



Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

## Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

### Segunda aula

Profa. Eliane Veit  
Prof. Ives Araujo  
Tutor Rafael Brandão

Instituto de Física  
UFRGS



Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br)

Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Olá, sejam bem-vindos à Aula 2 da disciplina de Modelos científicos e Fenômenos Físicos.

Antes de começar a apresentação dos tópicos dessa aula, aproveito a oportunidade para cumprimentá-los e discutir, de modo geral, um pouco de nossas motivações e expectativas com o trabalho que se inicia. Minha intenção era fazer isso no último dia 20, via *webconferência*, mas infelizmente por motivos técnicos não foi possível.

Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

Aula anterior  
Foco  
Aulas  
Alerta



Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br)

Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

### Alguns comentários...

Não raro no ensino médio, ouvimos alunos reclamando sobre como Física é uma disciplina difícil, que tem muita matemática e que apresenta problemas muitas vezes estranhos e sem sentido. Sabemos que em boa parte, a dificuldade com a disciplina está mais associada com o desinteresse dos alunos em estudar qualquer coisa e não exatamente com o conteúdo, entretanto, em parte eles podem ter razão.

Quem ao atravessar a rua, pára para fazer contas sobre com que velocidade deveria andar para não ser atropelado por um carro? Mesmo para alunos dedicados, pode se tornar uma tarefa árdua conectar os conteúdos trabalhados em Física, com aspectos práticos do mundo real.

É preciso muita imaginação e desprendimento ao senso comum, para se habituar, por exemplo, com “vacas esféricas” deslizando em pastos sem atrito e no vácuo, que aparecem na solução de alguns problemas contextualizados

Sem a atenção necessária na construção da noção de modelo científico, corre-se o risco de continuar afugentando aqueles que não entendem tal estratégia de representação, e promover a noção, para aqueles que continuarem, que a Física só pode estar representando outro mundo que não o real, talvez o dos sonhos.

Trabalhando em demasia apenas com problemas fechados e bem estruturados, podemos treinar bons resolvidores de problemas. Problemas de livro-texto. Não é de se estranhar que alguém, bem sucedido em resolvê-los, não consiga depois sequer começar o trabalho com questões abertas. Afinal, quais perguntas sobre aspectos do mundo real vêm acompanhadas por enunciados autosuficientes ou com valores prontos para serem colocados em fórmulas, e assim se chegar a uma resposta?

Obviamente, a resolução desse tipo de problema pode ser útil e desejável, enquanto não for exclusiva.

Mostrar os passos usualmente omitidos para ir do real ao teórico na resolução de problemas, pode ser um bom caminho para melhorar o ensino-aprendizagem de Física. E é essa a nossa aposta com a tentativa de fazer com que noções de modelos e modelagem científica cheguem à sala de aula.

Nossa expectativa para essa disciplina é que vocês vejam os conteúdos e atividades que estamos lhes apresentando como algo potencialmente útil. Ou seja, conhecimentos que de fato vocês possam adaptar e usar em suas próprias práticas de ensino. Sob nosso ponto de vista, essa é a essência do curso.

É muito fácil cairmos na armadilha do foco exclusivo em aspectos burocráticos, como notas, prazos etc. Com certeza são importantes, pois ajudam a estruturar o curso, mas o fundamental é que vocês aproveitem ao máximo a oportunidade de melhorar sua própria formação profissional e, por extensão, melhorar como o ensino



de Física vem sendo abordado nas escolas.

Apresentação  
 Questões-foco  
 Representações esquemáticas  
 Considerações finais

Aula anterior  
 Foco  
 Aulas  
 Alerta

Na aula anterior...

Aula 1

Tópicos

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

FÍSICA  
 PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
 Curso de Especialização UAB | UFRGS | IF

Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Sem mais delongas, passemos para a aula propriamente dita.

Na aula anterior, a professora Eliane discutiu sobre o papel das ferramentas na construção do conhecimento e também apresentou algumas noções iniciais sobre modelos científicos em Física e no seu ensino.

Apresentação  
 Questões-foco  
 Representações esquemáticas  
 Considerações finais

Aula anterior  
 Foco  
 Aulas  
 Alerta

Na aula anterior...

Modelo de pêndulo simples

No modelo de pêndulo simples:

- o fio é inextensível e sem massa
- o corpo que oscila é pontual (com toda a massa em um ponto)
- desprezam-se os efeitos de atrito
- $2\pi(L/g)^{1/2}$  só vale para  $\text{sen}\theta \approx \theta$

FÍSICA  
 PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
 Curso de Especialização UAB | UFRGS | IF

Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Foi exemplificado também, como modelos científicos como o pêndulo simples, uma construção teórica, inexistente na natureza, pode ser útil para representar situações físicas reais.

Apresentação  
 Questões-foco  
 Representações esquemáticas  
 Considerações finais

Aula anterior  
 Foco  
 Aulas  
 Alerta

Na aula anterior...

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

FÍSICA  
 PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
 Curso de Especialização UAB | UFRGS | IF


Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Ao final foi dado destaque sobre os requisitos da modelagem, vista como um processo de elaboração e uso de modelos científicos.

Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

Aula anterior  
Foco  
Aulas  
Alerta

## O processo de modelagem científica



FÍSICA  
PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
Centro Educacional UFRGS

Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Na aula de hoje, começaremos por analisar mais de perto uma perspectiva de como se dá esse processo, centrando nossa atenção em alguns de seus conceitos.

Obviamente, estes conceitos não compreendem todos aqueles envolvidos na atividade de modelagem científica e nem é essa nossa intenção. Nossa proposta é selecionar alguns daqueles que acreditamos serem mais relevantes e que permitam captar a dinâmica do processo.

Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

Aula anterior  
Foco  
Aulas  
Alerta

## Conceitos principais

- Questões-foco
- Idealizações
- Referentes
- Modelo conceitual
- Teorias
- Variáveis, parâmetros e aproximações
- Contexto de validade
- Grau de precisão
- Expansão e generalização

FÍSICA  
PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
Centro Educacional UFRGS

Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

Aula anterior  
Foco  
Aulas  
Alerta

## Distribuição dos conceitos

**Aula 2**

- Questões-foco
- Idealizações
- Referentes
- Modelo conceitual
- Teorias

**Aula 3**

- Variáveis, parâmetros e aproximações

**Aula 4**

- Contexto de validade
- Grau de precisão
- Expansão e generalização

FÍSICA  
PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
Centro Educacional UFRGS


Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Mais especificamente, discutiremos na aula de hoje os conceitos: *Questões-foco, idealizações, referentes, modelo conceitual e teorias*. Na aula 3, abordaremos *variáveis, parâmetros e aproximações* já, na aula 4, os conceitos discutidos serão: *contexto de validade, grau de precisão, expansão e generalização de modelos*.



Antes de prosseguirmos algumas considerações se fazem necessárias: a discussão que faremos sobre modelagem científica, diz respeito à Física, ainda que boa parte das ideias se apliquem também a outras áreas do conhecimento. São inúmeras as perspectivas sob as quais podemos estudar o processo de modelagem científica. De modo algum a que apresentaremos aqui é a única possível. Como última observação, cabe lembrar que nosso objetivo é ilustrar um processo, e não apresentar um algoritmo, uma “receita de bolo”.

Apresentação	Aula anterior
Questões-foco	Foco
Representações esquemáticas	Aulas
Considerações finais	Alerta



- Foco: Física
- Apresentaremos uma descrição do processo de modelagem científica, de modo algum a única possível
- Tentativa didática de ilustrar um processo, não de apresentar uma “receita de bolo”



**FÍSICA**  
 PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
 Curso de Especialização UAB | UFRGS | IF

Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Apresentação	Questões-foco
Representações esquemáticas	Considerações finais

Recortes do mundo real...





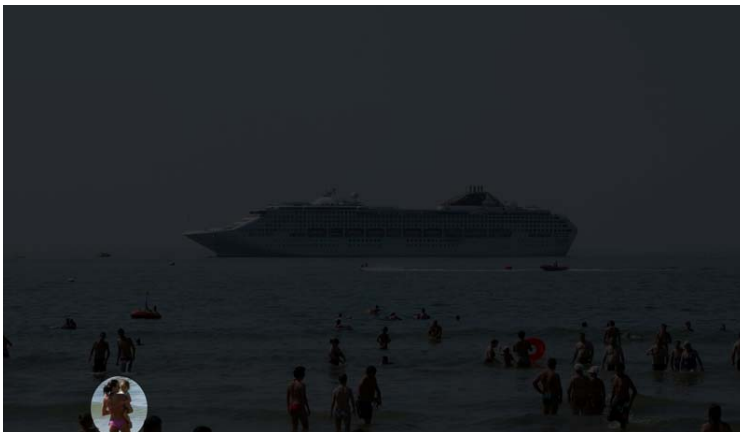
**FÍSICA**  
 PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
 Curso de Especialização UAB | UFRGS | IF

Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

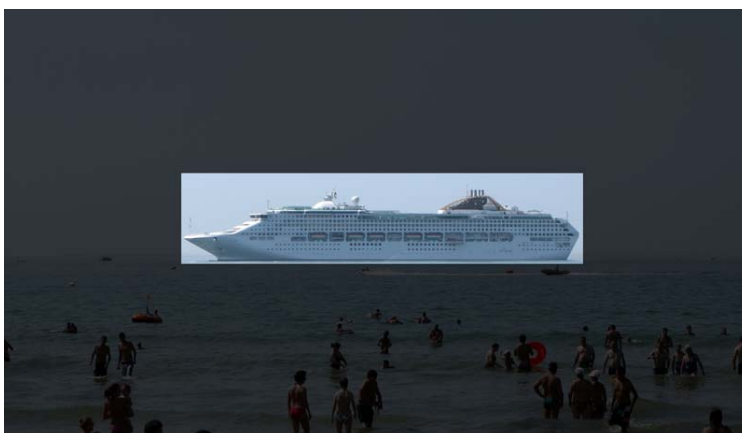
Dada uma cena do mundo real, como esta mostrada em uma fotografia da praia de Portimão em Portugal, que fenômenos físicos poderiam ser escolhidos para serem estudados?



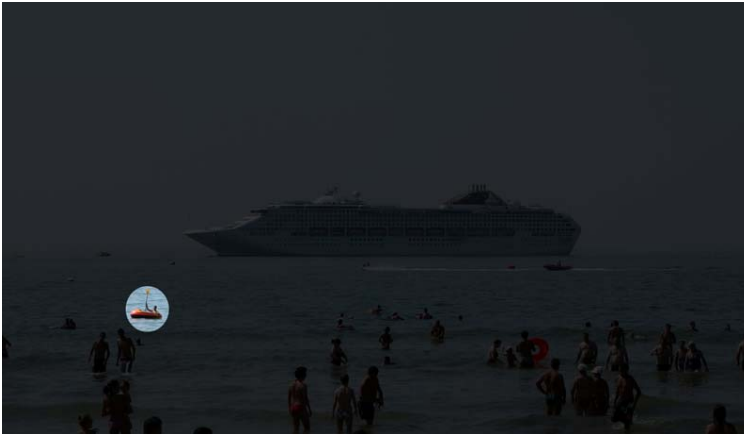
São diversos.



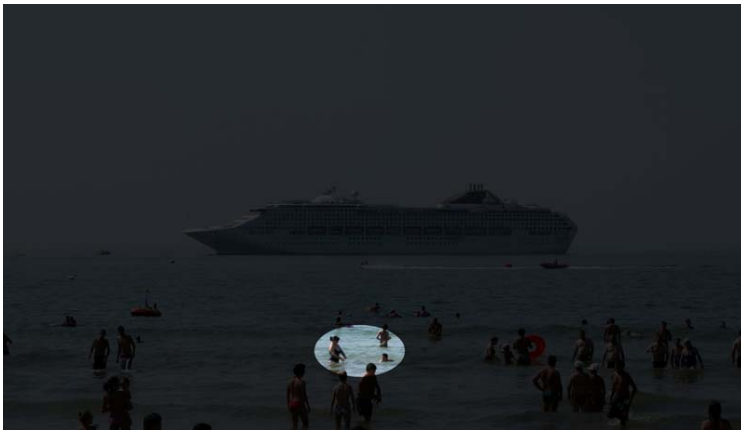
Poderíamos por exemplo: tentar descrever o equilíbrio de forças que permite com que a criança fique no colo da mulher sem cair;



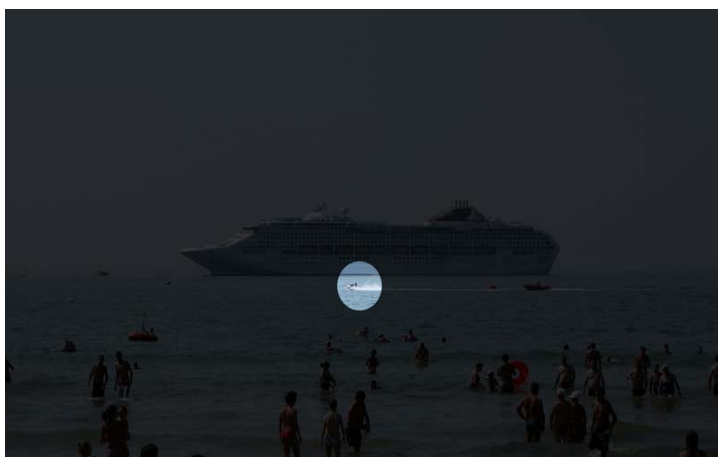
Como um navio desse tamanho consegue flutuar na água;



Talvez o movimento de rotação causado pelo sujeito na bóia ao remar em uma só direção;



A técnica que esta mulher está utilizando para que a água faça uma trajetória que acerte o rosto do homem;



Podemos ainda, escolher o movimento deste *jet ski* para estudar. Observem que mesmo em uma única foto, o número de situações físicas que poderiam ser escolhidas é imenso e dependem da imaginação e motivação de quem olha, para serem propostas.



Escolhendo o movimento do *jet ski* como alvo, e ignorando o restante do cenário, ainda assim poderíamos formular perguntas a serem respondidas, ou seja, questões-foco. Por exemplo, poderíamos nos interessar sobre o funcionamento de seu mecanismo de propulsão, na aerodinâmica do conjunto homem+*jet ski*, talvez na trajetória da água arremessada para cima pelo impulsor do aparelho, ou mais obviamente, em seu movimento de translação.



**Questão-foco**  
Considerando o movimento do *jet ski*, onde podemos localizá-lo com o passar do tempo?

Desse modo, nossa questão-foco poderia estar associada com a localização do *jet ski* com o passar do tempo.

Obviamente para quem sabe um pouco de Física, será fácil perceber que essa é uma questão que pode ser respondida no âmbito da Mecânica Clássica. Entretanto, a Mecânica Clássica é o que podemos chamar de uma Teoria Geral, ou seja, ela não se pronuncia diretamente sobre situações particulares.

É preciso criar um modelo conceitual de nosso sistema físico para que ele possa ser inserido em uma teoria geral e, desse modo, produzir uma teoria específica que forneça os resultados teóricos que procuramos. Em outras palavras, não podemos inserir objetos concretos em estruturas abstratas (teorias) sem ser por meio da representação.







<p>Apresentação Questões-foco Representações esquemáticas Considerações finais</p>	<p>Referentes Idealizações Modelo conceitual Teorias</p>
--	--

**Sistema Físico (referentes)**

Jet Ski

**FÍSICA**  
PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
Curso de Especialização UAB | UFRGS | IF

Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

No nosso exemplo, o sistema físico poderia se limitar ao *jet ski*. Estamos fazendo um recorte da realidade: de tudo que existe, assumimos que para responder a questão-foco podemos nos concentrar apenas no *jet ski*.

Para construir um modelo conceitual desse sistema, começamos descartando informações e procurando manter apenas aspectos essenciais que nos permitam representar o

sistema físico. Contudo, isso não é suficiente. Se queremos inserir o modelo conceitual em uma teoria geral, precisamos lhe atribuir propriedades que possam ser tratadas por teorias,...

<p>Apresentação Questões-foco Representações esquemáticas Considerações finais</p>	<p>Referentes Idealizações Modelo conceitual Teorias</p>
--	--

**Sistema Físico (referentes)**

Jet Ski

**Idealizações** →

**Modelo conceitual**

- Posição em relação a um referencial inercial
- Partícula
- Módulo da velocidade constante
- Desloca-se ao longo de uma reta

Partícula em movimento uniforme

**FÍSICA**  
PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
Curso de Especialização UAB | UFRGS | IF

Veit, Araujo & Brandão (eav@if.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

...nesse caso, sua posição em função do tempo em relação a um determinado referencial inercial.

Seguindo no processo de idealização, e tendo nossa questão-foco em mente, podemos desconsiderar as dimensões do *jet ski*, assumindo que são muito menores que a distância que ele irá percorrer e também ignorando outros tipos de movimento, como o movimento rotacional. Além disso,

suporemos que o veículo se desloca com velocidade constante ao longo de uma linha reta.

Feitas essas idealizações, observe que em nossa tentativa de responder à questão-foco, não precisamos considerar as causas do movimento do *jet ski* (Dinâmica), apenas aspectos cinemáticos.

Apresentação Questões-foco Representações esquemáticas Considerações finais	Referentes Idealizações Modelo conceitual Teorias
--	--

**Modelo conceitual**

- Posição em relação a um referencial inercial
- Partícula
- Módulo da velocidade constante
- Desloca-se ao longo de uma reta

Partícula em movimento uniforme

**Teoria Geral**

Mecânica Clássica

**FÍSICA**  
PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
 Centro de Desenvolvimento de Materiais

Veit, Araujo & Brandão (eav@ifufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Deste modo, chegamos a um modelo conceitual possível de ser abordado pela Mecânica Clássica.

Apresentação Questões-foco Representações esquemáticas Considerações finais	Referentes Idealizações Modelo conceitual Teorias
--	--

**Modelo conceitual**

- Posição em relação a um referencial inercial
- Partícula
- Módulo da velocidade constante
- Desloca-se ao longo de uma reta

Partícula em movimento uniforme

**Teoria Geral**

Mecânica Clássica

**Teoria específica**

$$x = x_0 + v \cdot (t - t_0)$$

Cinemática de um ponto material

**FÍSICA**  
PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
 Centro de Desenvolvimento de Materiais

Veit, Araujo & Brandão (eav@ifufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Inserindo-o nela, obtemos uma teoria específica que nos permitirá responder nossa questão-foco a partir da definição das condições iniciais e dos parâmetros envolvidos.

Apresentação Questões-foco Representações esquemáticas Considerações finais	Referentes Idealizações Modelo conceitual Teorias
--	--

$$x(t) = x_0 + v \cdot (t - t_0)$$

**Variáveis e parâmetros**

- Posição ( $x$ ): variável dependente
- Tempo ( $t$ ): variável independente
- Velocidade ( $v$ ): parâmetro
- Posição inicial ( $x_0$ ) e instante de tempo inicial ( $t_0$ ): condições iniciais

**FÍSICA**  
PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
 Centro de Desenvolvimento de Materiais

Veit, Araujo & Brandão (eav@ifufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

No exemplo, a condição inicial se refere à posição da partícula que representa o *jet ski*, no instante de tempo  $t=0$ . O parâmetro a ser definido é sua velocidade. A posição do corpo é a variável dependente e o tempo, a variável independente. Os conceitos de variáveis, parâmetros e constantes serão abordados em maior detalhe na Aula 3.

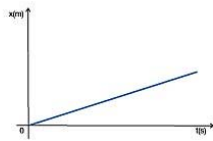


Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

Referentes  
Idealizações  
Modelo conceitual  
Teorias

Resultados teóricos

x (m)	t(s)
0	0
17	1
34	2
51	3
68	4
85	5
102	6
119	7
136	8
153	9
170	10



Alimentando nossa teoria específica com valores para as condições iniciais e parâmetros, conseguimos obter resultados teóricos da posição em função do tempo, aqui apresentados na forma de uma tabela e do esboço de um gráfico  $x$  vs  $t$ .



Se nosso objetivo é representar um fenômeno físico, e não apenas a realização de um exercício matemático, é importante contrastar os resultados teóricos obtidos com informações registradas sobre o evento. Por exemplo, seria muito interessante se tivéssemos um vídeo do movimento do *jet ski* para coletar dados sobre as posições ocupadas por ele com o passar do tempo.

Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

Referentes  
Idealizações  
Modelo conceitual  
Teorias

Grau de precisão

**Validação externa**

Se nosso objetivo é representar um fenômeno físico, e não apenas a realização de um exercício matemático, é importante contrastar os resultados teóricos obtidos com informações registradas sobre o evento.



De posse desses registros, poderíamos avaliar a adequação de nosso modelo tendo em vista o grau de precisão desejado. Dependendo de nossos objetivos, um mesmo percentual de erro pode ou não ser tolerável. Por exemplo, suponha que em uma viagem de carro a uma cidade que você não conhece, seu objetivo fosse ir a um estádio de futebol e você dispõe de um GPS. Mesmo que o dispositivo apresentasse um erro em torno de 50 m na localização do estádio, você ainda poderia considerar útil a informação dada por ele, se conseguisse a essa distância avistar o estádio.

Entretanto, se seu objetivo fosse a demarcação de um terreno urbano, um erro de 5 m na localização fornecida pelo GPS provavelmente seria inaceitável.


Em resumo, um modelo será considerado adequado ou não, em função do grau de precisão exigido para uma resposta satisfatória à questão-foco.


Em caso de uma diferença significativa entre os valores teóricos, previstos pelo modelo, e resultados empíricos, podemos começar a procurar os “culpados” entre o modelo conceitual, a teoria geral e os próprios resultados experimentais.

Voltando ao caso do *jet ski*, um pequeno aumento na complexidade do modelo poderia ser suficiente para diminuir essa diferença.

Por exemplo, supondo que o veículo parta do repouso no instante de tempo inicial, poderíamos considerar o movimento da partícula que o representa em nosso modelo, como uniformemente variado em um primeiro trecho e depois com velocidade constante no resto do movimento.

Apresentação Questões-foco Representações esquemáticas Considerações finais	Referentes Idealizações Modelo conceitual Teorias
Outros conceitos...	
Contexto de validade, expansão e generalização dos modelos	





Veit, Araujo & Brandão (eav@f.ufg.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Conforme mencionamos anteriormente, outros conceitos relevantes ao processo de modelagem, tais como contexto de validade, grau de precisão, expansão e generalização dos modelos serão oportunamente discutidos na Aula 4.



A título de ilustração, apresentamos aqui outros exemplos de modelagem em Física. Se quiséssemos descrever o escoamento de água no interior de uma tubulação, poderíamos, dependendo de nossas questões-foco, tratá-la como um fluido viscoso ou não, e inserir estes modelos conceituais na Mecânica dos Fluidos, obtendo respectivamente, duas teorias específicas, também chamadas de modelo teórico, o modelo de fluido ideal e o modelo de fluido viscoso.

Apresentação Questões-foco <b>Representações esquemáticas</b> Considerações finais	Referentes Idealizações Modelo conceitual <b>Teorias</b>
<h2>Outro exemplos (Bunge, 1974)</h2>	

Situação a ser modelada	Modelo conceitual	Teoria geral	Modelo teórico (teoria específica)
Escoamento de água no interior de uma tubulação	Fluido contínuo sem viscosidade	Mecânica dos Fluidos	Modelo de fluido ideal
	Fluido contínuo com viscosidade		Modelo de fluido viscoso
Certa quantidade de gás contida num recipiente fechado	Sistema de partículas, que interagem via colisões perfeitamente elásticas, isolado termicamente	Mecânica Estatística e Mecânica Clássica	Modelo de gás ideal clássico
		Mecânica Estatística e Mecânica Quântica	Modelos de gás ideal quântico
Comportamento da matéria em nível microscópico	Sistema planetário	Mecânica Clássica e Eletromagnetismo	Modelo atômico de Rutherford
Movimento dos planetas do Sistema Solar		Mecânica Clássica	Modelo gravitacional de Newton



Se a situação a ser modelada fosse, por exemplo, o comportamento de certa quantidade de gás contida num recipiente fechado, poderíamos considerar o uso de modelo conceitual definido por um sistema termicamente isolado composto por partículas que interagem via colisões perfeitamente elásticas, e inseri-lo em duas teorias gerais diferentes, para obter teorias específicas diferentes.

Observe que no primeiro caso temos dois modelos conceituais distintos que poderiam ser inseridos na mesma teoria geral e no segundo, um modelo conceitual que poderia ser inserido em ao menos duas teorias gerais diferentes. Em ambos os casos, temos como resultado duas teorias específicas distintas.

Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

Referentes  
Idealizações  
Modelo conceitual  
Teorias

Ainda sobre idealizações...

Fenômenos físicos	Idealizações
Movimento de translação da Terra em torno do Sol	A Terra e o Sol são considerados partículas pontuais; efeitos de outros corpos celestes são desprezados
Movimento de rotação da Terra	A Terra é considerada uma esfera rígida homogênea, que gira em torno do seu próprio eixo
Aceleração da gravidade próxima da superfície da Terra	A Terra apresenta achatamento nos pólos, é rígida, mas não homogênea

FÍSICA  
PARA EDUCAÇÃO BÁSICA  
Centro de Experimentos em Física

Veit, Araujo & Brandão (eav@f.ufrgs.br) Modelos Científicos e Fenômenos Físicos

Voltando ao conceito de idealização, apresentamos os seguintes exemplos: dado o fenômeno físico de translação da Terra em torno do Sol, poderíamos considerar tanto a Terra quanto o Sol como partículas, e também desprezar os efeitos de outros corpos celestes sobre eles. Já para descrever o movimento de rotação da Terra, não poderíamos considerá-la como um ponto, pois só faz sentido falar em rotação de

um corpo com dimensão. Poderíamos, então, tratá-la como uma esfera rígida homogênea, que gira em torno de seu próprio eixo, embora saibamos que a Terra não é exatamente esférica e tampouco rígida.

Para o caso da determinação da intensidade do campo gravitacional próximo da Terra, ou seja, para descrever a chamada aceleração da gravidade podemos idealizá-la como uma esfera rígida com um achatamento nos pólos, mas não homogênea.

Encerramos, trazendo como considerações finais, recortes do livro Teoria e Realidade de Mario Bunge, que com clareza ímpar, pondera sobre o papel dos modelos científicos na produção do conhecimento.



Todo modelo teórico é parcial e aproximativo: não apreende senão uma parcela das particularidades do objeto representado. Eis porque malogrará cedo ou tarde. Mas na Ciência, mesmo a morte é fecunda: o malogro de um modelo teórico o levará a construção, quer de novos objetos-modelo, quer de novas teorias gerais.

Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

Considerações finais (extraído de Bunge (1974, p. 30))

Todo modelo teórico é parcial e aproximativo: não apreende senão uma parcela das particularidades do objeto representado. Eis porque malogrará cedo ou tarde. Mas na Ciência, mesmo a morte é fecunda: o malogro de um modelo teórico o levará a construção, quer de novos objetos-modelo, quer de novas teorias gerais.

Nem sempre estamos certos do que é preciso modificar, mas pelo menos sabemos que é preciso procurar aperfeiçoar as idéias e que, se o fizermos passo a passo acabaremos por lograr êxito – até novo aviso.



Nem sempre estamos certos do que é preciso modificar, mas pelo menos sabemos que é preciso procurar aperfeiçoar as idéias e que, se o fizermos passo a passo acabaremos por lograr êxito – até novo aviso.

Apresentação  
Questões-foco  
Representações esquemáticas  
Considerações finais

Considerações finais (extraído de Bunge (1974, p. 30))

Converter coisas concretas em imagens conceituais (objetos-modelo) cada vez mais ricas e expandi-las em modelos teóricos progressivamente complexos e cada vez mais fiéis aos fatos, é o único método efetivo para apreender a realidade pelo pensamento.

A observação é apenas uma fonte (não a única) de problemas e um teste (não o único tampouco) de nossos modelos teóricos. A intuição nas suas diversas formas é uma fonte de idéias que devem ser formuladas explicitamente e submetidas à crítica da razão e dos fatos para serem fecundadas.



Converter coisas concretas em imagens conceituais (objetos-modelo) cada vez mais ricas e expandi-las em modelos teóricos progressivamente complexos e cada vez mais fiéis aos fatos, é o único método efetivo para apreender a realidade pelo pensamento.

A observação é apenas uma fonte (não a única) de problemas e um teste (não o único tampouco) de nossos modelos teóricos. A intuição nas suas diversas formas é uma fonte de idéias que devem ser formuladas explicitamente e submetidas à crítica da razão e dos fatos para serem fecundadas.

A razão, enfim, é o instrumento que nos permite construir sistemas com a pobre matéria-prima dos sentidos e da intuição. O que matematizamos não é o real, mas sim nossas idéias a seu respeito.

Considerações finais (extraído de Bunge (1974, p. 30))

A razão, enfim, é o instrumento que nos permite construir sistemas com a pobre matéria-prima dos sentidos e da intuição. O que matematizamos não é o real, mas sim nossas idéias a seu respeito.



Ok, por hoje é só. Lembrem de postar nos fóruns apropriados no Moodle suas dúvidas e comentários. Bom trabalho, e até a próxima aula.

## Referências

- 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).
- Foto do Navio Oceana:  
<http://www.regiao-sul.pt/noticia.php?refnoticia=96929>

