

A computação e a classificação das ciências

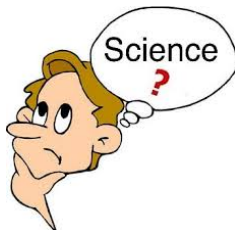
Lucia Catabriga

luciac@inf.ufes.br

August 24, 2016

O que é Ciência?

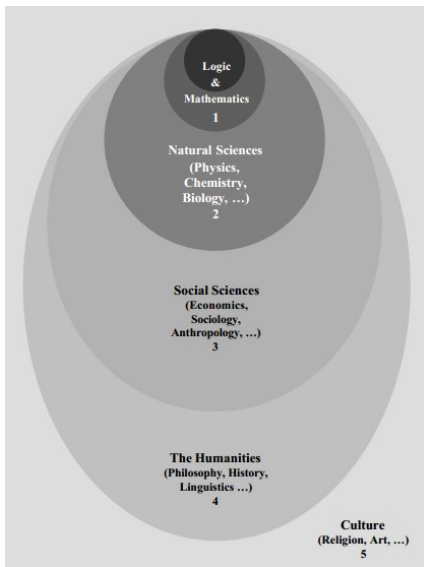
- A ciência é o esforço para descobrir e aumentar o conhecimento humano de como o universo funciona.¹
- Devido à variedade de abordagens, várias classificações das ciências foram produzidas na tentativa de melhor entender seus métodos e objetivos [WAZLAWICK14].



Como a Ciência da Computação se enquadra nas diferentes classificações de ciência?

¹<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciência>

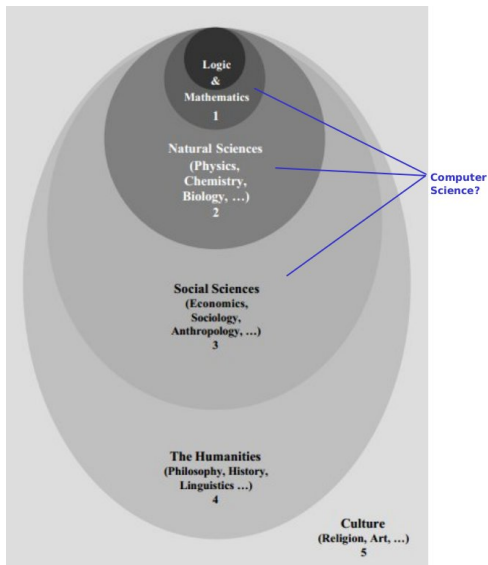
Exemplo de Classificação [DORIG-CRANKOVIC12]



2

²Onde está a Ciência da Computação?

Exemplo de Classificação [DORIG-CRANKOVIC12]



Critérios de Classificação das Ciências [WAZLAWICK14]

- Ciências Formais, Empíricas e Ciência Computacional (Computação Científica)
- Ciências Puras e Aplicadas
- Ciências Exatas e Inexatas
- Ciências Duras e Moles.



- Estudam as ideias independentemente de sua aplicação à natureza ou ao ser humano
- Podem ser aplicadas (usualmente são), mas o objetivo de estudo está na *forma*, ou seja, nos processos puramente lógicos ou matemáticos.
- Exemplos: Lógica, Matemática, Microeconomia, estatística, aspectos formais da linguística.

- Estudam os fenômenos que ocorrem no mundo real.
- Devem fazer uso de observações para fundamentar suas descobertas.
 - **Ciências Naturais:** estudam o universo em seus aspectos que independem da existência ou da ação do ser humano. Ex.: Astronomia, Física, Química, Biologia e as Ciências da Terra.
 - **Ciências Sociais:** estudam os aspectos das relações humanas (estudam a vida social dos indivíduos). Ex.: Antropologia, Comunicação, Economia, História, Política, Psicologia e Sociologia.

Ciência Computacional (**Computação Científica**)

[WAZLAWICK14]

- baseia-se na construção de modelos matemáticos e sua simulação em computadores para resolver problemas de áreas correlatas, como física, química, biologia, etc.
- Faz um elo entre teoria e experimentação.

**Scientific
Computing**



Ciência da Computação × Ciências Formais, Empíricas e Computacionais [WAZLAWICK14]

- Ciências Formais:
 - Teoria dos algoritmos (técnicas de programação, estruturas de dados, complexidade)
 - Teoria das linguagens formais (construção de compiladores)
 - Aspectos formais da inteligência artificial
- Ciências Empíricas
 - Ciências Naturais:
 - Eletrônica, Circuitos Lógicos, processadores.
 - Ciências Sociais
 - Engenharia de Software, informática na educação, sistema de comércio eletrônico.
- Computação Científica
 - Técnicas de programação, estrutura de dados, visualização (computação gráfica), sistemas computacionais (processamento de alto desempenho).

- **Ciências puras** (ou fundamentais): 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

Ciência da Computação × Ciências Puras e Aplicadas [WAZLAWICK14]

- **Ciência pura:** O aspecto de ciência pura da Computação é difícil de identificar visto que a maioria dos resultados em Computação possui aplicação prática. Entretanto, pode ser citado:
 - Teoria do Caos (descrever e entender fenômenos meteorológicos, crescimento de populações, variações no mercado financeiro e movimentos de placas tectônicas),
 - Sistemas Multiagentes (estudos de aprendizagem humana simulada por computador).
- **Ciência aplicada:** Engenharia de Software, Arquitetura de Computadores etc.

Obs: não confundir **ciência aplicada** com **tecnologia**

- **Ciências Exatas:** são aquelas cujos resultados são precisos. Suas leis são altamente preditivas e 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

Ciência da Computação × Ciências Exatas e Inexatas

[WAZLAWICK14]

- 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.

Esta classificação tem relação com o rigor do método utilizado.

- **Ciências *Hard***: são aquelas que usam de rigor científico em suas observações, experimentos e deduções.
 - *hard* formais: utilizam lógica e matemática como construção teórica.
 - *hard* naturais: dependem da comprovação estatística para dar credibilidade (Ex. pesquisa médica)
- **Ciências *soft***: costumam aceitar evidências baseadas em estudos de caso. Isso ocorre quando é difícil ou impossível conseguir realizar experimentos totalmente controlado.

Ciência da Computação × Ciências *Hard* e *Soft*

[WAZLAWICK14]

- Normalmente entende-se a Computação como uma Ciência *Hard*, 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.
- Assim é comum encontrar artigos em Computação que utilizam um ou alguns poucos estudos de caso para tentar "validar" uma técnica, modelo ou teoria.

- **Ciências Nomotéticas:** estudam fenômenos que se repetem e que podem levar à descoberta de leis gerais que permitem fazer previsões.
 - Ex. Física.
- **Ciências Idiográficas:** analisam fenômenos únicos que não se repetem, mas têm, mesmo assim, validade com o um campo de estudo.
 - Ex. História (não se repetem e é muito difícil, senão impossível, encontrar padrões suficientemente determinísticos na história que permitam fazer previsões a partir de observações).

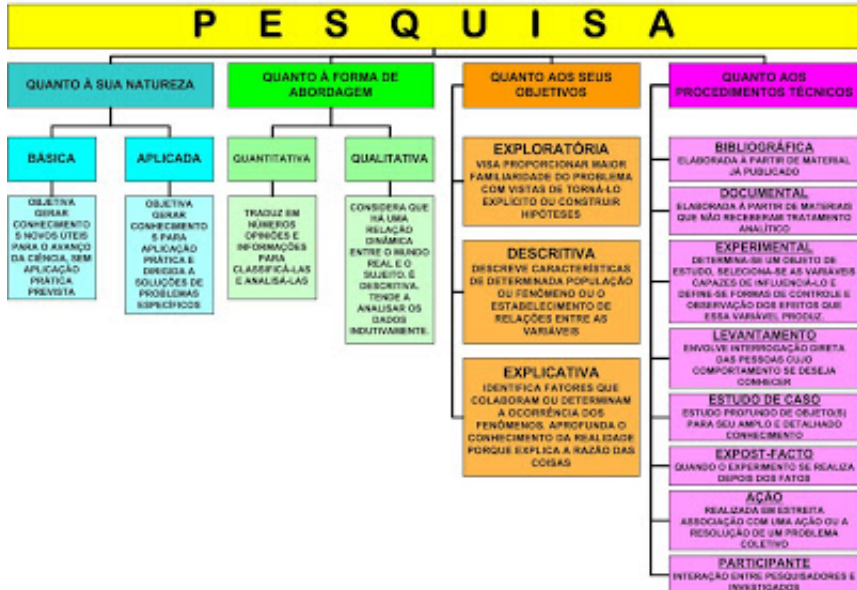
- Pesquisa: conjunto de ações propostas para **encontrar a solução para um problema**, que têm **por base procedimentos racionais e sistemáticos**.

Existem várias formas de classificar as pesquisas:

- Quanto à natureza,
- Quanto aos fins,
- Quanto à forma de abordagem do problema,
- Quanto aos procedimentos técnicos.



Critérios de Classificação das Pesquisas



- **Pesquisa básica:** objetiva gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais.
- **Pesquisa Aplicada:** objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática dirigidos à problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.

- Uma pesquisa pode ter mais de uma finalidade simultaneamente.
- Tipos de Pesquisa quanto aos fins:
 - Pesquisa exploratória
 - Pesquisa descritiva
 - Pesquisa explicativa
 - Pesquisa metodológica
 - Pesquisa intervencionista

- Pesquisa exploratória:
 - Realizada quando há pouco conhecimento acumulado e sistematizado.
 - Por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que, todavia, poderão surgir durante ou ao final da pesquisa.
 - É, normalmente, o primeiro passo para quem não conhece suficientemente o campo que pretende abordar.



Ex. Viagem sem volta em uma espaçonave

- Pesquisa descritiva:

- Expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno.
- Pode estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza.
- Não tem compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação.



Ex. Estudo de uma nova espécie de sapos.

- Pesquisa explicativa:
 - Tem como objetivo explicar algo, justificar-lhe os motivos.
 - Visa esclarecer quais fatores contribuem, de alguma forma, para a ocorrência de determinado fenômeno.
 - Pressupõe a pesquisa descritiva como base para suas explicações.



Ex. Motivo de sucesso de determinado empreendimento.

- Pesquisa metodológica:
 - Se refere à elaboração de instrumentos de captação ou de manipulação da realidade.
 - Está associada a caminhos, formas, maneiras, procedimentos para atingir determinado fim.



Ex. Construir um instrumento para avaliar o grau de descentralização decisória de uma organização

- Pesquisa intervencionista:
 - Tem como objetivo interpor-se, interferir na realidade estudada, para modificá-la.
 - Não se satisfaz, portanto, em apenas explicar.
 - Distingue-se da pesquisa aplicada pelo compromisso de não somente propor resoluções de problemas, mas também de resolvê-los efetiva e participativamente.



Ex. Einstein (Teoria da Relatividade e contribuiu consideravelmente com a formulação da Teoria Quântica)

Classificação quanto à forma de abordagem do problema [MORESIO3]

- Pesquisa Quantitativa:
 - Considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.
 - Requer o uso de recursos e técnicas estatísticas.
 - Pressupõe a pesquisa descritiva como base para suas explicações.
- Pesquisa Qualitativa:
 - Considera que existe uma subjetividade que não pode ser traduzida em números.
 - É descritiva e não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas.

- Primeira razão para se conduzir uma pesquisa quantitativa: descobrir quantos indivíduos de uma determinada população compartilham uma característica ou um grupo de características.
- É especialmente projetada para gerar medidas precisas e confiáveis que permitam uma análise estatística.
- As questões devem ser diretas e facilmente quantificáveis e a amostra deve ser grande o suficiente para possibilitar uma análise estatística confiável.
- É apropriada para medir opiniões, atitudes, preferências, perfis de grupos e comportamentos. Técnicas de coleta de dados: observação estruturada, questionários e formulários.
- Não é apropriada nem tem custo razoável para compreender “porquês”.

- Pesquisador desenvolve conceitos, ideias e entendimentos a partir de padrões encontrados nos dados, ao invés de coletar dados para comprovar teorias, hipóteses e modelos preconcebidos.
- Ajuda a identificar questões e entender porquê elas são importantes.
- É especialmente útil em situações que envolvem o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas ideias.
- Não é projetada para coletar resultados quantificáveis.
- Ela não depende de análise estatística para suas inferências ou de métodos quantitativos para a coleta de dados.
- Costuma ser seguida de um estudo quantitativo.

Pesquisa Quantitativa × Pesquisa Qualitativa

Quantitativa	Qualitativa
Objetiva	Subjetiva
Testa uma teoria	Desenvolve uma teoria
Controle e precisão	Descoberta, descrição e compreensão
Mensuração	Interpretação
Possibilita análises estatísticas	Possibilita narrativas ricas
Números são os elementos básicos da análise	Ideias são os elementos básicos da análise
Testa hipóteses	Gera ideias e questões para pesquisa
Raciocínio lógico e dedutivo	Raciocínio baseado em argumentação e indutivo
Estabelece relações, causas	Descreve significados, descobertas

Adaptado de (MORESI, 2003)

Classificação quanto aos procedimentos técnicos [WAZLAWICK14]

- Pesquisa bibliográfica
- Pesquisa documental
- Pesquisa experimental
- Pesquisa de levantamento
- Pesquisa-ação

- Implica o estudo de artigos, teses, livros e outras publicações disponibilizados por editoras e indexadas.
- Passo fundamental e prévio para qualquer trabalho científico, mas não produz qualquer conhecimento novo.
- Supre o pesquisador de informações públicas que ele não possuía.

- Consiste na análise de documentos ou dados que não foram ainda sistematizados e publicados.
- Pode-se examinar relatórios de empresas, arquivos obtidos de órgãos públicos, bancos de dados, correspondências, etc.
- Busca encontrar informações e padrões em documentos ainda não tratados sistematicamente,
- Em computação: pesquisar por padrões em documentos de requisitos elaborados por empresas de desenvolvimento de software.

- Manipulação de um aspecto da realidade pelo pesquisador. Por exemplo: o pesquisador introduz uma nova técnica em uma empresa de software e observa se a produtividade aumentou.
- Implica ter uma ou mais variáveis experimentais que podem ser controladas pelo pesquisador. Exemplo: o fato de usar ou não determinada técnica pode impactar o resultado da técnica adotada.
- Deve utilizar rigorosas técnicas de amostragem e testes de hipóteses para que seus resultados sejam estatisticamente aceitáveis e generalizáveis.

A pesquisa não-experimental consiste no estudo de fenômenos sem a intervenção sistemática do pesquisador.

Pesquisa de levantamento e Pesquisa-ação

[WAZLAWICK14]

- **Pesquisa de levantamento:** os dados existentes são buscados diretamente no ambiente, através de observações, medições, questionários e entrevistas. Por exemplo, depois de tabeladas essas informações, podem ser chegar a conclusões sobre causas e efeitos.
- **Pesquisa-ação:** o pesquisador interage com os pesquisados, envolvendo-se no trabalho de pesquisa de forma participativa, buscando determinado resultado.

- Teoria é quando o fenômeno é bem compreendido, mas não funciona. Prática é quando funciona, mas não se sabe por quê.
- Em Computação: Nada funciona e não se sabe por quê.

- Uma característica importante da pesquisa científica é a objetividade. Contudo, muitas vezes, a tirada de conclusões não é objetiva.
- Os experimentos e as observações no trabalho científico devem ser objetivos.



Empirismo [WAZLAWICK14]

- Empírico: guiado pela evidência obtida em pesquisa científica sistemática e controlada.
- A falta de empirismo pode levar a conclusões erradas.
- Não basta acreditar na intuição; é preciso verificar objetivamente se o fenômeno descrito é realmente verdadeiro.



Ciência vs. Tecnologia [WAZLAWICK14]

- **Ciência:** busca do conhecimento e das explicações, contrói teorias para explicar os fatos observados.
- **Tecnologia:** aplicação do conhecimento nas atividades práticas, é prática e existe para transformar o mundo e não para teorizar sobre ele.



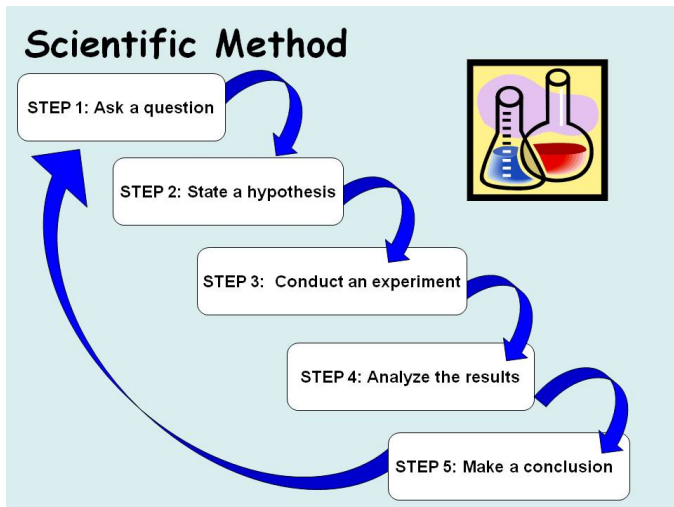
Trabalho Científico e Tecnológico na Ciência da Computação [WAZLAWICK14]

- Trabalho Tecnológico:
 - Ex. sistemas, protótipos, frameworks, arquiteturas, modelos, processos (são comuns em dissertações, teses, artigos científicos em computação).
- Trabalho Científico:
 - A informação contida no trabalho deve explicar (pelo menos parcialmente) sobre o porquê das coisas funcionarem como funcionam.
 - Exemplos:
 - Há um problema de pesquisa identificado para o qual ainda não se conhecia uma solução satisfatória.
 - Há uma hipótese, ou seja, uma ideia que pode ser testada para resolver o problema integral ou parcialmente.
 - O trabalho deve mostrar que a ideia em questão realmente é válida, empregando as construções do método científico que se aplicarem ao caso.

Trabalho Científico em Ciência da Computação

[WAZLAWICK14]

- Pode ser recheado de evidências de que de fato está sendo apresentado conhecimento novo.
 - Mencionar os estudo de casos;
 - Conter uma pesquisa bibliográfica comparativa;
 - Apresentar uma pesquisa experimental;
 - Demonstrar que as novas ideias têm aplicação prática em uma ferramenta, algoritmo, protótipo, processo, etc. – são artefatos que podem e devem ser apresentados como elementos nos quais a ideia se incorpora, ganhando vida e aplicação prática, ou seja, realizando sua vocação técnica.
 - **OBS:** A dissertação, a tese ou mesmo o artigo usualmente não deveriam ser sobre o "artefato", mas sobre as ideias incorporadas nele.



- A pesquisa científica deve ser realizada de acordo com um método científico

Uma pesquisa bem-sucedida - cuidado não é receita de bolo!!! [WAZLAWICK14]

- 1 Revisão bibliográfica bem adequada, tendo por objetivos:
 - conhecer os principais conceitos da área;
 - conhecer os últimos desenvolvimentos na área.
- 2 Após a revisão o pesquisador deve ser capaz de reconhecer as questões importantes ainda não respondidas.
- 3 Realizar o trabalho de pesquisa iniciando, por exemplo, com um estudo de caso para que a pesquisa exploratória coloque à luz novas questões e problemas.
- 4 Formular uma hipótese para resolver o problema e uma teoria que explique por que a hipótese funciona.
- 5 Aplicar métodos empíricos adequados para convencer os demais de que a sua hipótese é correta frente aos princípios científicos, isto é, que ela é coerente com os conhecimentos existentes e que é suficientemente simples para ser adequada pelo princípio da **lâmina de Occam**³

³https://pt.wikipedia.org/wiki/Navalha_de_Occam

- Lâmina de Occam ou Navalha de Occam (ou Ockham) é um princípio lógico atribuído ao lógico e frade franciscano inglês Guilherme de Ockham (século XIV).
- O princípio afirma que a explicação para qualquer fenómeno deve assumir apenas as premissas estritamente necessárias à explicação do mesmo e eliminar todas as que não causariam qualquer diferença aparente nas predições da hipótese ou teoria.
- "Se em tudo o mais forem idênticas as várias explicações de um fenómeno, a mais simples é a melhor." (Guilherme de Ockham)
- "Tudo deve ser feito da forma mais simples possível, mas não mais simples que isso." (Albert Einstein)
- "A perfeição não é alcançada quando já não há mais nada para adicionar, mas quando já não há mais nada que se possa retirar." (Antoine de Saint-Exupéry)

⁴https://pt.wikipedia.org/wiki/Navalha_de_Occam

Estilos da Pesquisa Corrente em Computação

[WAZLAWICK14]

Tipos de pesquisa realizados em ciência da computação e áreas correlatas, considerando o grau de maturidade da pesquisa e seu inter-relacionamento com outras ciências⁵

- Apresentação de um Produto
- Apresentação de Algo Diferente
- Apresentação de Algo Presumivelmente Melhor
- Apresentação de Algo Reconhecidamente Melhor
- Apresentação de uma Prova

⁵ discussão ocorrida na sbc-l@sbc.org.br, nos anos 90

Estilo "Apresentação de um Produto"

- Simplesmente procura apresentar algo novo (" Fiz algo novo. Eis o meu produto.")
- Aceitável apenas para áreas emergentes, onde podem não existir trabalhos anteriores.
- Apresentações deste tipo tendem a ser ingênuas e devem ser evitadas.
- Exemplo: O desenvolvimento de um sistema e sua apresentação.
 - Válida como pesquisa tecnológica, mas não como pesquisa científica.
 - Podem ser considerados como trabalho de graduação ou especialização, apresentados em sessões especiais de apresentação de ferramentas ou em eventos cujo tema seja a aplicação da informática a alguma área.

Estilo “Apresentação de Algo Diferente”

- Apresenta uma forma diferente de resolver um problema e compara com trabalhos anteriores.
- Pode envolver conhecimentos de outras áreas e sua aplicação para resolver o problema em questão.
- Normalmente, as comparações são mais qualitativas do que quantitativas
- Um ou dois estudos de caso são desenvolvidos para reforçar o argumento.

Estilo “Apresentação de Algo Diferente”

- Exemplo: O desenvolvimento de uma nova técnica para efetuar estimativas.
- A aceitação dos resultados depende dos argumentos utilizados pelo autor serem convincentes.
- Raramente um estudo de caso prova alguma coisa e, portanto, não há aqui prova (validação) com rigor científico.

Estilo “Apresentação de Algo Diferente”

- Tipo de pesquisa típico de áreas novas em que:
 - Não se dispõe de grandes bases de dados para testar teorias empiricamente.
 - Tempo e recursos necessários para realizar a pesquisa empiricamente são inviáveis.
- É necessário ter:
 - uma boa hipótese⁶ de trabalho,
 - uma boa teoria construída para sustentá-la e
 - uma boa argumentação para convencer o leitor da validade da teoria.

⁶Hipótese, segundo Wikipédia, é uma teoria provável, mas ainda não demonstrada, ou uma suposição admissível

Estilo “Apresentação de Algo Diferente”

- Propor algo é fácil.
- Difícil é mostrar que a nova proposta apresenta algum tipo de melhoria em relação às propostas existentes...
- Uma das formas de aumentar a chance de sucesso desse tipo de trabalho é estruturar a comparação com outros trabalhos em uma tabela comparativa.

	Caraterística 1	Caraterística 2	Caraterística 3	Caraterística 4
Artefato 1	X	X		
Artefato 2	X			X
Artefato 3		X	X	X

Estilo “Apresentação de Algo Diferente”

- A ideia não é criar algo simplesmente diferente daquilo que já existe, mas algo que incorpore várias características importantes em um mesmo artefato.
- Neste caso, uma boa revisão da literatura é fundamental para se descobrir as formas correntemente usuais de se resolver o problema e quais características elas apresentam.

	Caraterística 1	Caraterística 2	Caraterística 3	Caraterística 4
Artefato 1	X	X		
Artefato 2	X			X
Artefato 3		X	X	X
Artefato Novo	X	X	X	X

Estilo “Apresentação de Algo Presumivelmente Melhor”

- Envolve a comparação quantitativa com outros trabalhos.
 - O autor deve testar a sua abordagem e as outras que constam na literatura.
 - Em computação a comparação com referências bibliográficas de 15 anos atrás (por exemplo) é inadmissível!
- Requer bancos de dados (benchmarks) internacionalmente aceitos e acessíveis.
- Problema: Inexistência de um benchmark.
 - Solução: o autor pode criar um e realizar os testes para demonstrar que sua abordagem é melhor do que as outras.

Estilo “Apresentação de Algo Presumivelmente Melhor”

- Problemas derivados:
 - O autor terá de testar a sua abordagem e também as outras, resultando em trabalho excessivo.
 - Risco de erro na aplicação das demais abordagens, tornando as comparações temerárias.
- Para que as comparações sejam bem aceitas, é necessário deixar clara a forma como cada uma das técnicas foi aplicada.
- É extremamente importante definir a “métrica” para o estudo qualitativo. Afirmações do tipo: “O sistema X é mais fácil de usar” não terão fundamento a não ser que se defina claramente o que significa “ser fácil de usar”.

Estilo “Apresentação de Algo Presumivelmente Melhor”

- Não é necessário que a abordagem seja melhor do que as demais em qualquer situação.
- É possível que ela seja melhor em determinadas situações.
- Mas devem-se deixar bem claras quais são essas situações e o porquê disso.

Estilo “Apresentação de Algo Reconhecidamente Melhor”

- Resultados são apresentados em função de testes padronizados e internacionalmente aceitos.
- O autor deve buscar os dados de entrada em um banco de dados conhecido e apresentar os resultados usando medidas aceitas pela comunidade, de modo que os experimentos possam ser reproduzidos por outras equipes independentes.
- Pesquisas desse tipo são típicas de boas teses de doutorado.
 - Após a publicação dos resultados, ninguém mais pode ignorar essa nova abordagem em função das vantagens que ela oferece em relação as anteriores.
 - Isso é o que se entende por “avançar o estado da arte”.

Estilo “Apresentação de Algo Reconhecidamente Melhor”

- Essa é a pesquisa mais fácil de executar, desde que o autor tenha uma **boa hipótese** de trabalho.
 - Os testes-padrão (benchmarks) já estão definidos e os dados já estão disponíveis
 - Basta implementar a abordagem e realizar os testes.
- Exige do autor amplo estudo sobre o estado da arte em determinada área e muita reflexão sobre a forma como as técnicas são desenvolvidas para resolver os problemas dessa área.
- Problemas em aberto serão excelentes focos de atenção para a pesquisa.
- O conhecimento em outras áreas, pode ajudar a ter hipóteses promissoras.

Estilo “Apresentação de uma Prova”

- Exige provas matemáticas, de acordo com as regras da lógica.
 - Por exemplo: a área de métodos formais ou compiladores, dificilmente aceitará trabalhos que não apresentem demonstrações claras de correção ou eficiência.
- Deve ser construída uma teoria afirmando claramente quais são os conceitos utilizados e mostrando que a aplicação desses conceitos leva, logicamente, a determinados resultados.
 - Por Exemplo: demonstrar que um determinado algoritmo é o melhor algoritmo para resolver uma classe de problema ou um específico problema.

Método Científico



- É possível classificar os estilos anteriormente apresentados em três tipos básicos de pesquisa:
 - Pesquisas Formais: exige a elaboração de uma teoria e uma prova formal de que essa teoria é correta.
 - Pesquisas Empíricas: uma nova abordagem é comparada com outras através de testes aceitos pela comunidade. Os métodos estatísticos são essenciais.
 - Pesquisas Exploratórias: 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. A argumentação e o convencimento são as principais ferramentas do pesquisador.

- MORESI, E. (Organizador), Metodologia de Pesquisa, Universidade Católica de Brasília, 2003.
- WAZLAWICK, R.S., Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação, Editora Campos, 2014.
- DORIG-CRNKOVIC, G., Scientific Methods in Computer Science, University of Oslo.
- Goebel V., Plagemann, T., REsearch / Scientific Methods in Computer Science, Departament of Informatics, University of Oslo.
- Notas de Aula Prof. Ricardo Falbo
(http://www.inf.ufes.br/falbo/files/MP2-Computacao_Classificacoes_Ciencias.pdf)