

Introdução

Metodologia de Pesquisa Científica em Computação

Prof. Moacir Ponti
www.icmc.usp.br/~moacir

(contém material Prof. Fernando Paulovich)

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP

2023

Sumário

Introdução

Passos do Processo Científico

Tipos de Pesquisa em Computação

Relação entre aluno e orientador

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

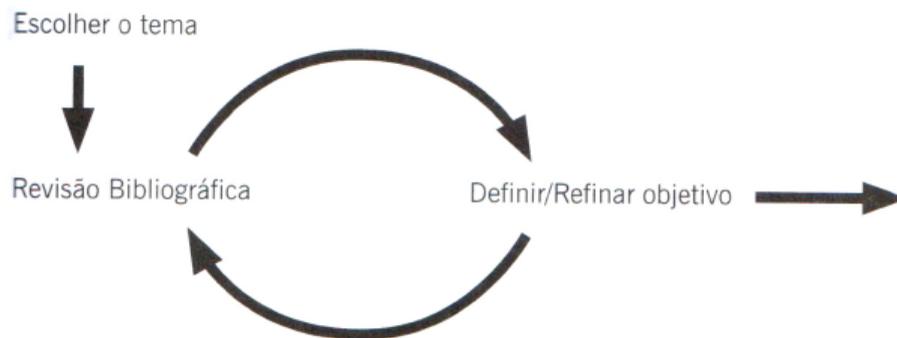
- ▶ Um projeto de pesquisa normalmente se inicia pela **escolha do tema** de pesquisa
 - ▶ **Relevância** (científica, social, circunstancial)
 - ▶ **Adequação** às pesquisas da universidade e do grupo/pesquisador

- ▶ 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

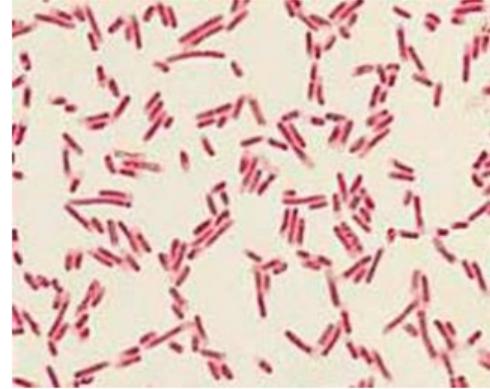
Tipos de pesquisa em Computação

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



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”

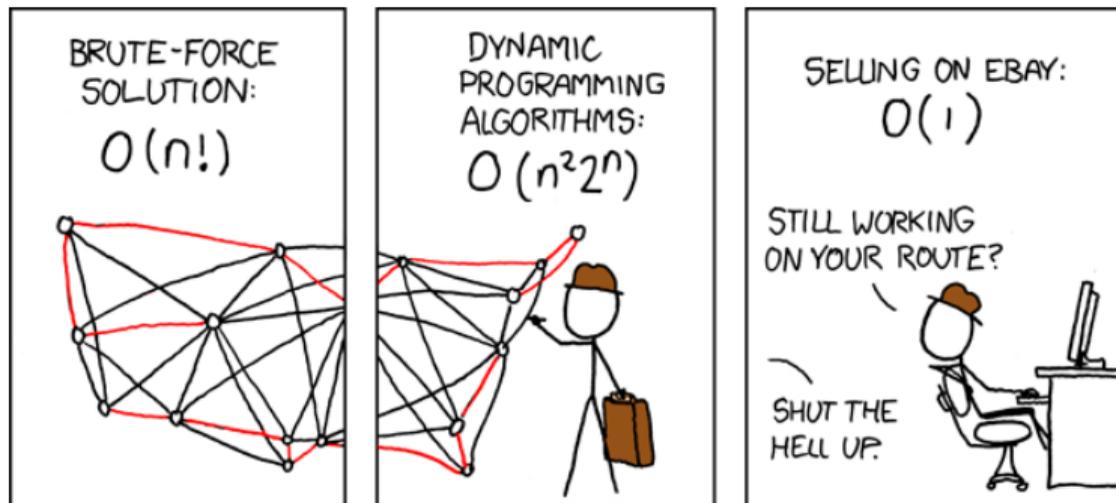
- ▶ Em geral em linhas um pouco mais amadurecidas, porém ainda sem métodos estabelecidos
- ▶ Comparação quantitativa com trabalhos anteriores
- ▶ Necessidade de comparação com estado da arte, métricas bem definidas

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

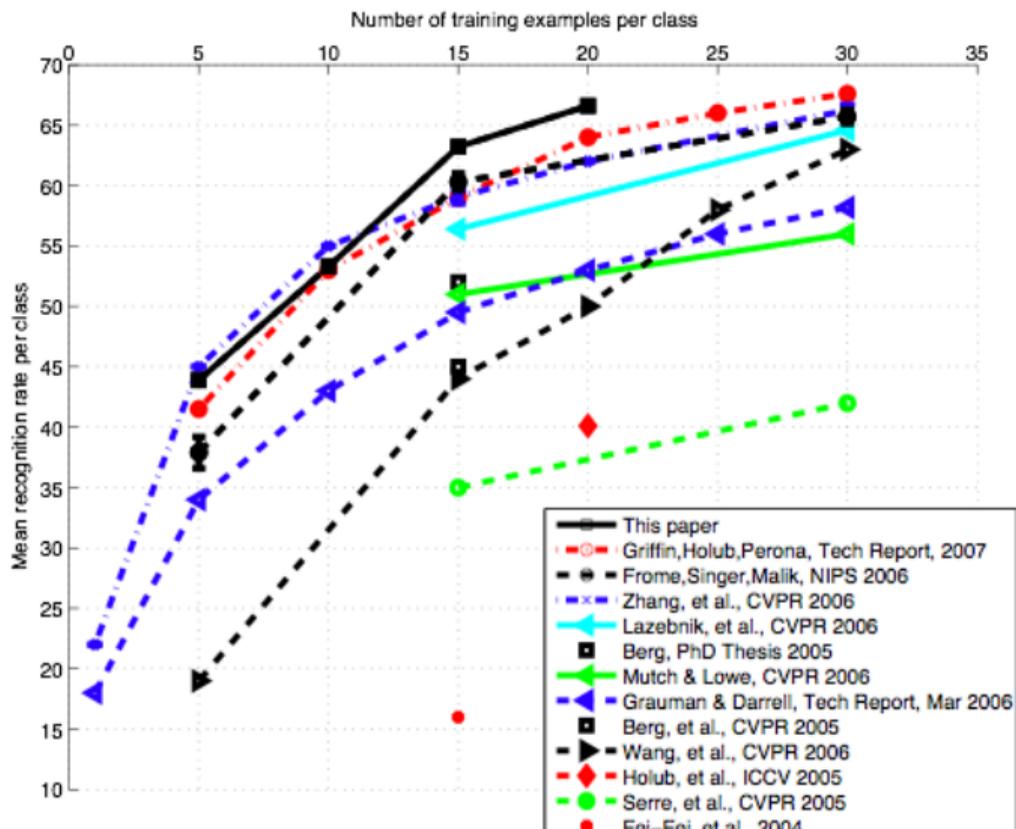
- ▶ Dada uma imagem, dizer qual(is) objetos estão presentes
- ▶ Benchmark: base de dados Caltech-101, ImageNet

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

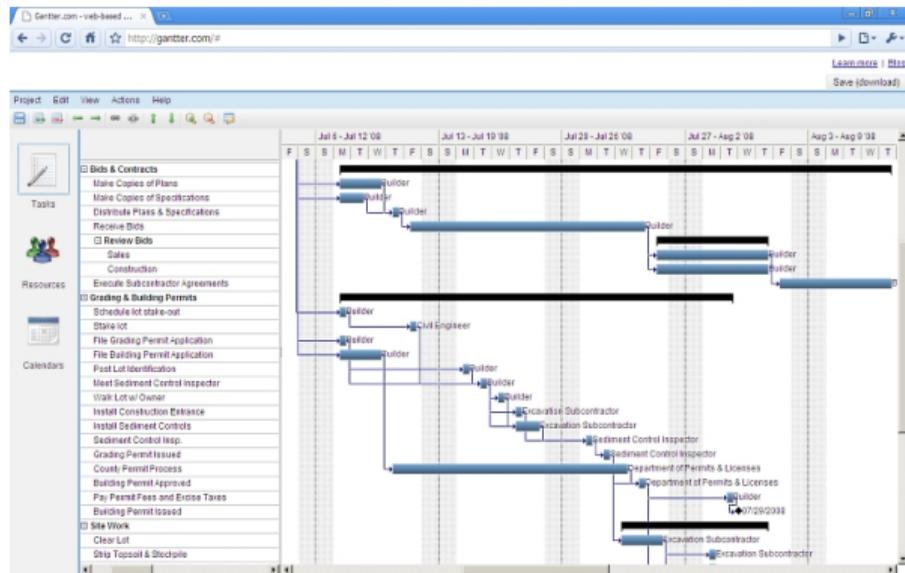


Tipos de pesquisa em Computação

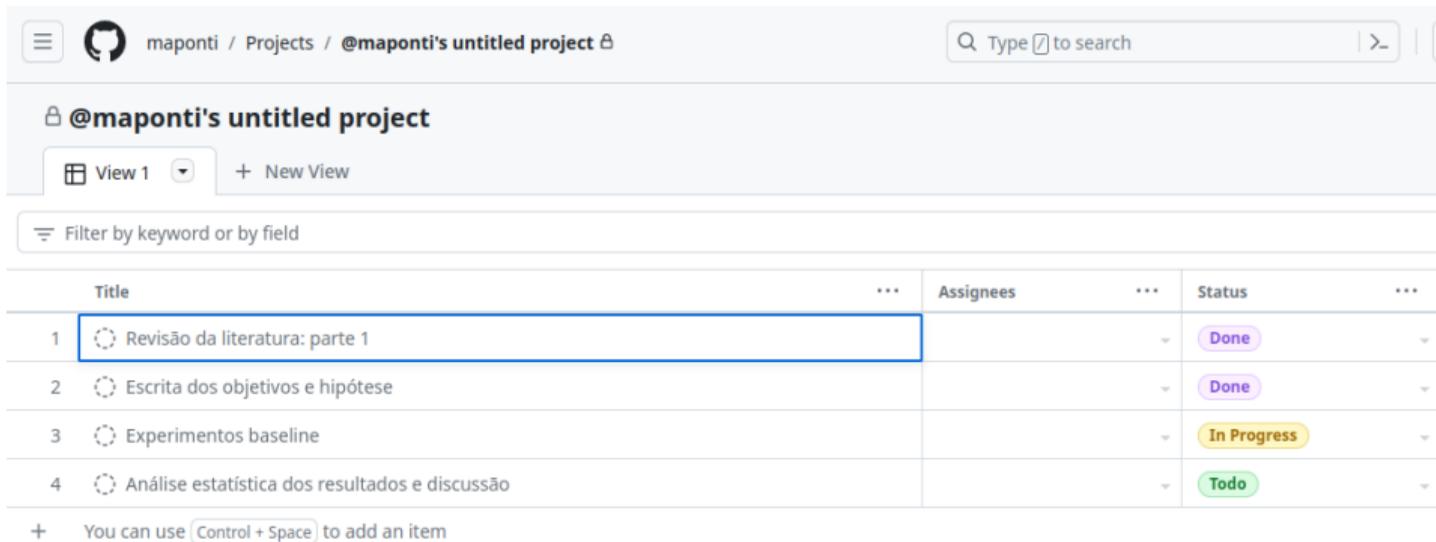
- ▶ De forma geral:
 - ▶ **Pesquisa formal:** elaboração e prova de teoria, com uso lógica formal
 - ▶ **Pesquisa empírica:** apresentação de nova abordagem e comparação com alternativas via métricas aceitáveis pela comunidade, com uso de testes estatísticos
 - ▶ **Pesquisa exploratória:** não há teoria 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/>)



Controle do Tempo: Github Project



The screenshot shows the GitHub Project interface for a user named 'maponti'. The project is titled '@maponti's untitled project'. At the top, there is a search bar with the text 'Type to search'. Below the project name, there are view options: 'View 1' and '+ New View'. A filter bar is present with the text 'Filter by keyword or by field'. The main content is a table with four columns: 'Title', 'Assignees', and 'Status'. The first row is highlighted with a blue border. The tasks listed are:

	Title	Assignees	Status
1	Revisão da literatura: parte 1		Done
2	Escrita dos objetivos e hipótese		Done
3	Experimentos baseline		In Progress
4	Análise estatística dos resultados e discussão		Todo

At the bottom of the table, there is a plus sign and the text: 'You can use `Control + Space` to add an item'.

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
- ▶ Resultados Esperados