

# Introdução

## SCC5933 – Metodologia de Pesquisa Científica em Computação

Prof. Moacir Ponti  
[www.icmc.usp.br/~moacir](http://www.icmc.usp.br/~moacir)

(contém material Prof. Fernando Paulovich)

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP

2017/1

# Introdução

## Pesquisa – o que é?

- ▶ “**Pesquisa** é o processo de **juntar informações** sobre um determinado assunto e analisá-las, utilizando o **método científico** com a intenção de **aumentar o conhecimento** de tal assunto” (Wikipédia)

# Introdução

## Método Científico

- ▶ “O **método científico** é um conjunto de **regras básicas** para um cientista desenvolver uma experiência controlada a fim de testar e observar acontecimentos, para chegar a conclusões, de forma a relatar as suas conclusões, que, em caso de validade, serão aplicadas à ciência”

(Wikipédia)

# Escolha do tema e objetivo de pesquisa

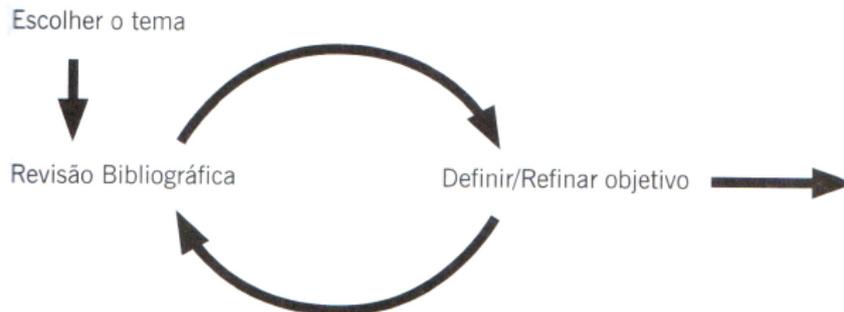
## Escolha do Tema

- ▶ Um projeto de pesquisa normalmente se inicia pela **escolha do tema** de pesquisa
  - ▶ **Relevância** (científica, social, circunstancial)
  - ▶ **Adequação** às pesquisas da universidade e do grupo/pesquisador
  
- ▶ Capacidade e tempo para desenvolver a pesquisa
  - ▶ **Limite**: não é necessário que se abrace o mundo

# Escolha do tema e objetivo de pesquisa

## Definição Objetivos

- ▶ Delimitação de um **objetivo** em paralelo com a **revisão bibliográfica**
  - ▶ Deve **avancar o conhecimento** de preferência atacando alguma lacuna/problema existente
  - ▶ Deve se pautar em uma boa **hipótese**



# Escolha do tema e objetivo de pesquisa

- ▶ **Cuidado** ao definir os objetivos, **proposições** normalmente levam a **objetivos fracos** de pesquisa
  - ▶ Se o autor fizer a proposta é suficiente, o objetivo estará alcançado?
  
- ▶ **Objetivos** devem ter:
  - ▶ Enunciado preciso do problema
  - ▶ Explicação (referenciada) de que o problema não foi tratado
  - ▶ Explicação do porque é importante tratar essa questão

## Tema x Problema de Pesquisa

- ▶ “...este trabalho propõe usar metáforas de visualização de informação em coleções de imagens...”
- ▶ “...propomos o uso de novos algoritmos de redes neurais para análise de sentimentos em textos...”
  - ▶ Não fica explícito qual o problema resolvido
  - ▶ Identifique o **problema a ser tratado!**

# Escolha do tema e objetivo de pesquisa

- ▶ Bons objetivos normalmente vêm acompanhados de **hipóteses de pesquisa**

## Hipótese

- ▶ **Afirmção** da qual não se sabe a princípio se é **verdadeira ou falsa**
  - ▶ Função do trabalho de pesquisa **provar sua veracidade ou falsidade**
  - ▶ É o que diferencia trabalho de pesquisa de trabalho técnico

- ▶ Ex. será que minha técnica (ex. de mineração, de classificação, de processamento de dados) realmente cumpre o que se propõe a fazer?

# Revisão bibliográfica

## Revisão Bibliográfica

- ▶ Deve acontecer durante todo o trabalho
- ▶ Para começar, livros introdutórios e *surveys*
- ▶ Buscas frequentes em repositórios de artigos relevantes
- ▶ Leitura crítica
  - ▶ LARAMEE, R. S. How to Read a Visualization Research Paper: Extracting the Essentials. IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 31, No. 3, 2011, pages 78-82. Disponível em <http://www.cs.swan.ac.uk/~csbob/research/how2read/laramee09how2read.pdf>.
  - ▶ FOWLER, M. How to Read Signal Processing Journal & Conference Papers. <http://www.ws.binghamton.edu/fowler/HowReadPapers.htm>.

## Repositórios para Revisão

- ▶ Scholar (<http://scholar.google.com>)
- ▶ Web of Science (<http://www.webofknowledge.com>)
- ▶ Scopus (<http://www.scopus.com>)
- ▶ ...

# Avaliação da Pesquisa

## Avaliação da Pesquisa

- ▶ Deve ser feita antes, durante e ao final da pesquisa
- ▶ Deve-se saber como **avaliar** seus possíveis resultados **desde o início**
- ▶ Deve-se **identificar limitações e pontos fracos** da pesquisa
  - ▶ Exemplo: sem inovação, resultados comparativamente piores, aplicação muito restrita, não escalável, etc.
  - ▶ Um resultado negativo é **bom** se esse foi cientificamente produzido

# Exposição à Pesquisa

- ▶ Facilita a definição dos objetivos estar “exposto” ao ambiente científico
  - ▶ Discussão com outros pesquisadores, pós-graduandos (não se isole)
  - ▶ Leitura frequente de artigos (pelo menos 1 semanalmente)
  - ▶ Gerar ideias para discutir com orientador (responsabilidade do aluno)

# Sumário

Introdução

Passos do Processo Científico

**Tipos de Pesquisa em Computação**

Relação entre aluno e orientador

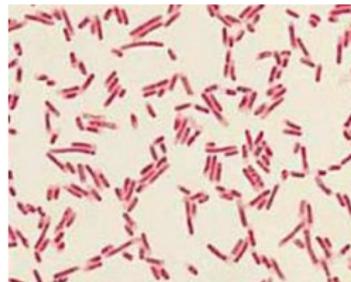
# Tipos de pesquisa em Computação

## Tipo 1: “Apresentação de um produto”

- ▶ Algo possivelmente inovador, com possível ausência de comparações com alternativas, sem conhecimento novo
  - ▶ Ausência de hipóteses
- ▶ Pode gerar publicações do estilo “manual” ou “relatório técnico”
- ▶ Aceito em cursos de graduação e especialização, mas dificilmente aceito em Mestrados e Doutorados

## Apresentação de um novo “produto”

- ▶ Aceito em áreas emergentes como pesquisa exploratória: há pouco ou nenhum trabalho anterior
- ▶ Uso de colônia de bactérias para calcular
- ▶ Computador biológico, que resolve problemas como o do caixeiro viajante



Vic Norris et al. *Computing with bacterial constituents, cells and populations: from bioputing to bactoputing*. *Theory Biosci.* 130(3): 211-228, 2011.

## Apresentação de um novo “produto”

- ▶ Pode haver reconhecimento quando se trata da aplicação da computação em outras áreas:
  - ▶ Medicina,
  - ▶ Educação,
  - ▶ Biologia,
  - ▶ Agronomia,
  - ▶ ...
- ▶ Comparação com trabalhos anteriores é importante
- ▶ O tema deve ser relevante e propiciar a geração de conhecimento novo

# Tipos de pesquisa em Computação

## Tipo 2: “Apresentação de algo diferente”

- ▶ Pesquisa mais amadurecida, apresentando uma forma diferente de se resolver um problema
- ▶ Em geral, avaliações comparativas mais *qualitativas* do que *quantitativas*

# Apresentação de algo diferente

- ▶ **Uma forma diferente de resolver um problema**, *não necessariamente melhor*
- ▶ Problemas já estudados, mas não o suficiente
- ▶ Usualmente estudos de caso

## Cloud/mobile computing:

- ▶ Por um tempo qualquer forma diferente recebia atenção
- ▶ Hoje novas idéias são recebidas com maior rigor

Creditos: [www.cloudtweeks.com](http://www.cloudtweeks.com)



## Apresentação de algo diferente

- ▶ Não há muitos dados disponíveis ou tempo e recursos são escassos.
- ▶ Estudos de caso podem apontar caminhos a seguir.
- ▶ Resultados podem ser aceitos como novo conhecimento se:
  - ▶ os **argumentos** utilizados sejam convincentes,
  - ▶ a hipótese de trabalho seja bem formulada
- ▶ Esse tipo de pesquisa pode ainda reunir características de vários trabalhos anteriores.
- ▶ A avaliação da pesquisa em geral é qualitativa comparando “características” com relação à métodos/técnicas já existentes.

# Tipos de pesquisa em Computação

## Tipo 3: “Apresentação de algo presumivelmente melhor”

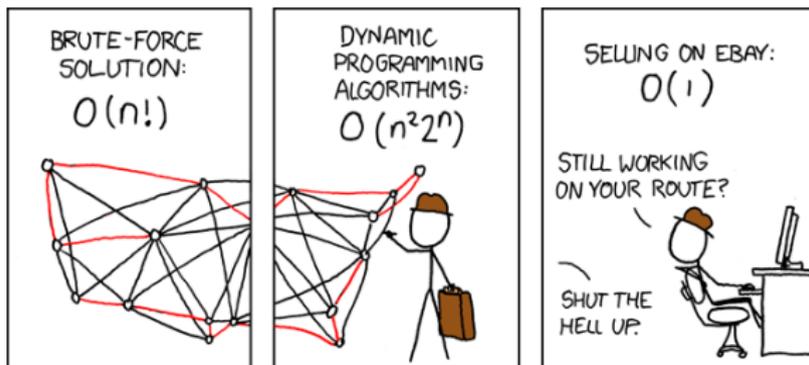
- ▶ Em geral em linhas um pouco mais amadurecidas, porém ainda sem métodos estabelecidos
- ▶ Comparação quantitativa com trabalhos anteriores
- ▶ Necessidade de comparação com estado da arte, métricas bem definidas

# Apresentação de algo presumivelmente melhor

- ▶ Já existem muitas soluções, é preciso mostrar que a sua é melhor
- ▶ Melhor em alguma aplicação ou caso específico

## Problema do caixeiro viajante

- ▶ Encontrar a rota mais curta entre cidades
- ▶ Formulado em 1930, *NP*-difícil. Algoritmo de força bruta é  $O(n!)$



## Apresentação de algo presumivelmente melhor

- ▶ Ao desenvolver um método novo ou incremental:
  - ▶ fazer extenso trabalho de comparação
  - ▶ definir bem o método usado para implementar e realizar os experimentos
  - ▶ evitar fatores que afetam os resultados (fatores de confusão)
  - ▶ comparar com algoritmos do estado-da-arte
- ▶ Se sua pesquisa gerou um bom resultado em um aspecto, especifique-o.
- ▶ Cuidados especiais com a métrica

## Apresentação de algo presumivelmente melhor

- ▶ Exemplo: “As imagens obtidas pelo método proposto são visualmente melhores”



Imagem Ruidosa



Método anterior



Método proposto

# Apresentação de algo reconhecidamente melhor

## Tipo 4: “Apresentação de algo reconhecidamente melhor”

- ▶ Os novos resultados são melhores de acordo com testes padronizados
- ▶ Dados/testes internacionalmente aceitos e utilizados em outros trabalhos
- ▶ A comparação é mais direta pois resultados são comparáveis
- ▶ Avanço do estado da arte

### e.g. reconhecimento visual de objetos

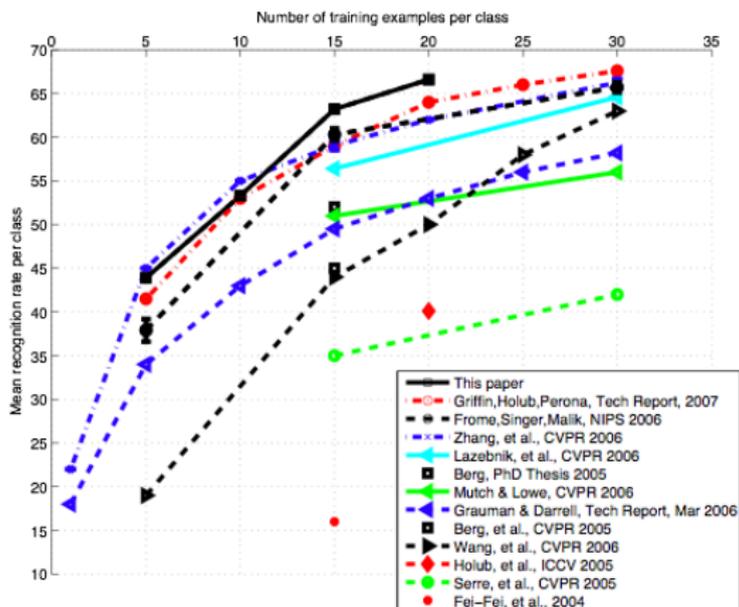
- ▶ Dada uma imagem, dizer qual(is) objetos estão presentes
- ▶ Benchmark: base de dados Caltech-101, ImageNet

# Apresentação de algo reconhecidamente melhor



# Apresentação de algo reconhecidamente melhor

- ▶ Adiciona-se o novo resultado aos anteriores



# Tipos de pesquisa em Computação

## Tipo 5: “Apresentação de uma prova”

- ▶ Teorias e modelos formais
  - ▶ Por exemplo, pesquisa em compilação
- ▶ Provas matemáticas, complexidade, etc.

## Apresentação de uma prova

- ▶ Uma teoria deve ser construída e uma prova apresentada
- ▶ O modelo deve ser formal
- ▶ **provas matemáticas**: indução, dedução, contradição, etc.
- ▶ Toda a computação moderna descende de trabalhos teóricos desenvolvidos nas décadas de 30 e 40.
- ▶ Áreas: computabilidade, algoritmos, complexidade, teoria da informação, verificação formal

Alan Turing. On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. Proc. London Math. Society, vol. 42, 230–265, 1937

# Apresentação de uma prova

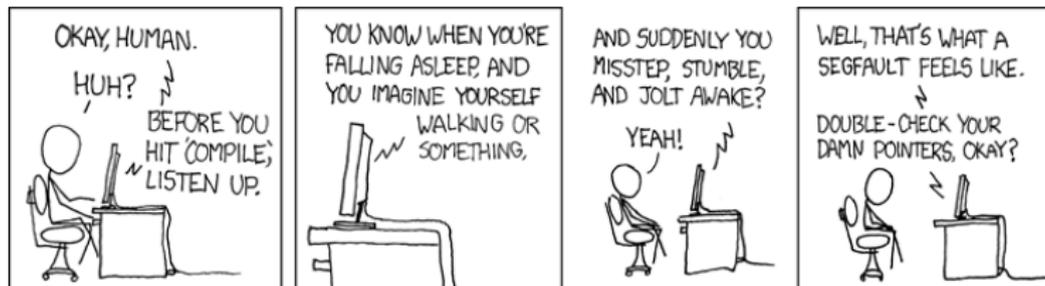
## P vs. NP

- ▶ Um problema para o qual existe um algoritmo que **encontre uma resposta** em tempo polinomial: classe **P**
- ▶ Um problema para o qual existe um algoritmo que **verifique** uma resposta em tempo polinomial: classe **NP**
- ▶ **Verificar se  $P = NP$  é considerado o problema mais importante em aberto na ciência de computação.**

# Apresentação de uma prova

## Compiladores otimizados

- ▶ Gerar código de máquina adaptado a 64 bits e multicore
- ▶ Verificar corretude de programas

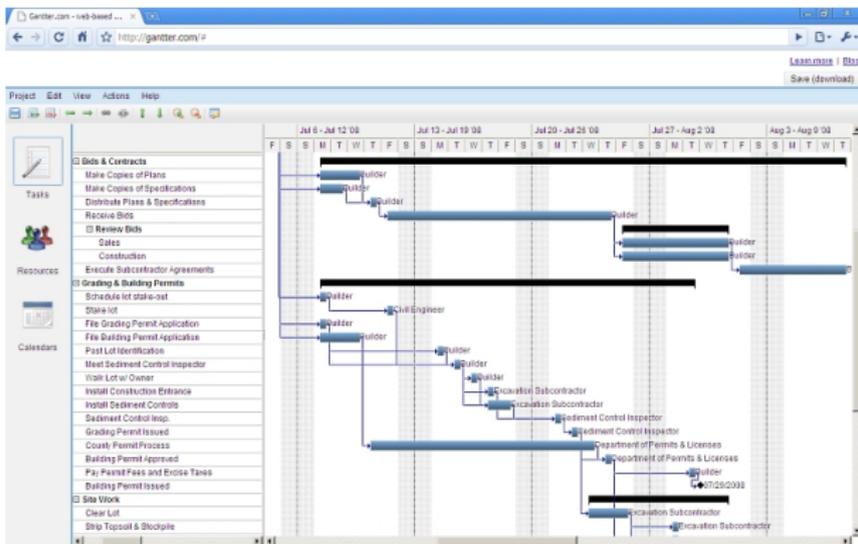


# Tipos de pesquisa em Computação

- ▶ De forma geral:
  - ▶ **Pesquisa formal:** elaboração e prova de teoria, com uso lógica formal
  - ▶ **Pesquisa empírica:** apresentação de nova abordagem e comparação com alternativas via métricas aceitáveis pela comunidade, com uso de testes estatísticos
  - ▶ **Pesquisa exploratória:** não há teoria ou resultados comparativos estatisticamente aceitos, mas há estudos de caso e avaliações qualitativas, com uso de argumentação e convencimento

# Controle do Tempo

- ▶ Controlar o tempo de execução das diferentes fases da pesquisa é passo essencial para cumprir as metas e prazos
  - ▶ Gráficos de Gant auxiliam nessa tarefa (<http://gantter.com/>)



# Sumário

Introdução

Passos do Processo Científico

Tipos de Pesquisa em Computação

Relação entre aluno e orientador

## Relação entre aluno e orientador: o aluno

- ▶ O interesse principal é do aluno
- ▶ Facilita para o aluno ficar “exposto” ao ambiente científico
  - ▶ Leitura frequente de artigos
  - ▶ Participação em seminários, bancas
  - ▶ Frequência no laboratório de pesquisa
- ▶ Definir e escrever o projeto com supervisão do orientador
- ▶ Gerar ideias para discutir com orientador é responsabilidade do aluno
- ▶ Questionar-se sobre os resultados obtidos.

## Relação entre aluno e orientador: o orientador

- ▶ Supervisionar a pesquisa realizada pelo aluno
- ▶ Oferecer críticas positivas e negativas
- ▶ Auxiliar na interpretação de resultados e facilitar encontrar novos caminhos
- ▶ Indicar materiais
- ▶ Ler e criticar os textos, estar ciente do que o aluno faz.

# Exercício para Entrega (Tarefa 1)

## Qual o seu caso?

- ▶ Tema da pesquisa
- ▶ Motivação
- ▶ Lacuna
- ▶ Objetivo
- ▶ Hipóteses
- ▶ Método (opcional)
- ▶ Resultados Esperados
- ▶ Limitações
- ▶ Conclusões (opcional)