



A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- O ESPÍRITO HUMANO PROCURA LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS AO MENOS POR DOIS MOTIVOS
 - Porque lhe dão um certo tipo de compreensão do real
 - Porque lhe oferecem esquemas de previsão

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Teoria:
 - Conjunto de ideias, de conceitos, de princípios fundamentais organizados num sistema coerente e aplicados a um domínio científico
 - Traduz o conhecimento dos princípios fundamentais de um domínio científico
 - Motiva uma conjectura ou hipótese cuja validade é sujeita a verificação experimental
 - Estabelece um enquadramento sistemático de um conjunto de leis

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Uma teoria pode ser, genericamente, entendida como:
 - uma explicação lógica ou abstracta de um problema ou de um conjunto de problemas de qualquer ciência
 - uma hipótese já confirmada pela experiência e que faz parte integrante da ciência

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Uma teoria científica pode ser vista como um sistema de princípios concebidos para a modelação de um sistema real
 - O conceito de teoria pressupõe o conceito de modelo
 - Uma teoria científica pode estar relacionada com a experiência apenas através de modelos específicos que podem ser comparados com objectos reais

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- **Três componentes de uma teoria científica**
 1. Uma estrutura conceptual de leis genéricas e específicas caracterizando as variáveis descritivas da teoria
 2. Uma base semântica de regras de correspondência relacionando as variáveis descritivas às propriedades dos objectos reais
 3. Uma superestrutura de definições, convenções e teoremas para facilitar a modelação numa variedade de situações

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- O **quadro conceptual** da teoria científica determina a sua estrutura
- A **base semântica** determina a interpretação da teoria e de quaisquer modelos dela derivados
- O **quadro conceptual e a base semântica** são componentes essenciais de uma teoria e qualquer mudança destas produz uma nova teoria
- A **superestrutura de definições, convenções e teoremas** pode desenvolver-se e mudar com novas aplicações da teoria

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- **A lei resume-se a uma particularização da teoria**
 - Tem, como ela, o estatuto epistemológico de hipótese confirmada
 - Estabelece um princípio ou conjunto de princípios por que se regem determinados sistemas
 - Define uma regra ou conjunto de regras que subjazem à ordem dos fenómenos naturais
 - Traduz a expressão das relações estabelecidas pelos fenómenos da natureza
- As leis de uma teoria podem ser testadas e validadas apenas testando e validando os modelos derivados da teoria

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Nas ciências físico-naturais, **as leis científicas são proposições que exprimem regularidades**
 - Num caso avançado, como na Física, as leis são integradas em grandes sistemas de estruturas matemáticas – as teorias
- Na Física, as leis mantêm um estatuto epistemológico próprio
 - São formuladas em termos de observáveis
 - A sua verificação ou refutação está dependente apenas dos métodos da observação

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- **O conceito de lei científica é o conceito chave numa teoria científica**
 - É a relação entre variáveis descritivas que se presume representar a relação entre as propriedades dos objectos reais
 - A maior parte das leis físicas são expressas por equações matemáticas
 - É validada num domínio empírico

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- **Por vezes as leis assumem o estatuto de axioma ou postulado.**
 - Um **axioma** é uma sentença ou proposição que não é provada ou demonstrada
 - É considerada como óbvia ou como um consenso inicial necessário para a construção ou aceitação de uma teoria.
 - Por essa razão, é aceite como verdade e serve como ponto inicial para **dedução e inferências** de outras verdades (dependentes de teoria).
 - A inferência é o processo pelo qual se chega a uma proposição, firmada na base de uma ou outras mais proposições aceites como ponto de partida do processo.
 - Em muitos contextos, "**axioma**", "**postulado**" e "**hipótese**" são usados como sinónimos.

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

18 Leis básicas do universo e 5 Leis de conservação

Mecânica de Fluidos

- Princípio de Arquimedes

Mecânica clássica

- Três leis de Kepler do movimento planetário
- Três leis do movimento de Newton
- Lei de Newton da gravitação universal

Calor, energia e temperatura

- Lei de Newton do arrefecimento
- Lei de Boyle
- Lei da conservação da energia
- Primeira e segunda Lei de Joule
- Quatro leis da termodinâmica

Mecânica Quântica

- Princípio de incerteza de Heisenberg

Principais leis de conservação

- Conservação da massa
- Conservação da energia
- Conservação do momento linear
- Conservação do momento angular
- Conservação da carga

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- **As leis de uma teoria são classificadas em fundamentais ou derivadas**
 - as leis fundamentais são pressuposições independentes no quadro conceptual da teoria (Leis de Newton)
 - as leis derivadas são teoremas na superestrutura da teoria (teorema do trabalho-energia; teorema do impulso; lei de Galileu da queda dos corpos)

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- **As leis genéricas definem as variáveis fundamentais descritivas da teoria**
 - Aplicam-se a todos os modelos derivados da teoria
 - As três leis de Newton do movimento são leis genéricas da mecânica clássica definindo as variáveis fundamentais massa e força
- **As leis específicas aplicam-se apenas em condições especiais**
 - Lei da conservação da energia mecânica
 - Lei de definição de campo

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- **Subtilezas didácticas na formulação das leis de Newton**
 - Os compêndios apresentam desenvolvimentos explicativos (paráfrases) com o objectivo de tornar um enunciado conciso das leis mais inteligíveis para os alunos
- **O enunciado das leis podem apresentar algumas deficiências com implicações pedagógicas**
 - Estabelecem relações de proporcionalidade entre uma força referida em termos abstractos e a aceleração
 - A terceira lei não é devidamente considerada
 - Não estabelecem explicitamente que *toda a força está associada a um agente que exerce uma acção*
 - Não realçam o facto de que toda a força é uma função binária descrevendo a *acção de um agente sobre um objecto*

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- **O enunciado das leis podem apresentar algumas deficiências com implicações pedagógicas**
 - Um grande número de alunos reforça a convicção de que uma força pode ser *transmitida* ao corpo (teoria ímpeto) e actua sobre ele independentemente da acção de qualquer agente
 - Uma formulação rigorosa começa por referir forças que actuam sobre e pelas partículas e posteriormente definem a força sobre um corpo como a soma das forças que actuam sobre as suas partículas
 - Frequentemente são suscitadas dúvidas sobre o ponto de aplicação das forças
 - A mudança da dinâmica do ponto material para o contexto da dinâmica de sistemas (com o aparecimento de novos conceitos como o de centro de massa) torna-se confuso para os alunos
 - Distinção entre aceleração do corpo e aceleração do centro de massa não parece clara para o aluno

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- **O enunciado das leis podem apresentar algumas deficiências com implicações pedagógicas**
 - O conjunto de leis da mecânica podem aparecer incompletas em aspectos importantes
 - As leis básicas da cinemática envolvendo os conceitos de posição, tempo, e movimento podem não estar explicitamente formuladas
 - O estatuto lógico das leis específicas das forças, caracterizando um tipo de interação, podem não estar nitidamente delineadas
 - Os estudantes não são informados de que o conceito de *lei da força* é uma parte essencial do conceito de força

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Como podem os alunos distinguir os conceitos básicos, leis de conceitos derivados e leis fundamentais?
- Como podem distinguir o essencial do acessório?
- Como identificar a discrepância entre as suas convicções e os conceitos científicos se estes não estiverem adequadamente delineados?

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Em vez de uma mera listagem das leis de Newton, como frequentemente é feito, seria oportuno classificar as leis de acordo com a sua função na teoria da mecânica clássica
 - As leis da mecânica são de três tipos:
 - Leis da Cinemática
 - Leis da Dinâmica
 - Leis da interacção

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Classificação das leis da mecânica
 - leis fundamentais da cinemática: definem os conceitos espaço físico, tempo (sucessão de momentos em que se desenrolam os acontecimentos), sistema de referência, partícula, posição e trajectória.
 - A primeira lei de Newton pode considerar-se pertencer a esta classe, porque define o conceito de sistema de referência inercial, distinguindo-o de sistema de referência acelerado

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Classificação das leis da mecânica
 - leis fundamentais da dinâmica: determinam a evolução temporal das variáveis de estado.
 - A lei fundamental da dinâmica é a segunda lei de Newton
 - Existem outras leis dinâmicas derivadas que são aplicáveis em condições especiais:
 - leis de conservação da energia, momento linear, momento angular

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Classificação das leis da mecânica
 - Algumas leis dinâmicas são aplicáveis a tipos especiais de modelos
 - a descrição do movimento do corpo rígido necessita da aplicação simultânea de duas leis dinâmicas:
 - teorema do centro de massa para caracterizar o movimento de translação
 - teorema do momento da força – momento angular para caracterizar o movimento rotacional

A MODELAÇÃO DE LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS

- Classificação das leis da mecânica
 - leis de interacção: incluem a terceira de Newton, a lei da sobreposição das forças, a variedade específica das leis de interacção
 - as interacções conservativas podem ser em alternativa caracterizadas por funções energia potencial
- Os estudantes podem beneficiar de uma classificação sistemática e completa das interacções e respectivas leis, com ênfase nos agentes para cada tipo de interacção e as condições em que são significativas