

Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Primeira aula

Profa. Eliane Veit
Prof. Ives Araujo
Tutor Rafael Brandão

Instituto de Física
UFRGS



Duas ideias básicas são subjacentes a essa disciplina

A aprendizagem significativa de Física requer trabalhar com conceitos, procedimentos e instrumentos do fazer científico.

Modelos científicos constituem a base do saber científico e 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.

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*, frutos 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.

Nosso foco será explicitar o caráter representacional do conhecimento científico, estruturado a partir da noção de modelo. 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.

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

Sumário das aulas

- O fazer Física e o ensino de Física
- Ilustrando elementos importantes da modelagem científica
- Formalizando os modelos conceituais
- Confrontando teoria e realidade
- Inserindo atividades de modelagem na sala de aula de nível médio



Aula 1

Tópicos

- A importância das ferramentas usadas na construção conhecimento científico
- Noções iniciais sobre modelos científicos e seu uso no fazer ciências
- Alguns problemas do ensino de Física e possíveis alternativas



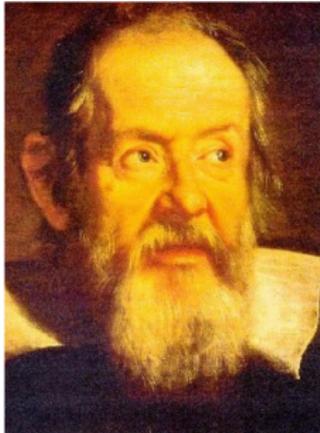
Quem é capaz de responder?



Se um trem viaja em linha reta durante 2 horas, a 40 km/h, que distância percorre?



Vocês são capazes de responder em segundos ou minutos!



Mas para Galileu não foi tão simples assim!

Em Diálogos relativos a duas novas ciências (1636) Galileu demonstra 6 teoremas sobre movimento uniforme! ¹

¹DiSessa, 1989.

Comentários

- Não há um único sinal de igual (=) nos manuscritos de Galileu! ¹
- A Álgebra surgiu 5 anos depois da publicação de Galileu, com Descartes (1596-1650).
- Galileu não dispunha de todas as ferramentas de que dispomos hoje!

¹DiSessa, 1989.



E aqui chegamos ao 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 instrumentos que permitiam desenhar nas cavernas, registrar os hieróglifos em pergaminhos, confeccionar 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, 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 ser feitos rapidamente com o uso de computadores. Experiências que seriam impensáveis sem o uso de sistemas automatizados de coleta de dados fazem 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 de como tais instrumentos são 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”.¹

¹Bunge, 1974, p. 13



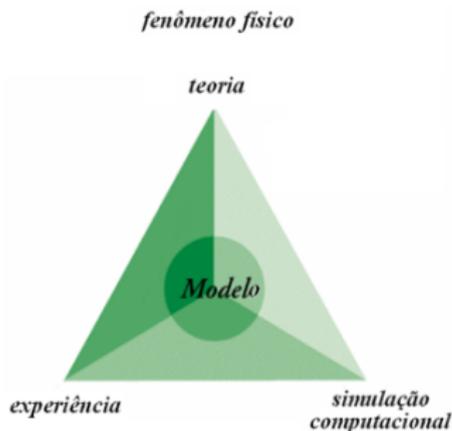
As ciências naturais (Física, Química, Biologia, Ecologia,...) têm por objetivo descrever e/ou prever o comportamento de sistemas e fenômenos do mundo real, e para isso se valem de modelos científicos. De maneira muito geral e introdutória, podemos dizer que os cientistas, para externalizar o que pensam sobre determinados sistemas ou fenômenos da natureza, usam modelos científicos, constituídos por proposições semânticas, representações externas simbólicas (como são as equações), pictóricas (como gráficos e diagramas), ou ainda via artefatos físicos ou simulações computacionais .)

Sobre o fazer Física

Grosso modo:

- Física é um processo de representação do mundo, sempre sujeito a reformulações;
- Fazer Física \Rightarrow trabalhar com modelos conceituais (externos);
- Modelagem computacional, juntamente com teoria e experiência, compõe o tripé de sustentação da Física.

Simulação computacional, juntamente com teoria e experiência, compõe o tripé de sustentação das Ciências Naturais.



Nos dias atuais, *computação científica...pode ser considerada uma terceira metodologia fundamental das Ciências, paralela ao paradigma experimental e ao teórico das ciências, mais bem estabelecido*¹.

¹Relatório do National Research Council, E.U.A., 1989

No fazer da Física, modelos são mediadores. . .

ponte entre o mundo real, que é complexo, holístico, e um mundo idealizado e simplificado.

Modelo



De maneira geral e introdutória, modelos científicos em Física são:

- representações simplificadas e idealizadas de um sistema ou fenômeno físico;
- constituídos por proposições semânticas e um modelo matemático subjacente;
- representações externas, consensuais, aceitas pela comunidade científica.

São abstrações construídas pelos cientistas.
Não existem na natureza!



Um pouco mais sobre modelos científicos

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 desesperar. “A conquista conceitual da realidade começa, o que pode parecer paradoxal, por idealizações”. (Bunge, 1974, p. 13)

Por *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 é uma construção eminentemente coletiva, onde aquilo que é definido como *conhecimento científico* tende a ser duradouro, apesar de inegavelmente evoluir ao longo do tempo”. (Veit e Araújo, 2004)

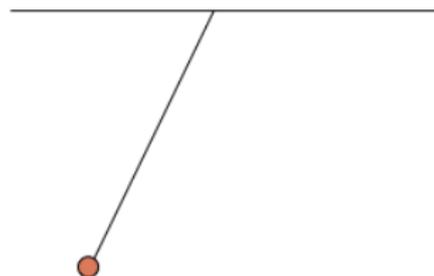


Modelos científicos são, pois, criação da mente humana! Eles não existem na natureza, não podendo, portanto, serem descobertos. São, isso sim, inventados com o intuito de descrever categorias gerais de sistemas ou fenômenos, dentro de determinada área das ciências.

Modelo de pêndulo simples

No modelo de pêndulo simples considera-se:

- o fio inextensível e sem massa;
- o corpo que oscila é pontual (com toda a sua massa concentrada em um ponto);
- os efeitos de atrito são desprezíveis;
- O período: $T = 2\pi(L/g)^{1/2}$ só vale para $\text{sen}\theta \approx \theta$.



Modelo de gás ideal

No modelo de gás ideal, as moléculas:

- são consideradas esferas rígidas de diâmetro d , sendo $d \ll l$ (l é o livre caminho médio entre as moléculas);
- colidem elasticamente entre si e com as paredes do recipiente;
- obedecem às leis de Newton e seus movimentos não possuem direção privilegiada; etc.



Modelagem científica é processo de criação de modelos científicos.

Sobre a modelagem científica:

- não há um método único para a criação de modelos
- observação, razão e intuição dos cientistas são ingredientes fundamentais
- as perguntas que o cientista pretende responder norteiam o processo
- o contexto histórico cultural (ou os paradigmas vigentes) influenciam esse processo



Um pouco mais sobre modelagem científica

No processo de modelagem 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...

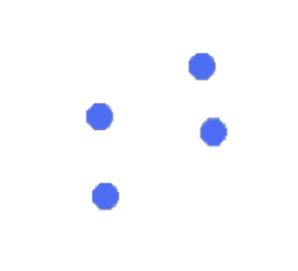
Sistema físico

com sua riqueza e complexidade



Sistema idealizado

resultante da modelagem do sistema físico



Modelo teórico

que descreve o sistema idealizado

$$y(t) = -\frac{g \cdot t^2}{2} + h$$



O processo da modelagem requer...

- focar a atenção em aspectos particulares da natureza;
- realizar recortes da realidade;
- fazer simplificações do sistema real;
- postular entidades ideais.



Problemas do ensino de Física (entre outros)

Ciências e seu desenvolvimento, concebida como:

- verdade absoluta e perene;
- descoberta por gênios;
- a partir de dados experimentais.

Ensino-aprendizado de Física:

- é considerado difícil;
- resolver problemas se resume à substituição de valores em fórmulas decoradas;
- o papel dos modelos é ignorado;
- 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.

É preciso levar em conta que os alunos têm seus próprios modelos conceituais!

Modelos conceituais (Halloun, 1996, p. 1020):

- são 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, estes modelos podem se tornar relativamente objetivos e coerentemente estruturados.



Objetivos primordiais do Ensino de Física

Contribuir para:

- que os modelos conceituais dos alunos se aproximem dos modelos aceitos pela comunidade científica;
- desenvolver competências e atitudes inerentes à modelagem científica como competências relativas à seleção de características essenciais, à elaboração e teste de hipóteses, à reflexão crítica, e desenvolvimento de atitudes como curiosidade, confiança, perseverança, consenso.



Materiais a seu dispor:

- uma transcrição dessa gravação (em formato pdf);
- os slides aqui visualizados, com inserções de pequenos textos explicativos (em formato pdf)

Recomendamos que usem o AdobeAcrobat Reader para que possam navegar usando o sumário que aparece na parte superior do slide.

Referências

- BRANDÃO, R. V. *Investigando a aprendizagem do campo conceitual associado à modelagem científica por parte de professores de Física do Ensino Médio*, Dissertação de mestrado, Instituto de Física, UFRGS, 2008.
- BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S; VEIT, E. A. *A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física*, **Física na Escola**, v. 9, n.1, p.10-14, 2008.
- BUNGE, M. (1974) **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, v. 72. 1974. 243 p. (Debates).
- HALLOUN, I. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics. **Journal of Research in Science Teaching**, v.33, p.1019–1041.



Referências

- diSESSA, A. (1999). **Changing Minds Computers. Learning and Literacy**, Cambridge: M.I.T..
- VEIT, E. A; ARAUJO, I. S., **Educação**, v.13, n.51, 2004.