

AVENTURAS EM QUANTÓPOLIS



FRANCISCO LEVI PEREIRA BRAGA

2018

INTRODUÇÃO

Este trabalho objetiva incentivar a divulgação de um conteúdo de Física que ainda é muito discreto na educação básica: a Física de Partículas e suas interações. Procurei concebê-lo com uma linguagem mais simples possível por ter ciência que nosso público-alvo muitas vezes carece de conhecimentos prévios sobre a temática, mas não o culpo por isso.

Algumas coisas devem ser orientadas antes do começo da leitura:

- As figuras que representam as partículas, sejam fundamentais ou não, são meramente ilustrativas uma vez que não se tem um formato padrão para suas representações, apenas equações que as descrevem.
- Evitou-se a utilização de cálculos matemáticos na história, pois estes são extremamente complicados até para quem é da área e fugiriam do intuito deste trabalho. Contudo, colocamos referências para o caso do leitor querer conhecer um pouco mais sobre a temática.

No mais, desejo a todos que admiram o mundo que nos cerca e têm curiosidade em saber das teorias que envolvem o surgimento do universo, assim como aqueles que suspeitem que as tecnologias atuais tenham a Física Moderna como pano de fundo, uma ótima leitura. Que aqui encontre inspiração para aprofundar-se cada vez mais, desmistificando a disciplina de Física que muitas vezes é resumida em equações matemáticas e conceitos que surgiram antes do século XIX.

Física se faz todo dia.

Atenciosamente, o autor.

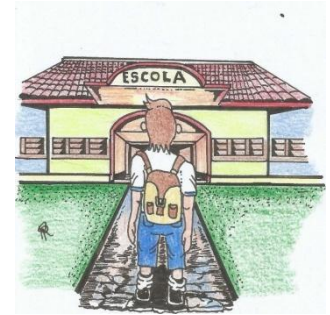
SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - A DESCOBERTA DE UM MUNDO NOVO.....	4
CAPÍTULO 2 - POR DENTRO DO ÁTOMO	8
CAPÍTULO 3 - O SR. ELÉTRON E SEU AMIGO FÓTON	17
CAPÍTULO 4 - PAULI: O EXCLUSIVO.....	23
CAPÍTULO 5 - MAIS FÓTONS	25
CAPÍTULO 6 - ONDE OS FRACOS TÊM VEZ.....	29
CAPÍTULO 7 - O MISTERIOSO E FANTÁSTICO MUNDO DAS ALTAS ENERGIAS.....	32
CAPÍTULO 8 - PETER HIGGS E A TERRA DO SEMPRE	36
CAPÍTULO 9 - UMA INTERAÇÃO PODEROSAMENTE FRACA.....	37
REFERÊNCIAS	40

CAPÍTULO 1

A DESCOBERTA DE UM MUNDO NOVO

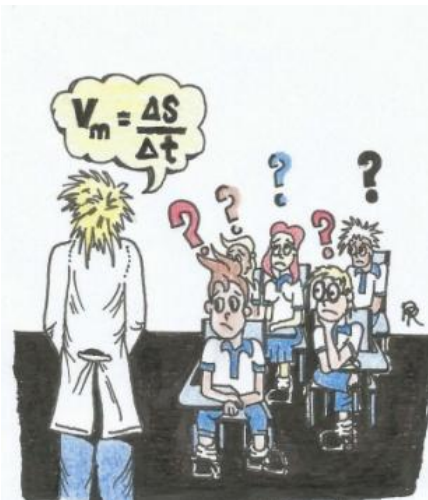
Levi era um estudante comum, com dificuldades, defasagens, e não conseguia sentir interesse por algumas disciplinas na escola. Mas, mesmo assim, sempre frequentava as aulas com assiduidade.



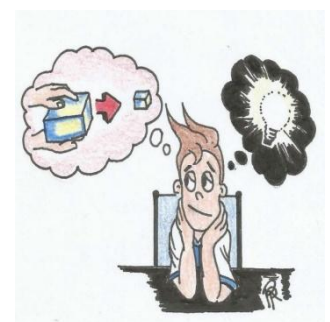
Em mais uma aula de Física, o professor Bohr repassa o conteúdo para seus alunos que não parecem tão empolgados, então ele lança a indagação:

- Bem, alunos, quem lembra a equação para determinação da velocidade média?

Levi não se identificava muito com a disciplina de Física, sempre achava que era que se resumia apenas a equações e não via significado naquilo tudo. Apesar disso, percebia que o professor continuava a ministrar sua aula com muito entusiasmo.



- Pois, alunos, com essa equação, vocês podem determinar a posição de um objeto em um determinado instante, sabendo a sua velocidade! – Falou o professor Bohr com um sorriso no rosto que contrastava com o comportamento da turma.



Nesse mesmo instante, Levi cortava um pedacinho de papel e começava a imaginar até que ponto poderia diminuir suas dimensões, até que resolveu perguntar diretamente ao professor:

- Professor?! Professor?!

- Pois não, Levi! Pode falar.

- Até que ponto podemos diminuir o tamanho de um objeto?

O professor Bohr espantado com a pergunta, pois não se tratava do assunto da aula, mesmo assim respondeu:

- Bem... a matéria é composta por moléculas, que por sua vez são agrupadas por átomos que são constituídos pelo núcleo (prótons e elétrons) e ao seu redor os elétrons que ficam "passeando".

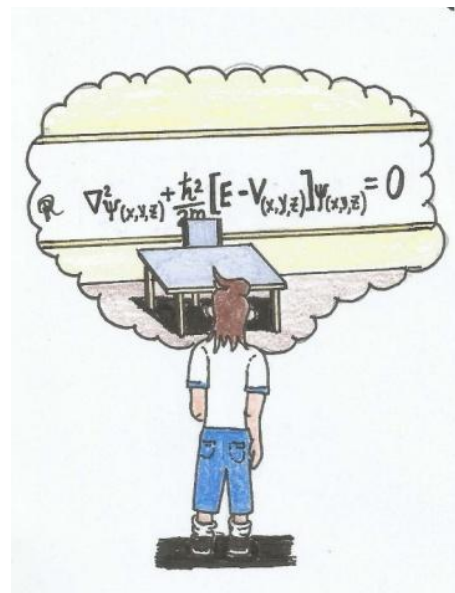
Encantado em saber que existe esse mundo microscópico, cheio de partículas, Levi afirma ao professor:

- Então, professor Bohr, com essa equação da velocidade média, também posso calcular a posição do elétron em um instante se eu souber sua velocidade, não é?

- Não! Não é tão simples assim descrever o movimento dos elétrons, quando temos uma partícula elementar como é o caso de um elétron. – Respondeu o professor percebendo pela primeira vez um brilho diferenciado no olhar de seu aluno, mas ao mesmo tempo sabia que o faria entrar em um período de elucubração.

Nesse instante, escuta-se o sino anunciando o término da aula, e Levi é tomado por um sentimento de frustração, pois não poderia mais discutir o assunto com seu professor; a partir daí, não consegue deixar de pensar nesse mundo recém descoberto de partículas muito pequenas.

À noite, ainda inquieto e maravilhado, tentava imaginar como funcionava o mundo das partículas elementares, até que levado pelo cansaço adormece. De repente ele se vê em um local estranho, diferente de tudo que conhecia, onde tinha apenas uma mesa e uma lousa com algumas equações matemáticas, que a princípio neste novo mundo eram muito complexas para Levi.



- *Nossa! Que lugar é esse? Será que morri? O que essas equações escritas na lousa significam?*

Ao olhar para frente ele percebe a figura de uma moça bonita e simpática que se aproximava até ela lhe dá boas vindas:

- *Olá Levi! Bem-vindo a Quantópolis!*

- *Olá! Quem é você? Como sabe meu nome? Quantópolis?* – Disse Levi sentindo-se atordoado com tanta coisa nova.



- *Calma, uma pergunta de cada vez! Sou a professora Lu, a responsável em apresentar a Física de partículas a pessoas que despertam a curiosidade pelo assunto, e você foi o escolhido para fazer comigo essa fantástica viagem pela nossa cidade de Quantópolis! Para começar, precisamos ficar nas mesmas dimensões dessas partículas, e isso começa neste exato momento!*

Levi começou a perceber que as coisas pareciam estar cada vez maiores e começou a observar objetos que não paravam de se mover a velocidades altíssimas, o que dificultava uma melhor distinção do que estava o rodeando.

A professora portava um pequeno aparelho que mostrava na tela várias informações, até que ela olha para Levi e comunica em um tom de preocupação:

- *Sinto muito Levi, eu preciso ausentar-me por algum tempo, tenho que resolver um problema entre dois elétrons que estão armando uma grande confusão! Ambos estão querendo ocupar o mesmo estado quântico apesar de Pauli ter deixado bem claro que isso não é possível.*



- *Mas professora Lu, não posso ficar aqui sozinho! O que seriam esses estados? Por que dois elétrons não podem ocupá-lo? Quem é esse Pauli?* – Falou Levi sentindo-se atordoado com um ambiente que jamais tinha imaginado, e tanta informação que para ele eram desconhecidas.

- Não se preocupe, logo estarei de volta e explicarei melhor, tenho certeza que não faltará companhia para você aqui! Ah, e pergunte tudo que lhe vier à cabeça aos amigos que encontrar pelo passeio, viu!

CAPÍTULO 2

POR DENTRO DO ÁTOMO

Ainda sem entender muito de onde estava e o que estava fazendo ali, Levi observa Lu desaparecer em meio a um forte clarão. Logo em seguida Levi escuta uma voz grave próxima a ele:

- *Olá, Levi! Seja bem-vindo!*

- *Olá! Quem é você?*

Era uma figura arrojada e simpática, tinha uma expressão tranquila como se nada o preocupasse, e o mais intrigante era que vestia um paletó largo, como se escondesse algo por de baixo.

- *Eu sou um nêutron, meu nome é Neto e gostaria de convidá-lo para um passeio nas salas de núcleos.*



Levi ainda um pouco assustado com a chegada de surpresa dessa figura admirava-se com sua tranquilidade, era como se ele não tivesse nenhuma interação com nada que estava ali, aceita o convite afinal era uma das partículas mencionadas pelo seu professor como sendo componentes do núcleo atômico. Os dois começam a caminhar juntos até que chegam a um local onde existiam muitas portas de entrada, e em cada porta tinha o nome de determinado elemento químico.

- *Agora é com você, essas são as portas de núcleos, nelas estão disponíveis os núcleos dos mais variados elementos químicos, é só escolher uma e entrar!* – Falou o nêutron com uma voz bonançosa.

- *Você não vai acompanhar-me? Não posso entrar ali sozinho, não sei o que vou encontrar.*

- Claro que pode! Não se preocupe, lá, você certamente terá companhia, inclusive meus irmãos podem ajudar-lhe, daqui vou ver se consigo fazer algo interessante, pois nada me atrai.

SAIBA UM POUCO MAIS...

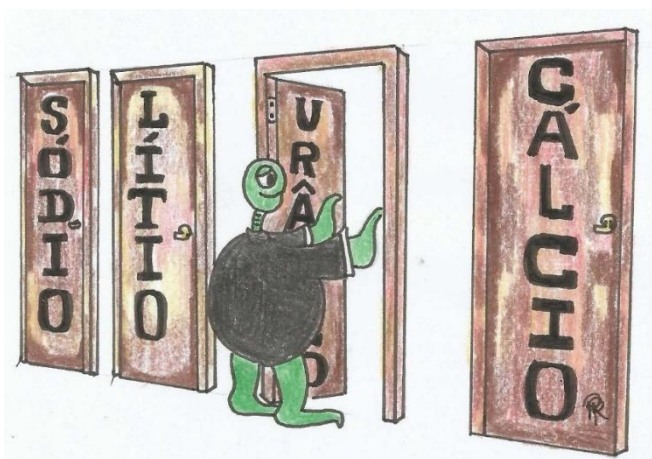
Ao mencionar que “nada o atrai” o nêutron identificou uma de suas características, ele é um elemento de carga nula. Desse modo, não existe interação de atração ou repulsão, com nenhuma outra partícula.

Então Levi observa e resolve escolher a porta que tinha escrito: Urânio.

- Bem, vou entrar naquela porta!

- Nossa! Logo ela? Você é corajoso, mas fique à vontade e boa sorte!

Levi, mesmo com certo receio pela reação de Neto à sua escolha, entra pela porta com a admirável coragem. Neto apenas observa ao longe e pensa no quanto à curiosidade de Levi o levará a um vasto mundo de conhecimentos.



Ao entrar ele percebe uma grande quantidade de partículas que não pareciam com Neto, a não ser pelo paletó largo que também utilizavam. Elas estavam amontoadas umas ao lado das outras, a primeira impressão que dava era que elas estavam brigando e discutindo sempre, queriam se afastar umas das outras sem lograr êxito.



Levi quase se sentia arrependido por ter escolhido logo aquela porta, mas ao observar com mais calma, percebe que além dessas partículas zangadas, outras

iguais ao Neto também estavam presentes naquela confusão, e resolve se aproximar e tentar estabelecer um diálogo.

- *É... olá? Desculpa incomodar, mas quem são vocês?*

- *Olá! Você deve ser o mais novo visitante de Quantópolis, se eles deixarem eu posso tentar explicar-lhe a confusão aqui. Nós somos os prótons, e aquelas outras que com certeza você já deve conhecer são os nêutrons.*

SAIBA UM POUCO MAIS...

Prótons são partículas carregadas (positivamente por convenção) e por natureza quando dois ou mais prótons se aproximam eles tendem a se afastar (repulsão).

A presença dos nêutrons no núcleo atômico é justamente para permitir que os prótons permaneçam na estrutura do núcleo, deixando-o estável.

- *É um grande prazer conhecê-los! Já ouvi falar de prótons e nêutrons, mas nunca pensei um dia encontrá-los. Afinal, não é todo dia que temos a oportunidade de ver as partículas fundamentais da matéria!*

No mesmo instante em que ele terminou de falar, o próton deu uma gargalhada espalhafatosa, como se repreendesse o comentário feito por Levi.

- *Partículas fundamentais? Não, não, não! Nem eu, nem o nêutron somos as partículas fundamentais!* - Disse o próton usando um tom firme, como um professor corrigindo um aluno.

Levi sentia-se cada vez mais embaralhado, pois a cada momento era bombardeado por informações que contrariavam seu senso comum.

- *Mas se vocês não são partículas fundamentais, quem são? Quem consegue se agrupar para formar vocês?*

- *Boa pergunta! Vamos mostrar para você agora!*

Tanto prótons como nêutrons tiraram o extenso paletó, revelando dentro deles outros tipos de partículas com características bem interessantes, que também pareciam bem próximas. Nesse mesmo momento, Levi é automaticamente transportado para o meio das simpáticas partículas que constituíam o próton. Quando eles perceberam, ele estava olhando estupefato para aquela cena inédita.



- Tudo bem? Falou uma das partículas que constituía o próton.



- Sim, tudo bem! Posso saber os seus nomes?

Dentro do próton existiam três partículas, que não paravam de falar, e o que também chamava bastante atenção era que essas três partículas eram conectadas por uma espécie de cilindro. Até que uma delas que estava dentro do próton, toma a voz e apresenta-se.

- Bem, caro amigo, nós somos uma família de quarks, eu e meu irmão pertencemos ao tipo up enquanto esse que está aqui conectado a nós é do tipo down.

- Tipo up? Tipo down? Desculpe, não consegui entender.

- Ah, não se preocupe! Nossa família é razoavelmente grande, mas posso garantir que somos unidos, viu! Você sempre nos encontrará em grupos chamados **hádrons**. Dependendo da formação do hádron ele recebe uma denominação, afinal família é família, né?

- E qual seriam essas denominações?

- Se a partícula possuir três quarks ou três antiquarks ela é da família **BÁRION**, porém se ela tiver apenas um quark e um antiquark sua família é **MÉSON**.

- Antiquark? O que seria isso? Nunca ouvi falar. – Perguntou Levi.

- São as nossas antipartículas, ou seja, nossas irmãs quase gêmeas, elas têm o mesmo spin, que é um dos números quânticos que você verá mais na frente do passeio, mesma massa, porém sua carga é oposta, você sabe por que uma carga positiva atrai uma negativa?

- Bem, seria por que suas cargas são opostas?

SAIBA UM POUCO MAIS...

Neste ponto devemos definir quais são as reais partículas elementares, os QUARKS.

Quarks são partículas subatômicas que ao se combinarem formam os HÁDRONS.

Conhecemos seis tipos (sabores) de quarks: *bottom, charm, down, strange, top e up*. Dentre estes, os mais comuns e estáveis são os quarks up e down, formadores dos prótons e nêutrons.

Caracterizamos os quarks através das seguintes propriedades: massa, carga elétrica, spin e carga de cor. Para cada tipo de quark existe uma correspondente de antipartícula denominada antiquark.

- *Exato! Perfeito! E nós também temos carga elétrica! Eu particularmente tenho carga de valor $+2/3$ da carga do elétron, enquanto o Down tem valor $-1/3$!* – Exclamou o Quark Up, feliz em perceber, que o jovem aparentemente estava absorvendo as informações.

- *Mas me diga, você falou que sua família não era pequena, porém só vejo vocês aqui! Onde está o restante?*

- *Realmente eles não estão aqui, acredito que você os verá no acelerador de partículas! Mesmo que bem rápido. A professora Lu deve levar você depois.*

O Próton interrompe o diálogo e pergunta diretamente a Levi:

- *Agora me responda, nós prótons e nêutrons, somos de qual classe?*

Levi raciocina por alguns instantes e responde com segurança:

- *Bárions, claro! Afinal vocês são constituídos por três quarks!*

- *Corretíssimo!* – Replicou o Próton.

- *Percebi uma coisa, onde estão os antiquarks que não estão aqui fazendo companhia a vocês?*

Os três quarks do próton olharam para si como se cada um lesse o pensamento do outro, e o Quark Up indaga:

- *Seria possível mostrá-lo?*

- *Precisaríamos de bastante energia* – retrucou o Down.

Então um forte clarão muito parecido com que Levi viu quando a professora Lu desapareceu, surgiu do nada, ofuscando sua vista. Um dos cilindros que ligavam o Quark Up com o Down começou a esticar indefinidamente, até que aparentemente ele se rompe, e ao invés de o Down seguir sua viagem solitariamente, no exato momento que ocorre essa ruptura, duas novas partículas surgem aparentemente do nada, uma era idêntica ao Down e continuou completando a tríplice do Próton, enquanto a que surgiu para fazer companhia ao Down, “fujão”, era praticamente idêntica a ele, porém se diferenciava pelo fato de parecer estar andando de marcha ré.

- *O que aconteceu aqui? Vocês estão bem?* – Levi falou com certo grau de preocupação com seus recém-amigos.

- *Calma! Estamos todos bem, acontece que um fóton nos atingiu fornecendo energia o suficiente para se criar um antiquark, é aquele que está andando de costas.*

– Falou o Up com sorriso no rosto.

- *Nunca ouvi falar desse fóton.*

- *A professora LU com certeza vai explicar melhor quando retornar.*

De repente um novo tumulto começou, prótons se empurravam, mas mesmo assim não conseguiam desgrudar um do outro, os quarks também podiam perceber que o clima entre os prótons no núcleo não era dos mais amigáveis. E observando tamanha confusão, Levi não entendia o porquê de tanta repulsão, e pergunta em um tom de apaziguamento:

- *Por que os prótons se empurram tanto? Percebo que não adianta, vocês não conseguem se livrar um dos outros!*

- *Sim! Você não irá encontrar prótons sozinhos por aí.*

- *Sério? Caso se afastassem vocês poderiam acabar com toda essa confusão?*

- *Até que nós queremos, mas os glúons não permitem! Eles exercem a força forte quem nos mantém juntos.*

- *Glúons? Quem são esses? Não vejo ninguém fora nós!*

Nesse instante o Quark Up intervém, e dirige a voz ao visitante:

- *Claro que você não está vendo, não está usando os óculos!*

- *Óculos? Não uso óculos! Desculpa, mas isso não faz o menor sentido.* – Explicou Levi começando a achar que nunca entenderia tudo aquilo.

- *Você precisa usar óculos especiais, os glúons são partículas virtuais, não podem ser vistas tão facilmente, aliás, alguém aí sabe onde estão os óculos de realidade virtual?*

Então os prótons começaram a se agitar, até que um deles grita:

- Aqui está! Achei!

- Levi, ao colocar esses óculos você poderá ter ideia do campo gluônico, e suas dúvidas poderão ser sanadas pela própria partícula mediadora dessa força que nos mantêm juntas, então queira fazer a gentileza de colocar no rosto. – Disse um quark up.

Então o estudante sem indagar nada, resolve atender ao pedido feito pelo seu novo amigo. No momento que ele coloca as lentes, percebe que ali existe uma nova figura entre os quarks e a impressão que dava era que ela estava movendo-se rapidamente. Logo uma partícula surge do lado de Levi e fala:

- Pensei que você ia sair daqui sem falar comigo!

Levi leva outro susto que o deixa mais atordoado e começa a observar com cautela aquela nova figura forte que estava bem ofegante.



- Tudo bem? Quem é você? Não o tinha visto antes, por isso não falei.

- Meu nome é Glúon, eu sou o responsável em manter os quarks juntos, exercemos a chamada força forte, é uma manifestação de uma força mais fundamental entre os quarks. E essa tarefa não é fácil.

Se tudo parecia estranho para o jovem visitante de Quantópolis, agora parecia que ia ficar mais nebuloso ainda, pois partículas jamais imaginadas estavam ali na frente. Mesmo assim o Glúon continua com sua explanação:

- Pelo que percebi, você já fez amizade com quarks up e down, porém, além deles, existem ainda o Charm, Strange, Bottom, e o Top! E digo-lhe mais, cada quark desses pode ter três tipos de cores: vermelho, verde e azul!

- Sr. Glúon, o senhor vai perdoar-me, mas não notei nenhuma coloração nos Quarks Up e Down.

- Porque o conceito de cor nesse caso, não tem nada a ver com o que você conhece no seu mundo.

- Isso não faz o menor sentido para mim.

- Vou tentar ser mais claro: as forças de atração e repulsão entre os quarks, que é mediada por nós, os glúons, podem ser chamadas de força cor, as cores são propriedades dos quarks, você pode fazer uma analogia com a força gravitacional, ela tem como fonte a massa de um corpo, assim como a força cor tem como fonte a cor do quark.

- Entendi. Agora me responda outra coisa Glúon, por que vocês estão sempre aparecendo e desaparecendo, do nada, tão rapidamente?

- Isso acontece porque somos partículas virtuais.

Nesse instante um alarme começa a soar e um grande alvoroço toma conta de todos ali presentes. Levi assustado retira os óculos de visão virtual, e de imediato não consegue mais ver os glúons, enquanto isso, ele dá de cara com a professora Lu, que tinha retornado sem que ele percebesse, e ela fala em tom de preocupação:

- Levi, de tantas portas de núcleo você foi escolher logo a do Urânio? Não devia ter confiado no Neto! Para ele tudo sempre está bem!

Agora, Levi realmente sentia uma sensação de medo e arrependimento, temia que toda confusão estivesse sendo causada por ele.

- O que está acontecendo professora? Por que esse alarme tão alto?

- Você escolheu um núcleo de urânio que tem 92 prótons e 143 nêutrons, essa quantidade muito alta de prótons o torna muito instável, assim como também as forças de repulsão entre eles são muito fortes, isso torna o equilíbrio entre prótons e nêutrons muito frágil. Esse alarme é em decorrência da emissão de uma partícula alfa.

Bem perto da professora e seu aluno, passaram dois prótons e dois nêutrons bem juntos, eles tentavam romper uma barreira existente no núcleo, ao se chocarem, eles correram para o outro lado e se chocaram novamente.

Então a professora segura a mão gélida de seu aluno, e de repente eles dois somem em um clarão forte. Neste momento Levi se sente um pouco triste por não

ter tido a oportunidade de se despedir das partículas que conhecera há pouco tempo e que foram bem cordeais com ele.

CAPÍTULO 3

O SR. ELÉTRON E SEU AMIGO FÓTON

Ao recobrar a consciência, ainda de olhos fechados, Levi esperava encontrar seu quarto depois daquele sonho que o deixou tão admirado e ao mesmo tempo confuso. Ao invés disso, ele ainda via aquelas partículas que se deslocavam em velocidade surpreendente e também a professora que o aguardava pacientemente, sempre manuseando seu aparelho.

- *Professora Lu? O que aconteceu? Achei que tudo aquilo fosse um sonho.* – Confessou Levi ainda atordoado, mas na expectativa do que ainda o esperava naquela cidade enigmática e prodigiosa.

- *Fique calmo Levi isso sempre acontece quando nossos visitantes recebem um fóton de luz. Agora você está bem podemos continuar nosso passeio e o próximo ambiente de Quantópolis. Iremos visitar a nuvem de probabilidade e seu anfitrião, o Sr. Elétron.*

Então Levi já recomposto, não consegue impedir novamente sua curiosidade e pergunta a paciente professora:

- *E o tal do Fóton? Venho escutando falarem muito dele porém até agora ninguém parou e me explicou o que seria ele.*

- *É verdade, daqui a pouco você irá conhecê-lo.* Explicou a professora.

- *Tudo bem, então gostaria de saber que lugar é esse onde estou. Nunca ouvi falar dessa nuvem de probabilidade.* – Retrucou Levi, sentindo-se um pouco desconfortável, por não ter suas dúvidas respondidas de imediato.

- *Você com certeza já tinha ouvido falar antes dessa nuvem, porém com outros termos, talvez como eletrosfera.*

- *Sim! Nas aulas de Química!*

- *Exato. Antes de chegar aqui, você estava tendo uma conversa com algumas partículas, o que você lembra?*

- *Pelo que entendi os prótons e nêutrons são chamados de hádrons por serem constituídos por outras partículas, no caso os quarks, e experimentavam principalmente a força forte. Apesar de toda aquela confusão eu aprendi muita coisa, até então eu achava que prótons e nêutrons eram as menores partículas da matéria.*

- *Muito bem Levi, como prêmio nada mais justo que você conhecer agora a região onde ficam os elétrons, ou seja, a eletrosfera. Em algumas partes a probabilidade dele estar é maior do que outras, às vezes até nos dois lugares ao mesmo tempo! Por isso o termo mais apropriado é nuvem de probabilidade.*

- *Como assim nos dois lugares ao mesmo tempo? Ou o elétron está em um lugar ou está em outro, professora! Quando estou estudando na escola sobre movimento, um carro, por exemplo, tem seu lugar bem definido, nunca em dois lugares ao mesmo tempo. Com o devido respeito, isso é um ultraje!*

- *Concordo quase que plenamente com você, falou a professora com um sorriso que lhe é peculiar, mas as coisas quando estão nas dimensões subatômicas, quer dizer, nas dimensões quânticas, a Física que você estuda no aspecto macroscópico, que é a clássica, não funciona tão bem. E isso acarreta comportamentos que podem ferir nosso senso comum, é isso que está acontecendo com você agora!*

Foi então que Levi percebeu que se tudo parecia realmente bizarro, agora se tornava ainda mais complexo e no mínimo estranho. Então ele respira de maneira pausada e confessa a professora:

- *Professora Lu, acho que não sou a pessoa mais adequada para conhecer esses conceitos quânticos. Para falar a verdade, nunca tinha ouvido falar da Física quântica! Talvez a decepcione, pois acho que não vou conseguir entender todas essas novas regras!*

- *Por isso você foi escolhido! Todos sabem que a Física abordada nas atuais salas de aula, é uma ciência que tem muita relevância, porém, ela não deve ser exclusiva. A mecânica newtoniana tem um caráter determinista, e na mecânica*

quântica a palavra determinismo não se encaixa bem, ela acaba sendo substituída pelo termo probabilístico, isto é, falamos de probabilidades no mundo das partículas subatômicas. A Física de partículas avançou muito desde o início do século XX, mas isso não vem sendo transmitido aos nossos alunos e por isso estamos tentando mudar um pouco essa realidade. Então se anime, você vai conhecer o Sr. Elétron!

Levi sentiu uma presença de um novo personagem, mas ele não conseguia distinguir com clareza porque ele não parava de vibrar. A única coisa que dava para observar era que ele girava constantemente e tinha uma cabeça pontiaguda em forma de seta.



- *Olá, meu jovem! Sou o Sr. Elétron, gostaria de lhe dar as boas-vindas a Quantópolis!* - Falou com uma voz grave o anfitrião da nuvem de probabilidade.

- *Oi, Sr. Elétron, muito prazer em conhecê-lo, se não for pedir muito, o senhor poderia ficar imóvel para podermos conversar melhor? Tenho dificuldade em dialogar com alguém que não para de se mover.* – Respondeu Levi com um brilho no olhar tentando entender aquela figura emblemática.

- *Deixe-me ver o que posso fazer.* – Disse o elétron, fazendo um grande esforço para diminuir sua velocidade.

Quando ele conseguiu diminuir um pouco sua velocidade, sua imagem se tornou mais embaçada ainda, cada vez era pior perceber sua forma e saber onde estava, parecia que ele não tinha um local definido no espaço que o rodeava.

- *Sinto muito Levi, acho que não posso fazer melhor do que isso. Você nunca escutou falar de Heisenberg e seu princípio da incerteza, estou certo?*

Levi forçou sua memória por alguns instantes, tentando lembrar se já tinha ouvido falar do princípio da incerteza, mas não teve sucesso.

- *Desculpe, mas o Sr. está certo! Não conheço esse princípio e nem seu algoz.* – Respondeu Levi com uma voz que transparecia decepção.

- *Ah, não precisa se desculpar, até porque você não tem culpa! Eu explico para você como isso funciona. O princípio da incerteza nos diz que não é possível medir com exatidão a posição e o momento de uma partícula ao mesmo tempo, isto é, se você conseguir determinar a posição de uma partícula e a sua velocidade fica*

incerto! Ou vice-versa, não tem como saber essas duas grandezas simultaneamente! Por isso quando eu diminuo minha velocidade, você não consegue perceber a minha posição com clareza.

- Mas meu professor de Física ensinou que é possível determinar a posição de um objeto sabendo sua velocidade! – Dessa vez Levi falou com bastante segurança.

- Sim e ele está certo. Isso é aplicável na mecânica clássica, em que os objetos estudados têm dimensões muito grandes e são muito massivos, como já foi dito antes pela professora. Porém, aqui em Quantópolis, que tem dimensões muito pequenas, as leis são diferentes.

Assim que o Sr. Elétron terminou sua frase, ele foi atingido por um clarão muito parecido com o que atingiu Levi e a professora nos momentos anteriores, e com isso ele imediatamente foi mandado para mais distante. E outros elétrons ficaram próximos a ele, mas sem estabelecer um diálogo.

Quando Levi estava na eminência de perguntar o que tinha acontecido, a professora Lu intervém e o convida para um jogo de sinuca, ele fica um pouco embaraçado pelo convite e mesmo sem entender no que isso podia ajudar, resolve aceitar, pois depois de tudo que já tinha vivido ali um jogo de sinuca era a menor das estranhezas.

De repente aparece uma mesa de bilhar com apenas uma bola preta que estava em movimento aleatório, que se chocava nas quinas da mesa ricocheteando para todos os lados, e uma branca.



Diante daquela situação inusitada Levi sussurra:

- Mas que jogo sem graça! Como vou jogar sinuca com apenas duas bolas?

- Elas vão ajudar-te a entender um pouco o princípio da incerteza, falou a professora. Vamos usar a bola branca para tentar localizar a bola preta, por isso você vai jogá-la em uma determinada direção que seja paralela a borda maior da mesa, caso houver um desvio de sua rota vamos ganhar precisão da posição da bola preta, mas antes de você iniciar...

Neste instante as luzes que iluminavam a mesa de sinuca apagaram-se, deixando-a na mais completa escuridão. A bola branca ainda podia ser vista porque emitia luz própria como uma estrela. Em contrapartida, a preta não fornecia nenhuma informação qualquer sobre sua localização.

- Professora, eu não estou enxergando nada! Como vou jogar a bola branca na direção da preta?

- Essa é a intenção do jogo, que você não tenha essa informação.

Então Levi joga a bola branca e percebe que neste primeiro momento a sua trajetória quando retorna depois de bater na borda da mesa não se altera, na segunda tentativa, quando a direção que ela percorre é mais próxima da caçapa direita, percebeu que sua trajetória foi desviada indicando que ocorreu uma colisão com a bola preta, então a professora intervém exclamando com entusiasmo:

- Isso! Diga-me Levi, onde você acha que estava a bola preta?

- Bem, em algum lugar pelo canto direito da mesa! Pois a bola branca sofreu um desvio nesse local!

- Exato! Mas me responda, e a velocidade da bola preta depois da colisão? Qual seria?

Levi raciocinou por alguns instantes e manteve-se calado porque não tinha nenhuma resposta plausível para a pergunta.

- Essa ilustração é um pouco grosseira, eu confesso, mas ajudou a entender um pouco a essência do princípio da incerteza! Quando ocorreu a colisão entre as duas bolinhas da sinuca, você ganhou informação sobre a localização da bola preta, porém nada sobre a sua velocidade. Com isso posso concluir que, não é possível afirmar o local exato da posição de um elétron e seu momento aqui na nuvem, mas podemos ter valores de probabilidades de sua localização, para isso alguns cálculos podem ser feitos utilizando equações matemáticas, a mais famosa talvez seja a que você viu escrita na lousa quando nos conhecemos! Aquela é a famosa equação de Schrödinger.

- *Tudo bem, professora! Concordo com isso tudo, mas não vejo nenhuma outra partícula colidindo com o elétron para gerar essa incerteza!* - Dessa vez Levi tinha feito uma ótima afirmação!

- *Você tem certeza disso? Não podemos esquecer o fóton!*

- *De novo esse fóton?* – Disse o visitante quase irritado.

- *Sim! De novo! Ele foi quem atingiu o Sr. Elétron, fazendo com que o mesmo mudasse seu nível de energia para um mais alto, por isso ele se afastou de você.*

- *Então é esse o fóton?*

Foi aí que pôde ser observado o mesmo clarão saindo do Sr. Elétron, assim ele volta ao mesmo local e retoma a conversa:

- *É esse mesmo, fui atingido por um quantum de luz ou um fóton, que de maneira mais fácil de entender, é uma quantidade indivisível de energia. Ao ser atingido por esse pacote de energia, que tem valores discretos, consegui absorvê-la e mudar meu nível energético, saltando para um maior. Porém, quando eu emiti esse mesmo fóton, retornei para meu nível anterior e cá estou novamente conversando com você.* – Afirmou o Elétron de forma simpaticíssima.

CAPÍTULO 4

PAULI: O EXCLUSIVO

Em um olhar mais atento Levi fixou seu olhar, que não pareceu nenhum pouco discreto, na parte superior do Sr. Elétron e tentava entender aquele formato que lhe parecia pontiagudo e não parava de girar. Mas nem precisou indagar, pois foi surpreendido pela voz grave do seu amigo:

- Deve estar observando e querendo entender por que estou girando e por que o formato da minha cabeça é assim, não é? Isso é um dos meus maiores fascínios! As pessoas adoram. Essa seta na parte superior, nada mais é que o meu spin!

- Seu...

- Spin! – A resposta veio tão imediatamente, que Levi não conseguiu nem indagar o que significava esse termo – Meu spin nada mais é que o meu momento angular, em outras palavras, é meu estado de rotação. Neste momento meu spin está para cima, mas observe nosso vizinho ali.

Ao olhar para onde apontou o Sr. Elétron Levi pode visualizar uma partícula que parecia ser igual a ele mas se diferenciava pelo fato da seta desta estava apontar para baixo.

- Que interessante! Exclamou o menino entusiasmado, ele parece estar girando também, apesar de eu não conseguir enxergar com muita nitidez, mas por que ele não se junta a nós e também fica com seu spin para cima?



Tanto o Sr. Elétron como a professora Lu fitaram um olhar sério para Levi e ficaram alguns segundos em silêncio. O garoto, no mesmo instante, tentava fazer uma reflexão sobre a última frase, buscando saber o que de tão grave tinha falado para acarretar aquela reação de condenação. A docente que sempre carregava um sorriso, dessa vez tinha um semblante fechado e falou pausadamente para o visitante:

- Levi, caso isso aconteça, pode ocorrer consequências inimagináveis!

- *Mas o que eu posso ter falado de tão grave professora? Apenas sugeri que outro elétron pudesse juntar-se a nós e fazer o mesmo que o Sr. Elétron.* – Falou Levi com a voz já embargada.

- *Isso não é permitido, você recorda o momento em que tive que deixá-lo sozinho? Tive que fazer isso porque dois elétrons estavam discutindo em fazer a mesma coisa ao mesmo tempo. Existem leis em Quantópolis e essa é uma muito importante: dois elétrons não podem ocupar o mesmo estado quântico, eles não podem fazer a mesma coisa simultaneamente. Se não todos iam querer ocupar o estado fundamental, você pode ver que a quantidade de elétrons é maior no nível mais próximo do núcleo, este é o estado fundamental que falei agora a pouco. Estamos falando do princípio da exclusão de Pauli.*

Dito isso, ninguém mais ousou contrariar esse princípio.

CAPÍTULO 5

MAIS FÓTONS

- *Então é só essa a função do fóton? Fornecer energia para o elétron?* – Dessa vez Levi procurou essa pergunta para poder se sair daquela situação que no mínimo era constrangedora.

- *Ah, não! Respondeu o Sr. Elétron, existem os fótons virtuais também.*

- *E onde eles estariam?*

- *Em toda parte, ao redor das cargas elétricas, claro! Inclusive ao meu redor.*

- *Mas não consigo vê-los.*

- *Com certeza você não está vendo, vou repetir: são fótons virtuais!*

Foi aí que Levi lembrou-se dos seus óculos, ao revistar seus bolsos, percebeu que não estavam talvez os tivesse perdido em meio à confusão no núcleo de Urânio. Mas a professora no mesmo instante entregou um par de óculos ao estudante, como se soubesse que ele não ia ter em mãos.

Ele agradece com um sorriso sem graça e coloca em seu rosto foi então que observou uma nuvem de partículas que estavam interagindo entre as cargas elétricas, tanto entre os elétrons como em direção ao núcleo. Quando uma carga emitia uma partícula daquelas, imediatamente ela era absorvida por outra carga, e como é de costume, de maneira sorrateira, uma delas se aproxima para dar as boas-vindas a Levi:

- *Bom dia, boa tarde e boa noite! Eis me aqui a sua disposição!*

Apareceu ali um personagem elegante que usava uma cartola, como as usadas por mágicos em apresentações de ilusionismo, ao mesmo tempo em que dava piruetas e cambalhotas como os artistas circenses.

- *Não sei bem que hora do dia estamos.* – Levi



respondeu curioso.

- Ah! Isso não importa, o que importa é que você acaba de conhecer os bósons mediadores da força eletromagnética, somos nós, os Fótons!

- Se não for pedir muito, você poderia me explicar o que seria um bóson? – Desta vez Levi já se comportava de maneira mais tranquila pois as experiências anteriores o fizeram amadurecer cognitivamente.

- Os bósons são partículas de spin inteiro, nós que fazemos as mediações das interações fundamentais, fiquei sabendo que você já conheceu os Glúons, certo? – Indagou o Fóton.

- Sim! Lá dentro dos prótons e nêutrons.

De repente um fóton idêntico ao que saudou Levi apareceu, ele realizava os mesmos movimentos, e falava a mesma coisa que seu irmão gêmeo de forma uníssona:

- Eles são os bósons Mediadores da força forte, e nós somos os bósons mediadores da força eletromagnética, sempre estamos acompanhando as cargas elétricas, quanto mais próxima dela, mas densa se torna essa nuvem de fótons virtuais.

- Mas no que se diferencia você e os fótons que vi atingindo o elétron, fazendo ele mudar de nível energético?

- Complexamente simples! Falaram os dois. Eles são fótons reais e nós somos virtuais!

- Não consigo entender tão facilmente essa diferença.

- Os fótons reais carregam uma quantidade discreta de energia, e podem ter um tempo de vida muito longo e alcançar distâncias infinitas, foi o que você viu quando o Sr. Elétron recebeu ou emitiu, e assim ele mudou de nível de energia. Fóton é Luz! – Os dois olharam para cima em sinal de respeito, sabe-se lá por quem – *Já nossa família virtual literalmente surge e desaparece do nada, nós pegamos energia emprestada do ambiente, são as flutuações quânticas! Mas tem um, porém se a*

energia pega emprestada for grande não podemos viver por muito tempo, logo temos que devolvê-la e desaparecemos. Inclusive nosso tempo acabou.

Os dois sumiram instantaneamente e também da mesma maneira apareceram vários outros fótons virtuais, e como um coral bem ensaiado realizavam os mesmos movimentos e falavam todos ao mesmo tempo de forma incrivelmente sincronizada.

Levi parou por um instante, e observando aquele comportamento, lembrou-se do diálogo com o elétron, e perguntou confuso:

- Pelo que vejo vocês têm o mesmo spin e fazem a mesmas coisas ao mesmo tempo, isso não viola o princípio da exclusão de Pauli?

- Violaria se nós bósons, obedecêssemos a este princípio, mas somente os férmions são fiéis a ele!

Novamente aqueles fótons sumiram, e incontáveis outros apareceram. Levi ficou assustado com a quantidade infinitamente maior e retira os óculos de realidade virtual, e se ver deparado com a professora Lu.

- Olá minha professora, eu não estava me sentindo bem com aquela multidão de fótons e preferi retirar os óculos.

- Tudo bem Levi, pelo que observei o diálogo foi interrompido quando se falavam dos férmions, estou certa?

- Sim! Quem são eles?

- Férmion é apenas um termo genérico para partículas de spin semi-inteiro, podemos tomar como exemplo os quarks e os léptons. Respondeu a professora que já estava preparada para a próxima pergunta.

- Léptons? – Dessa vez Levi começava a se preocupar com a quantidade de termos que só faziam crescer.

- Calma com o tempo você vai se acostumar! É que pela quantidade grande de partículas que estão sendo descobertas os físicos procuram organizá-las em famílias, segundo suas características. Mas vou deixar o Sr. Elétron falar sobre os léptons.

O Sr. Elétron retorna para junto do aluno e sua professora depois de emitir um fóton, e fala com sua voz retumbante:

- Os léptons são as partículas de spin $\frac{1}{2}$ que não possuem a propriedade cor, e podem ter carga elétrica, ou não. Eu, particularmente, pertenço à família dos léptons, que aparentemente são fundamentais, isto é, não apresentamos estrutura interna.

- Se é uma família deve existir outros, não é isso? – Perguntou Levi com a cara enrugada de curiosidade.

- Com certeza! Vou pontuar a família para você: eu, o Elétron, e o meu neutrino, o Múon e o neutrino do Múon, o Tau, e claro, o seu neutrino.

- E onde eu posso encontrá-los?

- O neutrino sempre está presente nos decaimentos nucleares, mas essa observação vou deixar para a sua professora, tenho que mudar meu nível de energia agora! Foi um prazer conhecê-lo.

CAPÍTULO 6

ONDE OS FRACOS TÊM VEZ

E de repente um novo fóton atingiu o Sr. Elétron deixando-o mais longe do núcleo, e diferente do que ocorria antes, Levi percebeu que ele de forma misteriosa, deixou os níveis de energia abandonando o próprio átomo. A professora antecedeu a pergunta e respondeu de forma imediata:

- Esse acontecimento não é raro por aqui Levi, o elétron, como você já sabe, muda seus níveis de energia de acordo com a emissão ou recebimento de um fóton, quando ele recebe, passa para um nível maior, e se continuar a receber essas quantidades discretas de energia pode até abandonar o átomo! Esse é o famoso efeito fotoelétrico. Mas, nesse momento, isso não vem ao caso, quero convidá-lo para observar um decaimento em que um neutrino tem participação fundamental.

Levi concorda de imediato em acompanhar a sua professora, a cada momento que passa, o sentimento de curiosidade e admiração superava o de frustração por nunca ter ouvido falar daquelas partículas fantásticas.

A professora apertou um botão do aparelho que já fazia parte de seus adornos, e um novo clarão os levaram a um local que, aparentemente, só contava com a presença deles dois.

Levi sentindo-se ainda um pouco tonto, depois de receber aquele fóton, porém já mais acostumado, observou por alguns instantes ao seu redor e pôde perceber que existia um nêutron solitário no meio daquela sala. Mesmo assim ele ainda mantinha uma expressão de tranquilidade, que lhe era peculiar.

De certo modo ele comoveu-se com a solidão daquele bárion, que há pouco tempo lhe recebeu tão bem em Quantópolis. E pergunta diretamente a Lu:

- Professora, por que aquele nêutron está ali tão solitário?

- Espere e verá! – Replicou a docente.

Então de repente, como um passe de mágica, o nêutron transformou-se em um próton e não estava sozinho, dele saiu um elétron e outra partícula totalmente nova. Ela tinha um porte físico esquelético e comportava-se de maneira muito agitada.



- *Mas que figura engraçada! Quem seria ele, professora?* – Perguntou Levi encantado com aquele personagem.

- *Este é um neutrino do elétron, ele interage pouco com a matéria por ter massa bem pequena, acho que isso é notório, não é verdade?*

E os dois sorriram com o comentário feito pela professora.

- *Mas o que exatamente aconteceu?*

- *Isso que nós presenciamos aqui, foi o decaimento do nêutron, por estar sozinho, ele transformou-se em um próton e emitiu um elétron e seu antineutrino. Vamos entender isso de maneira mais detalhada.*

Lu aperta novamente os botões de seu aparelho e outro nêutron aparece sozinho na sala, ela imediatamente pega seu aluno pelo braço e depois de diminuir as dimensões, adentram no paletó da partícula que ali estava.

Novamente Levi estava presente junto aos dois quarks down e um up que constituíam o nêutron. Ele os saúda, mas prefere não falar muito para poder observar o que iria acontecer. Instantaneamente um dos quarks down vira um up e emite uma outra partícula nova, que por sua vez emite o elétron e seu antineutrino.

O jovem fica espantado por aquele conhecimento, mas prefere esperar a explicação de sua experiente professora, e é isso que acontece.

- *Vamos pensar juntos, o nêutron é composto por dois quarks down e apenas um up, nesse decaimento um dos down transformou-se em up, logo ficou agora com dois up e apenas um down, ou seja, um próton. Essa partícula nova que você viu é o W – ela faz parte de um trio que é responsável pela interação fraca.*

- *Interação fraca? Quem seriam os outros componentes desse “trio”?* – Perguntou Levi bem atento para a resposta.

- *Sim, você já conheceu a forte, a eletromagnética e agora está conhecendo a interação fraca. Assim como as outras, ela tem como partículas mediadoras o W^- – o W^+ e o Z^0 . Por terem uma intensidade muito pequena acabam sendo “mascaradas” pela interação forte e eletromagnética. Agora vamos sair daqui, acho que chegou a hora da parte final de nossa jornada no mundo da Física de Partículas!*

Escutando aquela última frase, o sentimento de curiosidade, que é fator constante no cotidiano do aluno, misturou-se com o de melancolia, por estar sabendo que se aproximava o final daquela viagem. Ali ele recebeu a oportunidade de conhecer uma Física bem diferente que via em suas aulas tradicionais, porém ainda desconhecida, apesar de ser atual e diretamente ligada a vida das pessoas.

CAPÍTULO 7

O MISTERIOSO E FANTÁSTICO MUNDO DAS ALTAS ENERGIAS

O ambiente agora era outro. Um maquinário pesado cercava Levi e a professora Lu, eram inúmeros computadores que emitiam luzes. Lá podiam observar muitas pessoas trabalhando incessantemente, alguns mexiam nas máquinas e outros vibravam ao anotar o que a tela dos computadores fornecia, que para o aluno era indecifrável.

Ainda embasbacado por existir aquele lugar tão grandioso, e que tudo foi construído pelo homem, Levi pergunta a professora com os olhos rasos d'água:

- Professora, que lugar fantástico é esse que estamos?

- Esse é o famoso LHC, isto é, o grande colisor de hádrons. Acredito que você já tenha ouvido falar dele. – Respondeu Lu entusiasmada.

- Uma vez meus pais assistiam ao jornal, e passou uma reportagem de um grande laboratório em que muitos cientistas trabalhavam para descobrir coisas novas.

- Com certeza estavam falando daqui. Para você ter uma pequena noção estamos a mais de 100m abaixo do solo e este acelerador de partículas tem um diâmetro de 27 km.

Ao escutar aquelas informações, Levi espantou-se com os dados grandiosos que descreviam o LHC. Contudo, mesmo assim não conseguia imaginar o que exatamente acontecia dentro daqueles longos cilindros. Decidiu esperar o pronunciamento de sua professora, que como lesse os seus pensamentos, ia tirando suas dúvidas antes mesmo dele perguntar.

- Para entender o que acontece aqui de maneira mais detalhada, nada mais justo do que uma visita aos componentes principais do acelerador!

Então os dois começaram a andar e chegaram no primeiro ambiente, era um equipamento cilíndrico conectado por muitos fios e outros menores que não se assemelhava a nada com que já tinha visto.

- Antes de falar o que acontece nesse local, vou falar resumidamente o que acontece no LHC. Como o nome sugeri, dentro desses cilindros, partículas como prótons, são aceleradas a velocidades altíssimas próximas a da Luz, e como consequência, sua energia também se torna muito elevada. Aqui é o LINAC nele é fornecido energia às partículas, que pode ser um próton, atingindo, aproximadamente, 1/3 da velocidade de luz.



- Mas para que tanta energia e como consequência tanta velocidade?

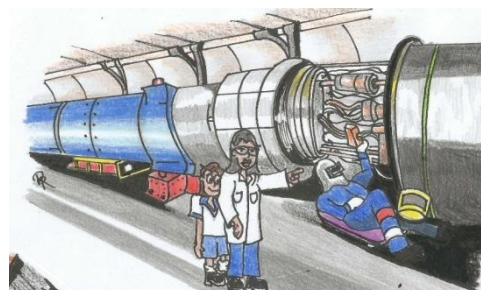
- Isso é de fundamental importância, se aceleramos partículas a velocidades próximas a da luz em sentidos contrários, o que vai acontecer?

- Uma colisão! – Respondeu Levi preocupado com o seu amigo próton.

- Claro! – Respondeu Lu – E é nessas colisões que o espetáculo atinge o seu ápice! É onde podem aparecer as mais diversificadas partículas que o modelo padrão descreve. Um ambiente semelhante aos primeiros instantes do Big-Bang.

Os dois continuaram seu fantástico passeio, e logo se encontraram no próximo equipamento. Esse parecia bem maior.

- Estamos agora no BOOSTER. Neste equipamento um campo elétrico acelera ainda

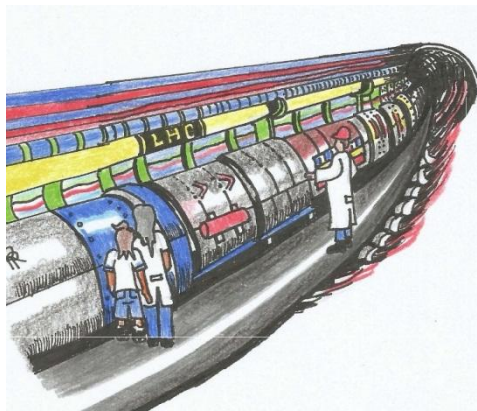


mais o feixe de partículas, podendo atingir 91% da velocidade da Luz. Resumiu a professora. Mas não podemos perder tempo! Vamos em frente!

Os dois apressaram o passo e depois de um tempo maior chegaram ao próximo lugar. Levi apesar de toda a afobação não se sentia cansado e a professora continua sua aula:

- Nessa fase chegamos ao Síncroton de Prótons, ou simplesmente PS. Aqui mais energia é fornecida fazendo com que, por exemplo, nosso amigo próton chegue a 99,93% de c . E antes que me pergunte, c é a velocidade da luz.

Levi estava ficando muito ansioso, pois a cada visita todos aqueles aparelhos aumentavam seu porte, e proporcionalmente seus fascínios. O próximo lugar foi o super sincrotron de prótons que tinha a sigla: SPS.



- Professora, pelo que estou vendo todos têm uma aparência circular, estou certo?

- Sim, corretíssimo! O SPS tem tamanho aproximado de 7 km. Aqui nosso amigo próton pode obter uma energia de 450 Gev.

- E até onde isso tudo vai?

- Vamos conhecer o último estágio, que é o próprio LHC! Nele o próton já está com uma velocidade surpreendente, muito próxima à da luz. Mas vamos deixar de conversa e observar! Os cientistas estão começando um experimento agora!

Então um barulho ensurdecador foi emitido, e uma movimentação entre aqueles homens e mulheres tornou-se evidente, deixando-os em estado de êxtase. Levi a priori sentiu um pouco de medo, mas já tinha passado por tanta situação que

até então era desconhecida, que logo se concentrou novamente para observar o funcionamento daquele laboratório gigantesco.

- Levi, aqui temos seis detectores. O primeiro é o Atlas que quer dizer Toroidal LHC Apparatus, depois podemos citar o Compact Muon Solenoid – CMS, o terceiro é o A Large Ion Collider Experiment – Alice, o Large Hadron Collider beauty – LHCb é o quarto, o quinto trata-se do Large Hadron Collider Forward – LHCf, e finalmente o Total Elastic and Diffractive Cross Section measurement mas conhecido como TOTEM. Dentre esses seis, gostaria que você me acompanhasse até o CMS. Tenho um carinho especial por ele.

CAPÍTULO 8

PETER HIGGS E A TERRA DO SEMPRE

Mesmo sem saber o porquê desse carinho em especial por esse detector, o estudante acompanha sua mestra para observar o que aqueles potentes computadores naquele detector poderiam dizer.

O ambiente por um instante fornecia um silêncio sepulcral, todos os olhares estavam voltados para as telinhas, até que de repente os dados começaram a brotar, alguns forneciam imagens que se assemelhavam a pequenos chuveiros, com vários rastros que Levi não conseguia entender.

- O que seriam esses números e desenhos? – Dessa vez Levi perguntou sem seque olhar diretamente para ninguém, apenas para os computadores.

- Feixes de partículas colidiram e dessa energia surgiram outras partículas massivas, isso significa que massa e energia são a mesma coisa! Mas em especial quero que observe essa. – Disse a professora apontando para um canto da telinha do PC – Essa partícula em especial tem energia de 125 GeV que dentre outras possibilidades, decaem em duas partículas já conhecida por você, os bósons Z. Estamos eufóricos, mas também cautelosos, pois ela pode se tratar do Bóson de Higgs!

- E que Bóson é esse? O que ele tem de especial?

- As únicas partículas responsáveis por uma interação que tem massa, são as da interação fraca: W^+ W^- e Z^0 . Enquanto os fótons e glúons têm massa de repouso zero. Essa quebra de simetria ou diferença seria ocasionada pelo Bóson de Higgs, ela seria a responsável em dar origem a massa de outras partículas elementares.

- Que fascinante! Que satisfação conhecer todos os bósons que mediam as interações fundamentais! – Gritou Levi.

- Todas? Acho que você esqueceu uma.

CAPÍTULO 9

UMA INTERAÇÃO PODEROSAMENTE FRACA

Levi pensou por um instante, lembrou da interação forte, fraca e eletromagnética, mas não conseguia lembrar a que faltava, e com uma ajudinha da professora:

- Temos ainda a interação gravitacional!

- É verdade! Onde a encontro?

- Já parou para pensar o porquê de os planetas girarem em torno do nosso sol?

Levi mais uma vez se mantém calado sem saber responder o motivo de uma coisa que sabia desde o ensino fundamental. Mas a professora segue com seu raciocínio:

- Por causa também de uma interação! Essa é chamada de gravitacional, ela está presente nos corpos massivos, quanto maior a massa maior é sua força. E seu agente mediador seria o gráviton.

- Mas por que não tive a oportunidade de conhecê-lo?

- Na verdade ele ainda não foi detectado, e talvez nunca seja. Isso se deve ao fato de essa interação ser muito insignificante ao nível nuclear, mas se falarmos da ordem de planetas e galáxias, ela é bastante poderosa. E aqui fechamos o quarteto das interações fundamentais, quem sabe um dia a Física não consiga unificá-las com alguma teoria?

Nesse momento Levi sentia-se privilegiado em ter conhecido tanta coisa nova e fascinante. Mas antes de poder realizar alguma outra pergunta a professora com uma voz doce e levemente nostálgica fala:

- Bem, querido aluno, acho que estamos encerrando nossa viagem, existem ainda muitas coisas para você conhecer, muitas outras partículas interessantes, mas nosso tempo é limitado. Espero que tenha gostado de saber dessas teorias, que nunca viu na escola em que estuda.

Ele baixa a cabeça, sentido a sensação ocasionada pela despedida de uma professora tão atenciosa, que lhe deu a oportunidade de ver a Física com outros olhos, e responde quase derramando uma lágrima:

- Sim, professora, essa foi uma experiência única e tenho certeza que amanhã na minha aula estarei com outros olhos para a matéria de Física e ajudarei no trabalho do meu professor no intuito de divulgar esse fantástico mundo das partículas elementares. Obrigado por essa oportunidade que ainda não tinham me dado.

De repente um abismo foi aberto sobre seus pés fazendo-o cair na mais completa escuridão, seus sentidos foram se esvaindo, fazendo Levi entrar em um sono profundo.

Quando de repente escutou-se o alarme de seu celular, eram 6 horas da manhã, hora de se arrumar para ir para escola, que era pública, e tinha as mais variadas dificuldades. Diferente do que era de costume, Levi não sentiu preguiça, deu um pulo da cama e tomou café rápido, tudo para chegar o mais rápido possível.

Ao chegar na rua da escola, percebeu uma movimentação estranha, vários cartazes eram levantados em forma de protesto por todos os professores, tratava-se de uma espécie de manifestação. Sob um olhar mais atento ele reconheceu o professor Bohr, e resolveu se aproximar para saber o que estava acontecendo:

- Professor Bohr? O que está acontecendo aqui?

- Os professores entraram em greve, nossos salários estão congelados e ocorreram vários cortes em verbas destinadas à educação. Para você ter uma ideia da gravidade da situação, o governo tinha um programa que custeava a ida de docentes de escolas públicas ao CERN conhecer o grande LHC, até este custeio foi cortado.

- O LHC onde feixes de partículas são colididos fazendo surgir os mais variados tipos de outras partículas?

O professor ficou boquiaberto com a colocação do seu aluno, pois jamais imaginava que ele tinha ouvido falar desse laboratório em Genebra.

- Exatamente! Mas como você sabe tanto disso?

- Ah, meu querido professor, isso é uma longa história.

Então ele se decepciona, por saber que não teria aula naquele dia, e talvez nem nos próximos, mesmo assim, Levi retorna a sua casa com o sentimento de já ter feito sua escolha de curso universitário e qual profissão seguiria: Professor de Física de escola pública.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, Maria Cristina Batoni. O Discreto Charme das Partículas Elementares – São Paulo ed. LF Editorial 2016.

CARUSO, Francisco. OGURI, Vitor. SANTORO, Alberto. O Que São Quarks, Glúons, Bósons de Higgs, Buracos Negros e Outras Coisas Estranhas? – Rio de Janeiro ed. LF Editorial 2012.

GILMORE, Robert. Alice no País do Quantum – Rio de Janeiro ed. Zahar 1998.

GILMORE, Robert. O Mágico dos Quarks – Rio de Janeiro ed. Zahar 2002.

GRIFFITHS, David J. Mecânica Quântica – São Paulo ed. Pearson Prentice Hall 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Física de partículas: uma abordagem conceitual & epistemológica – São Paulo ed. LF Editorial.

OLIVEIRA, Alexandre Lopes. WAGNER, Franklin Balthazar. Partículas Elementares no Ensino Médio: Uma Abordagem a Partir do LHC.– São Paulo ed. Livraria da Física 2010.

<https://www.youtube.com/watch?v=hg9kJPdplWo&t=641s> – Acesso em janeiro de 2017.

<https://www.youtube.com/watch?v=a508Wf3bw9g&t=1s> – Acesso em janeiro de 2017.

<https://www.youtube.com/watch?v=o5HbQWlxcuE> – Acesso em janeiro de 2017.