

As Ciências e a Pesquisa em Computação

Prof. Marum Simão Filho

Agradecimentos

- ◆ Agrademos a/os seguintes professore/as por gentilmente terem cedido seus materiais para comporem os slides dessa disciplina:
 - Prof. Raimundo Sales – UNI7
 - Profa. Sandra Maria Aluisio – ICMC – USP
 - Profa. Elaine Faria – UFU
 - Profa. Maria Camila Barioni – UFU

Agenda

- Ciência
- Classificação das Ciências
- A Computação e a Classificação das Ciências
- Estilos de Pesquisas Correntes em Ciência da Computação
- Tipos Básicos de Pesquisa

Ciência

- A ciência é o esforço para descobrir e aumentar o conhecimento humano de como o Universo funciona. Refere-se tanto à (ao):
 - investigação ou estudo racionais do Universo. Tal estudo ou investigação é metódico e compulsoriamente realizado em acordo com o método científico – um processo de avaliar o conhecimento empírico;
 - corpo organizado de conhecimentos adquiridos por tais estudos e pesquisas. (WIKIPÉDIA, 2015).
- Face à variedade de abordagens, várias classificações das ciências foram produzidas no sentido de tentar melhor entender seus métodos e objetivos (WAZLAWICK, 2010).

Classificações das Ciências*

- Ciências Formais e Empíricas
- Ciências Puras e Aplicadas
- Ciências Exatas e Inexatas
- Ciências Duras e Moles
- Ciências Nomotéticas e Idiográficas

*Seção II de (WAZLAWICK, 2010).

Ciências Formais

- Estudam as ideias independentemente de sua aplicação à natureza ou ao ser humano (o que não quer dizer que não possam ser aplicadas).
- Ex.: Lógica, Matemática e Estatística.

Ciências Empíricas

- Também chamadas por vezes de ciências reais ou factuais.
- Estudam os fenômenos que ocorrem no mundo real.
- Têm de fazer uso de observações para fundamentar suas descobertas.
 - **Ciências Naturais:** estudam a natureza em seus aspectos que independem da existência ou da ação do ser humano. Ex.: Astronomia, Física, Química etc.
 - **Ciências Sociais:** estudam o ser humano e suas interações. Ex.: História, Psicologia e Sociologia.

Ciências Formais x Empíricas

- **E a Computação?**
- **Ciências Formais:**
 - Teoria dos algoritmos (estruturas de dados, complexidade), teoria das linguagens formais, autômatos e compiladores, os aspectos formais da inteligência artificial, o cálculo relacional em banco de dados etc.
- **Ciências Empíricas**
 - **Ciências Naturais:**
 - Eletrônica, Circuitos Lógicos, os processadores, enfim, todos os componentes físicos de um computador.
 - **Ciências Sociais:**
 - Informática na Educação, Comércio Eletrônico, Games, Interação Humano-Computador.

Ciências Puras e Aplicadas

- **Ciências puras (ou básicas):** estudam os conceitos básicos do conhecimento, sem preocupação com sua imediata aplicação. Podem ser formais (p.ex., Lógica) ou empíricas (p.ex., Cosmologia).
- **Ciências aplicadas:** visam à realização de descobertas que possam ser imediatamente aplicadas a algum processo industrial ou assemelhado, visando produzir algum tipo de ganho. Ex.: Engenharias

Ciências Puras e Aplicadas

- E a Computação?
- Ciência Pura:
 - O aspecto de ciência básica na Computação é difícil de identificar visto que a maioria dos resultados em Computação possui aplicação prática. Mas há, p.ex., estudos de aprendizagem humana simulada por computador (entender processos de aprendizado via modelos que trazem teorias para explicar fenômenos)
- Ciência Aplicada:
 - Engenharia de Software, Engenharia da Computação etc.

Ciências Exatas e Inexatas

- **Ciências Exatas:** são aquelas cujos resultados são precisos. Suas leis são altamente preditivas e previsíveis. Experimentos podem ser repetidos inúmeras vezes produzindo o mesmo resultado ou resultados estatisticamente previsíveis.
 - Ex.: Matemática, Física, Química.
- **Ciências Inexatas:** podem prever comportamentos gerais de seus fenômenos, mas nem sempre os resultados são os esperados.
 - Ex.: Meteorologia, Economia e a maioria das Ciências Sociais.

Ciências Exatas e Inexatas

- E a Computação?

A Ciência da Computação normalmente é classificada entre as ciências exatas.

Porém, assim como outras ciências exatas, a Computação também tem aspectos inexatos.

- Ex.: Algoritmos genéticos e alguns modelos de redes neurais são capazes de produzir resultados inesperados mesmo quando aplicados repetidamente a um mesmo conjunto de dados.

Ciências Duras e Moles

- **Ciências Duras:** são aquelas que usam de rigor científico em suas observações, experimentos e deduções.
- **Ciências Moles:** costumam aceitar evidências baseadas em **estudos de caso**. Isso ocorre quando é difícil ou impossível conseguir realizar experimentos totalmente controlados.

Ciências Duras

- **Ciências duras formais:** utilizam fortemente a Lógica e a Matemática como ferramentas de construção teórica.
- **Ciências duras naturais:** dependem muitas vezes de comprovação estatística para dar credibilidade a seus experimentos. Exigem grande rigor na comprovação de resultados empíricos.
- Ex.: Medicina.

Ciências Duras e Moles

- E a Computação?

- Normalmente, entende-se a Computação como uma Ciência Dura, mas a realidade ainda, em muitos casos, é que os pesquisadores têm dificuldade em providenciar dados em quantidade suficiente para dar suporte empírico a suas conclusões.

Precisamos de bons benchmarks!

- Assim, é comum encontrar artigos em Computação que utilizam um ou alguns poucos estudos de caso para tentar “validar” uma técnica, modelo ou teoria.
 - Estudo de caso é uma fonte de dados para uma pesquisa exploratória, mas não valida a hipótese em estudo.

Ciências Nomotéticas e Idiográficas

- Ciência nomotética: estudam fenômenos que se repetem e que podem levar à descoberta de leis gerais que permitam fazer previsões.
- Ciência idiográficas: analisam fenômenos únicos que não se repetem, mas que, ainda assim, têm validade como campo de estudo.
 - Ex: História. Estuda fatos que nunca se repetem.

Ciências Nomotéticas e Idiográficas

- E a Computação?
- Poucas áreas são idiográficas. Por exemplo, o estudo da própria história da computação e o desenvolvimento de determinadas tecnologias, como linguagens, paradigmas e arquiteturas computacionais.

Uma Área Nova


Ciência da Computação é uma área relativamente nova em franco desenvolvimento → Há necessidade de **embasamento metodológico** adequado.

Após 2000, definição clara das carreiras:

- Bacharelado em Ciência da Computação
- Bacharelado em Sistemas de Informação
- Engenharia de Computação
- Licenciatura em Informática

Estilos da Pesquisa Corrente em Computação

1. Apresentação de **um produto**
2. Apresentação de **algo diferente**
3. Apresentação de **algo presumivelmente melhor**
4. Apresentação de **algo reconhecidamente melhor**
5. Apresentação de **uma prova**



Níveis de
Maturidade
Científica

1. Apresentação de um produto

- Própria de áreas emergentes dentro da Computação.
- Pesquisa eminentemente exploratória, na qual se procura apresentar algo novo.
- Difícil comparar com trabalhos anteriores.
- Resumo do trabalho: "Fiz algo novo. Eis meu produto".

1. Apresentação de um produto

- Tipo de pesquisa dificilmente aceita por áreas maduras.
- Exemplos
 - Um artigo do tipo “um novo método para análise de sistemas” dificilmente seria aceito em um evento de Engenharia de Software.
 - Artigos ou trabalhos que apresentam uma ferramenta ou protótipo sem a devida comparação com outros trabalhos.
- É interessante que a pesquisa demonstre que está resolvendo um problema relevante.

1. Apresentação de um produto

- Artigos que descrevem sistemas desenvolvidos se enquadram bem nessa categoria
 - servem mais como propaganda do grupo de pesquisa
 - podem ser apropriados para workshops de ferramentas
- O desenvolvimento de um sistema e sua apresentação são relevantes em cursos de graduação e especialização.

2. Apresentação de algo diferente

- Tipo de pesquisa mais amadurecido, também característico de áreas emergentes.
- Apresentação de uma forma diferente de resolver um problema.
 - Comparação entre técnicas.
 - Não exige muito rigor científico na apresentação dos resultados.
- Comparações, se houver, são muito mais qualitativas do que quantitativas.
- Exemplo: trabalho em Engenharia de Software no qual se apresenta uma nova técnica para realizar algo.
 - Forma de apresentação típica: compara-se a nova técnica com técnicas existentes e apresenta-se um ou dois estudos de caso para reforçar o argumento.

2. Apresentação de algo diferente

- Estudos de caso usualmente não provam nada, mas podem ajudar a convencer o leitor.
 - Pode servir para provar que um método consagrado falha em uma ou outra situação.
- Típico de áreas onde é difícil conseguir dados e efetuar análise empírica.
- Para que esse tipo de pesquisa funcione, são necessários:
 - Uma boa hipótese;
 - Uma boa teoria construída para sustentá-la;
 - Uma boa argumentação para convencer da validade da proposta.

2. Apresentação de algo diferente

- Trabalhos de mestrado e doutorado, em geral, propõem algo novo:
 - um novo método, uma nova ideia, um novo sistema, etc.
 - dificuldade: mostrar que a proposta supera, em algum aspecto, outras propostas existentes.
- Por isso, a importância de uma boa hipótese!
 - Se a hipótese for mal escolhida, o trabalho pode não alcançar os objetivos.
- Pode-se estruturar esse tipo de trabalho na forma de uma tabela comparativa:
 - A ideia é que se crie algo que incorpore várias características importantes em um mesmo artefato.

2. Apresentação de algo diferente

Tabela de características

- Resultado de uma boa revisão bibliográfica
 - Identificam-se as formas usuais de resolver o problema em questão;
 - Analisam-se as diferentes propriedades de cada abordagem.

	Característica 1	Característica 2	Característica 3	Característica 4
Artefato 1	X	X		
Artefato 2	X			X
Artefato 3		X	X	X
Novo Artefato	X	X	X	X

3. Apresentação de algo presumivelmente melhor

- Exige comparação quantitativa com a literatura da área.
- Na falta de *benchmarks*, o próprio autor cria seus testes.
- Problemas:
 - Trabalho extra;
 - Possibilidade de introdução de erros.

3. Apresentação de algo presumivelmente melhor

- Questões importantes:
 - Certificar-se de realizar a comparação com o estado da arte;
 - Não é necessário que o novo método supere o estado da arte para toda e qualquer situação;
 - É importante ter métricas claras.

4. Apresentação de algo reconhecidamente melhor

- Analisado por meio de testes padronizados reconhecidos internacionalmente.
- O trabalho se concentra na elaboração da hipótese e não na busca dos dados.
- Supõe-se que, após a publicação dos resultados, ninguém mais possa ignorar esta nova abordagem em função das vantagens que ela oferece em relação às anteriores.
- É o que se entende por “avanzar o estado da arte”.
- Pesquisa típica de boas teses de doutorado.

4. Apresentação de algo reconhecidamente melhor

- Características da pesquisa
 - Mais fácil de executar
 - Os testes-padrão já estão definidos e os dados já estão disponíveis.
 - Basta implementar a bordagem e realizar os testes.
 - Problema/dificuldade → encontrar uma hipótese de trabalho que faça sentido e seja promissora.
- Exige:
 - Amplo estudo sobre o estado da arte;
 - Muita reflexão sobre a forma como as técnicas são desenvolvidas para resolver os problemas da área alvo da pesquisa.

4. Apresentação de algo reconhecidamente melhor

Presumivelmente x Reconhecidamente

- ◆ Presumivelmente melhor refere-se a comparações **cujas métricas podem ser contestadas** – por exemplo, um algoritmo de processamento de imagens/textos que pode ter sido beneficiado pela escolha das imagens/textos e pela escolha do pré-processamento.
- ◆ Reconhecidamente melhor refere-se a **comparações incontestáveis** – por exemplo, um algoritmo de compactação de arquivos que representa a mesma informação com menos bits e que foi testado sobre um *benchmark* aceito pela comunidade.
- ◆ Reconhecidamente é uma validação mais estrita do que presumivelmente.

5. Apresentação de uma prova

- Os resultados dos tipos de pesquisa anteriores são apresentados a partir de evidências empíricas, argumentações ou estudos de caso que sugerem provas.
- Algumas subáreas da computação exigem provas matemáticas, de acordo com as regras da lógica.
- Típico das subáreas ligadas à Lógica, Matemática, Métodos formais ou Compiladores.

5. Apresentação de uma prova

- Deve-se construir uma teoria (conjunto de definições) e uma prova formal de seus principais teoremas.
- Resultados devem dar demonstrações de que:
 - um determinado algoritmo é o melhor algoritmo possível para resolver um determinado tipo de problema; ou
 - um algoritmo para resolver um determinado tipo de problema não existe; ou
 - a complexidade de qualquer algoritmo que resolve um determinado tipo de problema não pode ser menor do que um determinado polinômio.

Tipos Básicos de Pesquisa

- Diferentes subáreas da computação caracterizam-se por diversos estilos de pesquisa:
 - Formal
 - É exigida a elaboração de uma teoria e uma prova formal de que essa teoria é correta.
 - Ferramenta de trabalho: Lógica Formal.
 - Mais difícil de fazer.
 - Resultados mais difíceis de refutar.

Tipos Básicos de Pesquisa

– Empírica

- Uma nova abordagem apresentada é comparada com outras por meio de testes aceitos pela comunidade.
- Ferramenta de trabalho: Estatística.
- Poderá ser refutável se não estiver embasada em uma boa teoria.
- Estatística não explica causas.

Tipos Básicos de Pesquisa

– Exploratória

- Pode parecer ser mais fácil de realizar porque não é necessário utilizar os métodos da lógica formal e nem realizar experimentos exaustivos.
- Não se consegue provar uma teoria nem apresentar resultados estatisticamente aceitos.
- Entram aqui os **estudos de caso**, as **análises qualitativas** e as **pesquisas exploratórias** em áreas emergentes.
- Ferramentas de trabalho: Argumentação e convencimento.

Tipos Básicos de Pesquisa

– Exploratória (cont.)

- É a abordagem mais arriscada, pois a aceitação dos argumentos não é universal.
- Ajuda o pesquisador a convencer o leitor do seu ponto de vista, mas não constituem provas.
- Trabalhos que não se fundamentam em uma boa teoria e/ou em um bom conjunto de testes têm menor chance de serem publicados em bons veículos.

Bibliografia

- WAZLAWICK, R.S. (2009). Metodologia de pesquisa para Ciência da Computação, 184p. Editora Campus/Elsevier. ISBN: 9788535235227.
- WAZLAWICK., R.S ., “Uma Reflexão sobre a Pesquisa em Ciência da Computação à Luz da Classificação das Ciências e do Método Científico”, *Revista de Sistemas de Informação da FSMA*, No. 6, pp. 3-10, 2010. Disponível em:
http://www.fsma.edu.br/si/edicao6/FSMA_SI_2010_2_Principal_1.html