



## Modelação de uma teoria no ensino da física

- O objectivo último da investigação pedagógica aplicada ao ensino da Física deve ser o estabelecimento de uma teoria de ensino que consolide e organize um corpo complexo de conhecimento numa perspectiva didáctica
  - Sem essa teoria, pouco conhecimento pedagógico poderia ser transmitido entre as sucessivas gerações de professores
  - Os professores não poderiam evoluir sem cometerem os erros dos seus antecessores

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Uma teoria de ensino da Física deve responder a duas questões:
  - Qual é a essência do objecto ensinado?
  - Como pode ser ensinado?
- A resposta à primeira pergunta incide sobre a análise da estrutura do conhecimento científico

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Uma teoria específica de modelos matemáticos e a modelação fornecem uma base de estratégia educativa centrada em modelos
  - Uma teoria de modelação no ensino da Física pode parecer óbvia aos físicos
    - Supõe a formulação explícita de coisas que conhecem muito bem
      - Isto não significa que a teoria do ensino seja trivial ou desnecessária

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Uma explicação de conhecimentos básicos é um pré-requisito óbvio para o desenvolvimento de um programa de ensino
  - Assegura as bases adequadas para aquilo que vai ser ensinado
- Quando o professor toma certas bases por adquiridas e as ignora durante o ensino, o estudante esforça-se até as re-descobrir por si próprio,
  - ou mais frequentemente, desenvolve alternativas para suprir as suas dificuldades

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- A estrutura do conhecimento científico
  - o conhecimento científico é **factual e processual**
    - **conhecimento factual:**
      - Consiste de teorias, modelos, dados empíricos, etc.
        - São interpretados pelos modelos de acordo com a teoria
    - **conhecimento processual:**
      - Consiste de estratégias, táticas e técnicas de desenvolvimento
        - Valida e utiliza o conhecimento factual (método científico)

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- O conhecimento factual é apresentado nos compêndios de física de um modo geralmente
  - claro
  - explícito
  - e ordenadamente agradável,
    - embora por vezes surjam lacunas e suposições implícitas

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- O tratamento do conhecimento processual nos compêndios é frequentemente inadequado
  - consistem em pouco mais do que:
    - generalidades sobre o poder do método científico
    - comentários informais sobre resolução de problemas
  - os estudantes são deixados à auto descoberta do conhecimento processual debatendo-se com problemas práticos e observando a performance dos professores
- Este facto resulta numa dificuldade e insucesso do reconhecimento e uso do método científico

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- O método científico envolve várias fases:
  - Observação
  - n-experiências
  - Hipóteses
  - Formulação de uma lei geral ou teoria

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- O ensino eficiente do conhecimento processual necessita de uma teoria organizadora baseada em **modelos e teorias**
  - Esta teoria depende de como caracterizamos a estrutura do conhecimento factual
    - Os cientistas geralmente concordam que a estrutura do conhecimento factual é formada por modelos e teorias

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Definições satisfatórias dos termos *modelo* e *teoria* não são geralmente apresentadas nos compêndios de física
- Também não são enunciadas pelos professores aos alunos
  - Geralmente, os seus significados derivam da familiaridade com uma colecção variada de exemplos
- A falta de esclarecimento sobre o significado dos termos *modelo* e *teoria* pode deixar os alunos confusos sobre o verdadeiro objecto da Física

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- **MODELO  $\Rightarrow$  é um substituto do objecto**
  - é uma representação de uma coisa real
  - os modelos em física são representações matemáticas
  - as propriedades físicas são representadas por variáveis quantitativas nos modelos usados

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- O modelo é um sistema físico, matemático ou lógico que representa as estruturas essenciais de uma realidade complexa
  - permite compreendê-la ou reproduzi-la
    - O modelo representativo da coisa real não deve ser confundido com a realidade representada

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Nas ciências de observação (Ciências da Natureza) deduzem-se, por vezes, leis fundamentais
  - Uma vez quantificadas, as leis constituem axiomas duma teoria matemática, logicamente desenvolvida
    - As leis permitem prever uma determinada categoria de fenómenos
  - Nestas condições diz-se que se tem um modelo matemático de certa realidade observável
    - Um modelo matemático só tem interesse quando os resultados a que conduz estão de acordo com a observação dentro de determinado grau de aproximação

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- O modelo matemático tem quatro componentes:
  - um **conjunto de nomes** para o objecto e agentes que com ele interagem, tal como para qualquer parte do objecto representada no modelo
  - um **conjunto de variáveis** (descritores) que representam propriedades do objecto
  - **equações do modelo**, que descrevem a sua estrutura e evolução temporal
  - uma **interpretação** relacionando as variáveis descritivas às propriedades do mesmo objecto que o modelo representa

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Três tipos de variáveis ou descritores
  - **variáveis objecto**: representam propriedades intrínsecas do objecto (massa, carga, momento de inércia, tamanho, forma)
    - têm valores fixos para um determinado objecto, pelo que de facto são variáveis sob o ponto de vista da modelação de uma teoria
  - **variáveis de estado**: representam propriedades intrínsecas cujos valores podem variar com o tempo (posição, velocidade, massa de um foguete, etc.)
  - **variáveis de interacção**: representam a interacção de algum objecto externo (designado agente) com o objecto modelado (força, trabalho, energia potencial, momento de uma força)



## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Mecânica de partículas – as equações do modelo consistem tipicamente de *equações do movimento* (equações da dinâmica)
  - Cada partícula é descrita por um conjunto de equações
  - Podem existir equações que descrevem certos tipos de interação

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Nalguns casos pode ser conveniente substituir as equações de movimento por **leis de conservação**
  - Relacionam variáveis de estado em instantes diferentes
    - Trata-se de uma representação alternativa do objecto
      - Não é um modelo diferente, a menos que a lei de conservação especificada contenha menos informação que as equações do movimento

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Nas equações de um modelo as **variáveis de interacção interna**, descrevendo interacções entre partes de um objecto composto, são expressas como funções de variáveis de estado
  - São variáveis dependentes que podem ser eliminadas matematicamente
  - No entanto, são essenciais para a interpretação do modelo

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- **As interpretações do modelo são tratadas casualmente nos compêndios**
  - Não surpreende que os modelos sejam confusos para os alunos
  - Uma prática comum entre os físicos e matemáticos é a identificação das equações de um modelo com o próprio modelo
    - Neste caso, assume-se a interpretação do modelo como garantida
      - mas isto só é verdadeiro para os especialistas

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Os estudantes necessitam reorganizar a interpretação como uma componente crítica do modelo
  - Sem uma interpretação adequada as equações de um modelo não representam nada
    - São apenas relações abstractas entre variáveis matemáticas

## Modelação de uma teoria no ensino da física

- Os estudantes não desenvolvem uma capacidade análoga à do professor para fazer automaticamente as interpretações dos modelos matemáticos
  - Sem uma interpretação adequada dos modelos matemáticos, as equações frequentemente parecem confusas e sem significado concreto para os estudantes de física