ao universo fora teoricamente comprovada com a observação dos ruídos residuais do radiotelescópio localizado em Nova Jersey. Então, a teoria de George Gamow sobre o *Big Bang* ter tido energia suficiente para se criar todo o hidrogênio e hélio existente no universo, em junção com a teoria de Fred Hubble, fora o suficiente para estabilizar o nosso conhecimento básico sobre o Cosmos, partindo de um átomo de Hidrogênio.

3 Atom: Ilusion of Reality - Ep. 3

Nesse terceiro e último episódio, é apresentado e discutido os impactos das descobertas mais recentes a respeito dos átomos, começando pela apresentação dos dois maiores precedentes para as grandes revoluções científicas do século XX: o estudo dos raios de alta energia, por Victor Francis Hess, que provou que esses raios não vinham apenas da Terra, mas também do espaço, nomeados então de raios cósmicos; e também o estudo sobre a energia emitida por átomos, a radioatividade, com colaboração de grandes cientistas como Curie, Einstein e Rutherford.

Em 1925, Paul Dirac decide adotar como objetivo a unificação da ciência e juntar todos seus ramos isolados em uma grande entidade. Isso significava juntar as equações da mecânica quântica com a teoria da Relatividade de Einstein, que aparentava não estar relacionada aos átomos em si, mas sim na descrição do espaço-tempo e como o comportamento de objetos próximos da velocidade da luz é bem diferente do esperado. Depois de 3 anos, ele chega em uma equação que descreve o movimento de qualquer partícula atômica em qualquer velocidade (equação de Dirac), algo em que ele já esperava chegar. Porém, analisando sua própria equação, ele percebeu que ela não possuía uma, mas duas respostas. A equação descrevia algo revolucionário: a existência de "partículas reversas" para cada partícula, ou seja, a existência de anti-matéria; e que matéria e anti-matéria, ao entrarem em contato, se aniquilam e geram uma explosão de energia pura equivalente às suas massas ($E = mc^2$). O próprio Dirac teve dificuldades em aceitar o que sua própria equação estava dizendo, mas em 1932, o físico Carl Anderson descobriu evidência de partículas idênticas aos elétrons enquanto estudava raios cósmicos, mas elas possuíam cargas opostas. Essas partículas descobertas por ele ficaram conhecidas como pósitrons, a anti-matéria do elétron.

A equação de Dirac possuía um problema porém, que era o fato de que ela descrevia apenas um elétron sozinho. Anos depois, Richard Feynman usa essa teoria para descrever como os elétrons funcionam em um todo através do campo eletromagnético, e deu origem ao campo da Eletrodinâmica Quântica. Uma das principais consequências, além de uma enorme precisão em obter resultados com

os elétrons, é o fato de que seria necessário retrabalhar como vemos o vácuo. O vácuo não é apenas um determinado espaço confinado com absolutamente nada dentro. Há atividades que ocorrem no vácuo, como a constante criação e aniquilação de partículas, mesmo que seja tão rápido ao ponto de ser praticamente imperceptível. A teoria da Eletrodinâmica Quântica porém enfrentou muita resistência em ser aceita pelos físicos na época que foi proposta.

A partir dos anos 50, várias novas partículas começaram a ser descobertas, assim como suas respectivas anti-partículas. Uma nova revolução científica era cada vez mais necessária para acompanhar essas novas descobertas. Em 1964, Murray Gell-Mann, ao aplicar a técnica de Teoria de Grupos, descobre então uma nova verdade matemática que revolucionou o conhecimento atomístico. Para o "caminho óctuplo" funcionar (como ele nomeou os padrões das partículas), deveria existir mais uma camada fundamental na formação de matéria, ou seja, a ideia do átomo precisava ser revista, já que os próprios prótons e nêutrons seriam formados por partículas. Partículas que ele denominou de *quarks*.

Alguns anos depois, no *Stanford Linear Accelerator Center* (SLAC), foi descoberto que ao colidir um próton, partículas menores eram emitidas, gerando evidências de que o próton de fato não é uma partícula elemental. Os *quarks* jamais existem de forma isolada, e são classificados como *up*, *down*, *strange*, *charm*, *top* e *bottom*. O próton, por exemplo, é formado por duas partículas *up* e uma partícula *down*.

A série de vídeos então chega a seu final, mostrando-nos que há alguns assuntos na física atual que continuam em aberto, como a busca por alguma forma de juntar a gravidade com a teoria quântica e alguma maneira de observar onde uma partícula se encontra sem interferir nos resultados, e como nosso conhecimento de todo o cosmos cresceu tanto partindo de algo tão pequeno como o átomo.