

Recursos computacionais auxiliando a modelagem de fenômenos físicos

Quinta aula

Profa. Eliane Veit
Prof. Ives Araujo
Tutor Rafael Brandão

Instituto de Física
UFRGS

Aulas anteriores

Ideias que retomaremos

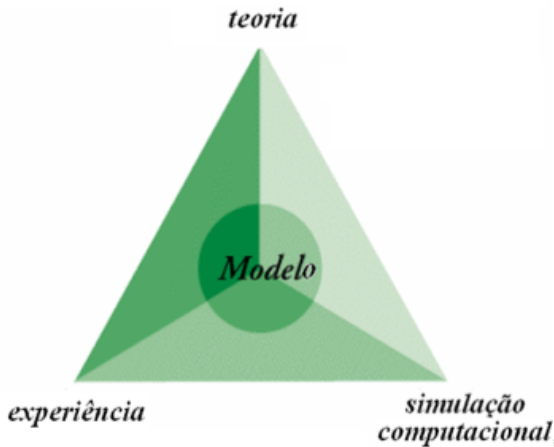
- Teoria, experimentação e simulação computacional
- Distinção entre mundo real e ideal
- Descrição teórica de fenômenos físicos

Em Física

Tudo começa com uma questão sobre um sistema ou fenômeno físico!

Tripé de sustentação da Física

fenômeno físico



É importante distinguir...

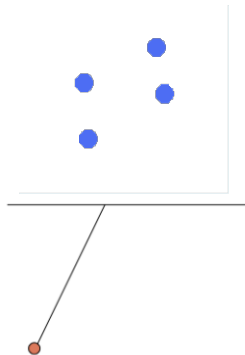
Mundo real

com sua riqueza e complexidade



Mundo idealizado

resultante da modelagem do sistema físico



Como se constrói o mundo ideal?

E o modelo que o descreve?

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

Construindo o mundo ideal

Idealizando

- selecionam-se aspectos relevantes do fenômeno físico em estudo
- desconsidera-se todo o restante, pelo menos em uma primeira aproximação
- postulam-se entidades ideais, como corda sem massa, corpo sem dimensão, fio sem resistência elétrica, vacas pontuais,...

A questão-foco é fundamental para definir...

...as grandezas relevantes do mundo idealizado



- será que interessa a cor do corpo que oscila?
- se o corpo é refletor ou não?
- a forma?

Teorização do mundo ideal

Mundo idealizado



Da Teoria Geral

1ª Lei de Newton: referencial inercial

2ª Lei de Newton: $\vec{F} = m\vec{a}$;

3ª Lei de Newton

...

À teoria específica

Equações específicas para este mundo idealizado.

Dos resultados teóricos ao mundo real

- O que os resultados significam?
- Descrevem bem os dados experimentais?
- O que acontece em situações limites?
- Satisfazem relações teóricas esperadas, por. ex., conservação de energia mecânica?
- Qual o contexto de validade do modelo?
- Como melhorar os resultados? (expansão do modelo)
- O que aprendemos com este sistema pode ser generalizado para outros sistemas? (generalização do modelo)

Física

Pergunta



idealizações à luz
de pressupostos
teóricos

conceitos

grandezas físicas

parâmetros

variáveis

equações

cálculos

princípios

teoremas

leis

convencões

Como
respondemos a
questão-foco?

Resposta



Aprendendo com o passado

Evitemos os erros cometidos no passado!

- aulas experimentais \times aulas teóricas
- método da descoberta \times roteiros tipo receita de *bolo*
- crença de que basta ver para crer!
- ignorar resultados de pesquisa em ensino de Física

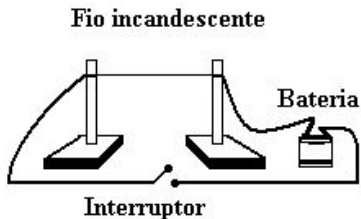
Aprendendo com o passado

Evitemos os erros cometidos no passado!

- aulas experimentais \times aulas teóricas
- método da descoberta \times roteiros tipo receita de *bolo*
- crença de que basta ver para crer!
- ignorar resultados de pesquisa em ensino de Física

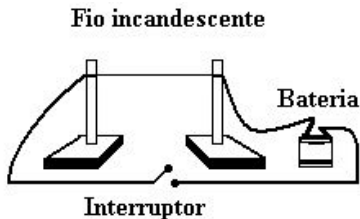
Sejamos criativos também no erro!

Ao fechar a chave interruptora, onde o fio incandescente?



¹Schlichting apud Duit(2009;1989)

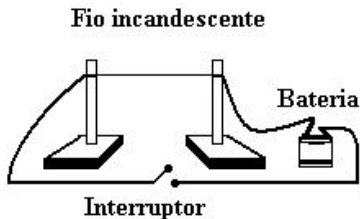
Ao fechar a chave interruptora, onde o fio incandescente?



- 1/3 respondeu da direita para esquerda (ou vice-versa)
- 1/3 respondeu que queimaria primeiro no meio
- 1/3 respondeu que era instantâneo ¹

¹Schlichting apud Duit(2009;1989)

Ao fechar a chave interruptora, onde o fio incandescente?



- 1/3 respondeu da direita para esquerda (ou vice-versa)
- 1/3 respondeu que queimaria primeiro no meio
- 1/3 respondeu que era instantâneo ¹

O aluno não vê necessariamente o que se deseja que ele veja!

¹Schlichting apud Duit(2009;1989)

Demonstrações: instrumentos de aprendizagem ou entreterimento?

Comparação entre:

- A – estudantes que não veem demonstração alguma
- B – só observam a demonstração
- C – predizem e observam
- D – predizem, observam e discutem

Resultados: não há diferenças significativas entre A e B
A aprendizagem conceitual cresce de (A e B) para C e D.

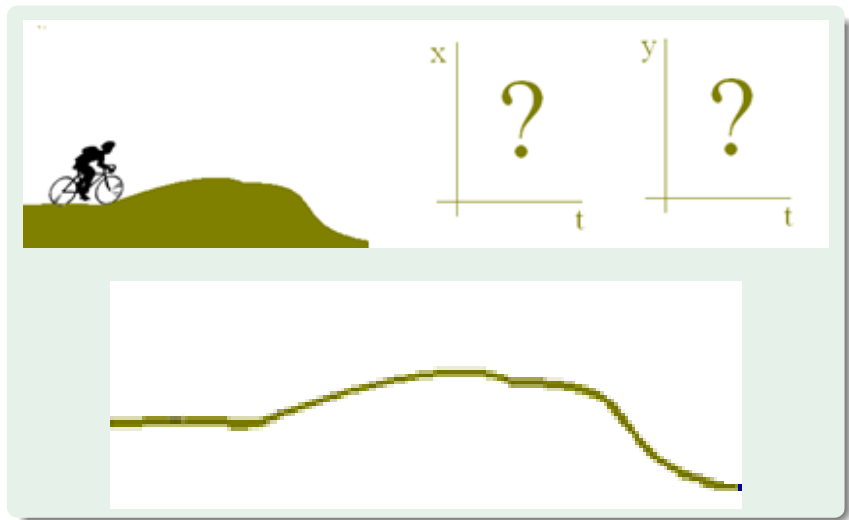
Conclusão: é preciso promover o engajamento do aluno!²

²Crouch, Fagen, Calan e Mazur; Am. J. Phys. v. 72, n. 6, p. 835-838, June 2004.

Tópico: interpretação de gráficos da cinemática

The diagram illustrates the concept of kinematics interpretation. On the left, a silhouette of a cyclist is shown riding up a hill. On the right, two empty coordinate systems are shown. The first has a vertical axis labeled 'x' and a horizontal axis labeled 't', with a large question mark in the center. The second has a vertical axis labeled 'y' and a horizontal axis labeled 't', also with a large question mark in the center.

Tópico: interpretação de gráficos da cinemática



Justaposição visual x *feedback* sinestésico

Interpretação de gráficos

- a) laboratório com computadores (MBL)
- b) Justaposição visual

A justaposição não contribuiu em nada para a aprendizagem!

Conclusão: a eficácia sobre a aprendizagem é desprezível quando não há interação do aprendiz com o objeto de aprendizagem. ³

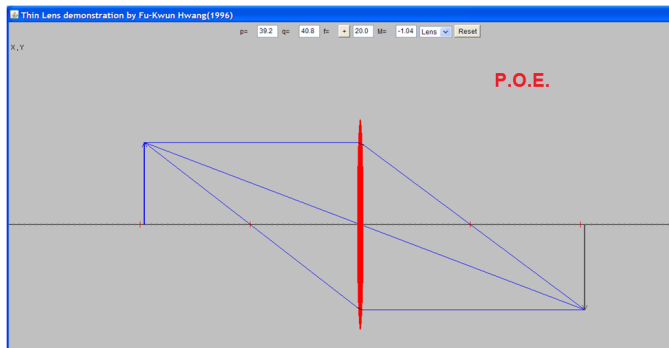
³MBL: Brassel, 1987; Mokros e Tinker, 1987; Testa et al., 2002; Beichner, 1990

Atividades computacionais no ensino de Física

Das mais importantes:

- simulação computacional
- modelagem computacional
- coleta de dados

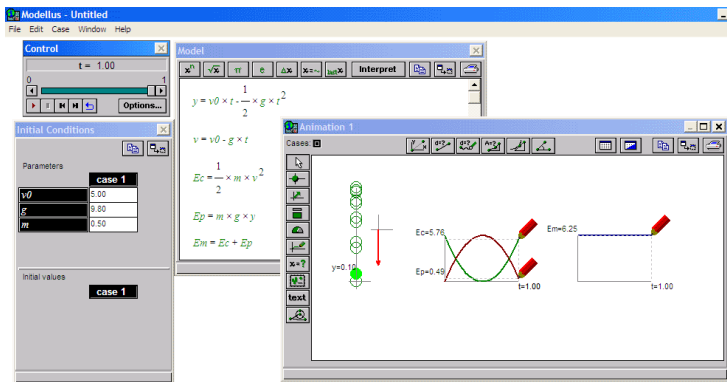
Atividade exploratória de simulação



<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=48>

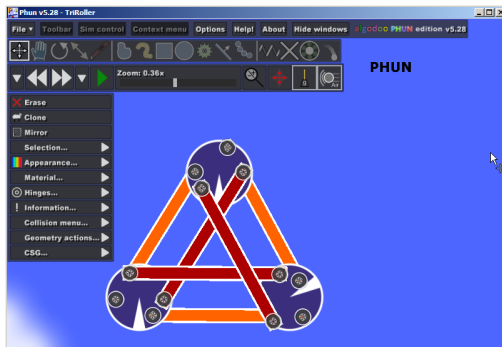
Permite observação, análise e interação do aluno com modelos já construídos, podendo alterar valores iniciais e parâmetros. Não dá acesso ao modelo matemático ou icônico que rege a simulação.

Atividade exploratória de modelagem computacional



Permite análise da estrutura básica de um modelo computacional já construído. O aluno tem acesso aos primitivos do modelo e precisa descrevê-lo, corrigi-lo ou complementá-lo.

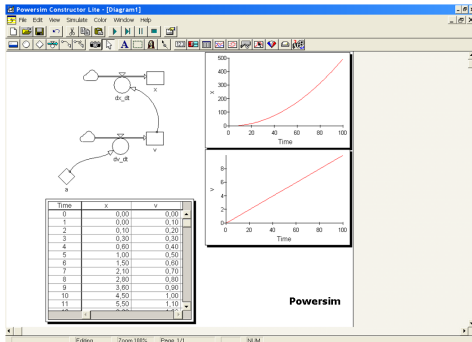
Atividade expressiva de simulação



<http://www.youtube.com/watch?v=KmKU4WyXub4>

Permite construção de modelos computacionais a partir de macroelementos a partir da configuração e ajuste de propriedades de macroelementos presentes em um repertório pré-definido.

Atividade expressiva de modelagem



Processo de construção do modelo computacional desde sua estrutura lógica (regras lógicas), matemática (equações) ou icônica (metáforas)

Vantagens

- elaboração e teste de hipóteses, por parte dos alunos, sobre os fenômenos estudados
- explicitação de elementos que fazem parte do trabalho científico contemporâneo
- promoção de habilidades de raciocínio crítico
- apresentar uma versão simplificada da realidade
- reificar conceitos altamente abstratos, facilitando seu entendimento
- ajudar a identificar relações de causa e efeito em sistemas físicos
- tratar problemas mais realísticos

Condições para aprendizagem

- o engajamento do aluno
- promover reflexão por parte do aluno, tanto sobre os resultados imediatos de suas ações quanto sobre a razoabilidade física dos resultados encontrados
- criar momentos e condições propícias para a troca de significados no pequeno e grande grupo e com o professor

Condições para aprendizagem

Como fica...

- a discussão sobre os objetos do mundo real foco do estudo?
- a questão das idealizações?
- o contexto de validade do modelo?
- a análise dos princípios, leis e teorias envolvidas?

Condições para aprendizagem

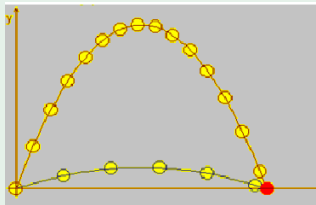
Como fica...

- a discussão sobre os objetos do mundo real foco do estudo?
- a questão das idealizações?
- o contexto de validade do modelo?
- a análise dos princípios, leis e teorias envolvidas?

Implícitos!

As tecnologias podem reforçar vícios

O que perguntar?



Quanto vale o alcance máximo?

Qual a altura máxima que as bolas atingem?

Como se comparam os tempos de vô das duas bolas?

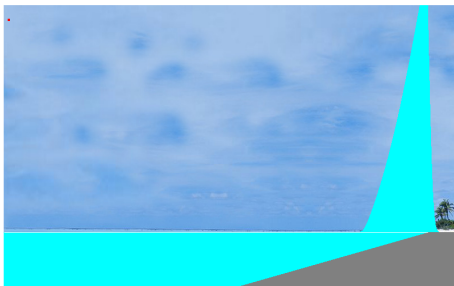
Cuidado

Realismo pode confundir!



<http://penta2.ufrgs.br/edu/cargacognitiva/cargacognitiva.pdf>

Exageros podem confundir



<http://chair.pa.msu.edu/applets/tsunami/tsunami.html>

A simulações podem apresentar efeitos exagerados (ou conter erros)!

Comentários finais

Vícios dos problemas acadêmicos

- falta contextualização
- os problemas são apresentados em detalhes
- a solução do problema se esgota em si mesma

É indispensável

- propor questões instigantes
- definir objetivos a serem alcançados na interação dos alunos com o recurso computacional
- promover reflexão por parte do aluno, tanto sobre os resultados imediatos de suas ações quanto sobre a razoabilidade física dos resultados encontrados