



# SEM5951

## Fatores Humanos em Aviação

### Cognição Humana parte 2

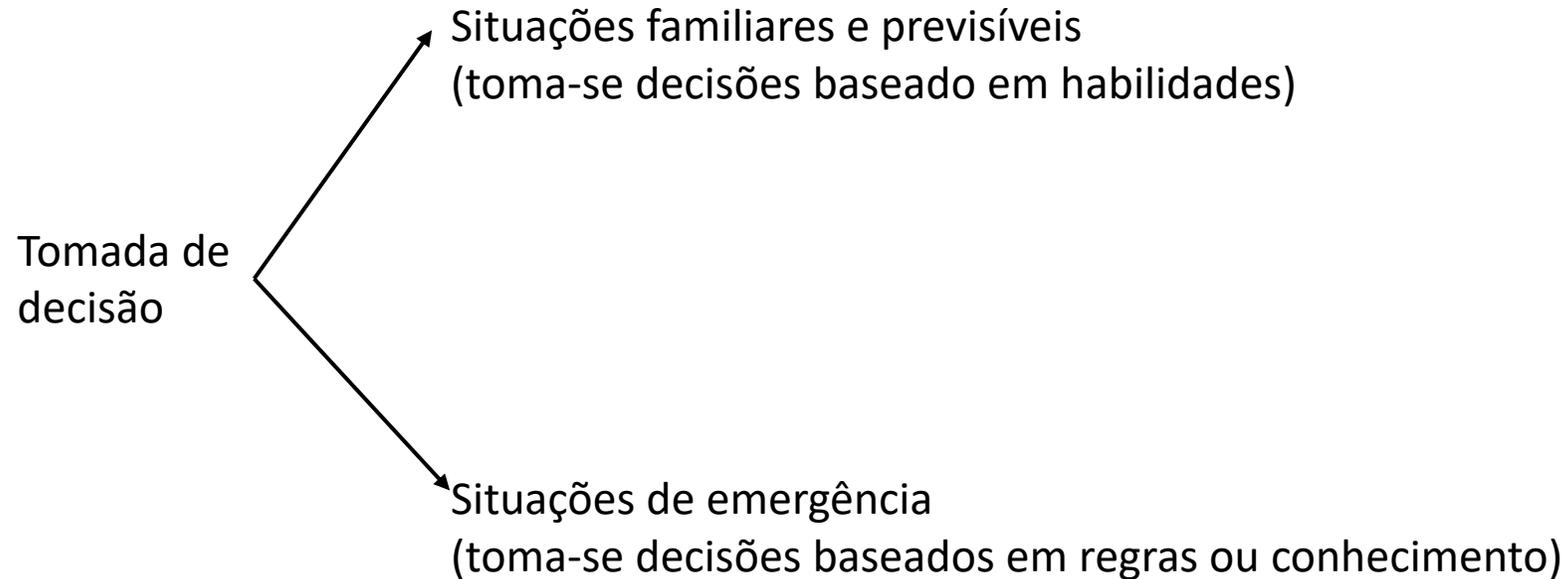
Prof. Dr. Jorge Henrique Bidinotto

[jhbidi@sc.usp.br](mailto:jhbidi@sc.usp.br)

- Solução de problemas
- Lógica e raciocínio
- Tomada de decisão
- Melhoria de decisões
- Aquisição de habilidades cognitivas
- Os especialistas

- Solução de problemas
- Lógica e raciocínio
- Tomada de decisão
- Melhoria de decisões
- Aquisição de habilidades cognitivas
- Os especialistas

- A solução de problemas se baseia na tomada de decisões



- Há duas formas de se modelar a tomada de decisão pelo ser humano:
  - Normativa: baseado em regras, normas e lógica (apesar de o ser humano constantemente falhar no processo de pensar de forma lógica)
  - Descritiva: Tenta descrever o que o ser humano realmente pensa. É uma forma de se tentar explicar o motivo de ele falhar nas decisões normativas
- Exemplo: a Torre de Hanói



- **A Hipótese do Espaço do Problema**
- Parte do princípio de que qualquer tipo de solução de problemas tem um estado inicial e um estado final (problema resolvido)
- A solução do problema é composta de:
  - Conjunto de estados (posições possíveis das peças na Torre de Hanói)
  - Conjunto de operadores (movimentos)
  - Estratégia, normalmente limitada por regras ou crenças (peças maiores não podem ficar acima das menores)



- A Hipótese do Espaço do Problema
- Estratégia
- Normalmente limitada por regras ou crenças
- Exemplo: Problema dos 9 pontos

Ligue todos os pontos com apenas 4 retas. Não retire o lápis do papel



(os princípios de Gestalt atrapalham nesse caso?)

- A Hipótese do Espaço do Problema
- Estratégia
- Existem diferentes tipos de estratégia na solução de problemas:

- Tentativa e erro
- Encadeamento direto (trabalhando pra frente):

O agente parte do estado inicial e traça estratégias para chegar à solução

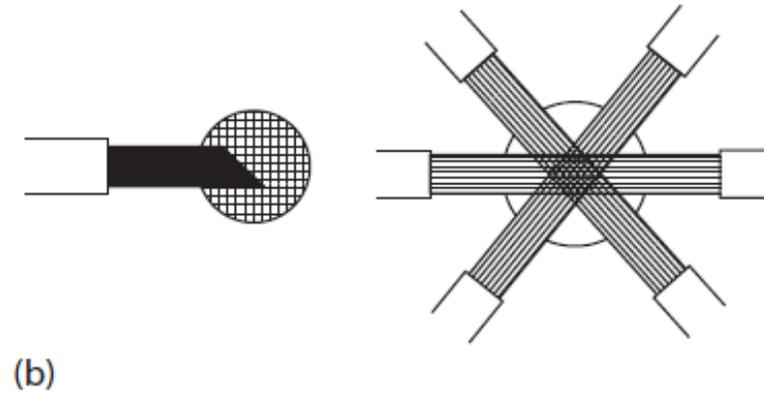
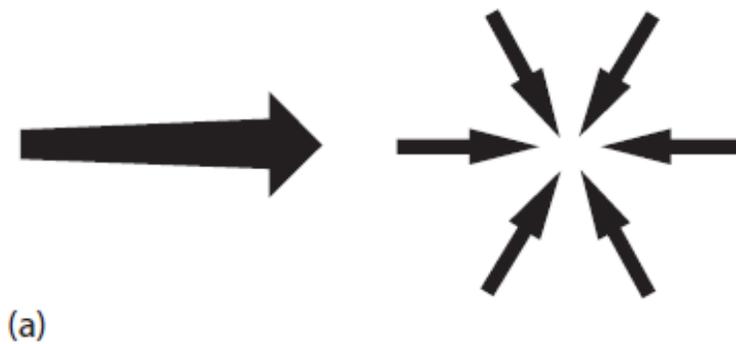
- Encadeamento reverso (trabalhando pra trás):

O agente parte da solução e traça estratégias para se atingí-la

- Submetas de operador (Hill climbing):

O agente toma decisões de forma a diminuir a distância entre sua posição inicial e o estado final almejado

- Analogia
- Forma comum e eficiente para possível solução de problemas
- Busca-se uma situação semelhante em algum aspecto e se aplica a solução realizada nessa situação
- Em geral o ser humano não possui boas habilidades em analogias
- Exemplo: O dilema da radiação x estratégia militar



- Solução de problemas
- **Lógica e raciocínio**
- Tomada de decisão
- Melhoria de decisões
- Aquisição de habilidades cognitivas
- Os especialistas

- Tipos de raciocínio:
  - Dedutivo
  - Indutivo
  - Abduativo

- **Raciocínio Dedutivo:**
- É o que conhecemos como lógica formal
- Exemplo:
  1. Ninguém do time chegou
  2. Fernanda é do time
  3. Fernanda não chegou

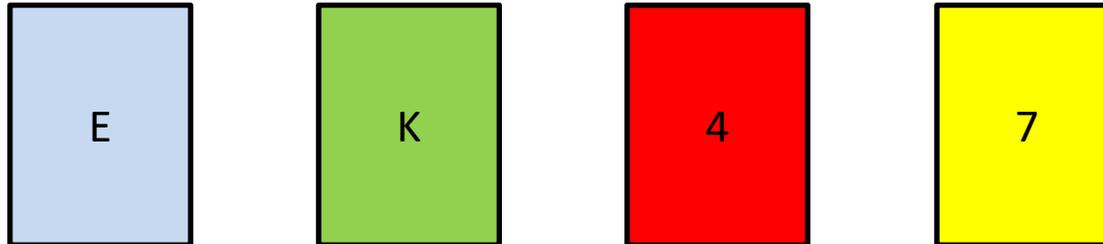
    } Premissas

    → Conclusão lógica
- Este tipo de raciocínio (*Premissa ENTÃO Conclusão*) é chamado de Silogismo, e pode ser de dois tipos:
  - Silogismo condicional
  - Silogismo categórico

- **Raciocínio Dedutivo:**
- Silogismo Condicional:
- Lógicas de afirmação ou negação
- Exemplo de afirmações válidas e inválidas em silogismo condicional

	<b>Afirmação</b>	<b>Negação</b>
<b>Válido</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se a luz vermelha acende, o motor está superaquecido</li> <li>2. A luz vermelha acendeu</li> <li>3. O motor está superaquecido (conclusão)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se a luz vermelha acende, o motor está superaquecido</li> <li>2. O motor não está superaquecido</li> <li>3. A luz vermelha não acendeu (conclusão)</li> </ol>
	<b>Afirmação do conseqüente</b>	<b>Negação do antecedente</b>
<b>Inválido</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se a luz vermelha acende, o motor está superaquecido</li> <li>2. O motor está superaquecido</li> <li>3. A luz vermelha acendeu (conclusão)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se a luz vermelha acende, o motor está superaquecido</li> <li>2. A luz vermelha não acendeu</li> <li>3. O motor não está superaquecido (conclusão)</li> </ol>

- Raciocínio Dedutivo:
- Silogismo Condicional:
- Exemplo: teste das cartas
- Premissa: se a carta tem uma vogal na parte frontal, ela possui um número na parte traseira



- Afirmação válida: há um número na parte traseira da carta azul
- Afirmação inválida: é uma vogal na parte traseira das cartas vermelha e amarela

- Raciocínio Dedutivo:
- Silogismo Categórico:
- Lógicas que incluem quantificação
- Exemplo:

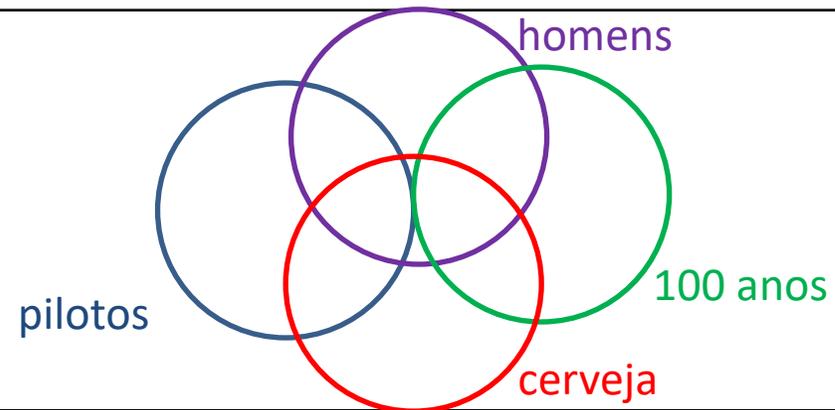
Afirmção Válida	Afirmção Inválida
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alguns pilotos são homens</li> <li>2. Alguns homens bebem cerveja</li> <li>3. Alguns pilotos bebem cerveja (conclusão)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alguns pilotos são homens</li> <li>2. Alguns homens têm mais de 100 anos</li> <li>3. Alguns pilotos têm mais de 100 anos (conclusão)</li> </ol>

Essa hipótese ignora fatos importantes e limitadores, nesse caso

- **Raciocínio Dedutivo:**
- Silogismo Categórico:
- Lógicas que incluem quantificação
- Exemplo:

Afirmção Válida	Afirmção Inválida
1. Alguns pilotos são homens 2. Alguns homens bebem cerveja 3. Alguns pilotos bebem cerveja (conclusão)	1. Alguns pilotos são homens 2. Alguns homens têm mais de 100 anos 3. Alguns pilotos têm mais de 100 anos (conclusão)

A hipótese da atmosfera mostra que esses conjuntos não precisam necessariamente ser parte uns dos outros



- **Raciocínio Indutivo:**
- Difere da dedução, pois mesmo com premissas verdadeiras, a hipótese pode ser falsa
- Exemplo:
  1. Todas as provas da disciplina foram fáceis
  2. Esta semana terá a prova final
  3. A prova final será fácil

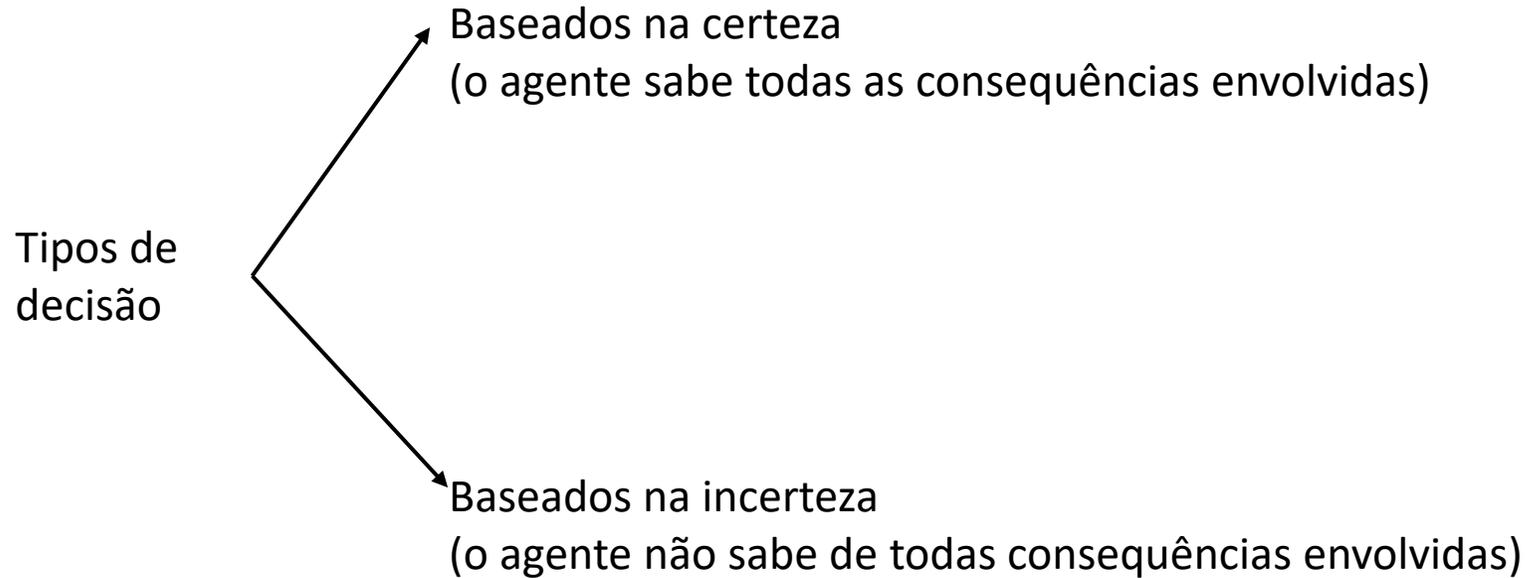
→ Conclusão induzida (inválida)

} Premissas

- **Raciocínio Indutivo:**
- A indução é um mecanismo importante do cérebro, pois facilita “economia” de memória
- Exemplo:
  - Se tem asas, então voa
- Não é necessário ter na memória que pardais voam, araras voam, etc.
- Porém isso nem sempre é verdade (avestruz)
- Heurísticas erradas podem levar a induções erradas

- **Raciocínio Abduativo** (ou Retrodução):
  - Explica padrões de dados
  - Entretém várias hipóteses
  - Infere a melhor explicação
  - Pela observação de fenômenos, observa padrões, cria uma hipótese e a explica
  - Difere da dedução, pois não é derivado de fenômenos
  - Difere da indução, pois não generaliza as propriedades, e sim sua causa
  - É o tipo de conclusão utilizada na ciência e na observação da natureza

- Solução de problemas
- Lógica e raciocínio
- Tomada de decisão
- Melhoria de decisões
- Aquisição de habilidades cognitivas
- Os especialistas



- A tomada de decisão pode ser baseado na:
  - Teoria Normativa: as decisões são baseadas em motivos lógicos
  - Teoria Descritiva: buscam descrever o motivo de certas decisões serem tomadas

- Teoria Normativa
- O modelamento desse tipo de tomada de decisão gerou a Teoria da Utilidade Esperada

$$E(u) = \sum_i p(i)u(i)$$

Utilidade esperada

Probabilidade do i-ésimo resultado

Valor agregado ao i-ésimo resultado

- Exemplo:

Jogo A		Jogo B	
Resultado	Probabilidade	Resultado	Probabilidade
Ganhar \$10	10%	Ganhar \$1	90%
Perder \$1	90%	Perder \$10	10%

- **Teoria Normativa**
- As diferentes regras para tomada de decisão (parâmetros em que o agente se baseia) são denominados AXIOMAS
- Nem sempre os axiomas são cumpridos. Nesses casos, são denominadas como decisões IRRACIONAIS

- Teoria Descritiva
- Parte de seis princípios para explica por que as pessoas violam os axiomas e como melhorar suas escolhas
- Transitividade e enquadramento:
- Transitividade ocorre quando parte das diferenças entre as alternativas são ignoradas em algumas situações, mas não em outras. Exemplo: escolha de uma academia

	<b>Academia A</b>	<b>Academia B</b>	<b>Academia C</b>
Pacote anual (\$200 - \$550)	\$230/ano	\$420/ano	Não disponível
Qualidade dos aparelhos (ruim a excelente)	médio	Não disponível	Muito bom
Tempo de deslocamento (5-30 minutos)	Não disponível	6 minutos	18 minutos

- **Teoria Descritiva**

- Transitividade e enquadramento:

- Enquadramento é o contexto em que a informação é passada, podendo alterar a decisão. Exemplo: Imagine que em uma região ocorre uma epidemia e são esperadas a morte de 600 pessoas. Você deve escolher um dos dois programas de combate.

- As informações são:

Se o programa A for adotado, 200 pessoas serão salvas. Se o programa B for adotado, há 1/3 de probabilidade de as 600 pessoas serem salvas e 2/3 de probabilidade de nenhuma pessoa ser salva

- Em outro contexto:

Se o programa A for adotado, 400 pessoas morrerão. Se o programa B for adotado, há 1/3 de probabilidade de não haver mortes, e 2/3 de probabilidade de 600 pessoas morrerem

- Teoria Descritiva
- Racionalidade limitada:
- Ocorre quando não temos todas as informações para a tomada de decisão, ou nossa percepção aos fatos está limitada. Exemplo: escolha de um modelo de telefone celular
- Eliminação por aspectos:
- Escolha de parâmetros mais importantes para a tomada de decisão. Exemplo: descartar modelos de telefone celular acima de \$2.000
- Em situações de estresse, a eliminação por aspectos nos leva a observar melhor aspectos negativos, e tomar decisões favorecendo parâmetros mais “básicos”



Pirâmide de Maslow

- Teoria Descritiva
- Disponibilidade:
- Facilidade de se recuperar informações e eventos na memória. Exemplo: em 2020 morreram mais pessoas de COVID ou de problemas cardíacos?
- Representatividade:
- Usar grau de semelhança entre eventos diferentes como indicação da probabilidade de eles acontecerem.
- Exemplo: qual a probabilidade de a Mega-Sena sortear a combinação 1-2-3-4-5-6?

- Teoria Descritiva
- Estimativa de probabilidade:
- Estima a probabilidade baseado em dados
- Em geral não é uma habilidade muito presente no ser humano
- Em muitos casos, um dado qualquer nos leva a um julgamento preliminar. Isso é conhecido como Ancoragem

Exemplo: ele estava na cena do crime? Então ele é o assassino!!

- Geralmente a ancoragem nos leva a tomar decisões mais conservadoras

- Solução de problemas
- Lógica e raciocínio
- Tomada de decisão
- **Melhoria de decisões**
- Aquisição de habilidades cognitivas
- Os especialistas

- Fatores externos influenciam em decisões ruins, como estresse, pressão, etc.
- O design de um equipamento pode auxiliar na melhoria da tomada de decisões, de três formas:
  - Programas de treinamento e formação
  - Melhoria na concessão de tarefas
  - Desenvolvimento de auxílio à decisão
- Treinamento e formação:
- Os equipamentos devem fazer tarefas bem específicas e favorecer que treinamentos auxiliem o usuário
- Treinamentos são mais efetivos quando feitos para tarefas específica

- Fatores externos influenciam em decisões ruins, como estresse, pressão, etc.
- Melhoria na concessão de tarefas:
- A forma de se passar as tarefas para um agente pode ser decisivo na sua tomada de decisão.  
Exemplo: enquadramento visto anteriormente
- Sistemas de auxílio à decisão:
- Podem ser desde muito simples até muito complexos, utilizando Inteligência Artificial, por exemplo
- Em geral, possuem três partes:
  - Interface
  - Controle
  - Base de dados

- Fatores externos influenciam em decisões ruins, como estresse, pressão, etc.
- Sistemas de auxílio à decisão:
- Exemplos:
  - Amarrar uma fita no dedo (fatos pouco usuais estimulam a memória)
  - Matriz de tomada de decisão
  - Sistema de diagnóstico médico computadorizado
  - Sistema de sugestão de títulos em “streamings” ou sites de compra



Matriz de Tomada de Decisão					
MÁQUINA	Preço	Tempo de Instalação	Produtividade (x 1,5)	Custo de Manutenção	NOTA
A	3	2	$1 \times 1,5 = 1,5$	2	8,5
B	4	2	$2 \times 1,5 = 3$	3	12
C	2	3	$3 \times 1,5 = 4,5$	2	11,5
D	2	2	$4 \times 1,5 = 6$	3	13

- Solução de problemas
- Lógica e raciocínio
- Tomada de decisão
- Melhoria de decisões
- **Aquisição de habilidades cognitivas**
- Os especialistas

- **Definições preliminares:**
- Habilidade: Capacidade de realizar tarefas com alto desempenho e baixo esforço
- As tarefas, por sua vez, podem ser classificadas de quatro formas diferentes:

Tarefas			
Convergente/divergente	Algorítmica/Não-algorítmica	Dedutivo/indutivo	Fechadas/abertas
<p><u>Convergente</u>: A tarefa exige uma resposta e se dá por encerrada</p> <p><u>Divergente</u>: a resposta leva à necessidade de outra resposta</p>	<p><u>Algorítmica</u>: Não requerem compreensão para que sejam realizadas</p> <p><u>Não-algorítmica</u>: requerem raciocínio e compreensão para sua realização</p>	<p>Classificação conforme premissas e hipóteses (definição apresentada anteriormente)</p>	<p><u>Fechadas</u>: tarefas com consequências previsíveis</p> <p><u>Abertas</u>: tarefas com consequências imprevisíveis</p>

- Tarefas altamente especializadas podem não se aplicar a uma ou mais dessas classificações

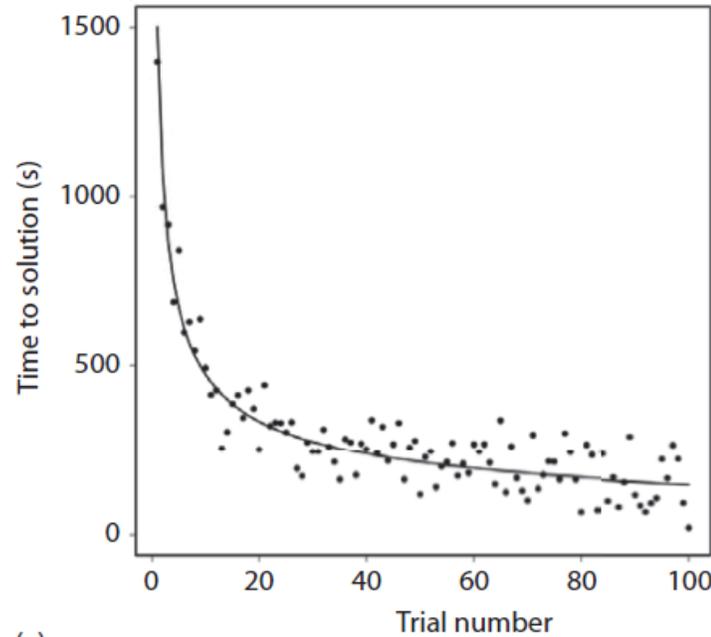
- A Lei do poder da prática
- “A prática leva à perfeição”
- Tentou-se uma forma de se modelar matematicamente essa frase

$$T = BN^{-\alpha}$$

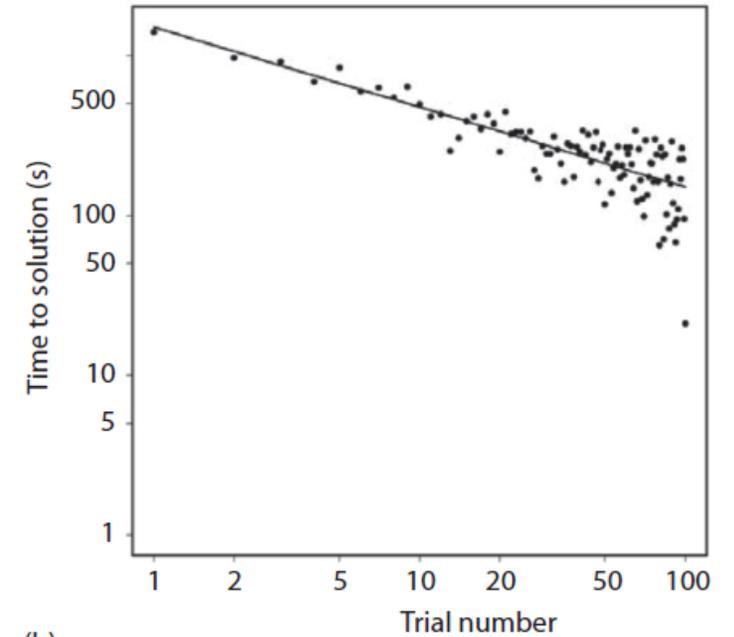
Tempo para se realizar uma tarefa

Número de vezes que praticou a tarefa

$B$  e  $\alpha$  são constantes positivas



(a)



(b)

- A Lei do poder da prática
- Uma evolução da equação anterior levou em consideração que a assíntota nunca pode ser zero

$$T = A + B(N + E)^{-\alpha}$$

Menor tempo  
possível para se  
realizar uma tarefa

Experiência prévia  
sobre a tarefa

- **Taxonomia das habilidades**
- Duas formas de classificação da aquisição de habilidades:
  - Fases de aquisição de habilidades de Fitts
  - Níveis de comportamento de Ramunssen

- **Taxonomia das habilidades**
- Fases de aquisição de habilidades
- A facilidade para realização de uma tarefa evolui, passando por três fases distintas
- Fase Cognitiva:
  - É determinada por quão bem as instruções são passadas
  - O agente fica atento aos detalhes e busca associar diferentes informações
- Fase Associativa:
  - Os componentes aprendidos na fase cognitiva começam a ser associados uns aos outros

- **Taxonomia das habilidades**
- Fases de aquisição de habilidades
- Fase Autônoma (ou automática):
  - Os processos são realizados de forma automatizada, sendo menos sujeitos ao controle cognitivo
  - Características:
    - Ocorrem sem intenção consciente
    - Podem ser realizados simultaneamente a outras tarefas
    - Requerem pouco esforço
    - Pouco afetadas por alta carga de trabalho ou fatores estressantes
  - Depois que uma tarefa se torna automática, é mais difícil fazê-la de outra forma

- **Taxonomia das habilidades**
- Níveis de comportamento
- Para a realização de uma tarefa, o comportamento do agente pode se basear em habilidades, regras ou conhecimento
- Comportamento baseado em habilidades:
  - Ações com relações simples entre estímulo e resposta
  - Desempenho determinado por ações automáticas altamente integradas, e que não requerem controle
  - Ainda assim leva em conta o fato de que algumas habilidades requerem flexibilidade na organização de rotinas
  - Erros podem ser causados por desatenção, desvios intencionais de procedimento ou “intromissão” de hábitos automáticos

- **Taxonomia das habilidades**
- Comportamento baseado em regras:
  - Controlado por regras ou procedimentos aprendidos em experiências anteriores, ou por meio de instruções
  - Não se aplica a atividades automáticas
  - Erros podem ser causados pela má aplicação de boas regras ou aplicação de regras ruins
- Comportamento baseado em conhecimento:
  - Quando nenhuma regra ou experiência conhecida é aplicável, então o agente recorre a seus conhecimentos sobre o sistema para formular uma meta e traçar um plano
  - Erros podem ser causados pela adoção de estratégias falhas para soluções

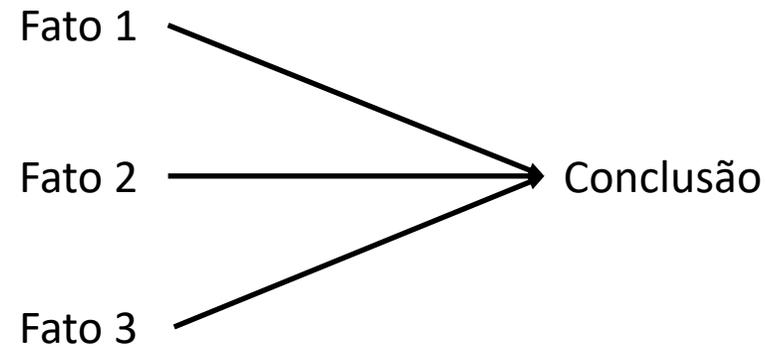
- Teorias para aquisição de habilidades
- Buscam ajudar a compreender o processo de aprendizagem, de forma a otimizá-lo
- Para isso, dois modelos são utilizados para tentar explicar a aquisição das habilidades:
  - Modelo de sistema de produção
  - Modelos conexionistas

- **Teorias para aquisição de habilidades**
- Modelo de sistema de produção:
- Conceito preliminar: Para compreensão desse modelo, vamos relembrar que existem três tipos diferentes de memória:
  - Memória procedimental (ou processual): memória necessária para realizar uma tarefa
  - Memória declarativa: fatos passados são guardados em uma rede semântica
  - Memória de trabalho: serve para conectar a memória procedimental e a memória declarativa
- O modelo de sistema de produção afirma que a aquisição de habilidades se dá em três estágios: fase declarativa, fase associativa e fase procedimental

- Teorias para aquisição de habilidades
- Modelo de sistema de produção:
- Fase declarativa
  - O agente que ensina (professor) codifica o aprendizado e passa ao agente que aprende (aluno), que guarda na memória de trabalho
- Fase associativa
  - O aluno detecta e elimina gradualmente os erros
  - Passa a tirar suas próprias conclusões e não requer mais memória declarativa
  - Passa a fazer a compilação de conhecimentos, de duas forma distintas:
    - Composição: junta novas informações de outras fontes
    - Procedimentalização: produz suas próprias informações

- Teorias para aquisição de habilidades
- Modelo de sistema de produção:
- Fase procedimental
  - O aluno se torna suficientemente habilidoso, sendo capaz de:
    - Generalização: desenvolve suas próprias aplicações para o conhecimento adquirido
    - Discriminação: restringe as aplicações àquelas realmente úteis
    - Fortalecimento: repetição

- Teorias para aquisição de habilidades
- Modelo conexionista:
- Modelo de rede, baseado em vários fatos que levam a uma conclusão



- **Transferência de conhecimento**
- Como ocorre a transferência?
- Existem duas visões extremas, ambas do início do século XX

---

A aquisição de habilidades em qualquer área trará benefícios na solução de problemas em qualquer área

As habilidade adquiridas só trarão benefícios em aplicações da mesma área

- Nenhuma das duas visões é exatamente correta. Possivelmente algo entre elas
- Uma teoria mediadora afirma que as habilidades podem trazer benefícios em outras áreas quando os conhecimentos dela conseguem ser transferidos de alguma forma para a outra área

- **Transferência de conhecimento**
- Transferência parte-todo
- Em transferência de conhecimento, deve ser avaliado:

Treinamento de uma  
tarefa completa



Treinamento gradual  
de sub-tarefas

- Não existe regra absoluta. Cada caso deve ser avaliado

- Solução de problemas
- Lógica e raciocínio
- Tomada de decisão
- Melhoria de decisões
- Aquisição de habilidades cognitivas
- **Os especialistas**

- Especialistas são pessoas que possuem grande tempo de atividade em uma determinada área

## **Em termos de desempenho dentro de suas habilidades, especialistas...**

1. se sobressaem em suas atividades de domínio
2. percebem significado em padrões dentro de seu domínio
3. são rápidos. São mas rápidos que novatos em habilidades de seu domínio. Resolvem com rapidez pequenos erros
4. possuem memória de curto período e de longo período superiores para material dentro de seu domínio
5. veem e representam um problema em seu domínio em um nível mais elevado do que novatos; novatos tentem a representar um problema em um nível superficial
6. gastam uma grande parcela de tempo analisando o problema qualitativamente
7. possuem habilidades de monitoramento mais precisas
8. são bons em selecionar as estratégias mais apropriadas para usar em uma dada situação

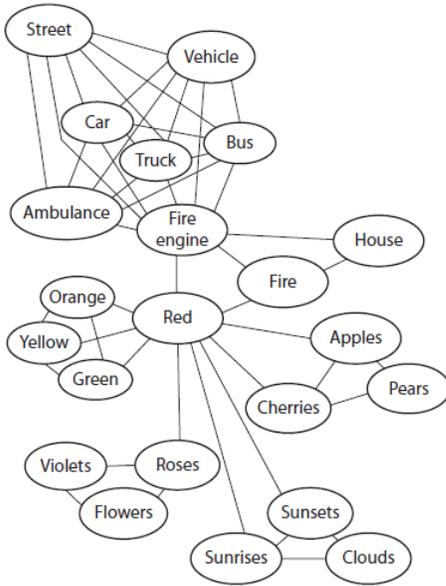
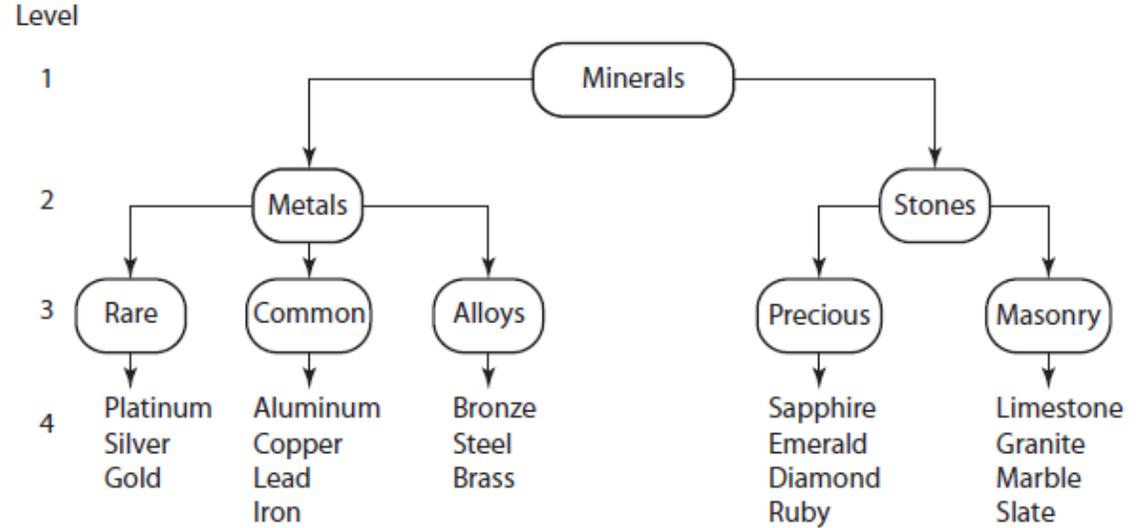
- Qual a característica de um especialista em uma determinada atividade?
  - Em geral, especialistas possuem uma carga maior de informação, e não necessariamente mais habilidades
- Exemplo de um experimento relevante:
  - Um experimento apresentou a mestres de xadrez e a novatos, configurações de tabuleiros, para que eles tentassem decorar as posições das peças.
  - As peças no tabuleiro foram colocadas em posições aleatórias e em posições possíveis dentro de um jogo.
  - Em configurações consistentes com um jogo, os mestres conseguiam decorar a posição de mais de 20 peças, mesmo que o tabuleiro fosse mostrado apenas por 5 segundos, enquanto os novatos decoravam apenas 5 peças, em média
  - Em configurações aleatórias, tanto mestres quanto novatos conseguiam decorar apenas 5 peças

- Memória: necessário para aprendizado
  - Desenvolvimento de mecanismos de memória (mnemônicos) potencializam a memória de longo prazo, mas não de curto prazo
- Especialistas não possuem vantagem em análise qualitativa de problemas. Apenas gastam mais tempo e utilizam padrões de experiências anteriores para identificar fatos e/ou traçar estratégias de como agir

- **Tomadas de decisão naturalísticas**
- Atitudes típicas de especialistas, que consideram o ambiente e todos os fatores externos na hora de tomar uma decisão
- Exemplo: resgate em um acidente automobilístico
  - Especialistas (bombeiros, paramédicos, etc.) fazem a simulação mental, se antecipam a problemas e criam soluções
- Essa abordagem não pode ser reproduzida em laboratório e nem ensinada, vem com a prática e reconhecimento de padrões

- **Sistemas especializados**
- São sistemas artificiais (em boa parte programas de computador) desenvolvidos para solução autônoma de problemas
- São mais que uma base de dados, pois o sistema toma decisões técnicas
- Exemplo: aeronaves (e carros) autônomos
- Se dividem em:
  - Base de conhecimento
  - Motor de inferência
  - Interface de usuário

- **Sistemas especializados**
- Base de conhecimento
- Serve como a “memória” do sistema especializado
- Podem ser de três tipos:

Regra de Produção	Rede semântica	Objeto estruturado
Fase declarativa Fase associativa Fase procedimental		

- **Sistemas especializados**
- Motor de inferência
- Faz o papel de “raciocinar”. Pode ser de diferentes tipos, baseado em padrões, desenvolvimento de hipóteses, etc.
- Exemplos: Redes Neurais, Algoritmos genéticos, etc.
  
- Interface de usuário
- Interage com o usuário, escolhe a forma de inferência e guarda as novas informações na base de conhecimento