

DCA

Departamento de Engenharia de
Computação e Automação Industrial



Faculdade de Engenharia Elétrica
e de Computação



Sistemas Inteligentes e Tecnologia de Informação



Fernando J. Von Zuben
Tópico de Motivação
EA072 – Inteligência Artificial em Aplicações Industriais

CAMPINAS – SP – BRASIL

Conteúdo da Apresentação

SI: Sistemas Inteligentes

TI: Tecnologia de Informação

- **Motivação e Finalidade:** Por que e para que SI e TI?
- **Oportunidade:** Quando se justifica o uso de SI e TI?
- **Método:** Como desenvolver e empregar SI e TI?

Conteúdo da Apresentação

SI: Sistemas Inteligentes

TI: Tecnologia de Informação

- **Motivação e Finalidade:** Por que e para que SI e TI?
- **Oportunidade:** Quando se justifica o uso de SI e TI?
- **Método:** Como desenvolver e empregar SI e TI?

O que é inteligência?

- Inteligência é um termo genérico que descreve propriedades da mente, como capacidade de aprendizado, planejamento, resolução de problemas, compreensão de conceitos complexos, pensamento abstrato e comunicação.
- O termo inteligência deriva da expressão em latim “intelligere” (inter-legere), que significa ⟨escolher entre, discernir⟩.

O que é inteligência?

- Teoria das múltiplas inteligências (Gardner, 1983):
 - vivacidade verbal
 - vivacidade matemático-lógica (QI)
 - aptidão espacial
 - gênio cinestésico
 - dons musicais
 - aptidão interpessoal (liderança e ação cooperativa)
 - aptidão intrapsíquica (modelo adequado de si mesmo) } (QE)
- Os índices de inteligência não são inteiramente consistentes: o desempenho intelectual de uma certa pessoa vai variar em diferentes ocasiões, em diferentes domínios e quando avaliado por diferentes critérios.

Inteligência não-humana

- Embora os seres humanos sejam o foco primordial da pesquisa em inteligência, a inteligência exibida por outros animais também é alvo de investigação.
- Estudam-se habilidades cognitivas de espécies específicas (em diferentes contextos) e realizam-se comparações entre espécies. Animais mais estudados: mamíferos e pássaros (macacos, cachorros, golfinhos, elefantes, papagaios, corvos).
- As plantas também podem ser consideradas inteligentes, em virtude de sua habilidade de se reconhecerem mutuamente, de monitorarem o ambiente e ajustarem sua morfologia, fisiologia e fenótipo de acordo com as circunstâncias.
- Em lugar de **(sim ou não)**, adota-se o conceito de **grau de inteligência**.

O que é inteligência artificial?

- Área da computação voltada para a formalização e implementação de **processamento inteligente de informação** em máquinas, numa tentativa de construir mecanismos computacionais para atividades que supostamente requerem inteligência quando feitas por seres humanos.
- Denominação proposta em 1956, associada à ciência e à engenharia aplicadas na concepção de máquinas inteligentes, com comportamento adaptativo orientado a objetivos.

A inteligência artificial hoje

- Parte essencial da indústria da tecnologia, responsável pela proposta de solução para muitos dos mais desafiadores problemas da computação.
- É um dos pilares da **Tecnologia de Informação**.
- Dotar os computadores de maior capacidade de modelagem, processamento e tomada de decisão.
- Organismo cibernetico (termo proposto em 1948).

Questões centrais em IA

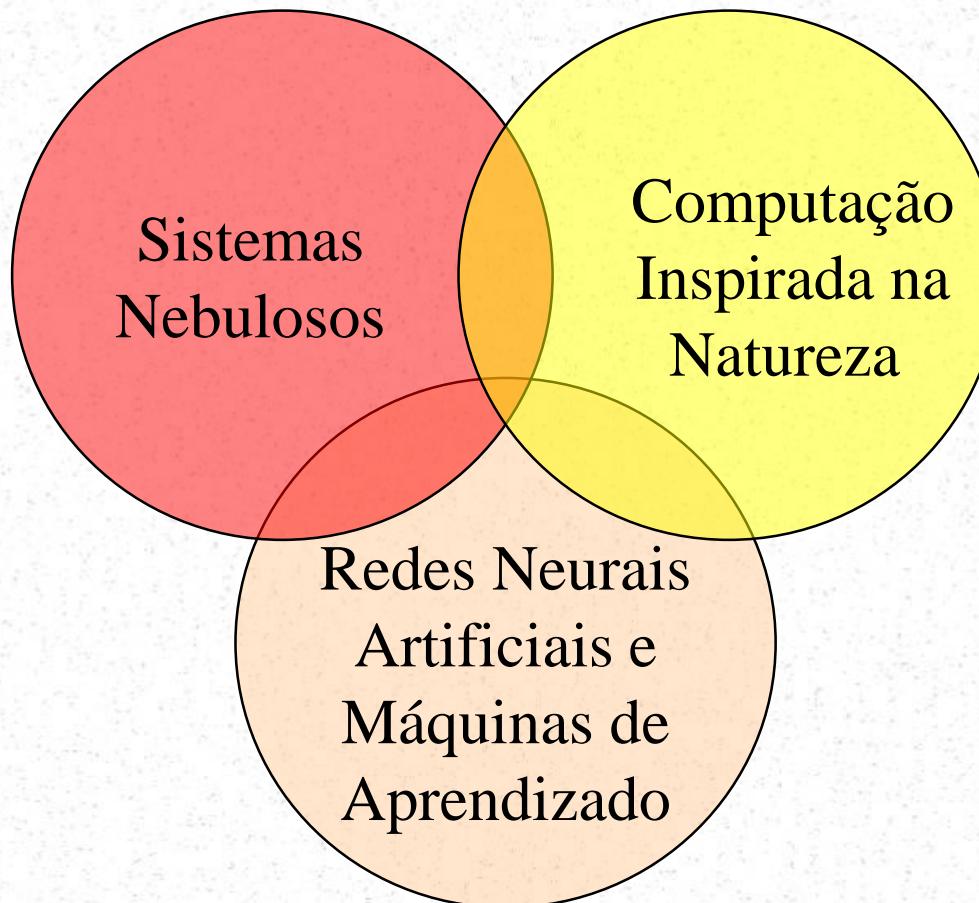
- Como implementar o raciocínio?
- Como representar e manipular o conhecimento?
- Como realizar planejamento?
- Como possibilitar o aprendizado de máquina?
- Como e quando comunicar-se?
- Como trabalhar com a percepção?
- Como navegar em ambientes desconhecidos?
- Como manipular objetos?
- Automação de tarefas associadas ao comportamento inteligente.



O que é um sistema inteligente?

- Agregado de componentes e processos que exibe inteligência artificial.
- Enfoque em inteligência computacional, caracterizada como uma das áreas da inteligência artificial.

Inteligência Computacional



O que é Aprendizado?

- Definição tão desafiadora quanto aquela associada ao conceito de inteligência.
- Envolve:
 - Aquisição de conhecimento;
 - Aperfeiçoamento de habilidades específicas;
 - Modificação de uma tendência de comportamento;
 - Maturação do entendimento.

Etapas do processo de aprendizado

- (1o.) Entender
- (2o.) Usar/Praticar os conceitos

Esses são geralmente bem trabalhados, mas os que vêm a seguir, menos.

- (3o.) Explicar a outras pessoas
- (4o.) Transpor para outros contextos
- (5o.) Criticar/Detectar limitações e extensões possíveis (propor inovações)

O que é Aprendizado de Máquina?

- É uma área de pesquisa com meio século de existência, com o propósito de desenvolver métodos computacionais que implementam várias formas de aprendizado, em particular **mecanismos capazes de aprender a partir de dados disponíveis.**



O que é Aprendizado de Máquina?

- Na execução de tarefas práticas, máquinas aprendem quando, a partir de estímulos de entrada ou em resposta a informações de uma fonte externa, elas **mudam suas estruturas, programas ou dados** visando melhorar o desempenho futuro esperado.

O que é Aprendizado de Máquina?

- Inserir um novo dado numa base de dados envolve aprendizado?
- Não.
- Melhorar a taxa de reconhecimento de voz a partir da consideração de mais amostras de vozes envolve aprendizado?
- Geralmente, sim.

O que é Aprendizado de Máquina?

- Geralmente associado a mudanças em sistemas que executam tarefas de inteligência artificial, tais como:
 - ✓ Reconhecimento de padrões;
 - ✓ Planejamento;
 - ✓ Diagnóstico;
 - ✓ Tomada de decisão;
 - ✓ Predição.



Reconhecimento de Padrões (Parte I)

- De acordo com uma pessoa de uma universidade igual, não importa em qual ordem as frases de uma palavra estão, a única coisa importante é que a primeira e última frase estejam no lugar certo. O resto pode ser uma tafola banguana que você pode andar sem problema. Isso ocorre porque nós não temos cada frase isolada, mas a palavra como um todo.
- Você consegue ler o texto acima?
- Uma máquina consegue ler o texto acima?



Reconhecimento de Padrões (Parte I)

- **Tradução realizada em 28/09/2018 pelo Google Translate:**
- As with a pseudonym of a brightening, it does not lie on the sides of a plateau, the only aspect is that the plateau and plateau are not in the crust. The rseto may be a bocane ttaol that you can read without pborlmea. It's the oorcre pqorue we not lmeos cdaa lrtea isladoa, but the plravaa cmoo a tdo.
- Você consegue responder o que faltou para que uma máquina se desse melhor na tarefa de tradução desse texto?



Reconhecimento de Padrões (Parte II)

**Encontre o <5>
que fica acima
do <+>, à
direita do
<vazio>, abaixo
do <3> e à
esquerda do
<@>.**

Reconhecimento de Padrões (Parte II)

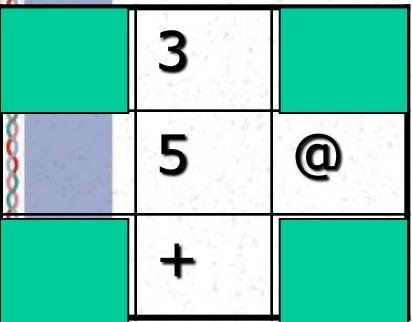
Encontre o <5> que fica acima do <+>, à direita do <vazio>, abaixo do <3> e à esquerda do <@>.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	@			5	@	+		3		5		+
b	+	5	+		3		5	@	5	3	@	
c	3			@	5	@	+	5			5	
d		+		5		5	+		+		3	+
e	+	5	3	+	3	+		5		3		@
f		+	5		5	@		+		5		3
g	3	3	5	+		5	3	@	+		5	
h	5		@	5		3		3		3		3
i	3		5	3	+	5	@	+	5			+
j		+	+		@		5				3	5
k	@	3		5	+	5	3	@		5	+	
l	5		@	+			+		3	+		5



Reconhecimento de Padrões (Parte II)

Reconhecimento de Padrões (Parte II)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	@			5	@	+		3		5		+
b	+	5	+		3		5	@	5	3	@	
c	3			@	5	@	+	5		5		
d		+		5		5	+		+	3		+
e	+	5	3	+	3	+		5		3		@
f		+	5		5	@		+		5		3
g	3	3	5	+		5	3	@	+			5
h	5		@	5		3		3		3		3
i	3		5	3	+	5	@	+	5			+
j		+	+		@		5			3		5
k	@	3		5	+	5	3	@		5	+	
l	5		@	+			+		3	+		5

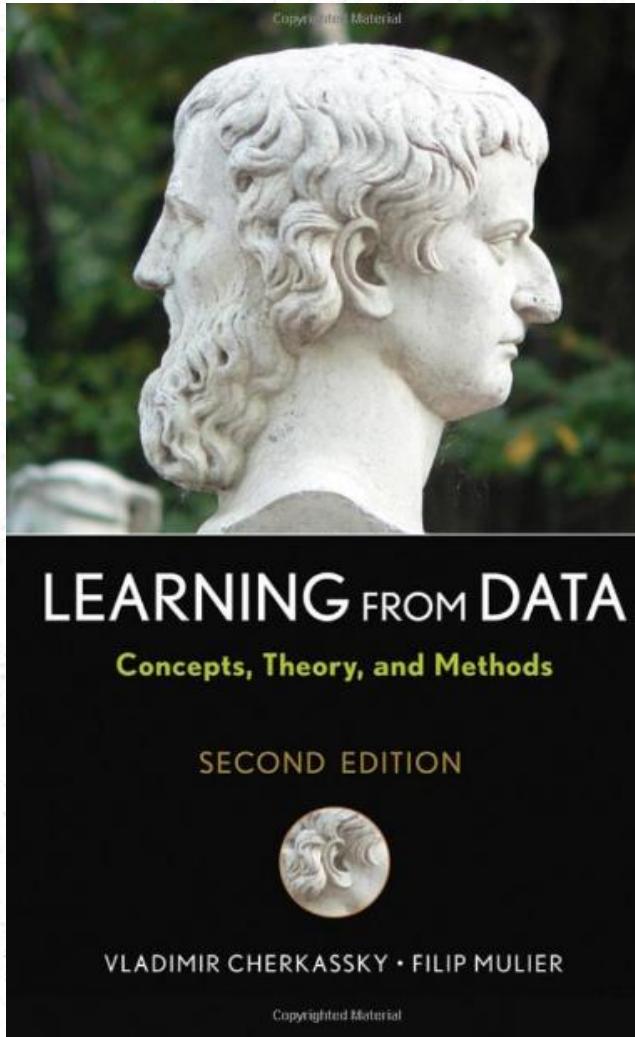
Reconhecimento de Padrões (Conclusão)

- Seja para o ser humano, seja para a máquina (agente de inteligência artificial), é preciso formular o problema de modo a “facilitar” a tarefa de reconhecimento de padrões.
- Também é recomendado que sejam exploradas as habilidades de processamento de informação mais proeminentes de cada sistema (humano ou máquina).

Reconhecimento de Padrões (Conclusão)



Aprendizado a partir de dados (Learning from Data)

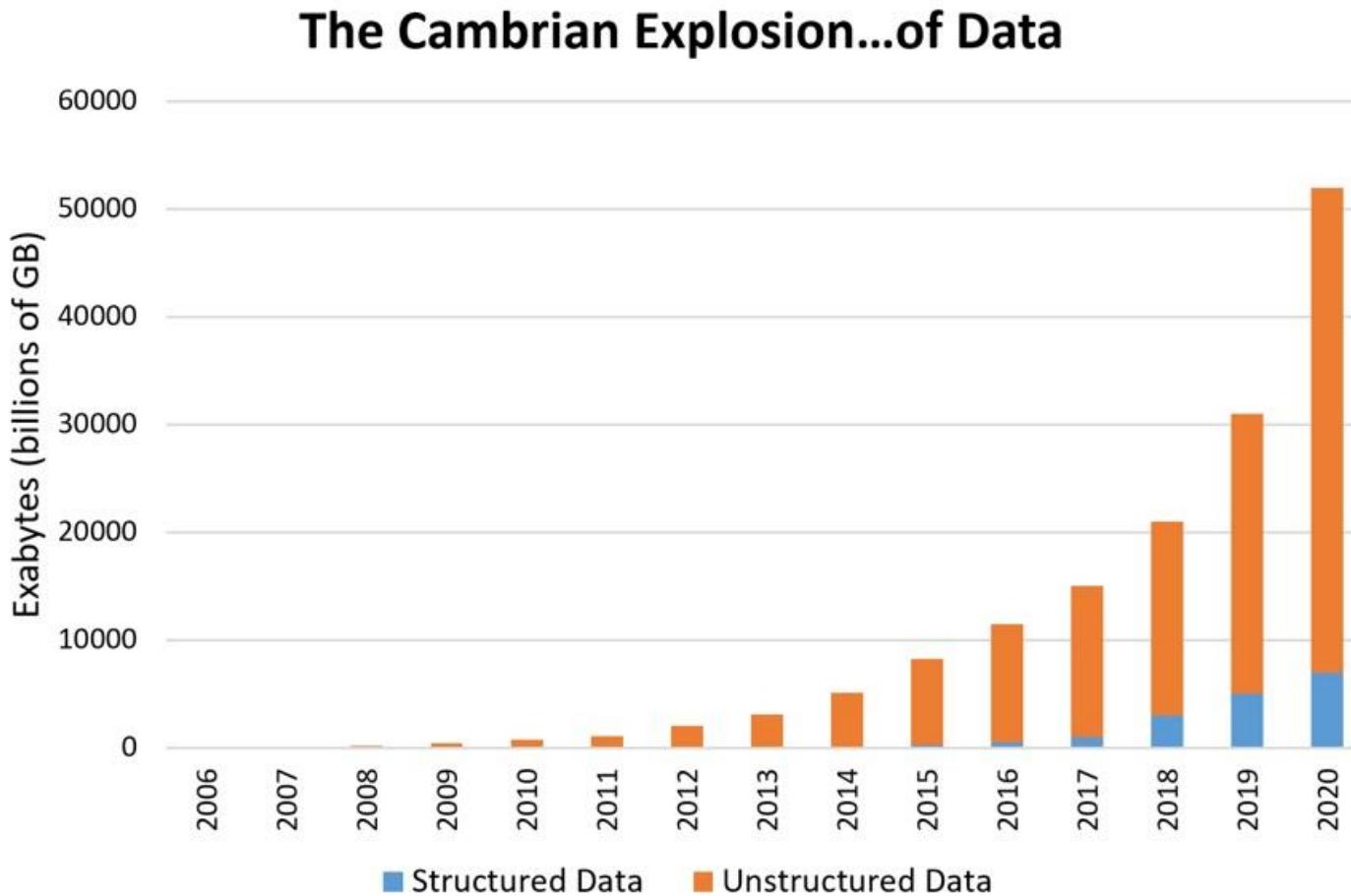




Aprendizado a partir de dados (Learning from Data)

- Dar sentido aos dados, extrair padrões, tendências e dependências.
- Crescimento explosivo de métodos e técnicas:
 - Disponibilidade de recursos computacionais para implementar os métodos
 - Disponibilidade de recursos computacionais para coleta e armazenagem de dados.
 - Disponibilidade de especialistas capazes de explorar os dois itens anteriores.

Learning from Data



Fonte: https://www.eetimes.com/author.asp?section_id=36&doc_id=1330462

Learning from Data



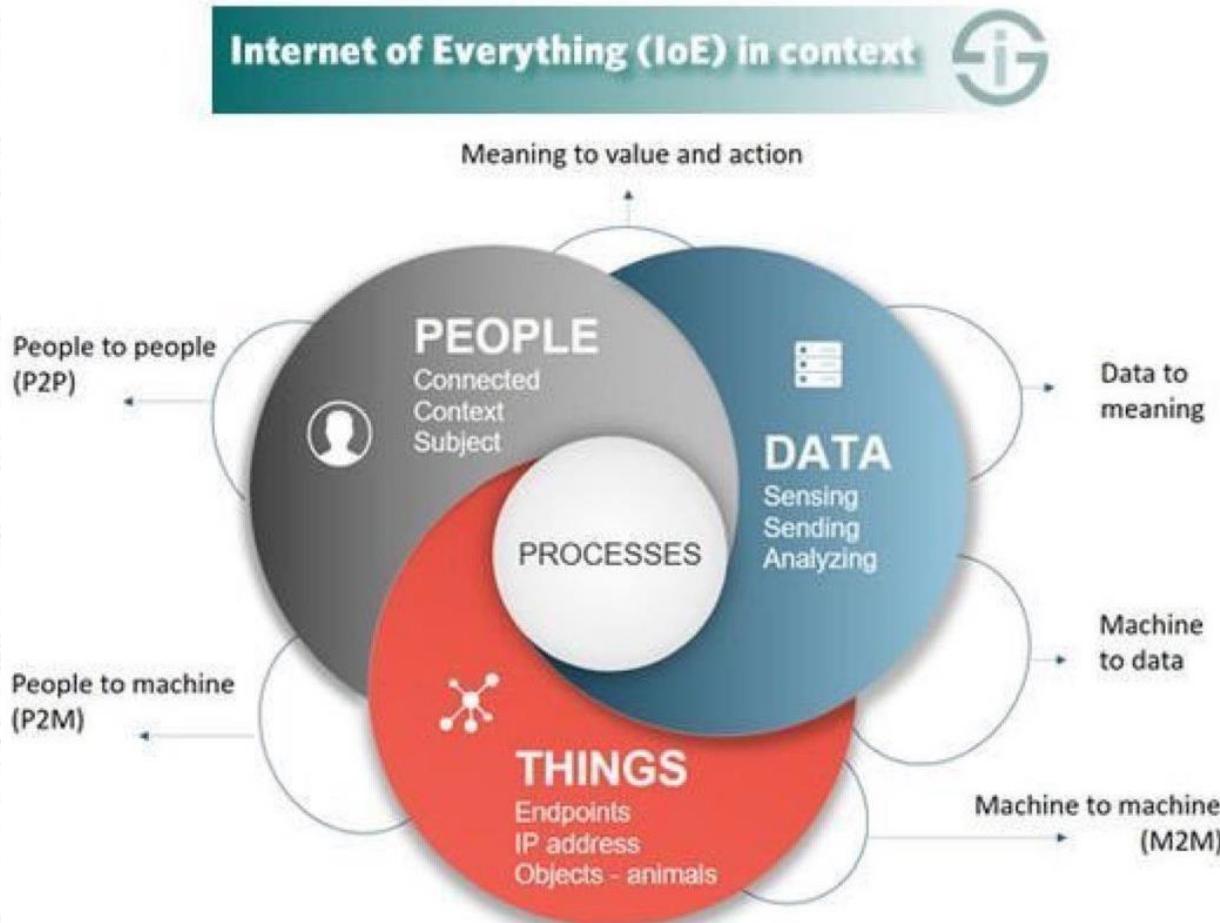
Perspectiva de crescimento da quantidade de dados coletados e disponíveis.

Fonte: <https://insidebigdata.com/2017/02/16/the-exponential-growth-of-data/>

De onde vêm tantos dados?

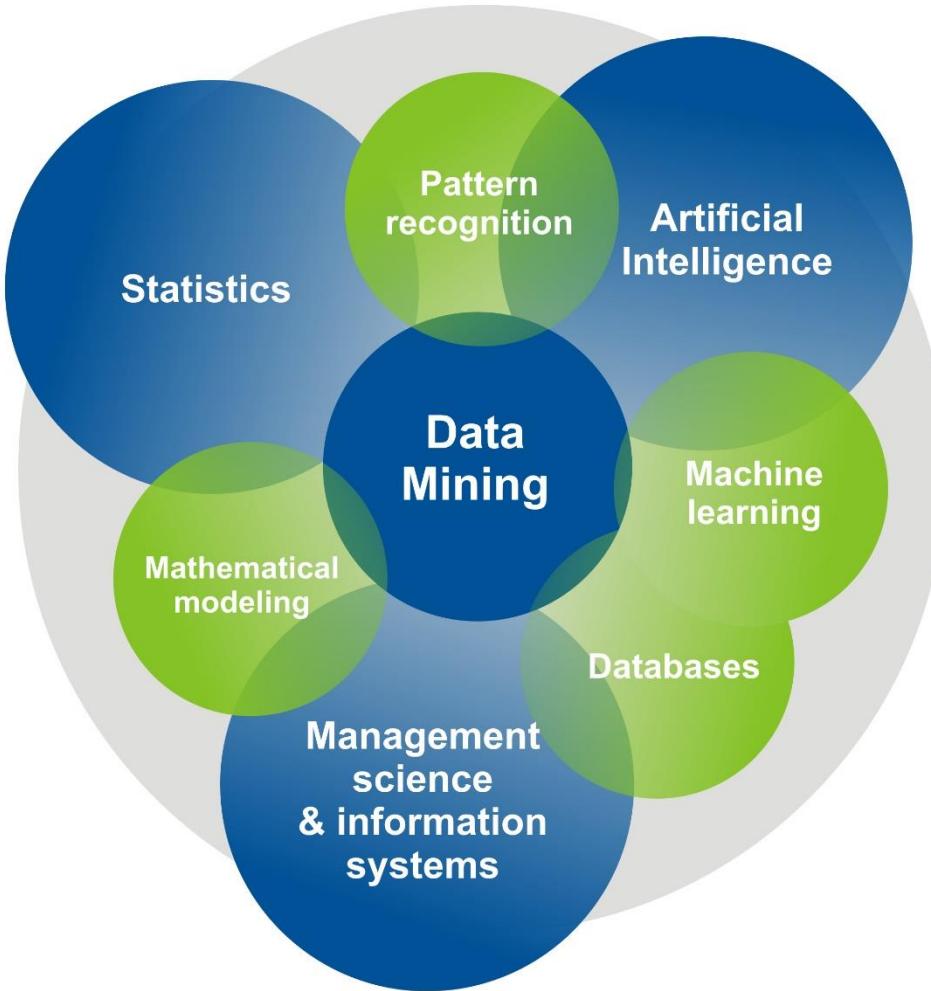
- Atividades comerciais e corporativas, como comércio eletrônico.
- Sensoriamento remoto, medicina de precisão, Internet of Things (IoT).
- Atividades sociais e culturais, empregando algum meio de comunicação multimídia ou de armazenagem de informação.
- Internet of Everything

Internet of Everything (IoE)



Fonte: Twitter: Eric Petiot @PetiotEric [#IoT] Internet of Everything (#IoE) in context

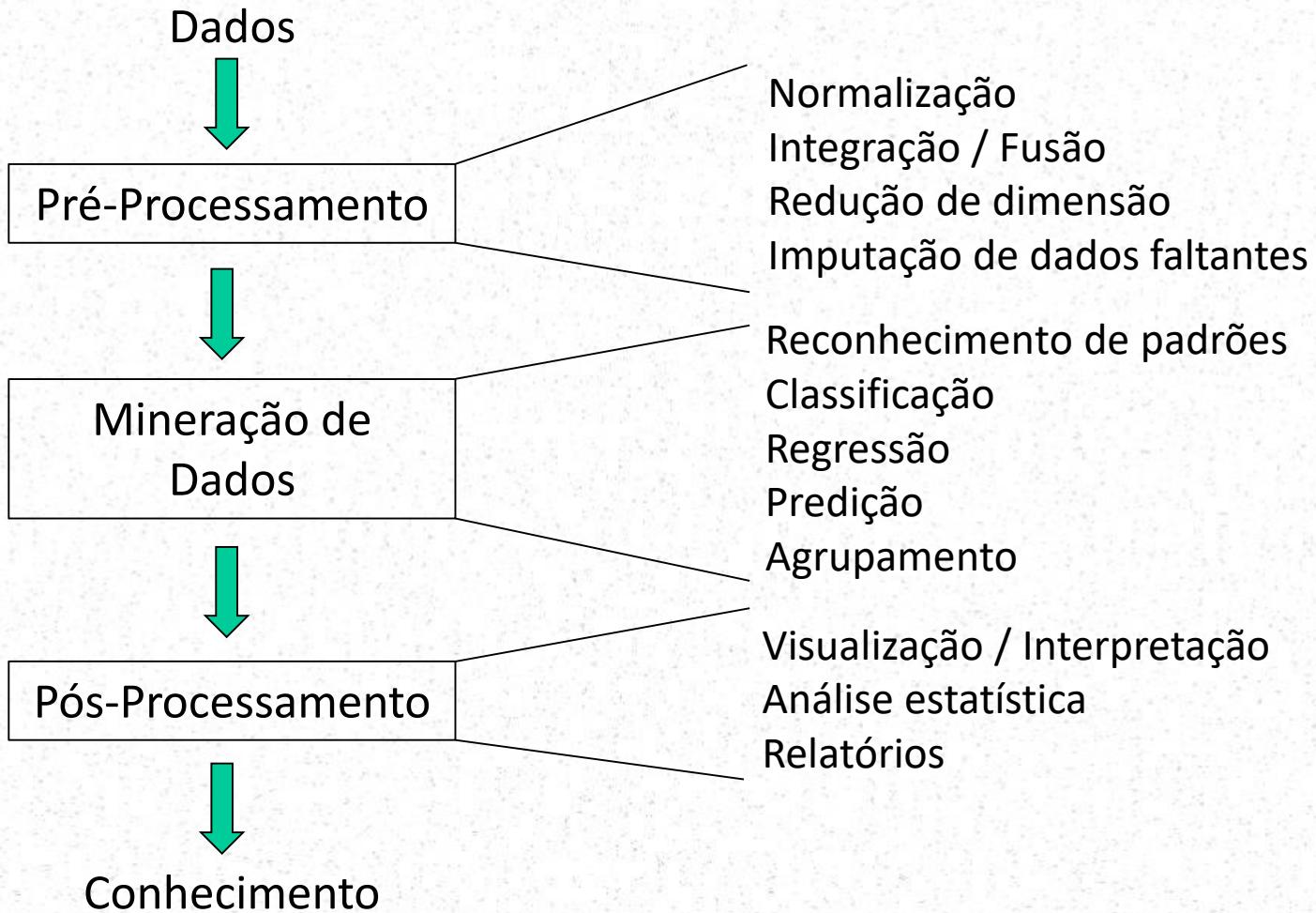
Mineração de Dados



Data Mining is a computer based-process for converting large data volumes to information and knowledge by finding patterns within the data using different techniques of visualization, reduction of dimensionality, classification, and construction of models. Data Mining is an interdisciplinary discipline encompassing a blend of statistical, artificial intelligence, and management science & information systems disciplines for pattern recognition, mathematical modeling, and databases activities.

Mineração de Dados

Sob uma perspectiva de aprendizado de máquina

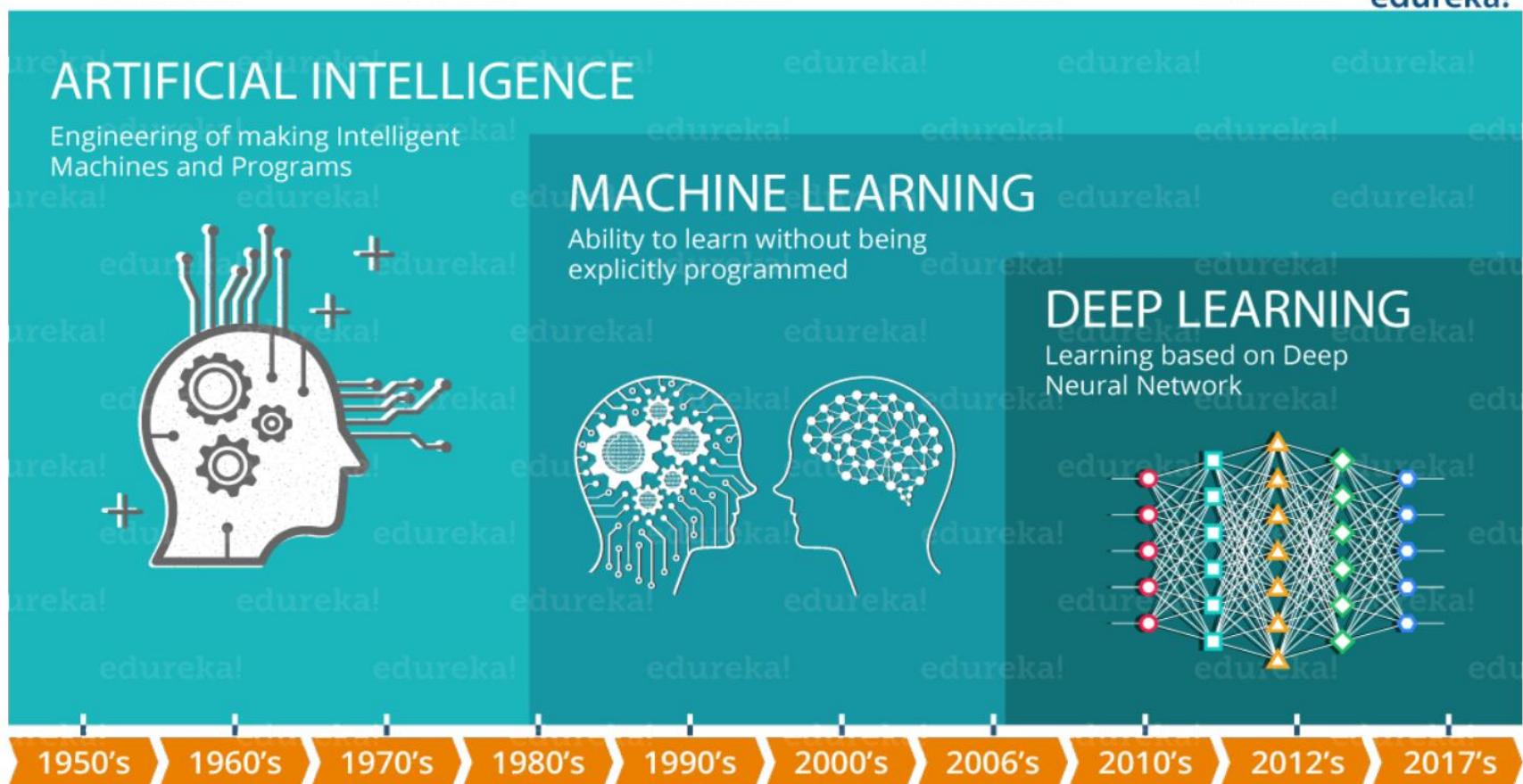


Mineração de Dados

Maiores desafios:

- Tratar dados heterogêneos;
- Tratar dados de elevada dimensão;
- Tratar dados incompletos e ruidosos;
- Incorporar restrições e conhecimento a priori;
- Desenvolver algoritmos eficientes e escaláveis.

Deep learning



Conteúdo da Apresentação

SI: Sistemas Inteligentes

TI: Tecnologia de Informação

- **Motivação e Finalidade:** Por que e para que SI e TI?
- **Oportunidade:** Quando se justifica o uso de SI e TI?
- **Método:** Como desenvolver e empregar SI e TI?

Conhecimento

- No meio corporativo e no dia-a-dia das pessoas e instituições:
 - A obtenção, armazenamento, manipulação, organização e disseminação do conhecimento ainda se dão, predominantemente, com base em processos “caóticos”.

Gestão do conhecimento

- Não se controla aquilo que não se conhece.
- O conhecimento é a única fonte de vantagem competitiva sustentável.



Gestão do conhecimento

- Até a burocracia se combate com tecnologia.
- Os efeitos danosos que porventura possam ser gerados pela tecnologia se combatem com mais tecnologia.

O que é Tecnologia?

- Tecnologia é um conceito amplo que lida com a criação e uso de algoritmos, ferramentas e dispositivos, e de como eles podem influenciar na habilidade de controlar o meio e se adaptar a mudanças no meio, sejam essas mudanças controláveis ou incontroláveis.

Efeitos da Tecnologia

- Tecnologias “recentes”, como a imprensa, o telefone e a internet, eliminaram barreiras físicas e permitiram que a humanidade interagisse em escala global e passasse seu conhecimento para gerações futuras.

Investimento em tecnologia com ganho de produtividade

- A tecnologia de informação é mais um **agente de mudanças** do que uma **ferramenta de produtividade**.
- TI deve ser usada não apenas para melhorar o desempenho de processos existentes, mas para viabilizar novas atividades que agregam valor.

Investimento em tecnologia com ganho de produtividade

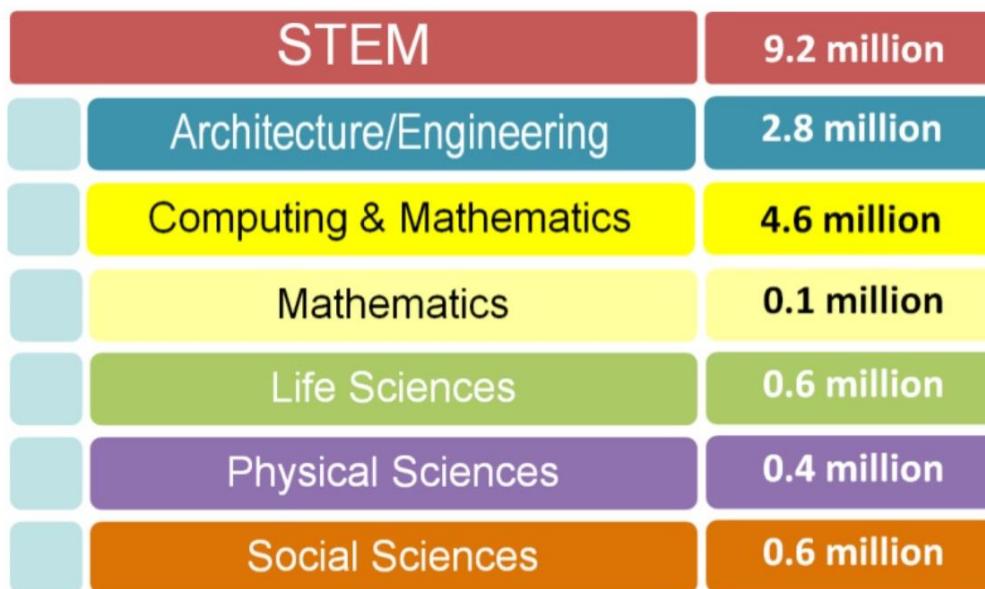
- Avanços em tecnologia de informação têm sido o principal precursor de crescimento econômico sustentado, isso em todo o mundo e há mais de três décadas.
- Dados podem ser manipulados e esconder a realidade dos fatos. Mas dados também podem revelar cenários objetivos e tendências estabelecidas.

Projeção de empregos

 Clip slide

Total Employment in STEM in 2020

Science, Technology, Engineering, and Mathematics



* Subtotals do not equal 9.2 million due to rounding.

Source: Jobs data are calculated from the Bureau of Labor Statistics (BLS), Employment Projections 2010-2020, available at <http://www.bls.gov/emp/>. STEM is defined here to include non-medical occupations.



Association for
Computing Machinery

Advancing Computing as a Science & Profession

June 12, 2012



Uma questão de números

Qual é a porcentagem das pessoas que já “passaram pela face da Terra” e que ainda estão vivas?

6% a 9%

Os números do próximo slide estão baseados em:

David Goodstein, “The Big Crunch”
Proceedings of the 48th NCAR Symposium, Portland, 1994.

e têm se mantido ao longo dos últimos 300 anos.

Uma questão de números

Qual é a porcentagem dos cientistas que já “passaram pela face da Terra” e que ainda estão vivos?

~92%

Qual é a porcentagem dos engenheiros que já “passaram pela face da Terra” e que ainda estão vivos?

~85%

Jargões

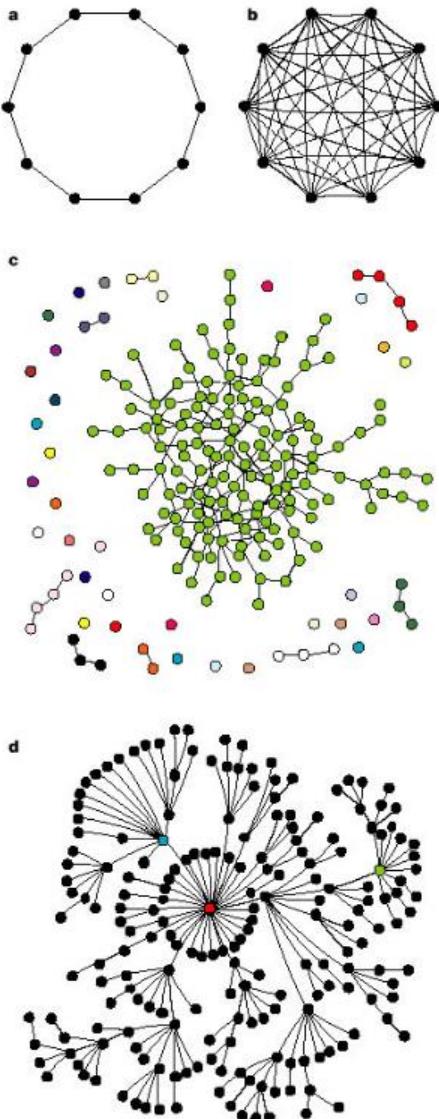
- Inovação
- Qualidade
- Gestão
- Equipe
- Planejamento
- Marketing
- Recursos humanos
- Sustentabilidade
- Clientes
- Atitude
- Liderança
- Estratégias
- Resultados
- Eficiência
- Custos
- Requisitos

Mundo Competitivo



- Mais restrições governamentais
- Clientes mais exigentes
- Invasão de concorrentes de toda parte e com diferentes estratégias de mercado
- Aceleração do desenvolvimento tecnológico
- Novas relações de trabalho
- Pressões ecológicas.

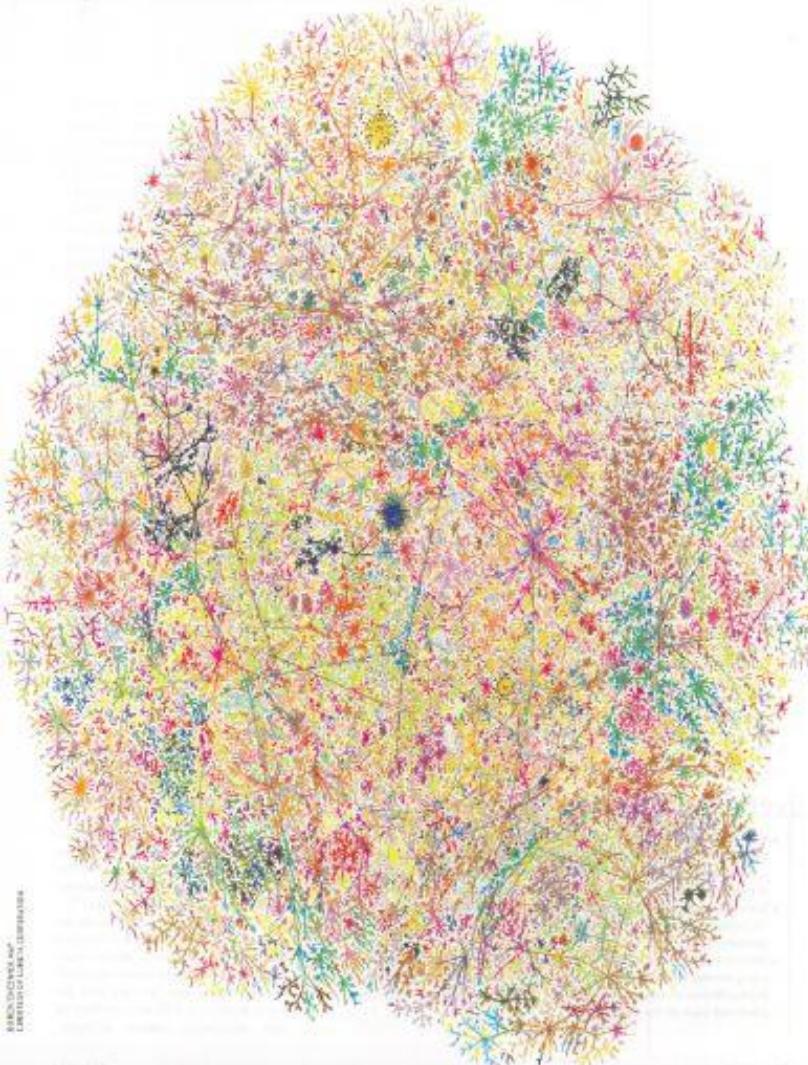
Mundo em Rede



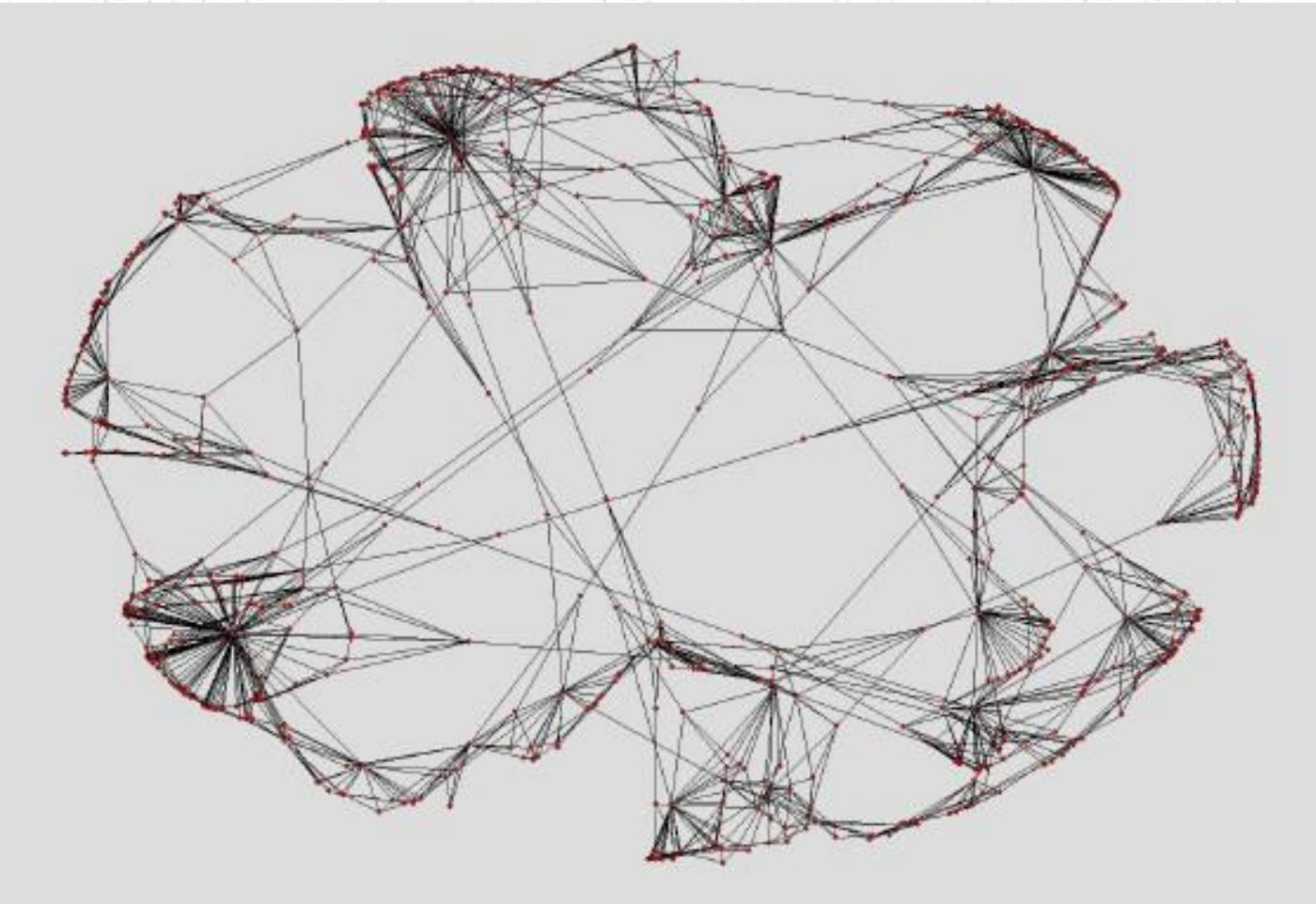
- (a) e (b): Redes regulares
- (c): Rede aleatória
- (d): Rede complexa

Figura extraída de: Steven H. Strogatz “Exploring complex networks”, Nature, vol. 410, pp. 268-276, 2001.

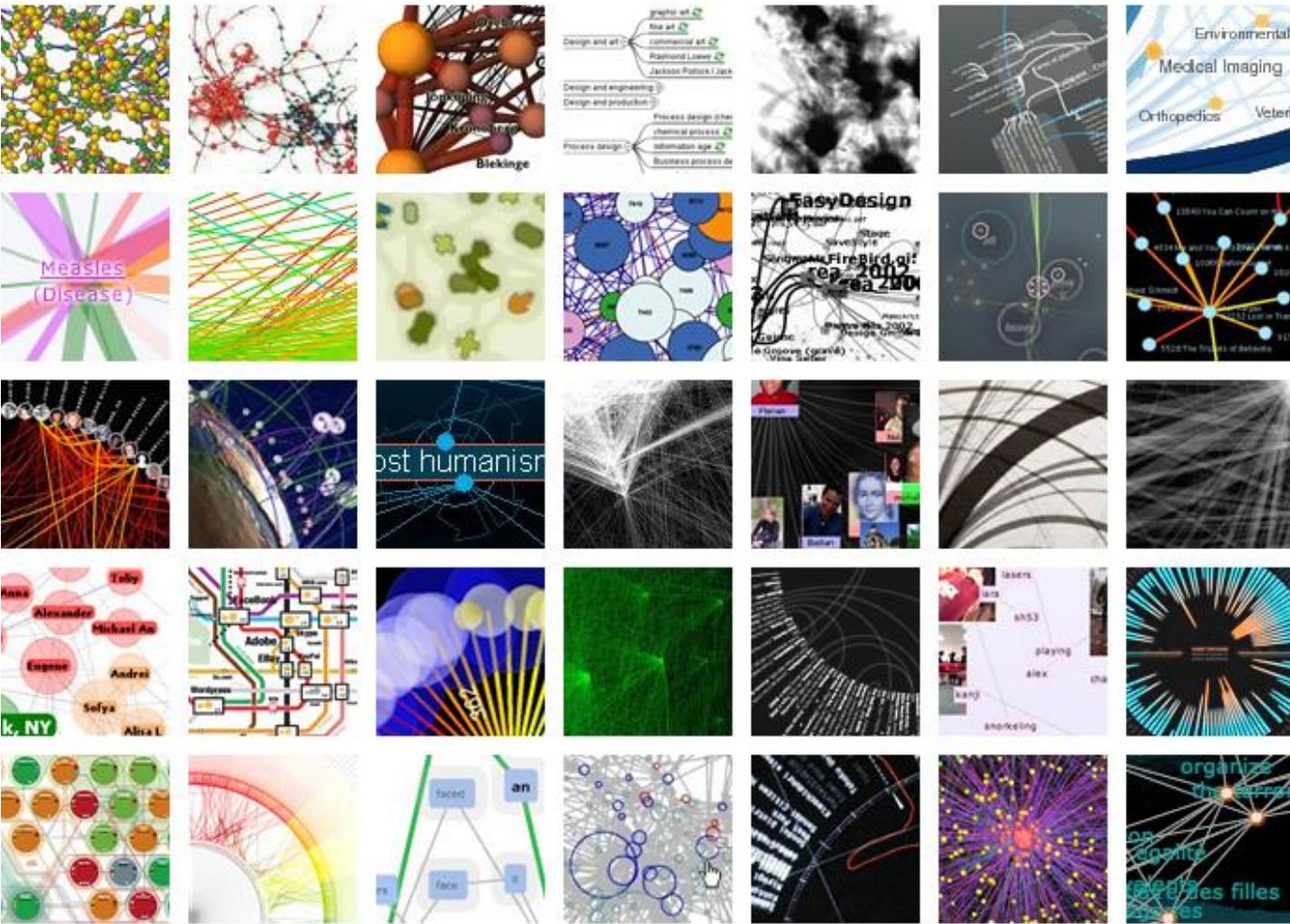
Mundo em Rede



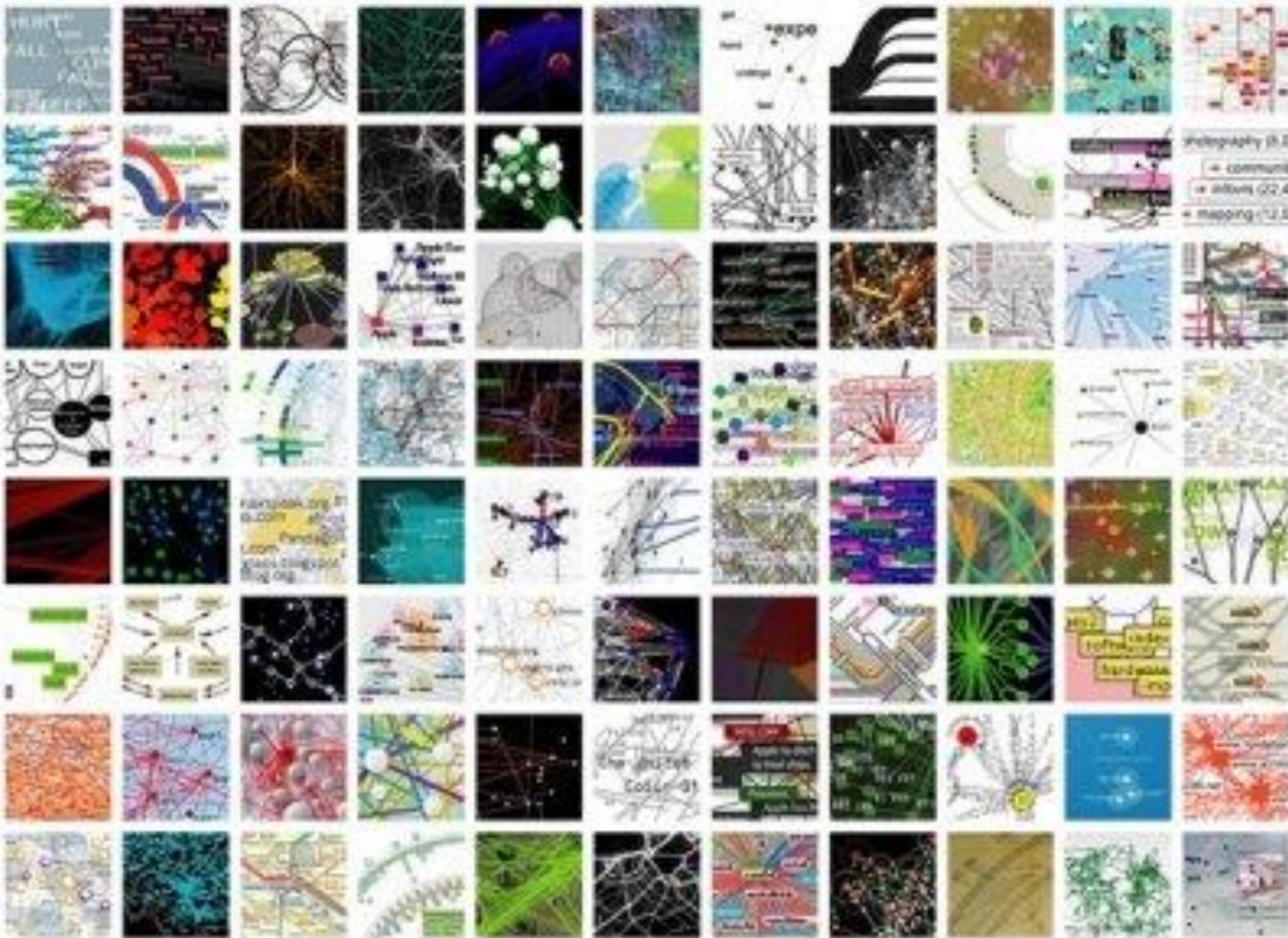
Mundo em Rede



Mundo em Rede



Mundo em Rede



Mundo em Rede



Uma questão prática

- Estamos caminhando para a **Tecnologia do Relacionamento**, onde as interfaces são customizadas, o conhecimento deriva de múltiplas fontes (requer integração e filtragem), e os objetivos são múltiplos e conflitantes.

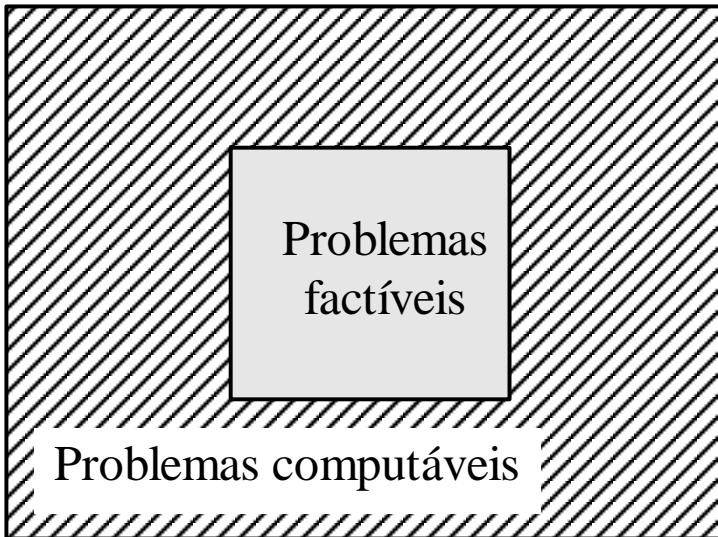
Era da informação

À medida que a complexidade de um sistema aumenta, nossa habilidade de fazer afirmações precisas e que sejam significativas acerca deste sistema diminui até que um limiar é atingido, além do qual precisão e significância (ou relevância) tornam-se quase que características mutuamente exclusivas.

Zadeh (1973)

Problemas Computáveis e Problemas Factíveis

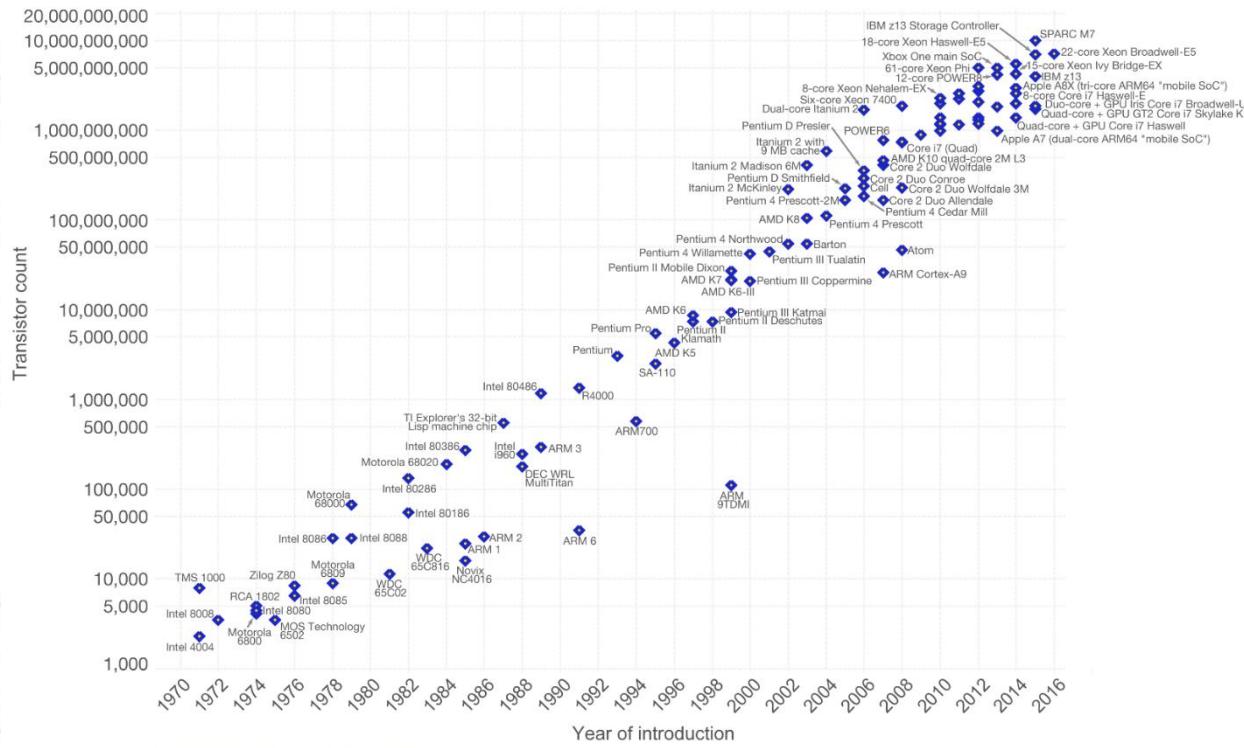
Todos os problemas



O efeito da miniaturização

Moore's Law – The number of transistors on integrated circuit chips (1971-2016)

Moore's law describes the empirical regularity that the number of transistors on integrated circuits doubles approximately every two years. This advancement is important as other aspects of technological progress – such as processing speed or the price of electronic products – are strongly linked to Moore's law.



Data source: Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count)

The data visualization is available at OurWorldInData.org. There you find more visualizations and research on this topic.

Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

Invenção do transistor: 1948

A equipe dos laboratórios Bell ganhou o Prêmio Nobel em 1956

Foi a primeira vez que se demonstrou a possibilidade de amplificar sinais em dispositivos sólidos

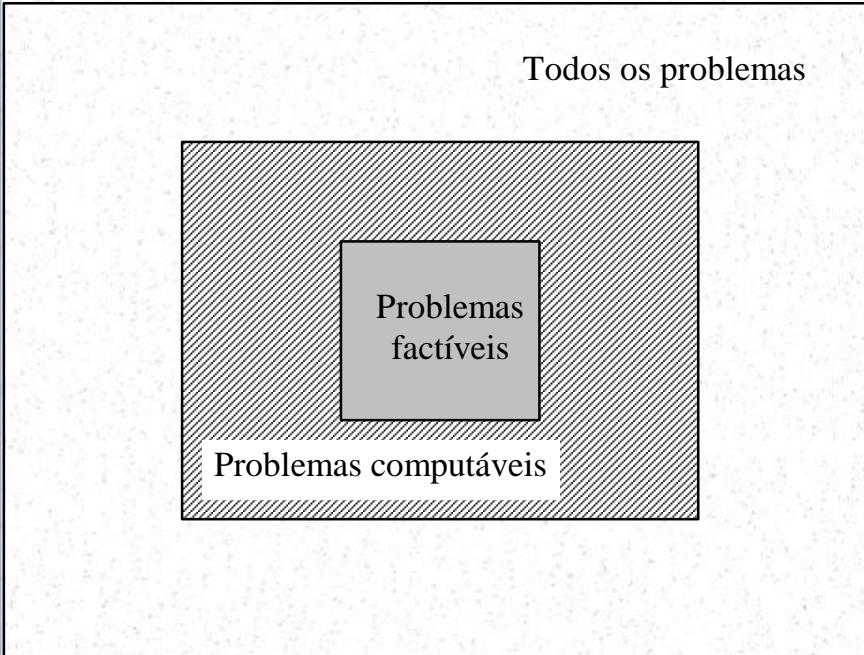
O efeito da miniaturização



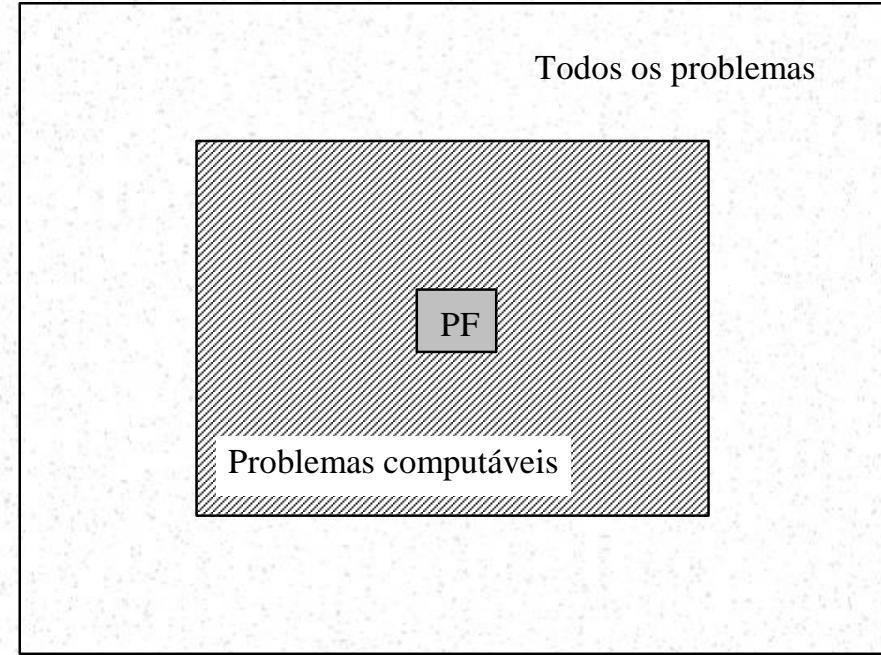
A lei de Moore não é uma lei do mundo físico, como muitos pensam. Ela é uma conquista tecnológica e uma indicação de como funciona o mundo corporativo.

Tratabilidade de problemas de interesse prático

Ontem



Hoje



Por mais que a tecnologia avance, estamos perdendo a capacidade de resolver problemas de interesse prático. A natureza desses problemas pode até não variar muito e o seu tamanho pode crescer apenas linearmente ou até mais lentamente que isso.

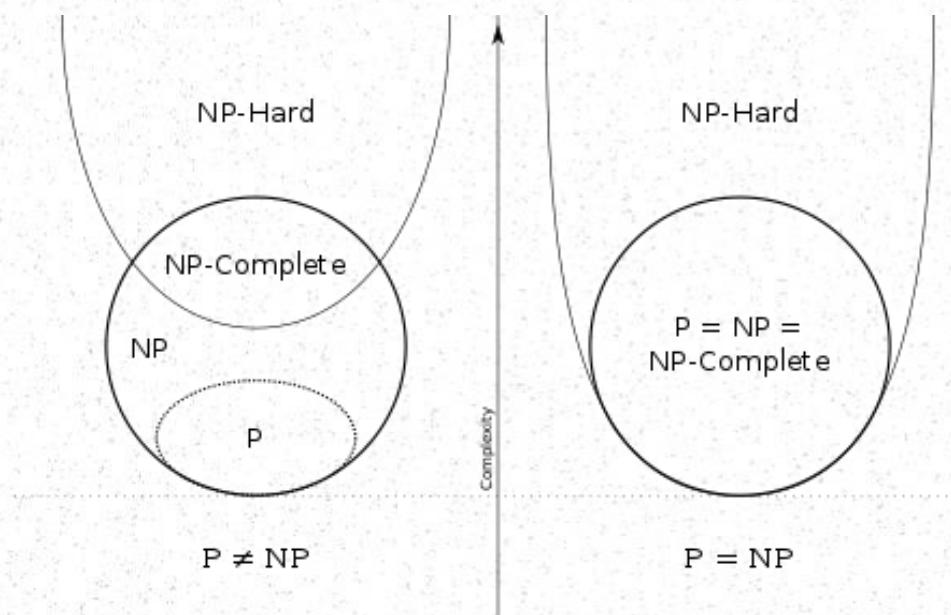
Efeito da Lei de Moore

- A lei de Moore se refere ao fato de que, ao longo da história dos processadores digitais, o número de transistores nos circuitos integrados dobra aproximadamente a cada dois anos, o que representa um crescimento exponencial no poder de memória e processamento.
- A questão é que, mesmo com uma expansão linear no tamanho n de uma ampla gama de problemas computáveis de interesse prático (NP-completos e NP-difíceis), a sua solução vai requerer um aumento fatorial no poder computacional.

Efeito da Lei de Moore

- Na fórmula a seguir, percebe-se que a função factorial cresce a uma taxa muito maior que uma função exponencial de base fixa, como aquela da lei de Moore:

$$n! \approx \sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{e} \right)^n$$



Efeito da Lei de Moore

- Estamos imersos em um universo de tecnologia que se encontra em expansão, sendo que a “dimensão” do mundo à nossa volta está sempre mudando, e de forma exponencial.
- Já que todas as corporações sabem que o progresso deve se dar a uma certa taxa, não responder a isso implica em perder o mercado.

Efeito da Lei de Metcalfe

- Envolve diretamente a introdução de novas tecnologias: muitos esforços devem ser investidos em convencer os clientes a adotarem o novo.
- Princípio da externalidade da rede: o valor de um novo serviço de comunicação depende de quantos usuários adotaram (ou vão adotar) este novo serviço.

Efeito da Lei de Metcalfe

- Os primeiros a proporem o novo têm mais dificuldades de conquistar o mercado do que aqueles que passam a trabalhar com o novo depois que este já foi aceito pelo mercado.
- Uma possível compensação aos pioneiros é o rótulo de inovador, naturalmente atribuído pelo mercado.

Como gerir este mundo conectado e competitivo?

- Existem muitas formas, mas muitas delas passam por soluções de Engenharia de Computação, dentre as quais se destacam aquelas fundamentadas em **Sistemas Inteligentes** e em **Tecnologia de Informação**.

Conteúdo da Apresentação

SI: Sistemas Inteligentes

TI: Tecnologia de Informação

- **Motivação e Finalidade:** Por que e para que SI e TI?
- **Oportunidade:** Quando se justifica o uso de SI e TI?
- **Método:** Como desenvolver e empregar SI e TI?



Como desenvolver e empregar SI e TI?

- Iremos apresentar neste curso um conjunto amplo (embora não exaustivo) de aplicações e resultados, ilustrativo do **potencial prático** dos sistemas inteligentes e da tecnologia de informação.
- Muito do <como desenvolver> será visto, caso a caso, ao longo do semestre.