

Transcrição da primeira aula de Modelos científicos e fenômenos físicos

Vamos dar início à nossa primeira aula da disciplina de Modelos científicos e fenômenos físicos.

Duas ideias básicas serão subjacentes, não somente a essa aula em particular, mas na realidade a toda essa disciplina.

A primeira delas é que a aprendizagem significativa de Física requer trabalhar com os conceitos, mas também com procedimentos e instrumentos do fazer científico. Essa é a ideia que permeia os parâmetros curriculares nacionais e que também é uma tendência mundial no ensino de Física.

A segunda ideia é lembrar que modelos científicos constituem a base do saber científico, e como tal merecem papel de destaque no ensino de Física.

Apesar de que o fazer ciência, desde os tempos de Galileu, esteja ancorado no uso de modelos científicos, o papel da modelagem científica costuma passar despercebido para a maior parte dos estudantes de nível médio, e muitos do nível superior. Nossa ideia com essa disciplina é justamente levá-los a refletir sobre a necessidade de resgatar o importante papel dos modelos na construção do conhecimento científico e, por consequência, no seu ensino.

A despeito dos avanços teóricos, metodológicos e epistemológicos das Ciências Naturais é comum que ainda nos dias de hoje seja ensinado aos alunos que o conhecimento científico decorre de descobertas, fruto de observações diligentes dos cientistas, dentro da visão empirista-indutivista.

Pretendemos nessa sequência de aulas fornecer subsídios para que vocês, professores de Física do Ensino Básico, levem para a sala de aula uma visão da Física que não reforce essas tradicionais posturas errôneas; que levem uma visão integradora da Física, como uma ciência fatural da natureza e resultante da construção humana. Que estejam preocupados não somente com o conteúdo (conceitos, princípios e leis físicas), mas também com os seus procedimentos e instrumentos.

Enfatizamos a importância de conduzir os alunos à reflexão quando exploram ou criam modelos computacionais de sistemas físicos voltados para a aprendizagem de Física.

Nosso foco será explicitar o caráter representacional do conhecimento científico, estruturado a partir da noção de modelo. E, para tanto, conceitos relevantes para a compreensão da noção de modelo científico, como os conceitos de idealização e contexto de validade, serão apresentados e de imediato aplicados na análise de algum fenômeno físico.

Aqui vocês podem ver um sumário de nossas aulas. Serão cinco ao todo.

Na primeira, que é a aula de hoje, discutiremos em linhas gerais o fazer Física e o ensino de Física. Depois, ilustraremos elementos importantes da modelagem científica, incluindo, na terceira aula, a formalização dos modelos conceituais, na quarta, confrontando teoria e realidade. Concluímos com a discussão de como inserir atividades de modelagem na sala de aula de nível médio.

Na aula de hoje, abordaremos a importância das ferramentas usadas na construção do conhecimento científico; algumas noções sobre modelos científicos e seu uso no fazer ciências e alguns problemas do ensino de Física e a alternativa que pretendemos oferecer com essa disciplina

Vamos começar com uma pergunta: Se um trem viaja em linha reta durante 2 horas, a 40 km/h, que distância percorre?

Vou dar alguns segundos para vocês pensarem...O trem viaja 2 horas a 40 quilômetros por hora. Que distância percorre? Fiquem tranquilos, isso não é um “pega ratão”. Eu só quero que vocês pensem um pouco...duas horas a 40 quilômetros por hora e, provavelmente, vários de vocês chegaram a conclusão que a resposta é 80km. Está certo! A resposta é esta. exatamente.

Pois é, vocês são capazes de responder em segundos, ou minutos, mas para Galileu não foi tão simples assim!

Em diálogos relativos a duas novas ciências, Galileu demonstra 6 teoremas apenas sobre o movimento uniforme. Ou seja, se Galileu tivesse que responder essa pergunta, provavelmente demoraria mais tempo do que vocês. Como isso é possível?

Bem, é preciso que nos demos conta que não há um único sinal de igual nos manuscritos de Galileu. A álgebra surgiu, com Descartes, 5 anos depois dos manuscritos de Galileu. Ou seja, Galileu não dispunha de todas as ferramentas de que nós dispomos hoje!

Vocês têm suficiente domínio de Álgebra para fazerem uma multiplicação de 2 por 40 e concluírem que dá 80. Galileu não conhecia Álgebra, pois ela ainda não existia!

E aqui chegamos a um ponto que queremos enfatizar: “A evolução da cultura humana está fortemente vinculada ao conhecimento e instrumentos já disponíveis para o indivíduo.”

Nos primórdios os instrumentos estendiam a capacidade física dos homens. Por exemplo, lanças para caçar. Com o tempo surgiram ferramentas que permitiam estender a capacidade cognitiva, como é o caso dos pinceis e tintas que permitiam desenhar mapas, diferentes códigos de escrita, ...

A tal ponto as ferramentas estão associadas à evolução humana que as diferentes etapas do desenvolvimento humano foram denominadas em termos das ferramentas disponíveis: idade da pedra lascada, da pedra polida, do fogo, dos metais....

O advento dos recursos computacionais permitiu estender ainda mais a capacidade cognitiva e, mais importante do que isso, possibilitou que parte do processamento mental fosse transferido para as máquinas, ampliando de maneira incomensurável a capacidade dos homens para resolver problemas.

Cálculos que poderiam tomar anos e anos de trabalho dos melhores cérebros do mundo podem hoje ser feitos rapidamente com o uso de computadores. Experiências que seriam impensáveis sem o uso de sistemas automatizados de coleta de dados fazem hoje parte do cotidiano dos cientistas.

Em suma, o fazer científico contemporâneo está fortemente ancorado em recursos computacionais e aprender Física implica, não somente aprender seus conceitos, princípios, leis e teorias, como ter alguma noção sobre os instrumentos usados pelos cientistas.



Como se faz Ciência? Em linhas muito gerais, pode-se dizer que se faz ciências:

“...formulando questões claras, imaginando modelos conceituais das coisas, às vezes teorias gerais, e tentando justificar o que se pensa e o que se faz; seja através da lógica, seja através de outras teorias, seja através de experiências, aclaradas por teorias”

Essa é a visão de Mario Bunge, epistemólogo argentino, com a qual concordamos integralmente.

Podemos ainda dizer sobre o fazer Física, que, grosso modo, a Física é um processo de representação do mundo, sempre sujeito a reformulações.

Fazer Física implica trabalhar com modelos conceituais, que são modelos externos à mente das pessoas (não são modelos mentais, internos à mente)

Modelagem computacional, juntamente com teoria e experiência, compõe o tripé de sustentação da Física.

Nos dias atuais, computação científica pode ser considerada uma terceira metodologia fundamental das Ciências, paralela aos paradigmas experimental e teórico das ciências, como já sugerido em um relatório do Conselho Científico Nacional dos Estados Unidos em 1989, ou seja, lá se vão 20 anos!

No fazer da Física, modelos são mediadores, fazem uma ponte entre o mundo real, que é complexo, holístico, e um mundo idealizado e simplificado.

De maneira geral e muito introdutória, modelos científicos em Física são representações simplificadas e idealizadas de um sistema ou fenômeno físico; constituído por proposições semânticas e um modelo matemático subjacente; são representações externas, consensuais, aceitas pela comunidade científica.

Consideramos uma representação simplificada porque os modelos científicos mantêm apenas as características principais dos sistemas ou fenômenos que representam. Não são, e jamais serão, uma descrição especular (exata) da natureza, pelo simples fato de que o homem é limitado para descrever a realidade em sua totalidade. Embora a modelagem seja uma ferramenta essencial para a compreensão do mundo em que vivemos, somos incapazes de abordar a realidade de maneira holística, com toda sua riqueza e complexidade. Mas não devemos nos desesperar, como já dizia Bunge, “A conquista conceitual da realidade começa, o que pode parecer paradoxal, por idealizações”.

Por representação aceita pela comunidade científica queremos dizer que os modelos científicos devem ser comunicáveis e consensuais. Todo modelo científico deve ser formulado com clareza e precisão, a fim de que sua adequação aos fatos possa ser criticada, estimada e verificada. A importância da criticabilidade e do consenso na construção e análise de modelos científicos evidencia outro aspecto importante da atividade científica: o trabalho colaborativo.

“Ainda que alguns progressos sejam decorrentes da inspiração, e muito esforço de algum cientista em particular, o saber científico de maneira geral é uma construção eminentemente coletiva, onde aquilo que é definido como conhecimento científico tende a ser duradouro, apesar de que inegavelmente evolui ao longo do tempo.”

Modelos científicos são, pois, criação da mente humana! Eles não existem na natureza, não podendo, portanto, terem sido descobertos. São, isso sim, inventados com o intuito de descrever categorias gerais de sistemas ou fenômenos, dentro de determinada área das ciências.

Consideremos um exemplo clássico: o pêndulo físico.

Quem de vocês já viu um pêndulo simples na natureza? Ninguém pode ter visto, pois eles não se encontram na natureza. Vocês podem ter visto um corpo preso a um fio oscilando. Mas isso não é um pêndulo simples.

O pêndulo simples é uma idealização, na qual se supõe que o fio é inextensível e sem massa; que o corpo que oscila é pontual, ou seja, com toda a massa concentrada em um ponto; desprezam-se os efeitos de atrito e ainda existe a questão que apenas para pequenas amplitudes o período do pêndulo assume uma forma bem conhecida, 2π raiz de L sobre g.

Outro exemplo bem conhecido é o modelo de gás ideal. Nesse modelo, as moléculas são consideradas esferas rígidas de diâmetro d, sendo d muito menor que o livre caminho médio entre as moléculas; colidem elasticamente entre si e com as paredes do recipiente, obedecendo às leis de Newton, e seus movimentos não possuem direção privilegiada.

Bem, passemos então a nos preocupar com o processo de criação de modelos científicos – também chamado de modelagem científica.

Não há um método único para a criação de modelos científicos e tampouco o processo de criação está ancorado somente na observação da realidade, como suposto no empirismo-indutivismo ingênuo. Mas também em pressupostos teóricos, no uso da razão e da intuição do cientista.

São as perguntas que o cientista pretende responder que norteiam o processo de criação de modelos científicos, que é afetado pelo contexto histórico cultural.

Na modelagem científica o cientista é livre para decidir o que considera ser essencial e para ignorar o que lhe parece irrelevante na descrição dos fatos. Este processo em nada difere da atividade de um artista plástico que pretende esculpir uma estátua ou de um pintor que deseja representar os traços marcantes de uma criatura. Entretanto, a criação de modelos conceituais pressupõe a existência de objetivos realísticos.

No contexto da Física convém distinguir...

O sistema físico com sua riqueza e complexidade, por exemplo, esses paraquedistas que caem, na atmosfera terrestre.

O sistema idealizado resultante da modelagem do sistema físico. Por exemplo, em uma primeira aproximação, pode-se considerar os corpos que caem como partículas pontuais que caem no vácuo.

E, finalmente, o modelo teórico que descreve o sistema idealizado, ou seja, as equações matemáticas que servem para descrever o fenômeno em estudo.

O processo de modelagem requer focar a atenção em aspectos particulares da natureza; realizar recortes da realidade, ou seja, apenas os aspectos da realidade considerados relevantes são

levados em conta; fazer simplificações do sistema real; postular entidades ideais, por exemplo, considera-se uma mola sem massa.

Feita essa introdução geral sobre modelos científicos e sua construção no fazer Física, vamos voltar a pensar sobre ensino e discutir alguns de seus problemas, entre muitos outros. A visão de ciência transmitida aos alunos costuma ser completamente inadequada, já que as Ciências e seu desenvolvimento são apresentados como verdade absoluta e perene; descoberta por gênios; a partir de dados experimentais.

Já o ensino-aprendizado de Física é considerado difícil; resolver problemas se resume à substituição de valores em fórmulas decoradas; o papel dos modelos é ignorado e o computador serve para busca e observação.

Nossa expectativa é que estratégias didáticas baseadas no uso da modelagem científica possam se constituir em alternativas que contribuam para a reversão desse quadro.

Mas é preciso levar em conta que os alunos não são uma tábula rasa. Eles têm as suas idéias próprias, trazidas de experiências anteriores. Eles têm seus próprios modelos conceituais. E quando nos referimos a modelos conceituais, queremos dizer representações externas; que uma pessoa comunica a outra de maneira verbal, simbólica, pictórica ou através de um artefato; modelos conceituais comunicados no dia a dia são frequentemente subjetivos, idiossincráticos e não coerentemente estruturados. Com instrução apropriada, esses modelos podem se tornar relativamente objetivos e coerentemente estruturados.

Consideramos que um bom Ensino de Física deve contribuir para que os modelos conceituais dos alunos se aproximem dos modelos aceitos pela comunidade científica. E mais, desenvolver competências e atitudes inerentes à modelagem científica como as relativas à seleção de características essenciais, à elaboração e teste de hipóteses, à reflexão crítica, e ainda desenvolver atitudes como curiosidade, confiança, perseverança, consenso.

Encerramos aqui essa primeira aula, que esperamos contribua para a sua compreensão de modelos científicos. Colocamos a seu dispor uma transcrição dessa gravação, em formato pdf e os slides aqui visualizados, com inserções de pequenos textos explicativos. Recomendamos que usem o Adobe Acrobat Reader para que possam navegar usando o sumário que aparece na parte superior dos slides.

E já está disponível para vocês no Moodle a tarefa da primeira semana. Desejamos para vocês um bom trabalho e já está criado o fórum de discussões onde vocês podem apresentar dúvidas sobre o conteúdo aqui apresentado ou outras dúvidas que venham a surgir.