

## 2 - Modelos Mentais

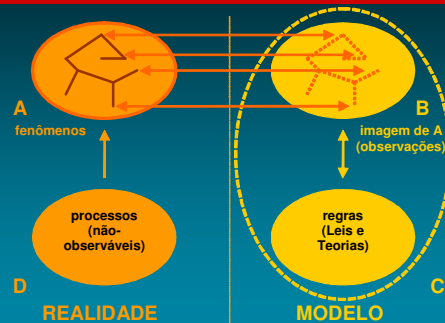
### Perspectivas Atuais do Ensino de Matemática e Ciências

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

1/39

## Ciência & Realidade



26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

2/39

## Modelos mentais

- Craik (1943):
- análogos estruturais do mundo
- percepção: tradução de eventos externos em modelos internos
- raciocínio: manipulação das representações simbólicas
- resultado traduzido em ações

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

3/39

## Modelos mentais

- “Entender um evento é saber como ele é causado, o que resulta dele, como provocá-lo, influenciá-lo e evitá-lo.” (Johnson-Laird)
- “É ter um modelo de trabalho desse evento.”

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

4/39

## Modelos mentais

- podem ser acompanhados de imagens
- podem ser executados, i.e., podem simular um sistema físico
- são incompletos, instáveis e até parcialmente ad-hoc
- não são científicos: mantêm superstições porque custam pouco esforço

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

5/39

## Regra de ouro

- utilizamos experiências anteriores para reduzir a busca de alternativas
- efeito de pressupostos, preconceitos e pseudonecessidades: concepções intuitivas

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

6/39

## Exemplo

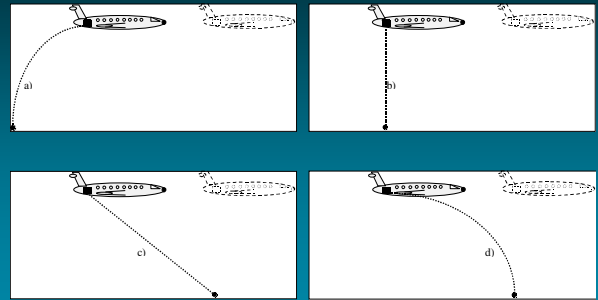
- Um caçador sai de sua casa pela manhã e anda 2km para o Sul e não encontra caça.
- Anda 2km para o Leste, encontra e mata um urso.
- Anda 2km para o Norte e chega em casa.
- Qual a cor do urso?

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

7/39

## Exemplo



26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

8/39

## A Teoria de Johnson-Laird

- construtos representacionais:
  - modelos mentais (alto nível)
  - imagens (alto nível)
  - proposições (baixo nível)
- Modelos Mentais liberam a cognição humana de trabalhar com código proposicional

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

9/39

## Representações

- externas × internas
- verbais × não-verbais

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

10/39

## Representações externas

- mapas
- diagramas
- textos

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

11/39

## Representações internas

- não captamos o mundo exterior diretamente
- precisamos representá-lo interiormente
- podem ser:
  - analógicas: visuais, olfativas, tácteis, etc.
  - proposicionais: fórmulas, leis, princípios
  - modelos mentais

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

12/39

## Representações não-verbais

- analógicas (semelhança de estrutura),
- não discretas (não individuais)
- concretas (representam entidades reais e particulares do mundo exterior) e
- específicas do meio pelo qual a informação é adquirida

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

13/39

## Representações Verbais

- arbitrárias,
- individuais,
- abstratas,
- regradas

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

14/39

## Representações proposicionais

- tipo-linguagem (captam conceitos)
- representações mentais de uma proposição verbalmente exprimíveis de objetos, eventos, estados de coisas, etc.
- “são interpretadas como verdadeiras ou falsas à luz de modelos mentais”

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

15/39

## Exemplo

- “O quadro está na parede”
- afirmação verdadeira para qualquer posição do quadro ou mesmo que esteja junto ao chão

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

16/39

## Exemplo

- “A força resultante que atua sobre um corpo imprime-lhe uma aceleração que é na direção da força e tem uma intensidade inversamente proporcional à massa do corpo”
- $\Rightarrow$  em qualquer outra língua
- $\Rightarrow F=ma$

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

17/39

## Linguagem mental

- mente trabalha em ‘mentals’, código proposicional próprio
- qualquer representação poderia ser traduzida para ‘mentals’

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

18/39

## Imagens × proposições

- **proposicionalistas**: imagens podem ser reduzidas a representações proposicionais
- **imagistas**: “imagens são modelos mentais vistos de uma certa perspectiva” (Johnson-Laird)

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

19/39

## Estágios do raciocínio

- compreensão das premissas
- formulação de uma conclusão inédita
- procedimentos de revisão
- erros: memória de trabalho limitada; revisão incompleta

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

20/39

## Exemplo

- O abajur está à direita do bloco de notas
- O livro está à esquerda do abajur
- O relógio está à frente do livro
- O vaso está à frente do bloco de notas
- Qual a posição relógio rel. ao vaso?

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

21/39

## Princípio da Computabilidade

- modelos mentais são computáveis: procedimentos executáveis por uma máquina
- Psicologia Cognitiva: mente como computador

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

22/39

## Princípio da Finitude

- **modelos mentais são finitos**: não podem representar um domínio infinito
- (o cérebro é finito)
- ⇒ possível modelar mentalmente o cérebro?

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

23/39

## Princípio do Construtivismo

- modelos mentais são construídos:
  - a partir de elementos básicos
  - organizados em uma certa estrutura
  - para representar um estado de coisas
- existe um número infinito de estados de coisas mas apenas um mecanismo finito (cérebro)

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

24/39

## Construção

- percepção visual  $\Rightarrow$  única entidade
- discurso (indeterminado, compatível com muitos estados diferentes)  $\Rightarrow$  problema

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

25/39

## Princípio da Economia

- um único estado mental representa toda uma descrição de estado de coisas, ainda que de forma incompleta
- cada nova asserção pode implicar revisão do modelo para acomodá-la

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

26/39

## Exemplo

- “O livro está sobre a prateleira”: aplicável a todos os livros que estão lá
- pode ser tornada específica para aquele livro ao qual se refere
- especificação pode levar a contradições  $\Rightarrow$  revisão
- imagem: mesma informação mas vista de um ângulo específico

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

27/39

## Conteúdo conceitual

- concepção que o ser humano tem do mundo é função do seu aparato conceitual  $\Rightarrow$  conteúdo conceitual do modelo é limitado pela natureza do aparato cognitivo humano
- $\Rightarrow$  ...

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

28/39

## Princípio da Não-Indeterminação

- modelos mentais só podem representar indeterminações se não resultar em incomputabilidade (crescimento exponencial em complexidade)
- acomodações sucessivas levam a crescimento intratável do número de interpretações do modelo

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

29/39

## Princípio da Predicabilidade

- um predicado não pode ter interseção vazia de aplicabilidade com outros predicados
- conceito definido por predicados que não tivessem nada em comum seria não natural e não estaria normalmente representado em modelos mentais

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

30/39

## Princípio do Inatismo

- todos os primitivos conceituais são inatos
- também há primitivos procedimentais inatos

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

31/39

## Princípio do Inatismo

- existe um número finito de primitivos conceituais: campos semânticos e operadores semânticos
- campos semânticos: conceitos
- operadores semânticos: relações entre os conceitos (tempo, espaço, possibilidade, causa, intenção, etc.)

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

32/39

## Princípio da Identidade Estrutural

- estrutura do modelo  $\approx$  estrutura dos estados de coisas
- questão de economia: até as relações estruturais no modelo devem ter seu papel

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

33/39

## Modelos físicos

- **relacional**: quadro formado por elementos, suas propriedades e relações entre eles
- **espacial**: relações espaciais (localizações)
- **temporal**: seqüência de quadros de dimensão constante, em ordem temporal
- **cinemático**: temporal, psicologicamente contínuo; representa mudanças e movimentos
- **dinâmico**: cinemático com relações causais
- imagem: vista da representação

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

34/39

## Modelos conceituais

- **monádico**: representa asserções sobre indivíduos, suas propriedades e identidades: elementos, = e  $\neq$  e incerteza
- **relacional**: relações abstratas entre entidades do modelo monádico
- **meta-lingüístico**: expressões lingüísticas e relações entre elas e elementos do monádico
- **conjunto-teórico**: conjuntos, suas propriedades e relações entre eles

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

35/39

## Exemplos

### Monádico

escultor = artista  
(artista)

### Meta-lingüístico

homem  
'João'  $\rightarrow$  homem  
homem

### Relacional

a - b  
a - b  
a -

### Conjunto-teórico

$\left\{ \begin{array}{l} b1 \\ b2 \\ b3 \end{array} \right.$

26-ago-2009

© www.fisica-interessante.com

36/39

## Aplicação ao ensino

- aprender: construir modelos mentais
- ensinar: facilitar a construção e revisão de modelos mentais
- professor:
  - apresenta modelos conceituais projetados para facilitar seu entendimento e ensino
  - espera que seus alunos construam modelos mentais consistentes com eles

## Referências

## Referências

- MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de Aprendizagem. cap. 12.
- EISENC, Michael & KEANE, Mark T. Psicologia Cognitiva.