



# Modelagem Computacional no Ensino de Física em nível Médio

---

Eliane Angela Veit (IF-UFRGS)

Rafael Vasques Brandão (PPgEnfis-UFRGS)

Instituto de Física UFRGS

VII RELAEF

Porto Alegre, 23 a 27 de novembro de 2009

# Sumário do minicurso

- Por que trabalhar com modelagem computacional no ensino de Física?
- Apresentação do Modellus e atividades exploratórias com o Modellus
- Descrição de resultados experimentais
- Exemplos de outros aplicativos para a modelagem de sistemas físicos (powersim, planilha) e atividade expressiva com o Modellus
- Diagrama AVM. Síntese sobre o uso de TICs no ensino de Física em nível médio.

# Duas ideias básicas

- A aprendizagem significativa de Física requer trabalhar com conceitos, procedimentos e instrumentos do fazer científico.
- As TICs oferecem a possibilidade de aprendizagem significativa de novos tópicos e competências, especialmente através de atividades de simulação e modelagem computacionais.

# Aula 1

- Ideias básicas sobre o fazer ciências
- Alguns problemas do ensino de Física
- Atividades de simulação e modelagem computacionais
- Possibilidades de uso: modo expressivo e exploratório
- Potencialidades das atividades computacionais para a aprendizagem de Física

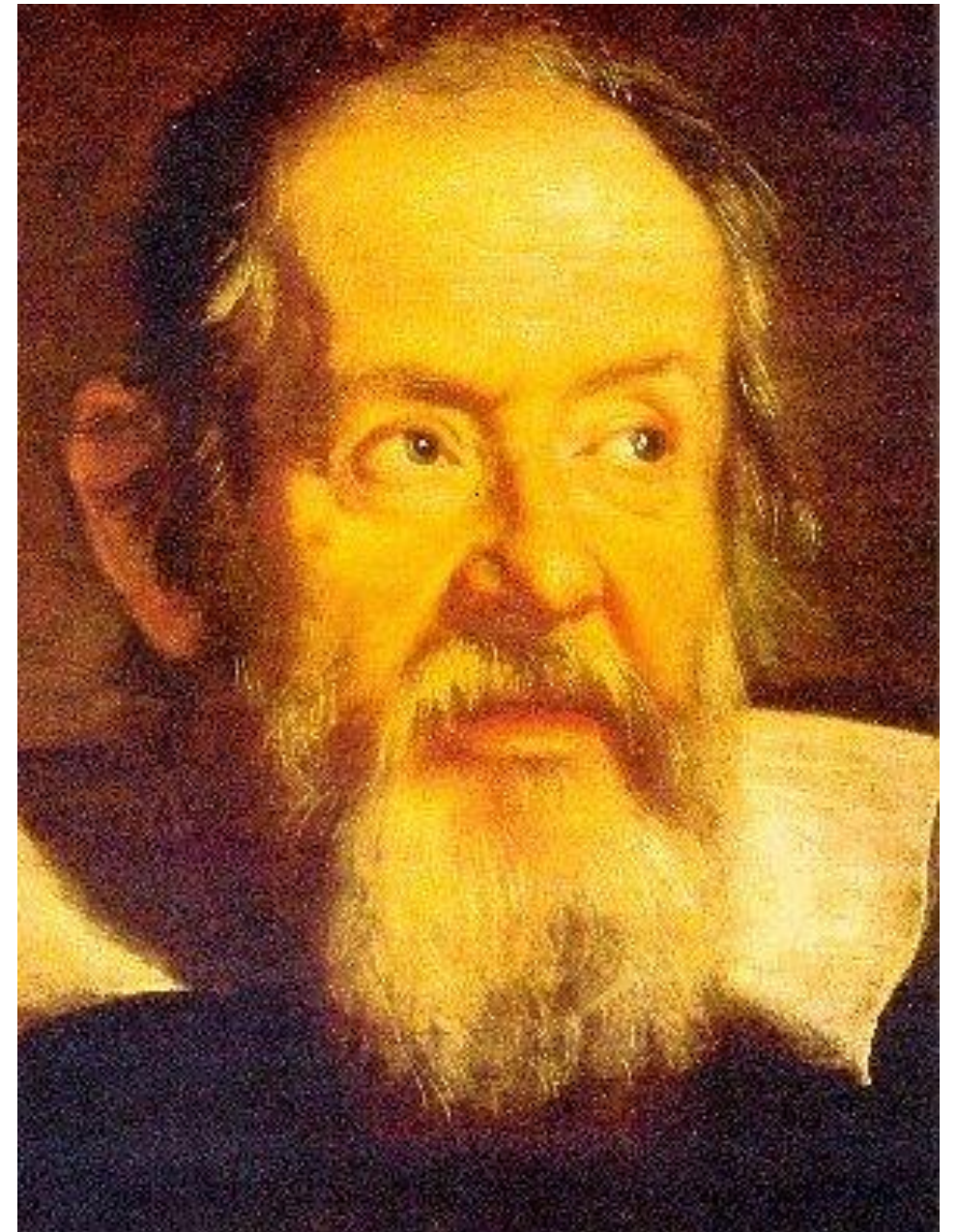
# Quem é capaz de responder?



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

# Pois para Galileu não foi tão simples!

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



\*Andrea diSessa, Changing Minds Computers. Learning and Literacy, M.I.T. 1999.



# Comentários:

- Não há um único sinal de igual (=) nos manuscritos de Galileu!
- 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!

# Evolução humana x ferramentas

- A evolução da cultura humana está fortemente vinculada ao conhecimento e instrumentos **já disponíveis** para o indivíduo.
- O fazer científico se vale da modelagem e das TICs como um de seus instrumentos básicos. Como integrá-los com os demais recursos na aprendizagem de Física?



# Como 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”.

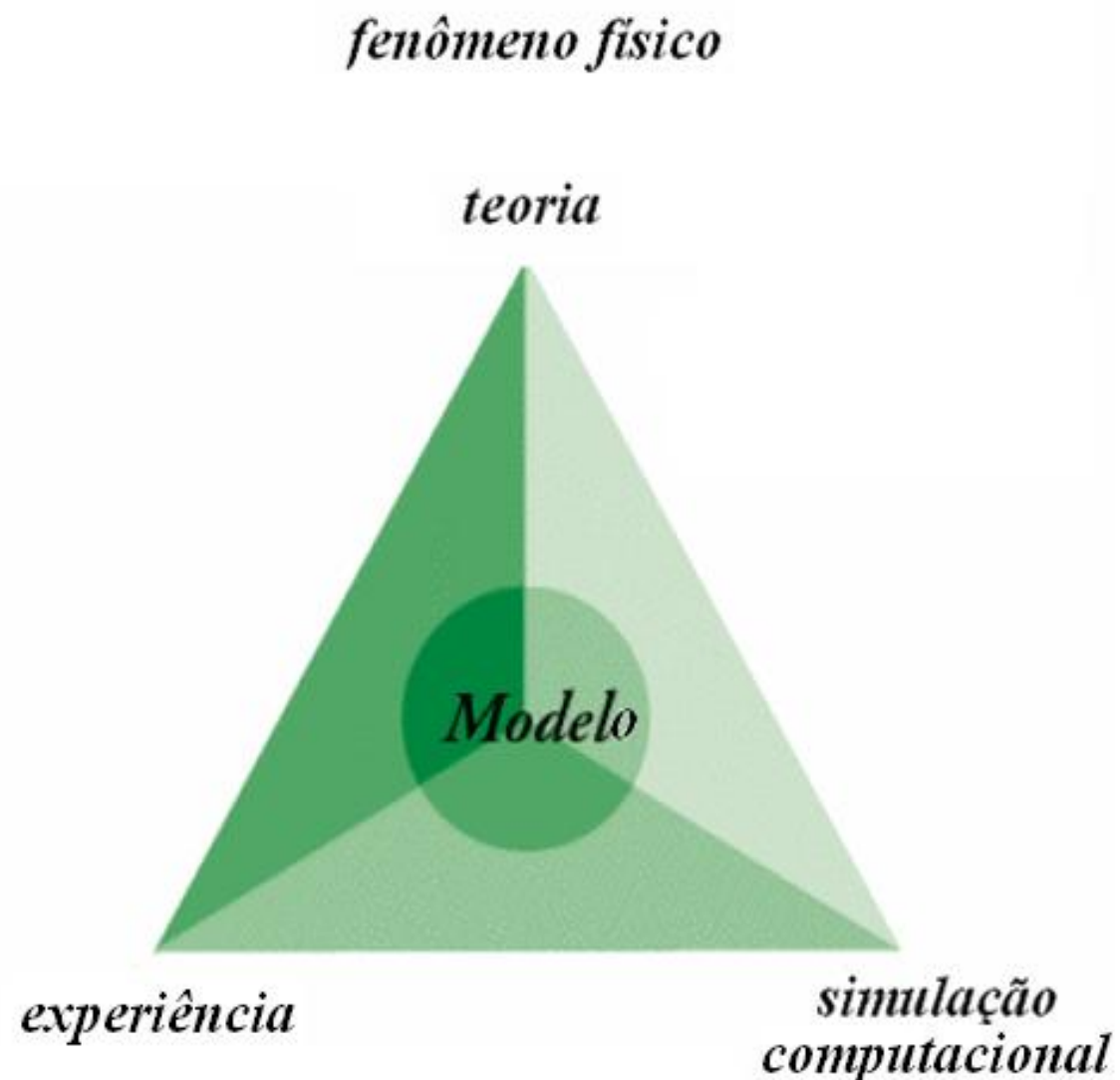
Bunge, 1974, p. 13

# Sobre o fazer Física

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

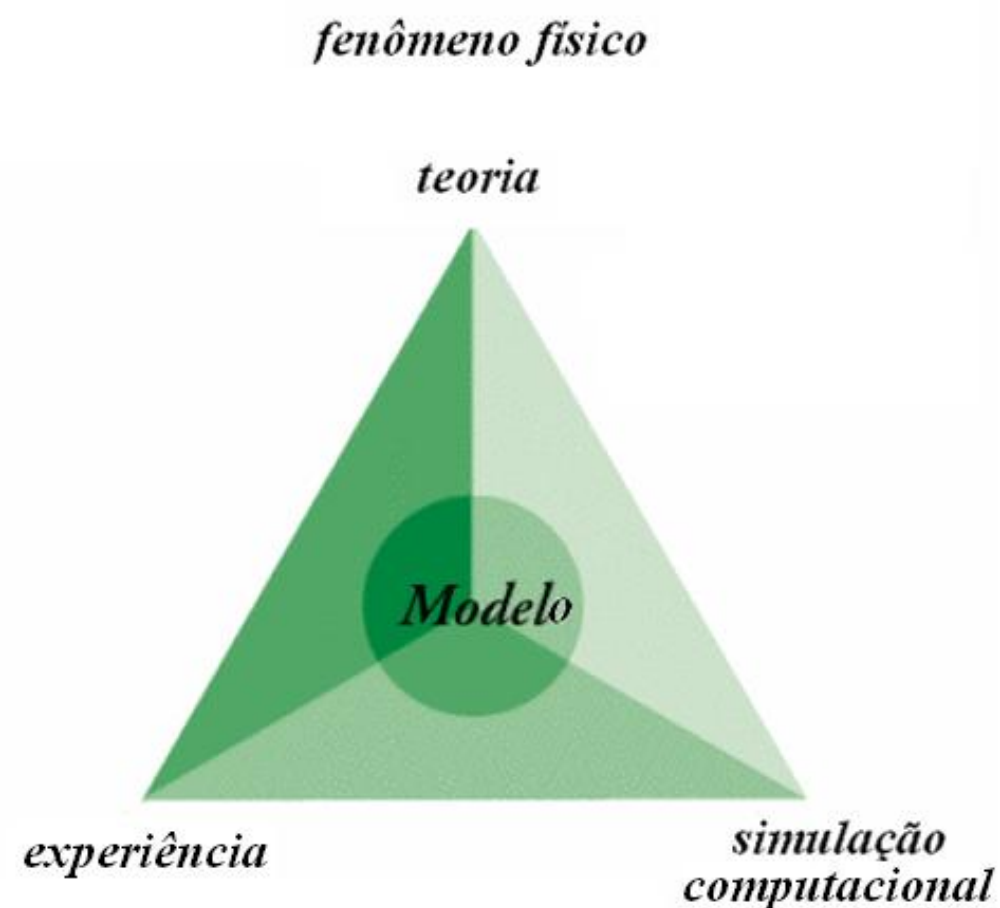
# Relatório do *National Research Council (USA)* 1989

*computação científica...pode ser considerada uma terceira metodologia fundamental das Ciências, paralela ao paradigma experimental e ao teórico das ciências, mais bem estabelecidos*



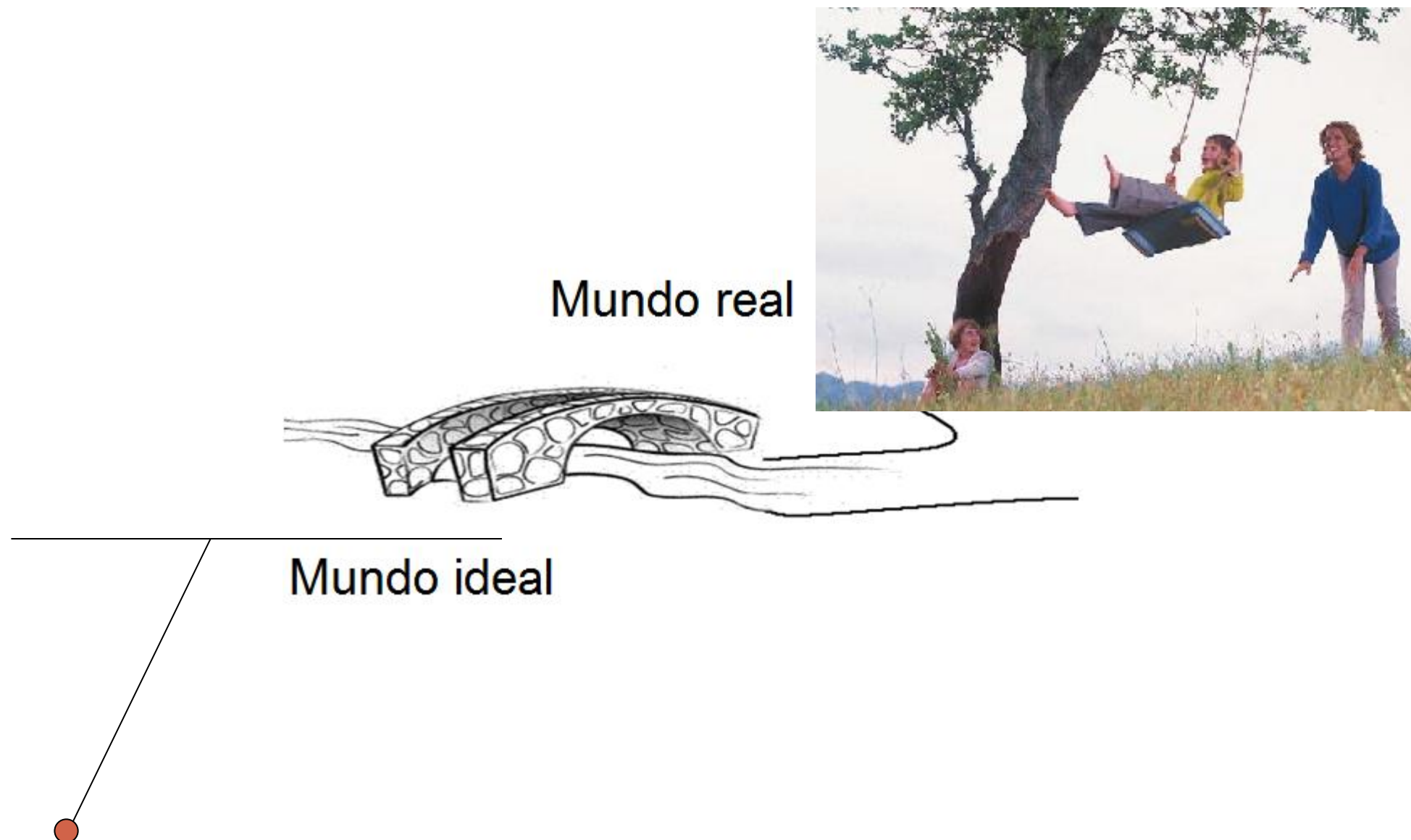
# No fazer da Física, modelos são os mediadores...

...entre teoria e realidade e, mais recentemente, destas com as simulações computacionais.



# Modelo científico

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



# Modelo científico em Física

tentativa de apreender a realidade através de uma representação idealizada, esquemática de objetos e/ou eventos reais ou supostos como tais

constituído por proposições semânticas e um modelo matemático subjacente

é uma representação externa, consensual, aceita pela comunidade científica, sujeita a reformulações

São abstrações construídas pelos cientistas.

Não existem na natureza!



# No contexto da Física convém distinguir...

o sistema físico, com sua riqueza e complexidade



o sistema idealizado, que resulta da modelagem do sistema físico



o modelo teórico que descreve o sistema idealizado

$$F_y = -mg - kv_y$$

$$a_y = \frac{F_y}{m}$$

$$\frac{dv_y}{dt} = a_y$$

$$\frac{dy}{dt} = v_y$$

y

# O processo da modelagem requer...

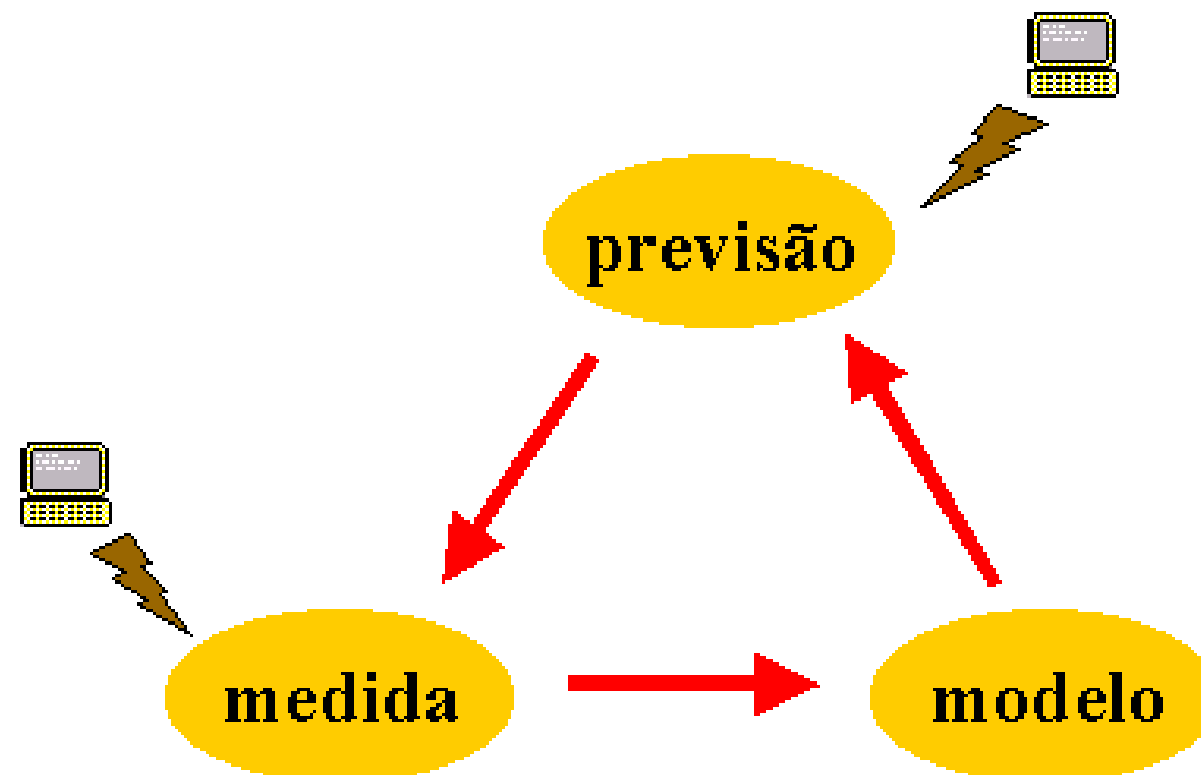
- focar a atenção aspectos particulares da natureza
- realizar recortes da realidade
- fazer simplificações do sistema real
- postular entidades ideais
- Inferir, a sistemas reais, mecanismo internos imaginários

# A construção e análise de modelos científicos envolve ...

- situação-problema e questões-foco
- idealizações, aproximações e a formulação de hipóteses
- referentes, relações, variáveis e parâmetros
- domínio de validade e grau de precisão
- teste (experimental e teórico) de hipóteses
- fazer previsões
- aperfeiçoar os modelos
- eventualmente abandoná-los

# Onde entram os computadores no fazer Física?

---



Aguiar, UFRJ

# Sumário da Aula 1

- ✓ Ideias básicas sobre o fazer ciências
- Alguns problemas do ensino de Física
- Atividades de simulação e modelagem computacionais
- Possibilidades de uso: modo expressivo e exploratório
- Potencialidades das atividades computacionais para a aprendizagem de Física

# Problemas no ensino de Física

## (entre outros)

Ciências e seu desenvolvimento, concebida como:

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

No ensino-aprendizado de Física

- resolver problemas se resume a substituição de valores em fórmulas decoradas
- o papel dos modelos é ignorado
- computador serve para busca e observação, raramente como ferramenta cognitiva



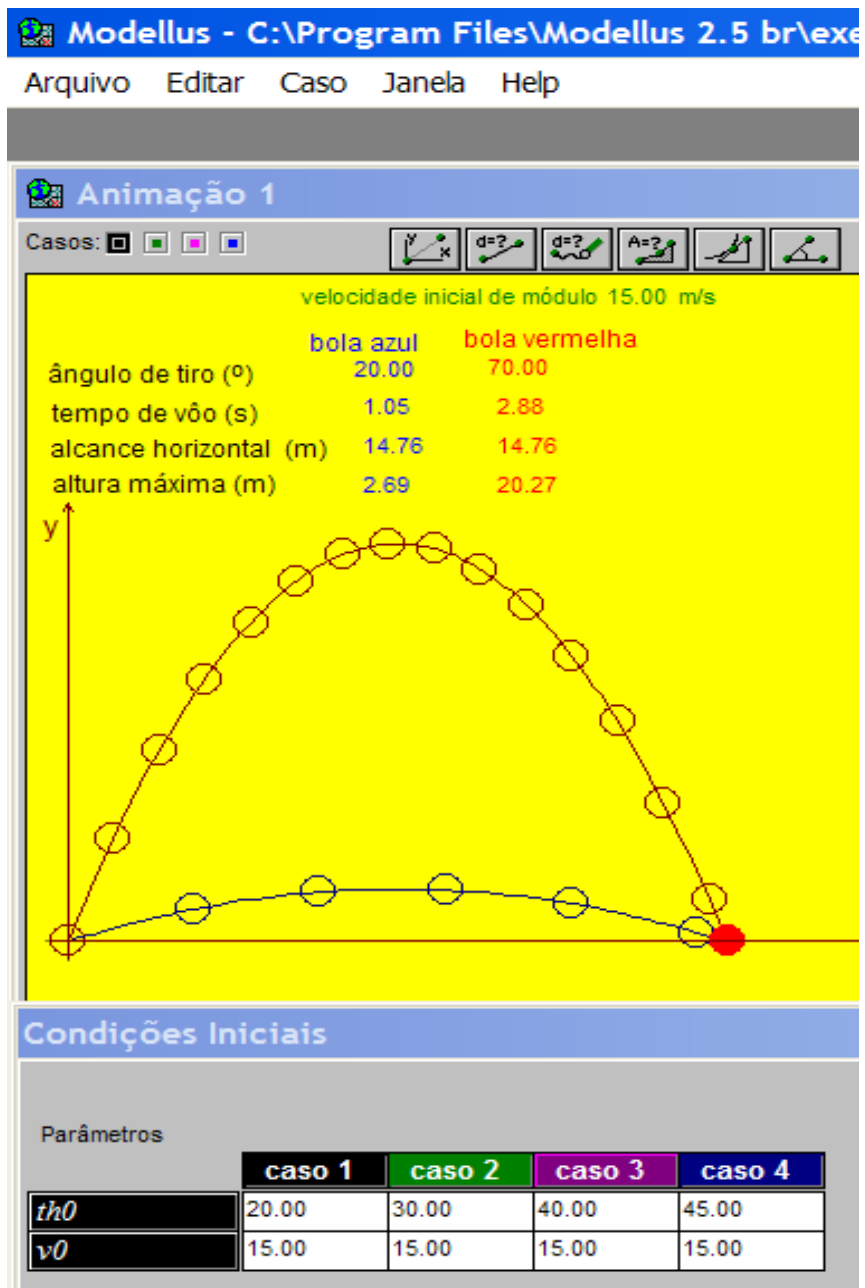
# Um dos objetivos primordiais do Ensino de Física

Contribuir para que os modelos conceituais dos alunos se aproximem dos modelos conceituais científicos (ou como temos chamado, dos modelos científicos)!

# Potencialidades da modelagem (computacional) no ensino de Física

- facilitar a compreensão de modelos científicos
- facilitar a construção e investigação de situações-problema (mais reais e atuais)
- desenvolver a capacidade de prever, avaliar e analisar previsões
- propiciar uma visão de ciências compatível com as visões contemporâneas

Mas, as TICs podem reforçar vícios...



Para que ângulo de lançamento o alcance é máximo?

## Quanto vale o alcance máximo?

Qual a altura máxima que as bolas atingem?

Qual a condição que deve ser satisfeita, para que o alcance correspondente aos dois ângulos apresentados seja o mesmo?

## Como se comparam os tempos de vôo das duas bolas?

A simulação apresenta para cada valor do módulo da velocidade, dois valores de seu ângulo com a horizontal (ângulo de tiro) que resultam no mesmo alcance.

# Como ficam...

a discussão sobre os referentes?

a questão das idealizações?

o contexto de validade do modelo?

a análise dos princípios, leis e teorias envolvidas?

**Implícitos!**

# Sumário da Aula 1

- ✓ Ideias básicas sobre o fazer ciências
- ✓ Alguns problemas do ensino de Física
- Atividades de simulação e modelagem computacionais
- Possibilidades de uso: modo expressivo e exploratório
- Potencialidades das atividades computacionais para a aprendizagem de Física

# Simulação e modelagem computacionais: tipo de acesso aos primitivos do modelo

**Simulação:** O aluno não tem

**Modelagem:** O aluno tem

acesso aos  
primitivos do  
modelo  
matemático ou  
icônico usado  
na  
implementação  
do modelo  
computacional

Ex. *softwares* de modelagem para o Ensino de Ciências:

Modellus, Planilhas eletrônica, Powersim, Simquest



# Animações computacionais

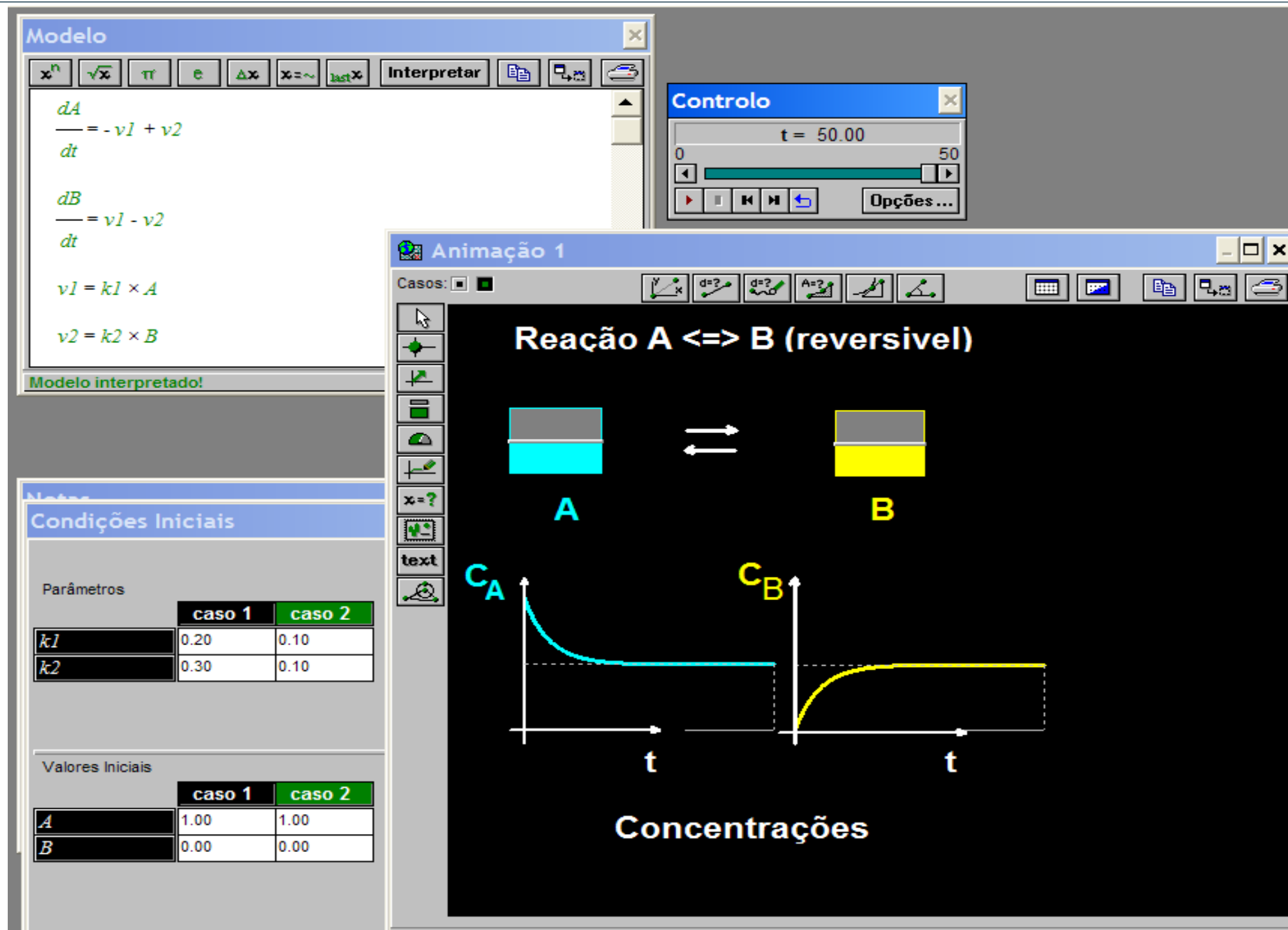
Animação: interatividade se resume a  
(~vídeo) parar, rodar, avançar  
rápida ou lentamente, retroceder  
rápida ou lentamente

Resultados de pesquisa: têm pouca eficácia sobre  
a aprendizagem dos alunos.

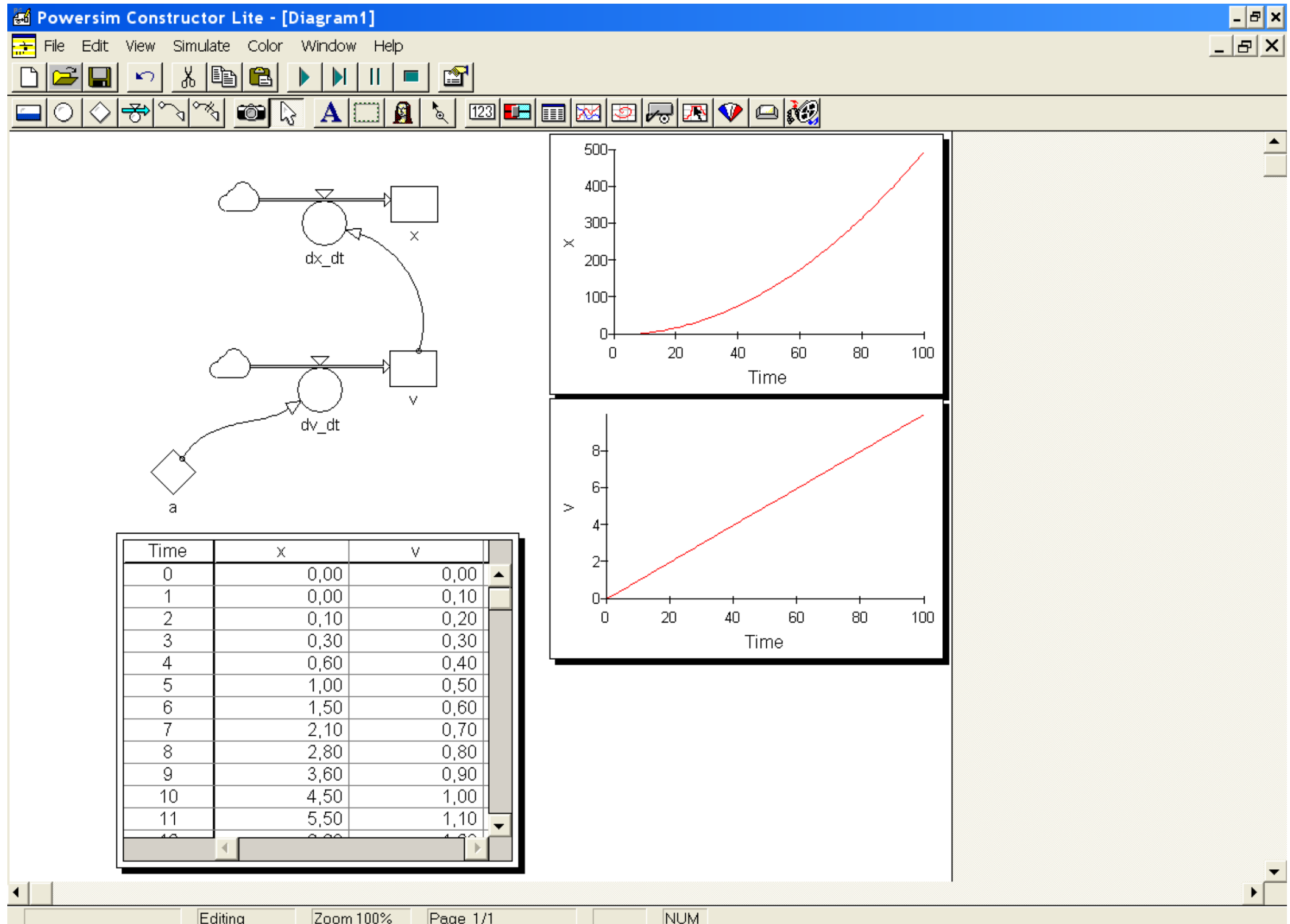
Por ex.,

Beichner, *A.J.P.* v. 64, n. 10, p.1272, 1996.

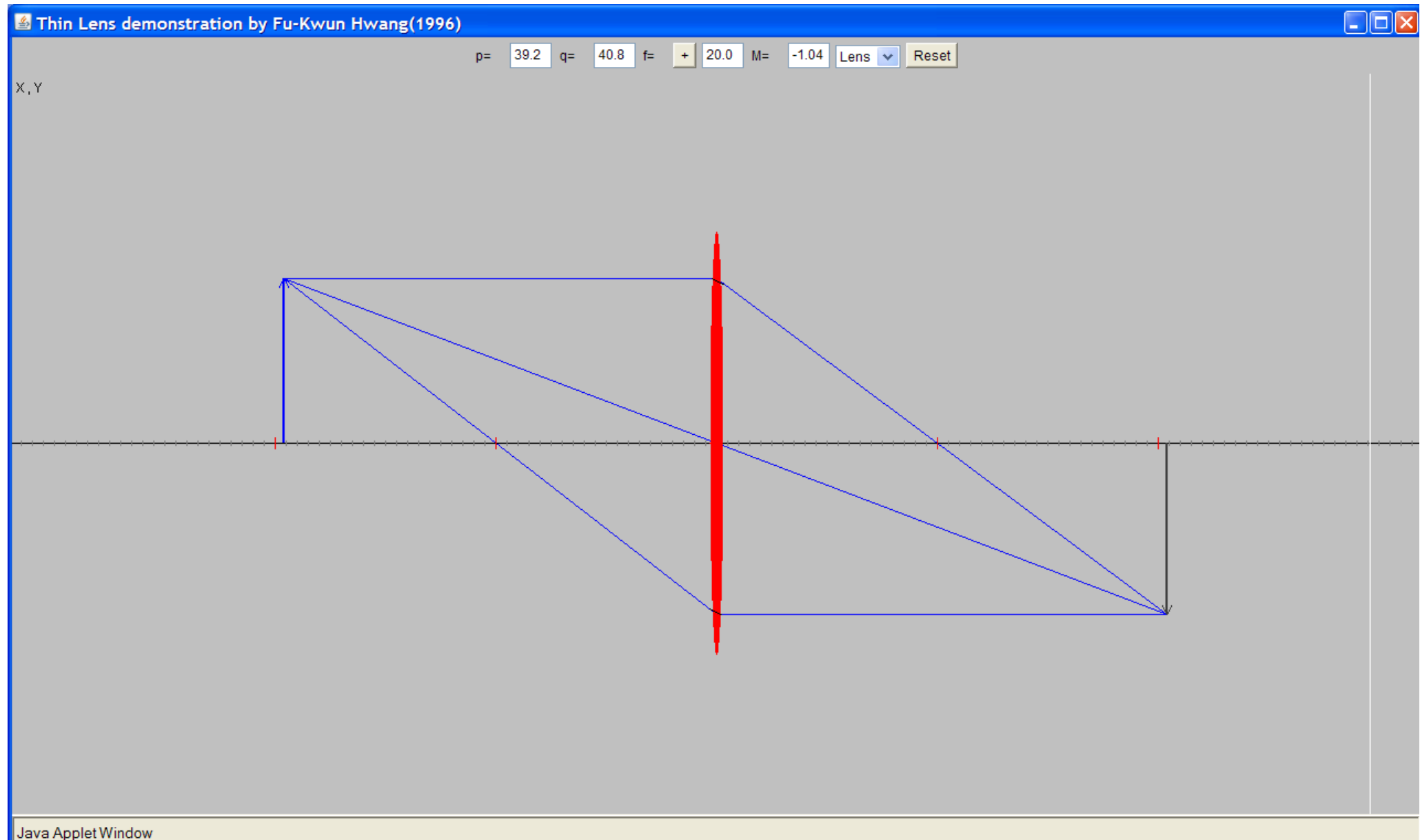
# Ex. de acesso aos primitivos do modelo no Modellus



# Ex. de acesso aos primitivos do modelo no Powersim



# Simulação: não dá acesso aos primitivos do modelo computacional



<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=48.0>

# Diferentes modos de uso de atividades de simulação e modelagem computacionais

## exploratório

O aluno observa, analisa e interage com modelos computacionais já construídos

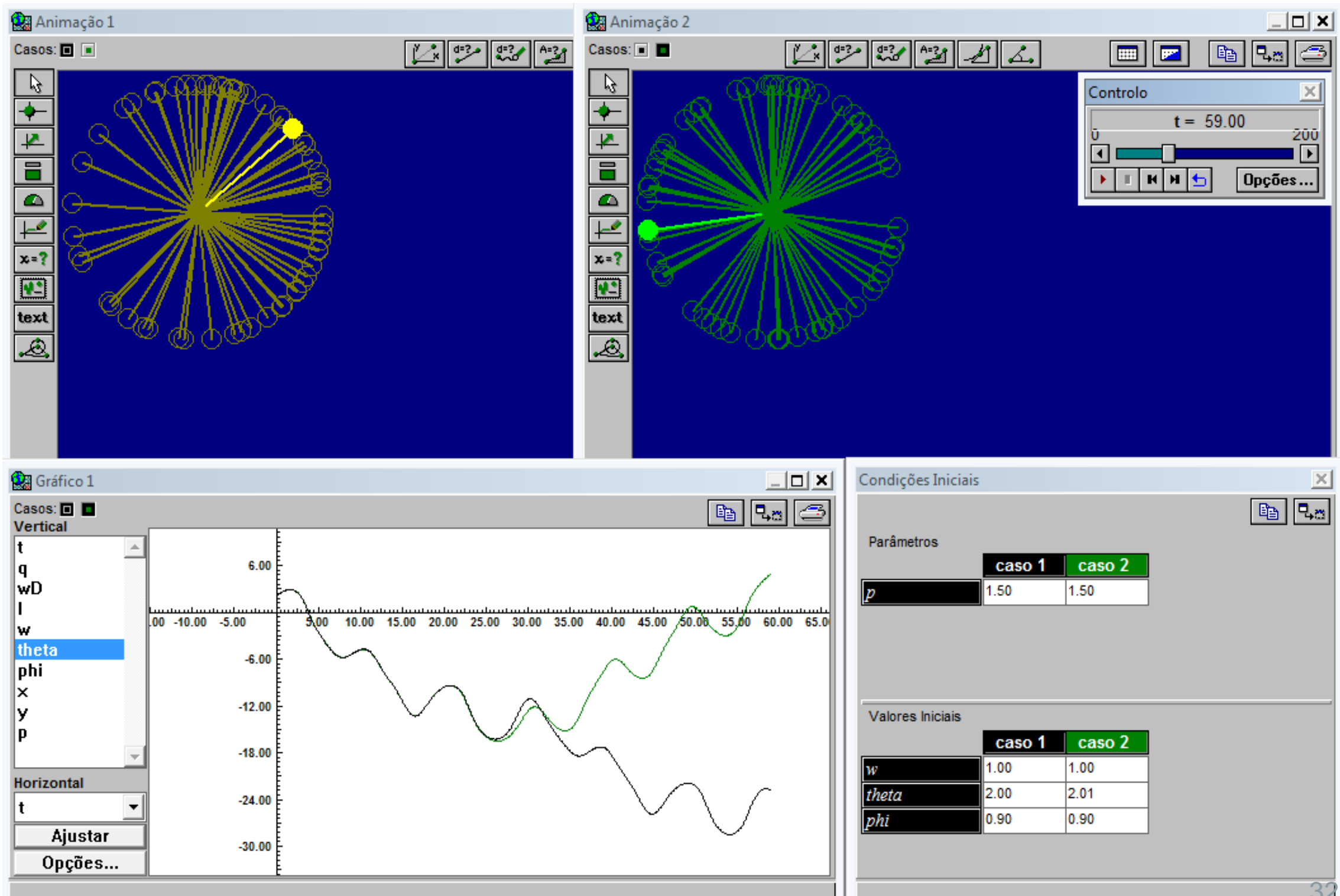
— de simulação

— de modelagem

## expressivo (criação)

O aluno passa por todo o processo de construção do modelo, desde sua estrutura matemática ou icônica, até a análise dos resultados.

# Ex. atividade simulação no modo exploratório: regime caótico





# Potencialidades das simulações computacionais

- permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses
- envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica
- apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos

Gaddis apud Medeiros e Medeiros 2002

# Outras vantagens no uso de simulações

- ajudar a identificar relações de causa e efeito em sistemas
- fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos
- auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta

Gaddis apud Medeiros e Medeiros 2002

# Mas nós perguntamos:

Que condições devem ser satisfeitas para que as simulações cumpram este papel?

Como fazer para que as vantagens apontadas se reflitam na aprendizagem?

# Quanto tempo o caminhão demorará para atravessar a ponte mantendo uma velocidade constante?

Dados:

*velocidade do caminhão = 20m/s, na direção e sentido da ponte;*

*comprimento do caminhão: 20m*

*comprimento da ponte: a) 80m; b) 2000m*

# Alguns dados sobre uma revisão da literatura de 1990 a 2004 (Tese de Ives Solano Araujo)

Objetivo da revisão: mapear trabalhos envolvendo o computador no ensino de Física em nível superior e médio, identificando as principais modalidades pedagógicas do seu uso e os tópicos de Física escolhidos como tema em artigos publicados pelas principais revistas da área desde os anos noventa.

Palavras-chave típicas usadas na busca: combinações da palavra “Física” com, por exemplo, computador, computacional, programa, simulações, modelagem, modelos, tutoriais, multimídia, coleta de dados, internet, etc. (Usamos palavras-chave em Português e Inglês)

Total de trabalhos sobre uso de TICs: 127  
de um total de > 5000 artigos publicados!

---

8 de discussões e/ou revisões da literatura

62 trabalhos de pesquisa ou propostas com  
avaliação empírica

57 e simples apresentações de propostas

Trabalhos de pesquisa ou propostas com avaliação  
empírica envolvendo o uso de atividades de  
simulação computacional no ensino de Física em  
nível médio (até 2004): 13

# Principais referências

AGUIAR, C. E. Disponível em:

<http://omnis.if.ufrj.br/~carlos/infoenci/notasdeaula/roteiros/aula01.pdf>

ARAUJO, I. S. Simulação de modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de Física Geral. Tese de doutorado. Instituto de Física, UFRGS, 2005.

ARAUJO, I. S. e VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v.4, n.3, p.5-18, 2004.

ANDREA A. DI SESSA, *Changing Minds Computers, Learning and Literacy*, MIT Press, 1999.

BRANDÃO, R. V; ARAUJO, I. S. e VEIT, E. A., A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física, Física na Escola, v.8, n.1, p.22-26, 2008.

BUNGE, M. (1974) Teoria e Realidade. São Paulo: Ed. Perspectiva. 243 p.

ESQUEMBRE, F. *Computers in Physics Education, Computer Physics Communications* 147, 13-18 2002.

JONASSEN, D. H. *Computadores como herramientas da mente*. Disponível em:

[http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/efect\\_cog.pdf](http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/efect_cog.pdf) Acesso em: 10 de julho de 2005.

MEDEIROS, A. & MEDEIROS, C. F. D. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.77-86, 2002.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mario Bunge e o ensino de ciências através de modelos. Investigações em Ensino de Ciências, v. 4, n. 3, paginação eletrônica, Dez. 1999.