



.....
Alexandre Medeiros

SCIENCO

e-mail: alexandre@scienco.com.br
.....

Anoite estava animada ao redor do açude velho de Campina Grande. Camello, Stanley e Jobson, todos professores de Física do Ensino Médio, discutiam as dificuldades da introdução da física moderna em suas aulas. João Tertuliano, nosso anfitrião da UFCG, ouvia atentamente as ponderações dos colegas e refletia com eles sobre o seu trabalho de capacitação de professores naquela área e a sua colaboração comigo e com a Auta Stella. Ao seu lado, o Carlos Ruiz, nosso amigo cubano de Mossoró, explicava ao Jenner e ao Piolho as suas reservas quanto ao conceito de massa relativística. Eu, a Cleide e o Henrique, apenas ouvíamos aquelas duas conversas paralelas. Foi quando o Luis Augusto, ainda preocupado com a conclusão do seu doutorado em ensino de Física na USP, me perguntou se eu já havia escrito aquela entrevista com o Einstein que prometera ao Nelson Studart.

Alexandre: Nem me fale nisso, cara! O Einstein é um personagem muito rico e complexo. Eu acho que entrei em uma fria, ao prometer isso. Ainda tenho que ler muito sobre o assunto.

Cleide: E além disso, você vai precisar ser bastante seletivo, pois uma entrevista que tente abarcar toda a obra do Einstein, a riqueza da sua biografia e da sua personalidade, ficará, certamente, muito longa. Talvez você tenha que dividir a entrevista em várias outras. E quando quiser escrever a parte de Educação me peça que eu ajudo.

Alexandre: Eu acho que seria interessante começar expondo a obra geral do Einstein, a sua contribuição

geral para o nascimento da física moderna, ainda que de forma muito breve, para depois me concentrar nas origens mais específicas da relatividade restrita. Como a Cleide sugeriu, eu poderia desenvolver os outros temas depois em outras entrevistas.

Lula: Quais seriam esses outros temas?

Alexandre: Tem tantos, que eu até fico confuso. Por exemplo: o papel do Einstein na criação da teoria quântica, a sua educação na escola e na Universidade, a relatividade geral, a sua discordância em relação à interpretação de Copenhague para a mecânica quântica e a sua proposição do paradoxo EPR, polêmica essa que prossegue, após a sua morte, com as desigualdades de Bell, nos anos sessenta. A sua tentativa, sem sucesso, de construir uma teoria unificada de campos e a sua idéia das variáveis ocultas. Isso, além de temas mais gerais, como o seu humanismo, a sua religiosidade cósmica, o seu pacifismo, a sua visão de produção do conhecimento e a sua concepção de Educação. É mole ou quer mais?

Lula: Pode parar por ai, você está frito, mesmo.

Piolho: Meu amigo, por que você em lugar de se preocupar com tudo isso, simplesmente não entrevista o homem e deixa-o falar livremente?

Alexandre: Mas, como?

Piolho: Sei lá! Você já não entrevistou outros personagens ilustres que já subiram há muito tempo para o primeiro andar?

Henrique: Alexandre! Sabe quem me telefonou agora mesmo e está vindo para cá?

Alexandre: Não me diga que foi o

Prosseguindo com a série de bem humoradas entrevistas com celebridades da Física, nosso autor-reporter e seus companheiros batem um rápido papinho com Albert Einstein.

Einstein?

Henrique: Que nada! Foi o Nelson Studart, que está de passagem para o Ceará e resolveu dar uma parada em Campina Grande. Eu disse que você estava aqui e ele falou que vem buscar a tal entrevista que você prometeu a ele.

Alexandre: E agora? Já sei! Quando o Nelson chegar, o Henrique finge que é o Einstein e nós entrevistamos ele.

Henrique: Está louco, cara? Estou fora! O que é que eu vou dizer?

João: Olhe aí, gente! Temos uma nova visita chegando.

Nelson: Boa noite, gente. E então, Alexandre, a entrevista já está pronta ou ainda vai começar?

Alexandre: Vai começar agora mesmo, o Henrique vai nos ajudar.

Henrique: Eu vou é pedir emprestado o skate daquele garoto e sair dessa.

Alexandre: Lembre-se do tombo que você levou no Rio de Janeiro ao dar uma de skatista. Você quase quebrou a cabeça.

Cleide: Como assim?

Alexandre: Pois é! O Henrique também engoliu um bocado de água ao tentar surfar na praia do Recreio e para completar ficou completamente zozinho ao experimentar aquele brinquedo em forma de giroscópio na Exposição Ciência para Todos do Rio-Centro.

Henrique: Não foi tanto assim, mas eu ainda estou meio enjoado.

Nelson: O Henrique sempre foi metido a surfista e skatista, desde que foi meu aluno em São Carlos, ou mesmo antes no Ceará, e já levou muitas quedas e engoliu muita água. É melhor não deixar ele cometer suicídio.

Auta: Lá vai ele! É maluquinho, mesmo. Meu Deus! Olhem o tombo que ele levou! Vamos lá, gente.

Todos se levantam e correm em direção ao Henrique que se encontra caído no chão e desacordado com um enorme galo na cabeça.

Cleide: Henrique, Henrique, você está bem?

Auta: Ele não está falando, gente. Vai ver que foi coisa séria.

Jenner: Henrique, acorde cara, você está bem?

Einstein: Certamente, Herr Bastos! E o senhor, tem ido muito a Zurique?

Piolho: O Henrique pirou! O que é que ele está falando?

Einstein: Herr Bastos, quem é este senhor, que me fala de um modo tão vulgar? Explique a ele que nós dois fomos estudantes na ETH de Zurique. Eu no final do século XIX e o senhor, certamente, muito depois.

Jenner: Bem, eu não estou compreendendo. Eu fiz meu doutorado na ETH, mas você ...

Einstein: Caro Herr Bastos, não me diga que não se lembra de mim. Albert, Albert Einstein, seu colega de profissão.

Piolho: Virgem Maria, o Henrique endoidou mesmo. Vamos dar uma água gelada para ele beber, para ver se melhora.

Alexandre: Nada disso! Se ele pensa que é o Einstein, tudo bem. Melhor assim! Vamos sentar aqui e entrevistá-lo, agora mesmo.

Nelson: Pode ser uma boa idéia; vamos ver no que dá. De todo modo, a revista já está quase pronta.

João: Pois então vamos testar esse nosso Einstein do Paraguai.

Einstein: O que?

João: Nada! Mas, me diga a sua ficha: onde e quando nasceu, onde estudou, coisas assim. Eu quero checar a sua identidade.

Einstein: Eu nasci em Ulm, na Alemanha, em 1879. Ainda muito jovem a minha família mudou-se para Munique, onde recebi a minha sofrida educação básica. Eu detestava aquele rígido padrão educacional germânico. Aos dezesseis anos, meus pais foram para Milão e me deixaram naquele maldito colégio, o Luitpold Gimnasium. Eu, então, inventei uma desculpa, consegui um atestado médico e fui encontrar os meus pais na Itália. Passei um ano inteiro passeando



Estátua em homenagem a Einstein em Washington.

por aquele belo país. Depois disso, meu pai me convenceu a estudar em Zurique, na Escola Politécnica, a ETH. Como eu não havia completado a educação secundária eu precisaria fazer um teste de admissão. Aliás, a ETH era uma das poucas instituições de ensino superior que aceitavam estudantes nessas condições.

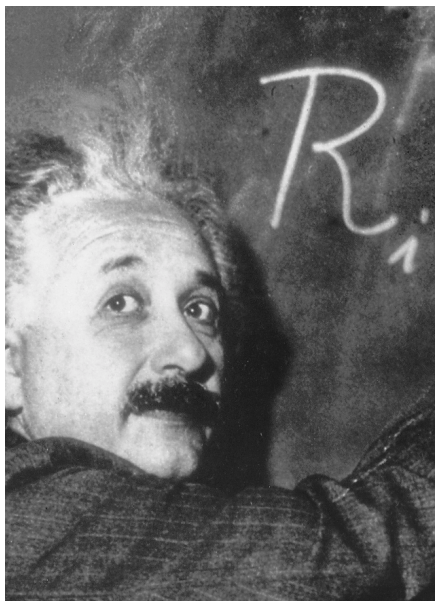
Piolho: O Henrique não me engana. Ele leu isso tudo e está fingindo. Vamos perguntar algumas coisas mais difíceis.

Auta: Pois ele está me parecendo real. Deixe o bichinho falar.

Einstein: Obrigado, Frau Stella. Pois bem, eu fui estudar Engenharia, segundo o desejo dos meus pais, mas mudei de idéia comecei a estudar Física e resolvi ser professor. Fiz o tal teste de admissão, mas não passei. Mas me sai muito bem nos exames de Matemática e de Física, a ponto de impressionar tanto o professor dessa disciplina, o Weber, quanto o próprio diretor da Escola.

Camello: Isso eu já sabia. E então?

Einstein: Então, eu fui estudar na escola cantonal de Aarau durante um ano. Lá concluí os estudos interrompidos em Munique. Voltei para a ETH e finalmente pude entrar, como desejava, no curso de Física.



Einstein lecionando em Princeton.

Cleide: Eu gostaria muito de lhe perguntar sobre a sua educação, tanto em Munique quanto em Zurique. As impressões que guardou dos seus professores e como isso veio a influenciar a sua visão posterior da Educação em geral. Temo, entretanto, que tenhamos de ser seletivos e que os meus amigos aqui queiram lhe perguntar outras coisas.

Einstein: Certamente, Frau Medeiros. Eu terei o maior prazer de conversar sobre esses temas educacionais e mesmo sobre a minha postura humanista. Eles sempre foram muito importantes para mim. Entretanto, creio que preciso antes conversar sobre alguns temas científicos com os meus colegas físicos aqui presentes para que eles parem de duvidar da minha identidade.

Cleide: Tudo bem, depois, então, faremos uma outra entrevista com o senhor.

Auta: E sobre os outros detalhes biográficos?

Einstein: Eu creio que os colegas estão querendo começar pelos temas científicos, mas, de todo modo, para tratar dos mesmos, eu farei algumas poucas incursões biográficas. Depois discutiremos essas questões biográficas em maiores detalhes.

Stanly: Senhor Einstein, eu ensino Física em alguns colégios de Campina Grande e de Caruaru e estou muito preocupado em ter de lecionar física

moderna. Para ser sincero, eu acho a relatividade algo muito abstrato, muito diferente de tudo que eu estou acostumado a ensinar. Eu não compreendo de onde aquelas idéias esquisitas podem ter surgido. Será que dava para o senhor explicar como tudo isso começou?

Einstein: Certamente! Eu tentarei discutir isso dentro do cenário mais amplo do que foi a minha contribuição para o advento da física moderna.

Jobson: Eu sei que a coisa toda começou com o tal experimento de Michelson-Morley, certo? Foi do resultado negativo desse experimento que a sua teoria da relatividade surgiu, certo?

Einstein: Não foi exatamente assim. Para ser sincero, foi de um modo bem diferente. Deixe-me começar falando de um modo geral do nascimento da física moderna, para depois nos concentrarmos no surgimento da Teoria da Relatividade.

Stanly: Pois, então, como é que a física moderna surgiu? Eu já ouvi falar em uma história de duas nuvens negras do Kelvin. Como é mesmo isso?

Einstein: Isso é um conto da carochinha. Realmente o Kelvin, que era um excelente físico, deu uma palestra no final do século XIX na qual falou, alegoricamente, nessas tais duas nuvens negras e propôs as suas soluções para as mesmas que, em verdade, não deram certo. Há, na verdade, muito mito e exagero em torno dessa história.

Nelson: Estou de pleno acordo, eu digo isso freqüentemente em minhas aulas de física moderna. Isso de dizer que todos achavam que a Física estava acabada é mesmo um mito. Entretanto, havia alguns problemas centrais que nortearam o desenvolvimento da física moderna.

Einstein: Certamente, Herr Stuardt. O senhor, certamente, se refere aos problemas advindos do estudo da radiação eletromagnética. Foi aí que a polêmica começou. Na verdade, o nascimento da física moderna é decorrente do estudo dos mistérios envolvidos na radiação eletromagnética; dos mistérios da sua natureza e da sua propagação. Quando olhamos para os problemas da propagação da radiação

eletromagnética, e a luz está aí incluída, tomamos um caminho que nos leva diretamente à relatividade. Por outro lado, se nos debruçamos sobre os problemas da natureza da radiação eletromagnética, ou mais especificamente, sobre os problemas da interação da radiação com a matéria, a nossa rota conduz à teoria quântica.

Camello: Espera aí! Eu sempre soube que a teoria quântica surgiu do estudo da radiação de corpo negro. Não foi esse o trabalho do Planck? Não foi ele o criador da teoria quântica?

Einstein: Bem, a coisa é mais complexa. Na verdade, o problema da radiação de corpo negro, ou seja, o problema de encontrar uma função de distribuição da densidade de energia emitida por um corpo negro, do estudo da sua radiação, surgiu muito antes, com o Kirchhoff. Foi o Kirchhoff quem lançou o célebre problema de encontrar uma função matemática para a radiação que dependesse apenas da freqüência e da temperatura absoluta. Esse problema foi parcialmente abordado pelo Stefan, que foi professor do Boltzmann. O Stefan encontrou uma função para a energia total emitida, aquela coisa de ser diretamente proporcional à quarta potência da temperatura absoluta. Depois veio o próprio Boltzmann que com uma abordagem baseada na mecânica estatística, conseguiu demonstrar a função encontrada pelo Stefan. Essa história é muito longa e merece um estudo mais detalhado. Ela prossegue com a descoberta, pelo Wien, de uma lei para o deslocamento das raias espectrais da radiação do corpo negro, seguida por uma verdadeira função para a radiação. E como vocês sabem, os estudos experimentais mostraram que a lei de Wien não valia na faixa das baixas freqüências. É nesse ponto que se insere a contribuição do Planck.

Camello: Eu acho que o senhor pulou a questão da equação de Rayleigh-Jeans, da catástrofe ultravioleta, não? Que eu saiba, o Planck introduziu a sua hipótese da quantização da energia para resolver a tal catástrofe ultravioleta.

Einstein: Isso é um outro mito, uma outra história da carochinha.

Nelson: Concordo! Eu até escrevi

sobre isso um dia desses.

Einstein: Eu sei, eu li o seu artigo, mas eu já conhecia essa história antes.

Nelson: Certamente, Herr Einstein!

Jobson: Eu não estou entendendo mais nada! Afinal, o Planck resolveu ou não a tal catástrofe ultravioleta?

Einstein: Nunca houve isso de problema de catástrofe ultravioleta. Esse nome foi inventado bem posteriormente pelo meu amigo Paul Ehrenfest. Além disso, há alguns detalhes importantes a serem considerados nessa história. Em primeiro lugar: a tal equação de Rayleigh-Jeans, como os livros didáticos de vocês costumam chamar, é posterior ao trabalho do Planck, de 1900. O Jeans corrigiu em 1902 um expoente errado na equação do Rayleigh e assim sendo a denominada equação de Rayleigh-Jeans nem existia em 1900.

Jenner: Mas, Herr Einstein, se não formos tão exigentes, a equação do Lord Rayleigh já existia na época do trabalho do Planck.

Einstein: Certamente, Herr Bastos, mas o senhor sabe muito bem que ela não se constituía em nenhum problema para o Planck, pois o trabalho do Lord Rayleigh estava todo fundamentado na mecânica estatística de Boltzmann, na versão estatística da Segunda Lei da Termodinâmica, na concepção probabilística do conceito de entropia. E isso o Planck não aceitava de modo nenhum. Eu não deveria estar falando dessas coisas, mas é preciso salientar que o trabalho do meu grande e estimado amigo Planck foi excessivamente parcial. Ele não disse, como afirmam muitos livros didáticos de vocês, que a energia era quantizada.

João: Como, não? Se não foi ele o pai da teoria quântica, quem foi então?

Einstein: Olhe! O Planck certamente conhecia o trabalho do Rayleigh e nós podemos até admitir que ele tenha de fato feito uma interpolação matemática entre duas equações: a de Rayleigh e a de Wien, que valiam em faixas opostas do espectro emitido pelo corpo negro. Entretanto, a fórmula assim obtida por ele em outubro de

1900, embora desse conta matematicamente do problema da radiação de corpo negro, não tinha ainda uma fundamentação física consistente. Foi apenas nesse intervalo até dezembro de 1900 que o Planck, em desespero, ousou apelar para a mecânica estatística do Boltzmann e conseguiu assim encontrar uma justificativa aceitável para a sua lei da radiação.

Piolho: Isso nós sabemos, Herr Einstein. Mas, assim fazendo, ele não se viu forçado a introduzir a hipótese da quantização da energia? Foi assim que eu aprendi nos livros de estrutura da matéria.

Einstein: Mas, Herr Piolho. Desculpe, é esse mesmo o seu nome?

Piolho: É! Prossiga!

Einstein: Pois bem, o que o meu caríssimo amigo Planck supôs, e ainda assim em desespero de causa, foi apenas que as energias dos osciladores das paredes da cavidade eram quantizadas. Ele não afirmou, como você falou, de um modo geral, que a energia era quantizada. A simples idéia de que a energia se propagasse de forma discreta lhe causava horror. E ainda assim, ele durante muito tempo tentou livrar-se daquela hipótese que lhe parecia incômoda, que lhe parecia uma mera hipótese heurística. Vários livros de vocês dizem que a hipótese do Planck não foi, de início, bem aceita. Isso é verdade. Entretanto, nem o próprio Planck pareceu apreciar aquilo que lhe parecia um mero artifício de cálculo a ser posteriormente removido.

Auta: Mas, se não foi o Planck quem introduziu de fato a hipótese da quantização da energia, de uma forma geral, de uma forma abrangente, que incluísse a sua propagação, quem foi que fez isso?

Einstein: senhorita, por favor, não me pergunte isso. A modéstia me impede...

Nelson: Eu estou de pleno acordo com o senhor. A hipótese da quantização da energia em sua forma mais abrangente é realmente sua.

Alexandre: Eu diria que o senhor é o verdadeiro pai da teoria quântica, que o Boltzmann é provavelmente o avô e o Planck é, quando muito, o tio. O Planck, inclusive, não gostou muito

dessa sua hipótese, não foi?

Einstein: Isso! Ele ficou terminantemente contra a minha idéia dos quanta de luz, que depois seriam denominados de fótons, já nos anos 20.

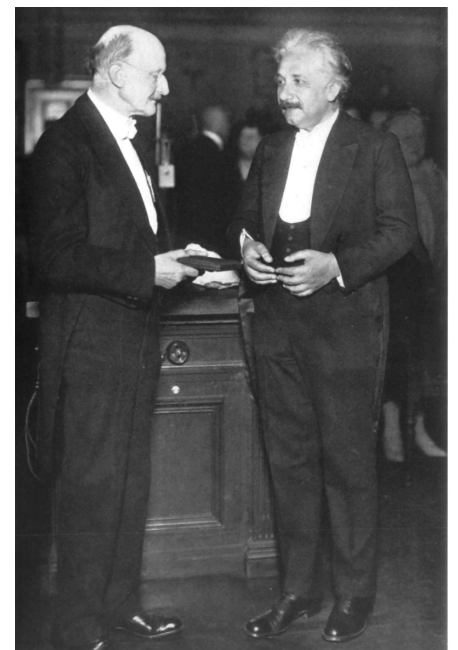
João: Ele e toda a torcida do Flamengo.

Nelson: Não apenas a torcida do Flamengo, a do Corinthians, a do Vasco, a do Santos, a do Palmeiras... Acho que só a turma do Canto do Rio ou a do Íbico concordou com o Einstein.

Risos...

Einstein: É, de início foi mesmo assim. Em 1909, quando eu apresentei a minha teoria das flutuações, que antecipava em muitos pontos as idéias do De Broglie, em um Congresso na Áustria, o Planck colocou-se vigorosamente contra a minha idéia dos quanta de luz. Ele achava a idéia da quantização geral da energia, senão absurda, no mínimo completamente desnecessária. Ele parece só ter começado a mudar a sua atitude após o primeiro Congresso Solvay, em 1911. Não sei, entretanto, se ele de fato passou a aceitar a idéia da quantização da energia como algo incorporado firmemente à sua estrutura de pensamento ou teve de resignar-se com uma aceitação cada vez mais ampla dessa idéia.

Jenner: Entretanto, em suas memórias, escritas já nos anos 30, o



Planck e Einstein.

Planck se reporta a uma conversa com o filho dele, o Erwin, logo após o trabalho que ele havia apresentado em dezembro de 1900, na qual ele teria se referido à hipótese da quantização por ele introduzida, como algo revolucionário e bastante promissor.

Alexandre: Eu também já li isso, mas não me convenci de sua exatidão. Eu acho que ele reescreveu a sua própria história. Os seus depoimentos até 1911 depõem contra essa sua versão posterior constante em sua autobiografia.

Piolho: Quem sabe ele fez isso para aparecer melhor na fotografia.

Einstein: Não concordo! O Planck foi uma das personalidades mais éticas que eu conheci em toda a minha vida, um verdadeiro exemplo de pessoa humana digna. Se ele cometeu esse tipo de falha em suas memórias, a explicação deve ser outra.

Nelson: Não se aborreça Herr Einstein, o nosso amigo Piolho estava brincando. Todos nós admiramos muito o senhor e o Planck. Mas, me diga uma coisa, só para satisfazer a minha curiosidade. O senhor, nas suas viagens, conheceu a Dona Fifi? A Dona Fifi foi uma brasileira que viajou pela Europa no início do século XX e conheceu muitos físicos importantes. Ela era um tanto namoradeira e não era um tipo fácil de esquecer.

João (sussurrando): Eu nunca ouvi falar dessa tal Dona Fifi.

Nelson (sussurrando): Fala baixo, a Dona Fifi é um personagem inventado por um amigo meu da Universidade Federal do Ceará, o Evangelista.

Einstein: Bem, quando eu me separei da minha primeira esposa, a Mileva e antes de me casar com a Elza, minha segunda esposa, você sabe... Bem, eu conheci algumas senhoras em Berlim, mas eu não me lembro bem dessa tal Dona Fifi. Acho que você deveria fazer essa sua pergunta ao Schroedinger. Ele provavelmente deve ter conhecido.

Stanly: Não entendi porque.

João: Deixa para lá, Stanly.

Lula: Mas, me diga uma coisa, o senhor não falou que ia dizer como a física moderna surgiu e logo em seguida iria entrar na questão mais específica de como a relatividade

surgiu?

Einstein: Foi, mas tudo isso se deveu a que vocês me perguntaram sobre o papel desempenhado pelo estudo da radiação de corpo negro no surgimento da física moderna.

João: Pois bem, isso nós já entendemos. Já está bem claro que foi desse estudo que surgiu a teoria quântica e que a explicação mais completa foi sua e não exatamente do Planck.

Einstein: Espere um pouco, eu não disse exatamente isso. Eu estava falando no início que a teoria quântica surgiu do estudo dos mistérios da interação da radiação eletromagnética com a matéria.

Ruiz: Mas o estudo da radiação de corpo negro se insere, exatamente, nessa questão do mistério da interação da radiação eletromagnética com a matéria.

Einstein: Certo, certíssimo, mas não se resume a isso. Havia, também, o mistério do efeito fotoelétrico, descoberto pelo Hertz em 1887. O efeito fotoelétrico também é um exemplo importante de um fenômeno misterioso envolvendo a interação da radiação eletromagnética com a matéria. E nesta mesma linha havia ainda o mistério da variação dos calores específicos atômicos, que não obedecia à lei de Dulong-Petit, e também o mistério da luminescência, aí incluídas a fosforescência e a fluorescência. Esses quatro mistérios, entretanto, apesar de estarem todos relacionados às formas de interação entre a radiação e a matéria, eram tratados, até então, de modos diversos. Cada um tinha a sua forma específica de ser abordado. O que faltava não era apenas uma explicação isolada e bem sucedida para cada um deles, mas, sobretudo a compreensão de que todos eles eram facetas diferentes de um mesmo tipo de mistério. Esse foi um dos meus trabalhos de 1905, justamente aquele que depois me valeria o prêmio Nobel.

Jenner: Mas, Herr Einstein, o senhor não ganhou o prêmio Nobel justamente pela explicação do efeito fotoelétrico?

Einstein: É verdade, Herr Bastos, mas o trabalho premiado era bem mais geral, não era apenas sobre o efeito fotoelétrico. Com a minha hipó-

tese geral da quantização da energia, eu reconstruí de forma mais rigorosa o caminho para a solução do problema da radiação de corpo negro, do mistério da luminescência, da variação dos calores específicos atômicos e finalmente do efeito fotoelétrico.

João: Poderíamos, então, dizer, que você colocou quatro bolas na cesta com uma só tacada.

Einstein: Se você quiser entender assim, foi. Mas eu não me vangloriei jamais desse feito. Eu sempre achei que a grandiosidade da inteligência humana está justamente no fato dela ser suficiente para percebermos o quão pequena ela é para dar conta dos mistérios do Universo. O maior exemplo de inteligência está na humildade. A humildade, para mim, sempre foi uma ponte entre a minha religiosidade cósmica e a minha visão de produção do conhecimento. Para mim, o grande mistério sempre foi que o mundo pudesse ser compreendido.

Cleide: Vamos aprofundar esses temas em uma outra entrevista.

Einstein: Com muito prazer Frau Medeiros. Mas, vamos ver logo se essa nossa primeira entrevista vai ser publicada.

Ruiz: Herr Einstein, o senhor nos apresentou, brilhantemente, um elenco de quatro mistérios, todos eles relacionados com a interação da radiação eletromagnética com a matéria e nos presenteou com a informação preciosa de que o seu trabalho laureado com o prêmio Nobel envolveu a solução simultânea desses quatro problemas, solução esta que nasceu da hipótese da quantização geral da energia. Sem querer entrar já nos problemas da propagação da radiação, que o senhor bem disse, nos levam ao desenvolvimento da relatividade, ainda existia algum outro grande problema no final do século XIX de que a Física estivesse ocupada?

Einstein: Existia, por exemplo, a ferrenha disputa entre os atomistas e os energeticistas. Apesar de bem sucedida, em vários aspectos, a teoria atômica estava ainda longe de ser aceita como uma unanimidade. Faltavam evidências convincentes e argumentações mais poderosas. A mecânica estatística, filha da teoria atômica,

tinha muitos adversários, dentre eles nomes de peso, como Ostwald, Ernest Mach e mesmo o Planck. O Planck até bem próximo dos 1900 era ainda um ferrenho adversário da teoria atômica.

Auta: Meu Deus! Mas, afinal, quando é que essa situação mudou? A partir de quando a teoria atômica se impôs de forma paradigmática aos físicos? Quem foi o principal responsável por isso?

Einstein: Desculpe-me, Frau Stella, mas a senhora me faz perguntas realmente embaraçosas para a minha modéstia.

Jenner: O que o senhor quer dizer, com essa sua modesta argumentação, que foi também o senhor que deu conta desse problema?

Einstein: Isso mesmo, Herr Bastos, fui eu, novamente, com a graça de Deus. A minha tese de doutorado, juntamente com o meu trabalho sobre o movimento Browniano, foram como que uma lápide para os opositores da teoria atômica. Após aqueles meus dois trabalhos, também de 1905, a teoria atômica passou a ser definitivamente paradigmática como perguntou Frau Stella.

João: Mas, havia, também, o problema das raias espectrais. Graças à sua descoberta, no século XIX, desenvolveu-se a análise espectral e novos elementos químicos foram encontrados, mas ninguém sabia a razão de ser daquelas raias, de onde elas provinham. Certamente elas estavam relacionadas com a própria estrutura da matéria, mas não havia ainda uma teoria que desse conta das mesmas.

Ruiz: Mesmo se levando em conta que já se sabia descrever e calcular as frequências de parte daquelas raias com a fórmula empírica de Balmer e a fórmula mais geral de Rydberg. A solução para esse problema só veio muito depois, já em 1913, com os trabalhos do Bohr.

Camello: Mas qual a gênese do trabalho do Bohr? Eu sei que ele desenvolveu um modelo atômico semelhante ao modelo do tipo planetário de Rutherford, mas que tentava escapar da contradição da instabilidade eletromagnética daquele modelo.

Stanly: Como assim?

Nelson: É que o átomo de Ruther-

ford previa cargas orbitando em torno do núcleo, estando, portanto aceleradas. Assim, como uma consequência, pela teoria eletromagnética de Maxwell, elas deveriam emitir radiação e espiralarem em direção ao núcleo. Foi o Bohr que resolveu esse problema com a introdução do conceito de níveis estacionários de energia.

Auta: Mas quer dizer que finalmente alguém além de Herr Einstein resolveu algo realmente grandioso dentre os grandes mistérios da física clássica? A questão de mérito, para mim, entretanto, é saber em que o Bohr se fundamentou para contornar esse problema da instabilidade eletromagnética dos átomos.

Camello: Isso! De onde o Bohr tirou essa idéia?

Einstein: Perdoe-me, Frau Stella, mas o Bohr se baseou exatamente na minha concepção mais geral da quantização da energia. Ele a aplicou brilhantemente ao seu modelo atômico.

Auta: Meu Deus, quer dizer, que ainda quando não foi o senhor quem resolveu o problema diretamente...

João: Pois é, ele estava por detrás daquela nova explicação.

Stanly: Por favor, chega de falar do nascimento da teoria quântica. Vamos voltar ao outro grande mistério. O mistério da propagação da radiação eletromagnética.

Camello: E que levará, ao final para onde?

Jenner: Para a teoria da relatividade.

Auta: De quem?

Jenner: Do Einstein.

Auta: Essa eu já sabia.

Camello: Deixe eu me situar um pouco. O senhor falou de sete mistérios ao todo, não foi? Um deles era a questão da validade ou não da teoria atômica, quatro outros estavam ligados à interação da radiação eletromagnética com a matéria, certo?

Einstein: Certo! A radiação de corpo negro, a luminescência, os calores específicos atômicos e o efeito fotoelétrico.

Camello: Isso já dá um total de cinco mistérios. E tem mais o mistério das raias espectrais que o João falou e que o Bohr resolveu baseado em sua

idéia da quantização geral da energia. E está faltando, ainda, o tal mistério da propagação da luz, ok?

Einstein: Isso!

João: Traduzindo, Camello, dos sete mistérios que deram origem à física moderna, ele matou seis e deu a arma para o Bohr matar o sétimo.

Lula: Agora sou eu que digo: é mole ou quer mais?

Jobson: Pois bem, Herr Einstein, como é que esse mistério da propagação da luz começou? Não é ele sobre o qual está faltando o senhor falar e que levará à relatividade?

Einstein: Por favor, posso beber um pouco de água e descansar um pouquinho? O assunto que vem a seguir é muito longo e merece ser discutido com todo o carinho. Temos de falar do desenvolvimento da óptica, do eletromagnetismo, da construção e da desconstrução do conceito de éter, temos também de discutir direitinho a contribuição de cada um dos personagens envolvidos nessa história do éter, das suas propriedades exóticas, do mistério da aberração estelar, de como e porque o éter veio a ser tomado como um referencial absoluto. Há de se discutir os papéis de Maxwell, Hertz, Voigt, Fitzgerald, Lorentz, Larmor e Poincaré. Só assim, por contraste e por comparação, a minha contribuição poderá ser apreciada.

Alexandre: Desculpe, sem querer importunar, Herr Einstein, mas o senhor pretende falar também em Olinto De Pretto?

Einstein: Eu sei ao que você está se referindo. São aquelas acusações de plágio lançadas contra mim. Terei o maior prazer em discutir isso também.

Alexandre: Concordo com o senhor, há muita gente que só conquista os seus míseros quinze minutos de fama jogando lama em quem brilha, mas mesmo assim essa questão merece um esclarecimento.

Nelson: Eu acho que nós poderíamos interromper a entrevista por aqui e retomar depois com as origens da relatividade. Além disso, se a entrevista ficar muito longa vamos ter problemas de espaço na revista e o Carlão vai querer cortar algumas partes.

João: Podem deixar. Enquanto

isso, o velho fica hospedado na minha casa comendo carne de Sol com feijão verde, farofa, inhame e manteiga de garrafa. SE essa entrevista for publi-

cada, nós entrevistaremos o velho sobre os outros assuntos que o Alexandre falou.

Alexandre: Tudo bem, mas se o

Henrique acordar coloque ele de novo no skate. O importante é não deixar o Einstein ir embora.

Risos...

Bibliografia

- K. Amano, *The Origin of the Theory of Thermal Radiation and Quantum Theory* (Dai Nippon Pub, Tokyo, 1943).
- A. Arons, *Development of Concepts of Physics* (Addison-Wesley Publishing Co., New York, 1965).
- J. Bernstein, *As Idéias de Einstein* (EDUSP, São Paulo, 1975).
- J. Bjorken, *The Future of the Quantum Theory*. Beam Line, Summer-Fall (2002).
- E. Braun, *Una Faceta Desconocida de Einstein* (Editora Fondo de Cultura Económica, México, 1986).
- H. Brown, *Einstein* (Editora Brasiliense, São Paulo, 1984).
- M. Bunge, *Vinte e Cinco Séculos de Física Quântica*. *Gazeta da Física* **25**:3, 4 (2002).
- J. Cardoso, *La Enseñanza de la Física a los Cien Anos de la Mecánica Cuántica*. *Revista Momento* **21**:Dezembro, 1 (2000).
- C. Cercignani, *Ludwig Boltzmann: The Man Who Trusted Atoms* (Oxford University Press, Oxford, 1998).
- A. Einstein, *Concerning an Heuristic Point of View Toward the Emission and Transformation of Light*. *American Journal of Physics* **33**:5 367 (1965). (tradução de Arnold Arons para o inglês do trabalho original de Einstein publicado na *Anallen der Physik* em 1905)
- A. Einstein, *Notas Autobiográficas* (Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1982).
- A. Einstein, *Como Vejo o Mundo* (Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1981).
- A. Einstein, *Escritos da Maturidade* (Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1996).
- L. Guimarães, *De Onde Vem o h ? Folhetim da Física* **4**:20, 2 (2005).
- J. Heilbron, *Dilemmas of an Upright Man: Max Planck and the Fortunes of German Science* (Harvard University Press, Cambridge, 2000).
- B. Hoffmann and H. Dukas, *Einstein* (Paladin Grafton Books, London, 1986).
- B. Hoffmann, *The Strange Story of Quantum Mechanics* (Dover Pub, New York, 1959).
- H. Kragh, *Max Planck: The Reluctant Revolutionary*. *Physics World*, December (2000).
- M. Lokajyckek, *Quantum Theory of Microworld and the Reality*. Institute of Physics, Czech Republic, Prague, December (2004).
- Maffett Jr, I.L. *Einstein and "Jabberwocky": Through the Quantum Looking Glass* (Georgia, Georgia University Press, Athens, 1998).
- R. Martynez, *La Teoria de la Radiación del Cuerpo Negro*. *Revista Momento* **19**:Dezembro, 59 (1999).
- P. Michelmore, *Einstein: Perfil de um Homem* (ditorial Labor, Barcelona, E1968).
- E. Mozena, *A Solução de Planck para o Problema da Radiação do Corpo Negro e o Ensino da Física Quântica*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física e Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, 2003.
- V. Natarajan, V. Balakrishnan and N. Mukunda, *Einstein's Miraculous Year*. *Resonance*, **10**:3, 35 (2005).
- E. Nelson, *Dynamical Theories of Brownian Motion* (Princeton University Press, Princeton, 1967).
- H. Niedderer and J. Petri, *Relations between Teaching and Learning in a Quantum Atomic Physics Course*, in Proceedings of the ESERA Conference: Research in Science Education - Past, Present & Future (University of Kiel - Germany, 1999).
- D. Overbye, *Einstein Apaixonado* (Editora Globo, São Paulo, 2002).
- L. Peña, *Introducion a la Mecânica Cuántica* (Ediciones Científicas Universitárias, Fondo de Cultura Económica, México, 1990).
- M. Planck, *Eight Lectures on Theoretical Physics* (New York, Dover Publications, Incorporated, 1998).
- A. Schirrmacher, Hilbert and Quantum Physics, in Proceedings of the XXth International Congress of History of Science (Liege, 1997).
- E. Segré, *From X-Rays to Quarks* (W.H. Freeman & Co., New York, 1980).
- N. Studart, *A Invenção do Conceito de Quantum de Energia segundo Planck*. *Revista Brasileira de Ensino de Física* **22**, 523 (2000).
- K. Taber, *When the Analogy Breaks Down: Modelling the Atom on the Solar System*. *Physics Education* **36**, 222 (2001).
- D. Ter Haar, *The Old Quantum Theory* (Pergamon Press Ltd., Oxford, 1967).
- A. Venugopalan, *The Coming of a Classical World*. *Resonance* **9**:9, 10 (2004).
- G. Whitrow, *Einstein: The Man and his Achievement* (Dover Publications, New York, 1973).



Ensino de Física: Reflexões
MEC - SBF

Ano Mundial da FÍSICA 2005

11 a 12 de Agosto de 2005
Brasília

- . Formação de professores
- . Educação a distância
- . Divulgação científica
- . Interdisciplinaridade

www.sbfisica.org.br

Ministério da Educação

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

BRASIL
REPUBLICA FEDERAL DO BRASIL
GOVERNO FEDERAL