

PCC170 - Projeto e Análise de Experimentos Computacionais

Marco Antonio M. Carvalho

Departamento de Computação
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Universidade Federal de Ouro Preto



- 1 Método científico e a estratégia da experimentação
 - Empirismo
 - Falácias
 - Método científico
 - Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Fonte

Este material é parcialmente baseado nas notas de aula cedidas gentilmente pelo Prof. Felipe Campelo, desenvolvidas originalmente para o curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Minas Gerais.

- ▶ Felipe Campelo (2018), Lecture Notes on Design and Analysis of Experiments. Online: <http://git.io/v3Kh8> Version 2.12; Creative Commons BY-NC-SA 4.0.

Licença

Este material está licenciado sob a Creative Commons BY-NC-SA 4.0. Isto significa que o material pode ser compartilhado e adaptado, desde que seja atribuído o devido crédito, que o material não seja utilizado de forma comercial e que o material resultante seja distribuído de acordo com a mesma licença.

Projeto de Experimentos Computacionais e Análise de Dados

Tão importante quanto desenvolver um método computacional de qualidade para um problema de interesse é saber apresentá-lo e demonstrar que de fato o método é relevante.

Para isso é extremamente importante projetar os experimentos computacionais e saber analisar os dados obtidos.

Planejamento de Experimentos

O papel do planejamento de experimentos é evitar a influência de fatores externos ou tendências pessoais.

Os experimentos devem ser tratados de forma imparcial e objetiva.

The great tragedy of Science - the slaying of a beautiful hypothesis by an ugly fact.^a

^aThomas H. Huxley, biólogo inglês

Experimentação

Erros comuns:

- ▶ Tendências pessoais
- ▶ Conclusão primária;
- ▶ Confusão entre hipótese e explicação;
- ▶ Observação seletiva;
- ▶ Caça às anomalias;
- ▶ Evidência anedótica (em oposição a evidência científica).

Ética e Relato de Experimentos

Nem toda pesquisa resulta em avanço do estado da arte. Ética importa.

“O dever de um cientista é apresentar os fatos de uma maneira isenta, e não advogar a favor de uma posição em particular na tentativa de influenciar os outros. Além disto, um cientista deve evitar que seu trabalho seja mal compreendido ou que implique em mais do que deve.”^a

^aSaul I. Gass, pioneiro da Pesquisa Operacional.

Ética e Relato de Experimentos

Os experimentos computacionais devem ser justos e adotar os mesmos padrões de qualidade para todos os métodos envolvidos. Nada de dois pesos e duas medidas.

Forjar resultados por meio da alteração ou maquiagem de dados no intuito de “obter” resultados esperados ou aceitáveis é uma prática abominável e pode levar à cassação de títulos acadêmicos, bem como à anulação de publicações.

Definição

empírico (adjetivo)

- 1 relativo ao empirismo.
- 2 baseado na experiência e na observação, metódicas ou não.
- 3 (substantivo masculino) profissional que alardeia qualidades ou conhecimentos de que carece; charlatão.

Definição

Para a ciência, empírico é um tipo de evidência inicial para comprovar alguns métodos científicos, o primeiro passo é a observação, para então fazer uma pesquisa, que é o método científico. Nas ciências, muitas pesquisas são realizadas inicialmente através da observação e da experiência.

Empírico também é o nome designado para aquele indivíduo que promete curar doenças, sem noções científicas, uma espécie de curandeiro, que muitas vezes é um charlatão. É por esse motivo que o antônimo de empírico é “rigoroso”, “preciso” ou “exato”.^a

^a<https://www.significados.com.br/empirico/>

Definição

O termo falácia deriva do verbo latino *fallere*, que significa enganar.

Designa-se por falácia um raciocínio errado com aparência de verdadeiro.

Na lógica e na retórica, uma falácia é um argumento logicamente incoerente, sem fundamento, inválido ou falho na tentativa de provar eficazmente o que alega.

Argumentos que se destinam à persuasão podem parecer convincentes para grande parte do público apesar de conterem falácias, mas não deixam de ser falsos por causa disso.

Cum hoc ergo propter hoc (com isso, logo, por causa disso)

Afirma que, apenas porque dois eventos ocorreram juntos, eles estão relacionados.

Ex: Ao apontar para um gráfico complicado, Rogério mostra que as temperaturas vem aumentando nos últimos séculos, enquanto que o número de piratas vem diminuindo; logo, os piratas causam resfriamento global e portanto o aquecimento global é uma farsa.

Post hoc ergo propter hoc (depois disso, logo, por causa disso)

Consiste em dizer que, pelo simples fato de um evento ter ocorrido logo após o outro, eles têm uma relação de causa e efeito. Porém, correlação não implica causalidade.

Ex.: O Sol nasce porque o galo canta.

Non sequitur (não se segue que)

Tipo de falácia no qual a conclusão não se sustenta nas premissas. Há uma violação da coerência textual.

Ex.: Que nome complicado tem este futebolista! Deve jogar muita bola.

A conclusão de que ele joga muito bem nada tem a ver com a premissa de seu nome complicado.

É o modelo básico de uma falácia, porque as premissas não levam à conclusão e podem até levar ao sentido contrário.

Falsa analogia

De uma semelhança parcial conclui-se uma semelhança total; em outras situações, duas coisas diferentes ou sem relação são comparadas.

Ex.: Marte, tal como a Terra, é um planeta; ora, esta é habitada; portanto Marte também o é.

Explicação superficial

Consiste em utilizar classificações para tirar conclusões.

Ex.: A minha gata Elisa gosta de atum porque é uma gata.

O gato deve gostar de atum somente porque é um gato, é uma questão de categoria.

Amostra limitada

A amostra não representa toda a população, a parte é tomada como sendo o todo. É uma generalização precipitada.

Ex: Na região Sul do Brasil, faz muito frio. Logo, em todo o Brasil faz frio.

Falácias em experimentos computacionais

Há mais de uma centena de falácias documentadas.

Frequentemente, encontram-se falácias nas análises de experimentos computacionais.

Intencionalmente ou não, os autores falham de forma recorrente ao analisar os reais motivos por trás dos fenômenos observados, empregando falácias.

Definição

O método científico é, basicamente, um conjunto de regras para se realizar uma experiência, com o objetivo de produzir um novo conhecimento, além de corrigir conhecimentos pré-existentes.

Essas regras são necessárias justamente para coibir a subjetividade, direcionando a pesquisa para a produção de conhecimentos válidos – em suma, científicos.

Como funciona?

- ▶ Observação de um objeto ou fenômeno
- ▶ Definição de um problema ou pergunta.
- ▶ Formulação de uma hipótese \Rightarrow supor o que vai acontecer.
- ▶ Experimentação \Rightarrow dados!
- ▶ Análise \Rightarrow Porquê?
- ▶ Conclusão \Rightarrow hipótese verdadeira ou falsa?
- ▶ Refinamento \Rightarrow precisão.

Revisão por pares

Os resultados das pesquisas são registrados em monografias, dissertações, teses ou artigos, posteriormente submetidos a bancas julgadoras ou a revisões por pares.

Especialistas no assunto checam a solidez da pesquisa, dos experimentos e a validade das conclusões obtidas.

O rigor da avaliação varia de acordo com o grau a ser conferido e com a credibilidade do veículo escolhido, entre outros fatores.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Journal of Heuristics

Publicado bimestralmente pela Springer desde 1995, o *Journal of Heuristics* é conhecido por seu rigor editorial sobre os artigos submetidos e sua aceitação.

Seu comitê editorial conta com nomes de peso, como Manuel Laguna, Fred Glover, Éric Taillard, entre outros.

As “políticas sobre pesquisa em heurísticas” formam um documento famoso.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Metodologias baseadas em metáforas 1/7

Propor novos paradigmas só é aceitável se eles contiverem idéias básicas inovadoras[...].

O Journal of Heuristics evita a publicação de artigos que reembalam e incorporam idéias antigas em métodos que se afirmam baseados em metáforas de sistemas e processos naturais ou artificiais.

Esses métodos chamados “novos” empregam analogias que variam de gotas d’água inteligentes, músicos tocando jazz, sociedades imperialistas, saltadores, cangurus, todos os tipos de enxames e insetos e até processos de explosão de minas.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Metodologias baseadas em metáforas 2/7

Se um pesquisador usa uma metáfora para estimular suas próprias idéias sobre um novo método, o método deve, no entanto, ser traduzido para uma linguagem livre de metáforas, para que as estratégias empregadas possam ser entendidas com clareza e sua novidade fique claramente visível.

As metáforas são baratas e fáceis de encontrar. Seu uso para “perfumar” um método não é aceitável.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Metodologias baseadas em metáforas 3/7

O enquadramento adequado de um método implica desconstruí-lo e descrever seus componentes, medir sua contribuição e estabelecer conexões com outros procedimentos onde esses e/ou componentes similares aparecem.

As contribuições devem fornecer uma explicação clara sobre como os componentes foram adaptados ao problema específico que está sendo resolvido.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Metodologias baseadas em metáforas 4/7

As implementações devem ser explicadas empregando terminologia de otimização padrão, em que uma solução é chamada de “solução” e não outra coisa relacionada a alguma metáfora obscura (por exemplo, harmonia, moscas, morcegos, países, etc.).

Em resumo, o journal adota uma visão baseada em componentes da pesquisa heurística.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Metodologias baseadas em metáforas 5/7

Métodos “inovadores” baseados em metáforas não devem ser publicados se não puderem demonstrar uma contribuição ao seu campo.

Renomear conceitos existentes não conta como contribuição.

Embora esses métodos sejam freqüentemente chamados de “novos”, muitos não apresentam novas idéias, exceto a ocasional variação de uma metodologia já existente.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Metodologias baseadas em metáforas 6/7

Esses métodos não devem ocupar o espaço do periódico de idéias e pesquisas verdadeiramente inovadoras.

Como eles não usam o vocabulário de otimização padrão, eles são desnecessariamente difíceis de entender.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Metodologias baseadas em metáforas 7/7

O Journal of Heuristics considera novas metodologias somente se forem cientificamente testadas[...].

Testes científicos envolvem a construção de experimentos controlados para isolar os efeitos de componentes algorítmicos, bem como para investigar como as características do problema influenciam o comportamento desses componentes.

O journal considera que há pouco ganho para a comunidade científica em relação a outro método de pesquisa cuja implementação aprimorada é estritamente testada em instâncias de referência de uma única classe de problemas.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Experimentos competitivos e o “up-the-wall game” 1/4

O Journal of Heuristics não endossa o up-the-wall game.

A idéia do jogo inovador é desenvolver e aplicar um procedimento de pesquisa proposto aos problemas de benchmark existentes, a fim de compará-lo com outros jogadores.

O objetivo é avançar ainda mais do que os outros jogadores.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Experimentos competitivos e o “up-the-wall game” 2/4

Embora alguma competição entre pesquisadores ou grupos de pesquisa possa estimular a inovação, o objetivo final da ciência é entender.

A verdadeira inovação na pesquisa sobre heurísticas não é alcançada a partir de outro método com melhor desempenho que seus concorrentes, se não houver entendimento do porquê do bom desempenho do método.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Experimentos competitivos e o “up-the-wall game” 3/4

O Journal of Heuristics é favorável à publicação de idéias significativas em detrimento de procedimentos que são ajustados para ter um desempenho melhor do que outros em um conjunto de instâncias de benchmark.

Em outras palavras, o periódico não encontra valor nas conclusões que afirmam que o procedimento X superou o procedimento Y, se não houver insight relacionado ao motivo pelo qual isso aconteceu.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Experimentos competitivos e o “up-the-wall game” 4/4

Testes competitivos falham em fornecer informações sobre o desempenho de algoritmos.

O periódico se esforça para avaliar o valor dos resultados experimentais por sua contribuição ao nosso entendimento sobre heurísticas, em vez de mostrar se a implementação afiada de um método proposto é capaz de vencer uma corrida contra o estado da arte.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Desenvolvimento de soluções customizadas 1/2

A necessidade de desenvolver uma solução customizada para um problema deve ser justificada.

Os solucionadores de propósito geral baseados em metodologias exatas e heurísticas devem ser tentados primeiro se o objetivo do projeto é resolver um problema específico que requer um procedimento de pesquisa.

Se esses otimizadores de uso geral tiverem desempenho adequado para a aplicação que está sendo considerada, não há necessidade de um procedimento especializado.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Desenvolvimento de soluções customizadas 2/2

Quando a contribuição está centrada no desenvolvimento de uma solução customizada para um problema específico [...], um esforço considerável deve ser feito para avaliar a qualidade da solução.

As práticas aceitáveis incluem, entre outras, a medição de gaps de otimalidade com limites inferiores ou superiores e a comparação de soluções com resultados conhecidos ou com resultados encontrados com otimizadores de uso geral.

Não é aceitável simplesmente comparar várias versões do mesmo método de solução proposto.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Experimentos estatisticamente válidos e ajuste de parâmetros 1/2

O Journal of Heuristics exige que os autores realizem experimentos computacionais estatisticamente válidos para apoiar suas declarações sobre o desempenho dos procedimentos propostos.

A validade estatística refere-se ao projeto dos experimentos e à análise dos dados.

Políticas do Journal of Heuristics sobre pesquisa em heurísticas

Experimentos estatisticamente válidos e ajuste de parâmetros 2/2

Para procedimentos que requerem ajuste de parâmetros, os dados disponíveis devem ser particionados em um conjunto de treinamento e teste.

O ajuste deve ser realizado apenas no conjunto de treinamento.

Os procedimentos ajustados para resolver um conjunto específico de problemas e que não são capazes de demonstrar seu mérito fora do conjunto escolhido de instâncias são de pouco interesse.

Leitura recomendada

- ▶ Wolfs, F.L.H. APPENDIX E: *Introduction to the Scientific Method*. Disponível em <http://goo.gl/osGpU>.
- ▶ Dept. Biochemistry & Cell Biology, Rice University, *Common Errors in Student Research Papers*. Disponível em <http://www.ruf.rice.edu/~bioslabs/tools/report/reporterror.html>.
- ▶ Camacho-Villalón, C.L., Dorigo, M. and Stützle, T. (2022), Exposing the grey wolf, moth-flame, whale, firefly, bat, and antlion algorithms: six misleading optimization techniques inspired by bestial metaphors. Intl. Trans. in Op. Res.. <https://doi.org/10.1111/itor.13176>.

Dúvidas?

