



PROJETO: Memórias do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

ENTREVISTADO: Prof. Mário José de Oliveira

DATA: Dezembro de 2021

1. O sr. entrou no Instituto de Física no ano de sua criação, 1970, sendo resultado de um desmembramento do departamento de Física da antiga FFLC. Quais são suas memórias do ambiente universitário em seus primeiros anos. Analisando em retrospecto, quais foram as suas motivações e influências para se tornar físico?

A educação básica que recebi foram as seguintes. Escola primária a partir dos sete anos com duração de quatro anos. Depois, quatro anos de ginásio e depois três anos de colegial, que possuía pelo menos duas subdivisões. Uma denominada biológica e outra científica, que foi a que cursei. Foi nesse curso que me interessei muito por matemática e física. No último ano do curso recebi nota dez em todas as quatro provas do curso. Decidi cursar física mas não tinha consciência naquela época de que a física e em geral a ciência eram pesquisadas por profissionais, de forma sistemática, com os resultados publicados em revistas científicas especializadas. Pensava que a pesquisa era feita de forma amadora por iniciativa individual e os resultados publicados em livros. Foi uma surpresa perceber que no fundo da biblioteca havia os periódicos. Entrei no curso de licenciatura em física mas acabei cursando o bacharelado, de modo que tenho os diplomas de bacharel e licenciado em física.

2. Dentre as disciplinas do ciclo básico da graduação, incluindo as de física experimental, alguma lhe chamou a atenção por problemas interessantes ou pela abordagem do professor ao tema? O sr. fez iniciação científica?

Nenhuma disciplina do ciclo básico me chamou particularmente a atenção, mas considero importante ter cursado a disciplina de física geral com o livro-texto do Halliday-Resnick. No primeiro ano, me chamou a atenção perceber que havia uma forma distinta no ensino de física. Em geral os professo-

res apresentam a disciplina de uma forma didática que se torna uma forma fabricada da ciência e às vezes obsoleta. Isso, entretanto se torna menos frequente na Universidade onde os professores são também pesquisadores.

3. *No bacharelado atual do IFUSP há um foco grande em experimentos clássicos, como medição da constante da gravidade, densidade de fluidos, circuitos elétricos, ondas eletromagnéticas, interação da luz com a matéria, etc... Porém, com a popularização e barateamento dos computadores, mais e mais vemos a necessidade de programar software para analisar dados resultantes de experimentos em física. Qual sua visão sobre o formato das disciplinas em física experimental hoje em dia e o que poderia ser modificado para prepararmos melhor os alunos na área de física computacional?*

Eu acho que os alunos devem realizar experiências reais. Não acho correto utilizar as simulações. Exista uma ideia de que a simulação é muito próxima do real, e muita gente acha que é a própria realidade, ela não corresponde ao mundo real. A Física, e em geral a ciência, é composta de uma teoria e a observação e mensuração real dos fenômenos. Portanto, ao substituímos a simulação por experimentos reais, estamos passando uma falsa ideia aos estudantes. Os computadores devem ser utilizados com auxiliares apenas. Não é preciso que os alunos realizem muitas experiências. E além disso, as experiências feitas pelos alunos devem ser reproduções das experiências reais. Não há sentido em exigir que os alunos façam a medição de uma constante fundamental, por exemplo. Também não há sentido em ênfase nos erros experimentais, que é bastante exigido pelos professores. É suficiente o aluno entender o significado de algarismos significativos. Sobre física computacional, é um erro usar essa terminologia como se existisse três tipos de física: teórica, experimental e computacional. Como toda ciência, a física possui suas teorias e podemos chamar isso de física teórica. Mas física computacional não tem sentido pois ela está incluída na física teórica. Entretanto, acho importante haver uma disciplina sobre métodos computacionais (com esse nome e não física computacional) e incluir aí as simulações numéricas como método de Monte Carlo, a diagonalização de matrizes, o método de Runge-Kutta.

4. *Quais eram as diferenças entre o curso de licenciatura e bacharelado no IFUSP durante sua graduação?*

Quando fiz a graduação, o ciclo básico era o mesmo para a licenciatura e bacharelado. As disciplinas avançadas do bacharelado, mecânica analítica,

mecânica quântica, eletromagnetismo, e termodinâmica e física estatística, não precisavam ser cursadas pelos estudantes de licenciatura, que faziam algumas disciplinas próprias da licenciatura, ministradas pelo If, além de disciplinas específicas ministradas pela Faculdade de Educação.

5. *No quesito ensino: o sr. teve acesso a material em português na época para o ciclo avançado, ou seja, disciplinas de mecânica Quântica, Estatística e Clássica, Eletromagnetismo, etc...? Lembra de algum problema em especial que trabalhou e aprendeu bastante?*

Os livros de disciplinas avançadas eram em inglês mas havia algumas apostilas em português. Não acho que os livros em inglês sejam problema, principalmente agora que o aprendizado de inglês é bastante disseminado. É importante ressaltar que eram muito comuns os livros do Landau, embora eles não fossem utilizados como livro texto. Atualmente, isso mudou muito pois há livros texto em português, alguns publicados por professores do IF.

6. *Como se deu a escolha do tema do seu mestrado e escolha do orientador? Havia oportunidades de bolsa?*

Não me lembro bem como ocorreu a escolha do tema de meu mestrado. Mas uma delas foi a oferta de bolsa de estudos pelo departamento onde fiz o mestrado.

7. *O seu doutorado foi obtido na prestigiada universidade de Carnegie-Mellon nos EUA. Por que o sr. foi estudar lá e quais outras universidades considerou na época? Quais diferenças notou entre a infraestrutura e a cultura de ciência lá, comparando com o que viu aqui no Brasil antes e depois do seu doutorado? A disponibilidade de recursos financeiros é a diferença mais relevante?*

Durante o segundo ano de meu mestrado, em 1975, os professores Silvio Salinas e Luiz Guimarães, meu orientador de mestrado, promoveram discussões sobre o um assunto bastante novo na época, sobre as transições de fase e fenômenos críticos, que me interessou bastante. Isso me levou a realizar doutorado no exterior sobre o assunto. Por sugestão do professor Salinas, que havia acabado de se doutorar na Carnegie-Mellon, decidi por essa universidade. Uma segunda motivação por essa universidade é que houve a oportunidade de ser orientado por Robert Griffiths, como de fato ocorreu. A principal infraestrutura foram os recursos computacionais que havia na universidade. Embora muita gente reclamava dos recursos computacionais, o IF

sempre teve bons recursos computacionais e a FAPESP poderia financiar tais recursos. O grande problema sempre foi a concorrência com pesquisadores dos países já desenvolvidos cientificamente e não propriamente a falta de recursos computacionais. A diferença não é devida a recursos. É necessário termos uma formação acadêmico-científica melhor, com bons cursos, e uma massa maior de cientistas. Em outros termos, é necessário desenvolver a capacidade científica que todos os indivíduos pertencentes à espécie Homo sapiens, que apareceu há duzentos mil anos.

8. Em seu livro “Escritos Populares”, o grande físico teórico e um dos maiores pesquisadores em mecânica Estatística, Ludwig Boltzmann, discute a interface entre filosofia e ciência, numa escrita menos acadêmica, destinada para o público geral. Qual sua visão sobre a importância do pesquisador em popularizar ciência e como vê as tentativas de “resumir” ou reduzir a complexidade de um assunto da física, principalmente a mecânica Quântica, com intuito de educar aqueles que não são pesquisadores em Física?

Embora sejam denominados “Escritos Populares” eles não são populares no sentido de que uma audiência sem formação acadêmica possa entender. Além de Boltzmann houve iniciativas de outros cientistas como Maxwell que escreveu um livro sobre termodinâmica denominado “Theory of Heat”. Aqui de novo o livro possui o propósito de ser popular mas não é. A diferença é que esses textos denominados populares não possuem equações ou elas são muito raras, e às vezes colocadas no rodapé. Veja o livro de Carnot sobre a teoria do calor que teve grande influência no desenvolvimento da termodinâmica. Esse livro também foi escrito para a grande audiência, mas como os outros, ele não atinge esse objetivo. Nesse livro, as equações são colocadas no rodapé. Acredito que o nome correto é divulgação científica e não popularização. Nesse sentido há bons textos como por exemplo os livros de Stephen Gould na área de biologia. Mas muitos livros, na intenção de ser popular e simples, acabam dando uma visão equivocada e romantizada. As vezes fica difícil de compreender pois no intuito de não escrever equações, acabam tornando a explicação mais complicada pelo uso de palavras. As tentativas de resumir são complicadas e os resultados podem ser equivocados. Não creio em popularização, ou melhor, não acho que popularização seja uma solução. A solução é colocar mais gente nas escolas de segundo grau onde se ensina física e na universidade.

9. O que é a mecânica Estatística e como se deu seu primeiro contato com problemas em aberto nesse tema?

A mecânica estatística foi o nome dado por Gibbs para a disciplina em que são usados métodos estatísticos ou melhor a teoria de probabilidades para tratar sistemas mecânicos com muitas partículas. Esse é o caso de sistemas termodinâmicos e portanto a mecânica estatística é uma teoria para sistemas termodinâmicos ou ainda para sistemas em que o calor seja relevante. Portanto, qualquer sistema que esteja à nossa volta. A teoria é portanto relevante para química, biologia e outras disciplinas como economia. Acontece que os nossos cursos de física, por uma tradição que ocorreu a partir da introdução da mecânica quântica, dá pouco ênfase à termodinâmica. Isso se deve ao entendimento errôneo de que disciplinas como a termodinâmica, química e até a biologia se reduzem à mecânica quântica. Meus estudos de mecânica estatística começaram no fim de meu mestrado e prosseguiram em meu doutorado. Atualmente, estou procurando contribuir para o estudo dos sistemas termodinâmicos fora do equilíbrio termodinâmico, tanto de sistemas clássicos quanto quânticos. E também procurar dar um significado objetivo para a entropia.

10. *Em seu retorno ao Brasil, quais eram as oportunidades de concurso para pesquisador em Física que o sr. avaliou? Como foi a entrada no IFUSP e os primeiros anos de dedicação ao ensino superior?*

Ao retornar ao Brasil em 1979 não eram feitos ainda os concursos públicos, mas apenas processos seletivos. Em 1984, fiz o concurso e me tornei efetivo no cargo de professor doutor.

11. *Quais trabalhos gostaria de destacar em sua primeira década como pesquisador do IFUSP? Em quais deles o sr. teve apoio financeiro de instituições de fomento como a FAPESP?*

No fim da primeira década no IF publiquei um artigo que é o meu trabalho mais citado, sobre transições de fase em sistema sobre influência de campo oscilante. É um trabalho importante porque trata de transições de fase em sistemas fora de equilíbrio termodinâmico. Possui resultados que foram verificados experimentalmente por outros pesquisadores. Quanto ao apoio financeiro, sempre que precisei tive apoio da FAPESP e do CNPq.

12. *Quais foram os eventos que te levaram a escrever o seu primeiro livro sobre Termodinâmica? Que referências utilizou como inspiração?*

Não tive outro motivo que não seja aquele de mostrar meu entendimento da termodinâmica e que possa ser utilizada no ensino de termodinâmica. A primeira metade do livro é apropriada para o ensino de termodinâmica num nível avançado. A segunda parte possui aplicações a vários sistemas e enfatiza as transições de fase e os fenômenos críticos, e inclui os expoentes críticos e classes de universalidade. Essa última parte em geral não é tratada de forma adequada em outros livros, como é o caso do livro do Callen. Procurei me basear nos livros e artigos dos principais autores da área, que incluem Carnot, Clapeyron, Mayer, Joule, Clausius, Maxwell, van der Waals, Gibbs, Planck, Duhem, e Nernst. Utilizei também textos de autores relativamente mais recentes como Sommerfeld, Fermi, Landau, e mais recentemente, dos autores Zemansky e Callen. Para as aplicações utilizei um número grande de artigos teóricos bem como experimentais. A lista que utilizei encontra-se no final do livro e contém mais de 100 referências. A abordagem que utilizei combina a forma histórica com a apresentação das leis fundamentais com a abordagem de Gibbs que enfatiza os potenciais termodinâmicos. Utilizo nas aplicações a teoria de Landau das transições de fase.

13. O que é a área de dinâmica estocástica e quais contribuições suas para o tema o sr. gostaria de destacar? Qual lacuna viu, neste caso, para escrever o livro sobre o assunto?

A termodinâmica de sistemas em equilíbrio está bem fundamentada através da mecânica estatística de Gibbs, através das distribuições probabilísticas que levam seu nome. A termodinâmica de sistemas fora de equilíbrio não teve no passado uma teoria com a de Gibbs mas houve vários avanços particularmente com Prigogine que enfatizou aquilo que denominamos produção ou criação de entropia. A entropia não é uma grandeza que se conserva como acontece com a energia. Na verdade, ela é criada nos sistemas que estão fora de equilíbrio e é constante em sistemas fora de equilíbrio. Por isso, ela é relevante na caracterização de sistemas fora de equilíbrio. A descrição desses sistemas deve ser feita de forma dinâmica e não estática. A contribuição que tenho feito em colaboração com a professora Tânia Tomé é descrever um sistema fora de equilíbrio por meio de uma dinâmica em que as trajetórias das partículas são consideradas erráticas e não propriamente determinísticas como acontece com a mecânica newtoniana ou a mecânica quântica. Essa dinâmica de trajetórias erráticas é denominada estocástica. Com ela é possível definir a produção de entropia de forma inequívoca. Tudo isso procuramos colocar em nosso livro sobre dinâmica estocástica e ao mesmo tempo explicar os fundamentos da dinâmica estocástica, que incluem como ponto fundamental as equações de Langevin para o movimento browniano. A dinâ-

mica estocástica é a base da termodinâmica estocástica que temos contribuído também. Há um artigo que escrevi recentemente em que mostro que a abordagem utilizada por Boltzmann, isto é, a teoria cinética de Boltzmann, pode ser entendida como termodinâmica a estocástica.

14. *Estamos assistindo a uma revolução na área de Biofísica, principalmente pelo papel das universidades e empresas no desenvolvimento de vacinas para a Covid-19. Como a mecânica Estatística pode contribuir para simulações computacionais desses problemas? O que vislumbra para o futuro nessa interface de Biologia e Física?*

A contribuição da física para a área de epidemias diz respeito à explicação de como elas se propagam. Procuramos mostrar que o mecanismo de propagação é análogo ao de um fenômeno crítico como ocorre em certas transições de fase como a transição ferromagnética. Aumentando a temperatura de um ímã ele perde a imantação numa temperatura crítica. Diminuindo a taxa de infecção, a epidemia desaparece numa taxa crítica. Assim a prevenção da epidemia se faz procurando diminuir a taxa crítica o que ocorre com o aumento da distância entre os indivíduos. O que os modelos estudados pelos físicos deve fazer é uma relação mais estreita entre as taxas de infecção teóricas e observacionais, que é o grande desafio no meu entendimento.

15. *Pode nos explicar das etapas e processos para obtenção do título de prof. titular do departamento de Física Geral do IFUSP? E o de livre-docência?*

O processo é simples. Tudo que deve ser feito é o departamento abrir uma vaga para professor titular. Quanto à livre docência, o concurso para esse título é aberto todos os anos.

16. *Em entrevistas anteriores alguns professores destacaram que o trabalho de revisor em periódicos internacionais é complexo e demanda trabalho minucioso e frequente, já que o número de publicações tem aumentado exponencialmente, inclusive com o advento e uso de sites de pre-print como o arxiv.org. O que pode nos contar sobre o seu dia-a-dia como revisor, comparando principalmente os trabalhos brasileiros com os internacionais?*

Tenho feito meu trabalho de revisão por pares quando solicitado. Isso inclui manuscritos enviados principalmente pelo Physical Review E, Physica A, Brazilian Journal of Physics e Revista Brasileira de Ensino de Física. Assim

como faço revisão, também recebo revisões de meus artigos. Por isso oportuno fazer as seguintes críticas sobre o processo de revisão por pares. É preciso que o periódico tenha um processo de recorrência das decisões em várias etapas, caso o artigo seja rejeitado. É comum o revisor dar um parecer sem muito fundamento e rejeitar o artigo. Acontece que um pesquisador na condição de revisor se coloca como infalível e por isso não precisa fundamentar as razões para a rejeição. Creio que aí o trabalho do editor é importante para não levar em conta tais pareceres. Os artigos colocados no arXiv não têm uma revisão como aquela dos periódicos.

17. Como revisor de projetos de fomento, quais são as áreas com maiores interesses de alunos da graduação e mestrado? Há espaço para, por exemplo, maior incentivo na interface física e computação?

Como disse acima, não acho apropriado o termo física computacional e nem que isso seja uma área de física. Acredito que os problemas da ciência sejam mais de fundamentos e menos de computação. Sobre simulações computacionais, que não são outra coisa senão métodos numéricos, é suficiente uma disciplina sobre o tema.

18. Como licenciado em Física e levando em conta o desastre educacional brasileiro atual, quais ações o sr. acredita que seriam efetivas em elevar o interesse de jovens por ciência? Como a Universidade pode melhorar a divulgação de trabalhos tão complexos como os de mecânica Estatística para alunos do ensino público?

Acredito que deva haver uma ação governamental no sentido de organizar o sistema educacional brasileiro. Na época em que fiz os curso primário, ginásial e colegial, havia essa organização por parte do governo do Estado de São Paulo. É claro que nem todos tinham acesso a ele. Mas isso mostrou a possibilidade de uma organização. Outro ponto importante é a valorização dos professores na forma de bons salários. Quanto a minha área específica, não acho necessário nem produtivo o ensino da escola pública nem na particular. É suficiente que eles aprendam probabilidades, que acredito ser um tópico dentro da matemática do ensino médio. Acredito numa forma construtiva de ensino. Primeiro as coisas mais elementares, depois as mais complicadas.

19. O bacharelado em física na USP tem altos índices de desistência, o que é um dos fatores que contribui para o baixíssimo número de formandos, levando em conta os entrantes e alunos fora do período

ideal de formação. Quais são suas impressões sobre esse problema e que alternativas o IFUSP poderia adotar para que mais alunos conseguissem se formar anualmente?

Quando entrei no IF como estudante, o número de vagas aumentou consideravelmente porque se imaginava que a demanda para essa área seria grande nas décadas seguintes. De fato isso seria de se esperar se houvesse uma reforma do ensino do país de modo que aumentaria muito os estudantes e daí aumentaria a demanda para profissionais de áreas fundamentais como física. Acontece que isso não ocorreu e a demanda por físicos continua pequena. Acho que o IF deveria ter a coragem de diminuir o número de vagas, e depois aumentá-las se as condições mudarem. As vagas deveriam ser dirigidas para um curso geral de ciências. Não esse que existe atualmente que se chama Ciências Moleculares que pretende formar uma elite científica.