

CIC0203 - COMPUTAÇÃO EXPERIMENTAL - TA (2021.2 - 35T23)

Principais Componentes de um Experimento

Prof. Jorge H C Fernandes
Fevereiro de 2022

Experimento (Wikipedia)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Experiment>

- “An experiment is a **procedure carried out** to support or refute a **hypothesis**”
 - Um experimento é um procedimento realizado para apoiar ou refutar uma hipótese.
- “Experiments provide insight into **cause-and-effect** by **demonstrating** what outcome occurs when a particular factor is **manipulated**.”
 - Os experimentos proveem *insights* (intuições, ideias, possibilidades) sobre causa e efeito, demonstrando qual resultado ocorre quando um fator específico é manipulado.
- A **manipulação controlada** dos fatores produz resultados, que são registrados na forma de dados. Ou seja, um experimento envolve, necessariamente, **coleta de dados sobre o resultado observado**, mas nem toda coleta de dados implica em um experimento, pois nem todo resultado decorre de uma manipulação (obrigatório para o caso de experimentos).
- “Experiments vary greatly in goal and scale, but always rely on **repeatable procedure** and **logical analysis** of the results.”
 - Os experimentos variam muito em objetivo e escala, mas sempre contam com procedimentos repetíveis e análise lógica dos resultados

Componentes de um experimento



- Uma Classe de Fenômenos de Interesse
 - Hipóteses e Modelos
 - Causa e Efeito
 - Procedimento Repetíveis
- Demonstração, Manipulação e Controle de Fatores
 - Coleta de Dados
 - Análise Lógica

Componentes de um Experimento #1:

Uma Classe de Fenômenos de Interesse

Uma Classe de Fenômenos de Interesse

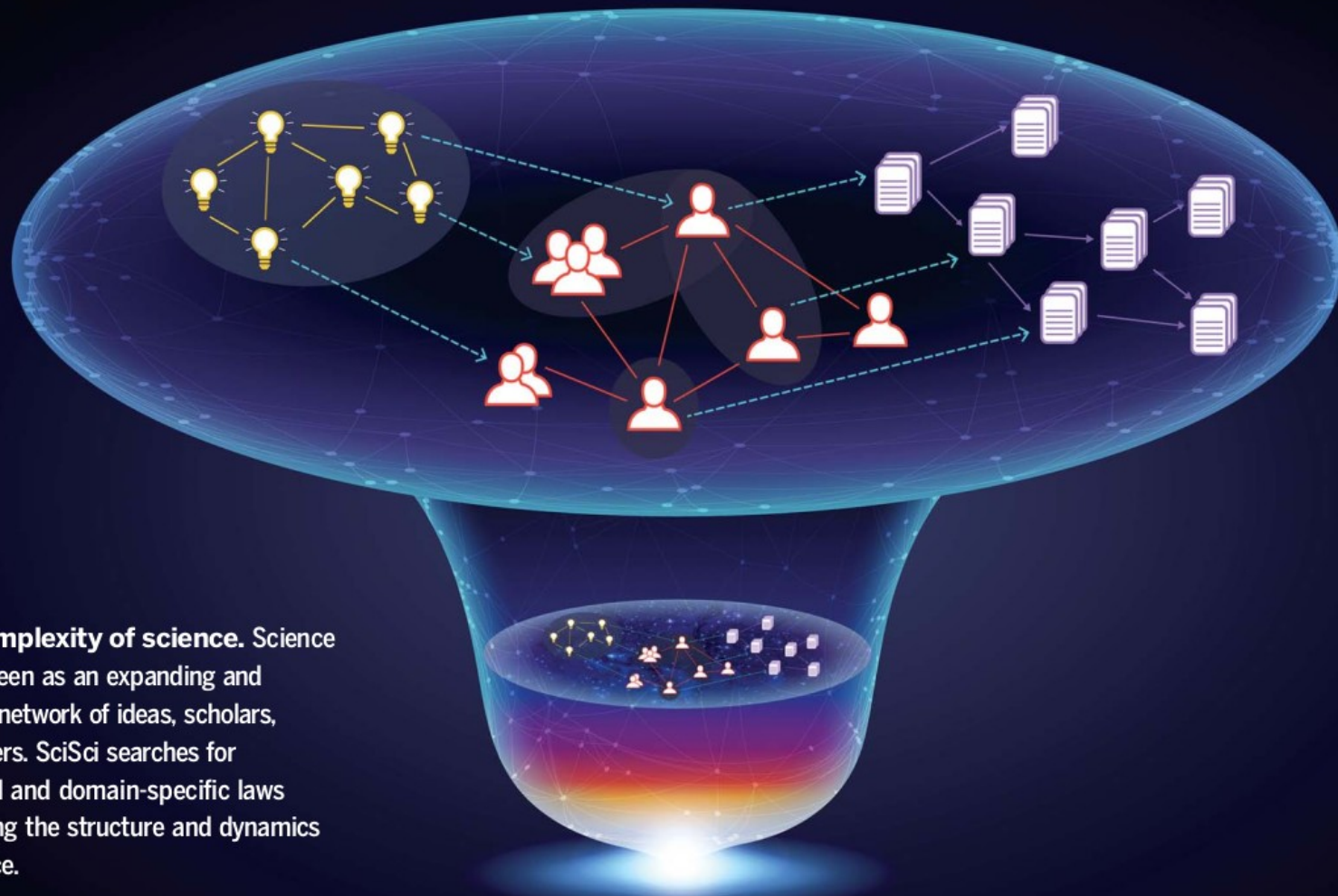
- Físicos
- Químicos
- Biológicos
- Computacionais
- Psicológicos
- Sociais (Relacionais)
 - Grupos e Estrutura Social
 - Cooperação e Competição
 - Tecnologia
 - Linguagem / Cultura
 - Economia / Ecologia
 - Ciência
 - etc

Reflexão

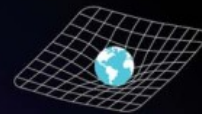
A Ciência será a classe de fenômenos de interesse de investigação experimental nesta turma

- O que é a ciência?
 - <https://en.wikipedia.org/wiki/Science>
 - O que é a ciência? Por jorge h c fernandes
- Quem investiga a ciência?
 - História da ciência
 - Filosofia da ciência
 - Sociologia da ciência
 - Política científica
 - Economia da ciência
 - **Ciência da ciência**
 - **Scientometrics**

The complexity of science. Science can be seen as an expanding and evolving network of ideas, scholars, and papers. SciSci searches for universal and domain-specific laws underlying the structure and dynamics of science.



2000



1900



1800



Componentes de um Experimento #2:

Hipóteses e modelos

Modelos e Hipóteses

<https://en.wikipedia.org/wiki/Experiment>

- *“In the scientific method, an experiment is an empirical procedure that **arbitrates competing models or hypotheses**”*
 - No método científico, um experimento é um procedimento empírico que valida modelos ou hipóteses concorrentes.
- *“Researchers also use experimentation to test existing theories or new hypotheses to support or disprove them”*
 - Os pesquisadores também usam a experimentação para testar teorias existentes ou novas hipóteses para apoiá-las ou refutá-las.
- *“An experiment usually tests a hypothesis, which **is an expectation about how a particular process or phenomenon works**”*
 - Um experimento geralmente testa uma hipótese, que é uma expectativa sobre como um determinado processo ou fenômeno funciona.

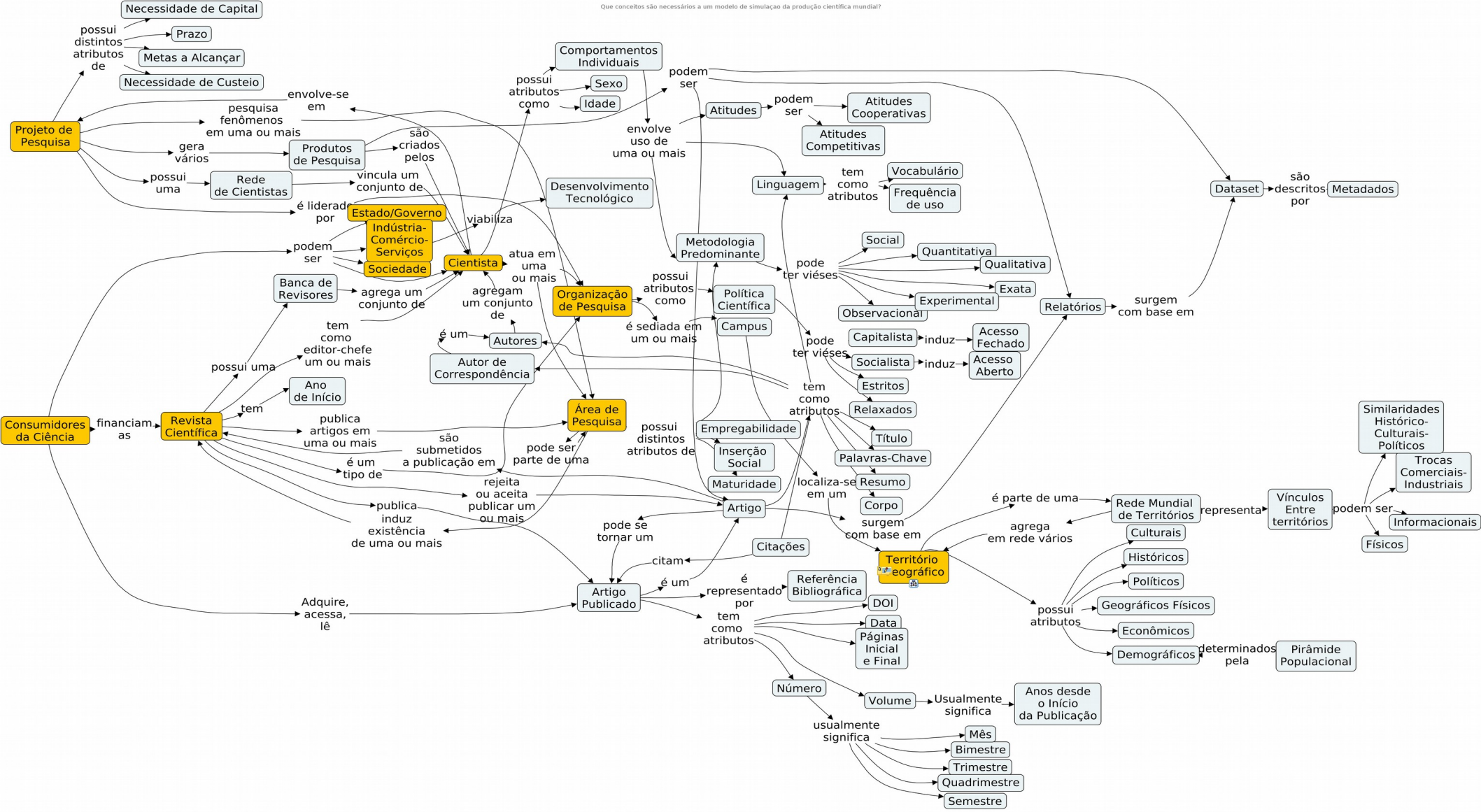
Modelos Científicos

https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_modelling

- “*Scientific modelling is a scientific activity, the **aim of which is to make a particular part or feature of the world easier to understand, define, quantify, visualize, or simulate** by referencing it to existing and usually commonly accepted knowledge.* “
 - A modelagem científica é uma atividade científica, cujo objetivo é tornar uma parte ou característica específica do mundo mais fácil de entender, definir, quantificar, visualizar ou simular, referenciando-a ao conhecimento existente e geralmente aceito.
- “*It requires selecting and identifying relevant aspects of a situation in the real world and then using different types of models for different aims, such as conceptual models to better understand, operational models to operationalize, mathematical models to quantify, computational models to simulate, and graphical models to visualize the subject.*”
 - (A criação de modelos científicos) ... Requer selecionar e identificar aspectos relevantes de uma situação no mundo real e, em seguida, usar diferentes tipos de modelos para diferentes objetivos, como modelos conceituais para melhor compreensão, modelos operacionais para operacionalizar, modelos matemáticos para quantificar, modelos computacionais para simular e gráficos modelos para visualizar o assunto.

Modelos e Hipóteses

Diretriz: Os modelos e hipóteses investigados por essa turma serão ligados à prática da ciência, como ilustra o diagrama a seguir



Reflexão

Algumas perguntas que podemos ter em mente acerca da ciência, fundamentadas em um modelo

- Pergunta
 - A linguagem na qual um artigo é escrita, influencia as chances de citação do mesmo? Que que forma? Até que ponto?
 - Hipótese (hipótese nula):
 - A linguagem usada na escrita de um artigo não determina a sua chance de citação
- Pergunta
 - O sexo, idade e outros fatores inerentes a um cientista afetam sua chance de ter seus trabalhos citados?
 - hipóteses?
- Pergunta
 - A instituição ou país ao qual é filiado um cientista, afeta sua chance de ter seus trabalhos citados?
 - Hipóteses?
- Que outras perguntas interessantes? Que outras hipóteses, além da nula?

Modelos como substitutos para experimentação

https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_modelling

- “Models are typically used when it is either **impossible or impractical to create experimental conditions** in which scientists can directly measure outcomes.”
 - Os modelos são normalmente usados quando é impossível ou impraticável criar condições experimentais nas quais os cientistas possam medir diretamente os resultados.
- “Direct measurement of outcomes **under controlled conditions** will always be more reliable than modeled estimates of outcomes.”
 - A medição direta dos resultados sob condições controladas sempre será mais confiável do que as estimativas modeladas dos resultados.
- “Within modeling and simulation, a model is a task-driven, purposeful simplification and abstraction of a perception of reality, shaped by physical, legal, and cognitive constraints. It is task-driven because a model is captured with a certain question or task in mind”
 - Dentro da modelagem e simulação, um modelo é uma simplificação e abstração proposital orientada por tarefas de uma percepção da realidade, moldada por restrições físicas, legais e cognitivas. É orientado a tarefas porque um modelo é capturado com uma determinada questão ou tarefa em mente

Simplificação e Abstração em Modelos Científicos

https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_modelling

- *“Simplifications leave all the known and observed entities and their relation out that are not important for the task”.*
 - As simplificações deixam de fora todas as entidades conhecidas e observadas e suas relações que não são importantes para a tarefa.
- *“Abstraction aggregates information that is important but not needed in the same detail as the object of interest.”*
 - A abstração agrega informações importantes, mas não necessárias nos mesmos detalhes que o objeto de interesse.
- *“Both activities, simplification, and abstraction, are done purposefully. However, they are done based on a perception of reality. This perception is already a model in itself, as it comes with a physical constraint. There are also constraints on what we are able to legally observe with our current tools and methods, and cognitive constraints that limit what we are able to explain with our current theories. This model comprises the concepts, their behavior, and their relations informal form and is often referred to as a conceptual model. In order to execute the model, it needs to be implemented as a computer simulation. This requires more choices, such as numerical approximations or the use of heuristics.[13]”*
 - Ambas as atividades, simplificação e abstração, são feitas propositalmente. No entanto, eles são feitos com base em uma percepção da realidade. Essa percepção já é um modelo em si, pois vem com uma restrição física. Há também restrições sobre o que podemos observar legalmente com nossas ferramentas e métodos atuais, e restrições cognitivas que limitam o que podemos explicar com nossas teorias atuais. Este modelo compreende os conceitos, seu comportamento e suas relações de forma informal e é muitas vezes referido como um modelo conceitual. Para executar o modelo, ele precisa ser implementado como uma simulação computacional. Isso requer mais opções, como aproximações numéricas ou o uso de heurísticas.[13]

Reflexão

Algumas questões a serem resolvidas, sobre um modelo de simulação da ciência

- Quais são os atributos mais importantes de uma linguagem, que podem influenciar a citação de artigos escritos nela?
- Quais são os mais importantes atributos inerentes aos cientistas, que podem influenciar a citação de seus trabalhos? sexo, idade, o que mais?
- Quais os atributos mais importantes de instituições e países, em relação a citação de artigos?
- Quais são os objetos e atributos mais importantes do modelo?

Tipos de Modelos

Wikipedia

Types [\[edit source \]](#)

- Analogical modelling
- Assembly modelling
- Catastrophe modelling
- Choice modelling
- Climate model
- Continuous modelling
- Data modelling
- Discrete modelling
- Document modelling
- Econometric model
- Economic model
- Ecosystem model
- Empirical modelling
- Enterprise modelling
- Futures studies
- Geologic modelling
- **Goal modelling**
- Homology modelling
- Hydrogeology
- Hydrography
- Hydrologic modelling
- Informative modelling
- Macroscale modelling
- Mathematical modelling
- Metabolic network modelling
- Microscale modelling
- Modelling biological systems
- Modelling in epidemiology
- Molecular modelling
- Multiscale modelling
- NLP modelling
- Phenomenological modelling
- Predictive intake modelling
- Predictive modelling
- Scale modelling
- Simulation
- Software modelling
- Solid modelling
- Space mapping
- Statistical model
- Stochastic modelling (insurance)
- Surrogate model
- System architecture
- System dynamics
- Systems modelling
- System-level modelling and simulation
- Water quality modelling

Implementação de modelos por simulação

https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_modelling

- *A simulation is a way to implement the model, often employed when the model is too complex for the analytical solution.*
- *A steady-state simulation provides information about the system at a specific instant in time (usually at equilibrium, if such a state exists).*
- *A dynamic simulation provides information over time.*
- *A simulation shows how a particular object or phenomenon will behave. Such a simulation can be useful for testing, analysis, or training in those cases where real-world systems or concepts can be represented by models.*
 - Uma simulação é uma forma de implementar o modelo, muitas vezes empregada quando o modelo é muito complexo para a solução analítica.
 - Uma simulação de estado estacionário fornece informações sobre o sistema em um instante específico no tempo (geralmente em equilíbrio, se tal estado existir).
 - Uma simulação dinâmica fornece informações ao longo do tempo.
 - Uma simulação mostra como um determinado objeto ou fenômeno se comportará. Essa simulação pode ser útil para teste, análise ou treinamento nos casos em que sistemas ou conceitos do mundo real podem ser representados por modelos.

Reflexão

Implementação de modelos por simulação

- Que linguagens e frameworks de simulação serão mais viáveis para uso?
- A ciência é uma atividade estável, como uma reação química? Ou é uma estrutura em constante expansão?
- Uma simulação da ciência seria steady-state ou dynamic-state?

Os Três Pilares do Método Científico

https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_modelling

- *“Despite all these epistemological and computational constraints, simulation has been recognized as the third pillar of scientific methods:*
 - *Theory building*
 - *Simulation*
 - *Experimentation.”*
- Apesar de todas essas restrições epistemológicas e computacionais, a simulação tem sido reconhecida como o terceiro pilar dos métodos científicos:
 - Construção de teoria
 - Simulação
 - Experimentação

Reflexão

Os Três Pilares do Método Científico

- Quais as teorias que temos para explicar os fenômenos de citação, publicação etc?
- Como construir uma simulação para modelar e implementar a teoria?
- Como tornar essa atividade uma do tipo pesquisa experimental?

Componentes de um Experimento #3:

Causa e efeito

Causalidade

<https://en.wikipedia.org/wiki/Causality>

- *Causality (also referred to as causation, or cause and effect) is **influence by which one event, process, state or object (a cause) contributes to the production of another event, process, state or object** (an effect) where the cause is partly responsible for the effect, and the effect is partly dependent on the cause.*
 - Causalidade (também referida como causação, ou causa e efeito) é a influência pela qual um evento, processo, estado ou objeto (uma causa) contribui para a produção de outro evento, processo, estado ou objeto (um efeito) onde a causa é parcialmente responsável pelo efeito, e o efeito é parcialmente dependente da causa.
- *In general, **a process has many causes**,^[1] which are also said to be causal factors for it, and all lie in its past. An effect can in turn be a cause of, or causal factor for, many other effects, which all lie in its future. Some writers have held that causality is metaphysically prior to notions of time and space.*
 - Em geral, um processo tem muitas causas,^[1] que também são consideradas fatores causais para ele, e todas estão em seu passado. Um efeito pode, por sua vez, ser causa ou fator causal de muitos outros efeitos, todos eles no futuro. Alguns escritores sustentaram que a causalidade é metafisicamente anterior às noções de tempo e espaço.

Causalidade

<https://en.wikipedia.org/wiki/Causality>

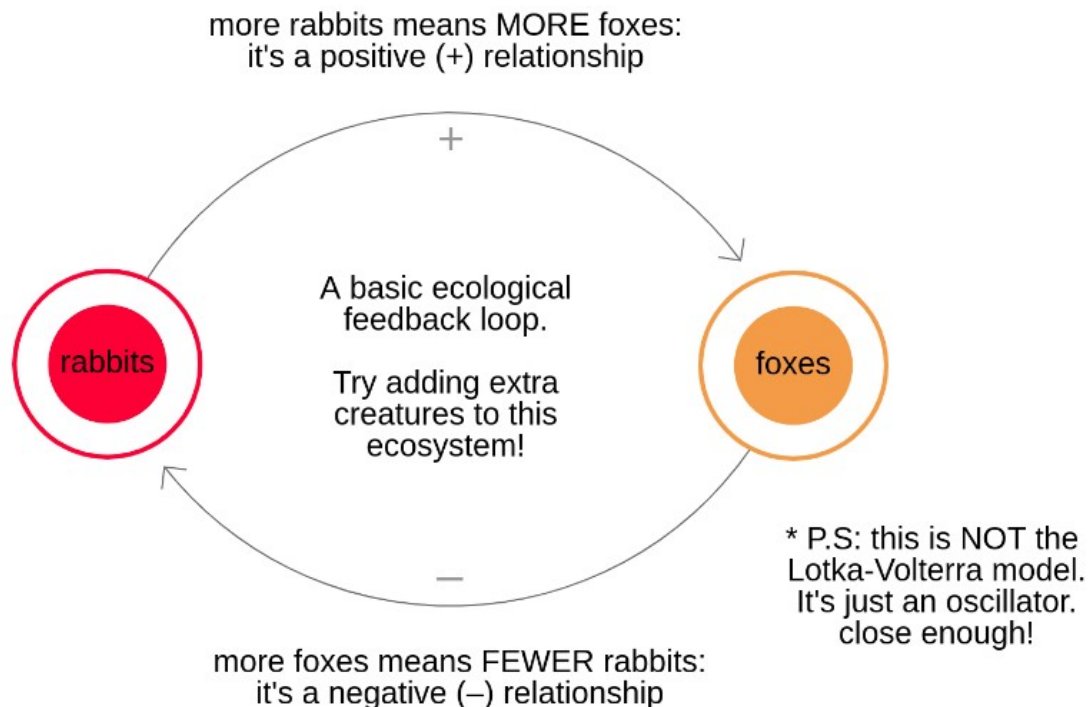
- Causality is an **abstraction that indicates how the world progresses**, [5] so basic a concept that it is more apt as an explanation of other concepts of progression than as something to be explained by others more basic. The concept is like those of agency and efficacy. For this reason, a leap of intuition may be needed to grasp it. [6][7] Accordingly, causality is implicit in the logic and structure of ordinary language.
 - A causalidade é uma abstração que indica como o mundo progride, [5] um conceito tão básico que é mais adequado como explicação de outros conceitos de progressão do que como algo a ser explicado por outros mais básicos. O conceito é como os de agência e eficácia. Por esta razão, um salto de intuição pode ser necessário para compreendê-lo. [6][7] Assim, a causalidade está implícita na lógica e na estrutura da linguagem comum.

Reflexão

Diagramas Causais

- Uma ilha habitada por raposas e coelhos...

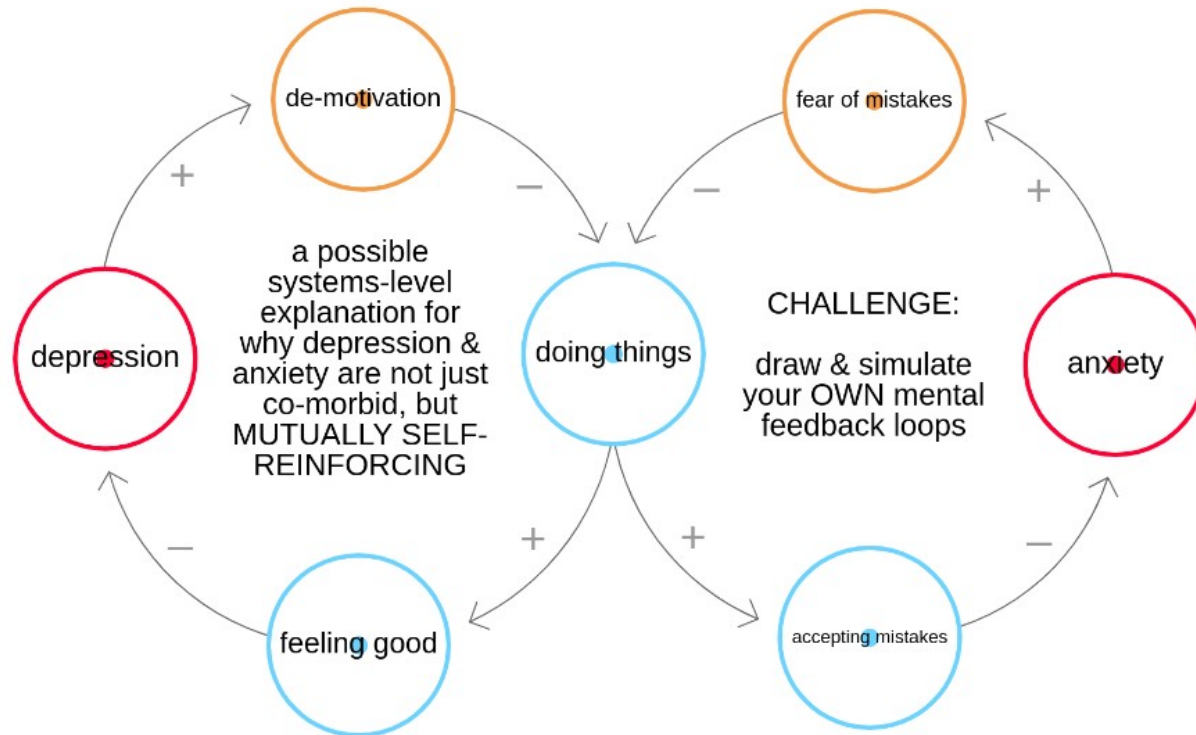
<https://bit.ly/3sxxqtb>



Reflexão

Diagramas Causais

- Causas e consequências da depressão e ansiedade

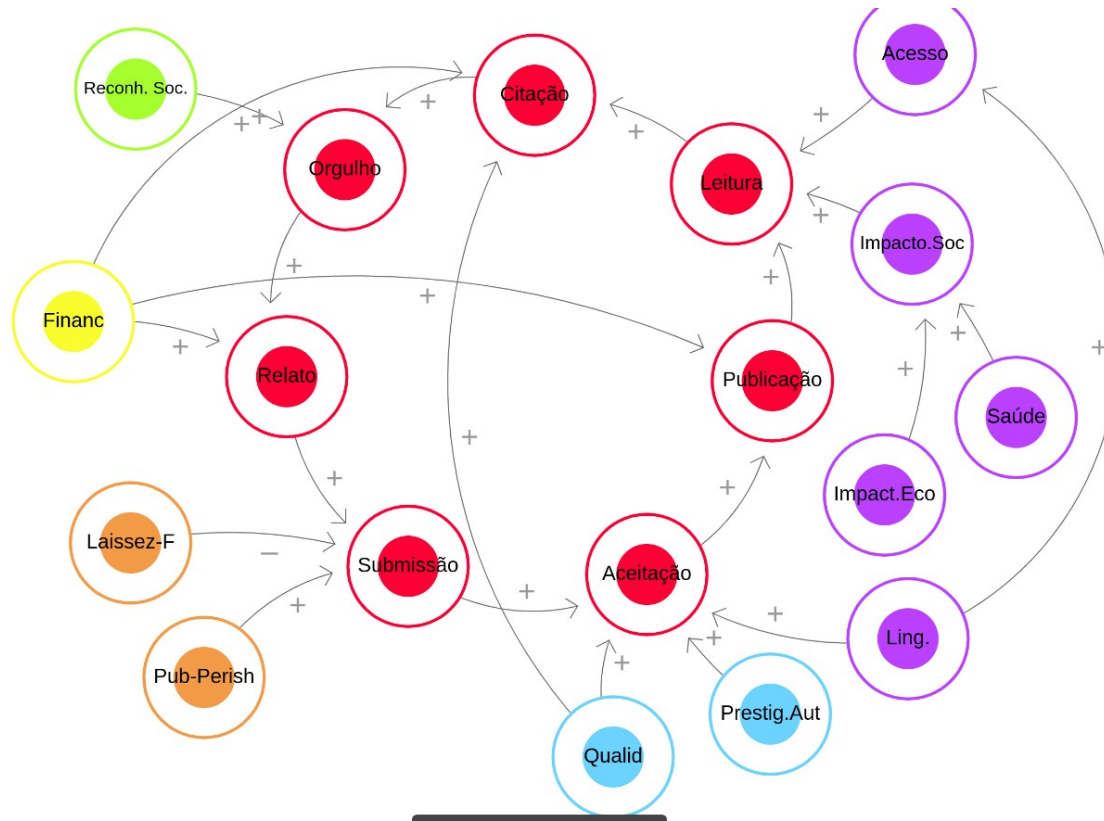


<https://bit.ly/3oHPwHO>

Reflexão

Diagramas Causais

- Causas e consequências da publicação e citação



<https://bit.ly/3BjBnps>

Componentes de um Experimento #4:

Procedimentos Repetíveis

Variedade de situações que podem ser consideradas um experimento

<https://en.wikipedia.org/wiki/Experiment>

- “A **child may carry out basic experiments** to understand how things fall to the ground, while teams of scientists may take years of systematic investigation to advance their understanding of a phenomenon”
 - Uma criança pode realizar experimentos básicos para entender como as coisas caem no chão, enquanto equipes de cientistas podem levar anos de investigação sistemática para avançar sua compreensão de um fenômeno.
- “Experiments and other types of **hands-on activities** are very important to student learning in the science classroom”
 - Experimentos e outros tipos de atividades práticas são muito importantes para o aprendizado do aluno na sala de aula de ciências.
- “Experiments can raise test scores and help a student become **more engaged and interested** in the material they are learning, especially when used over time”
 - Os experimentos podem aumentar as pontuações dos testes e ajudar o aluno a se envolver e se interessar mais pelo material que está aprendendo, especialmente quando usado ao longo do tempo.

Experimentos informais versus formais

<https://en.wikipedia.org/wiki/Experiment>

- “Experiments can vary from
 - personal and informal natural comparisons (e.g. tasting a range of chocolates to find a favorite)
 - to highly controlled (e.g. tests requiring complex apparatus overseen by many scientists that hope to discover information about subatomic particles)”
- Os experimentos podem variar desde
 - Comparações pessoais e informais (por exemplo, provar uma variedade de chocolates para encontrar um favorito)
 - Comparações altamente controladas (por exemplo, testes que exigem aparatos complexos supervisionados por muitos cientistas que esperam descobrir informações sobre partículas subatômicas).
- “Uses of experiments vary considerably between the **natural** and **human sciences**”
 - Os usos dos experimentos variam consideravelmente entre as ciências naturais e humanas.
- Questões éticas envolvidas com experimentos em ciências humanas

overall process of scientific investigation [Barton, 1999, p. 2] usando o método experimental

After H. Andrews

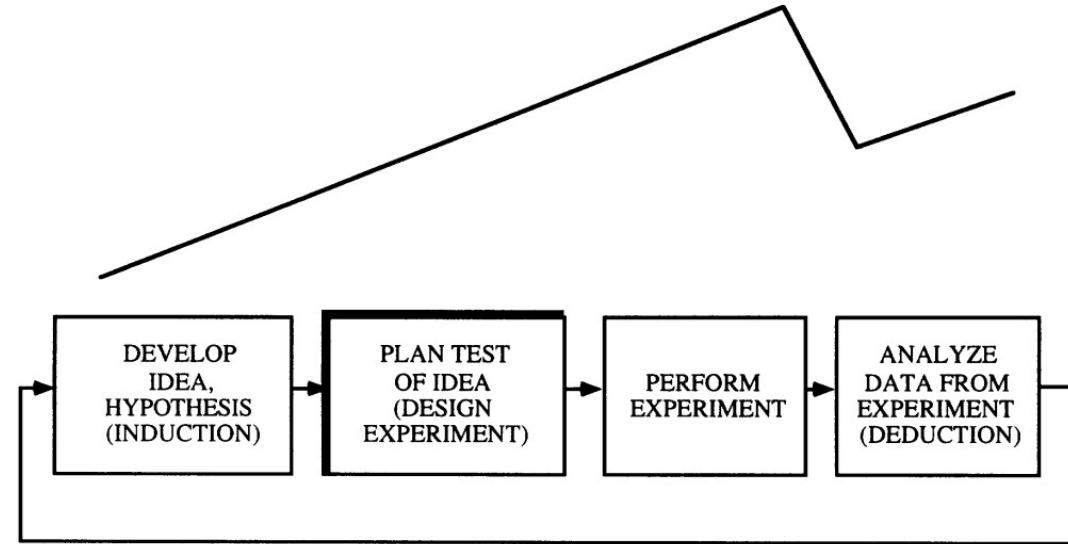
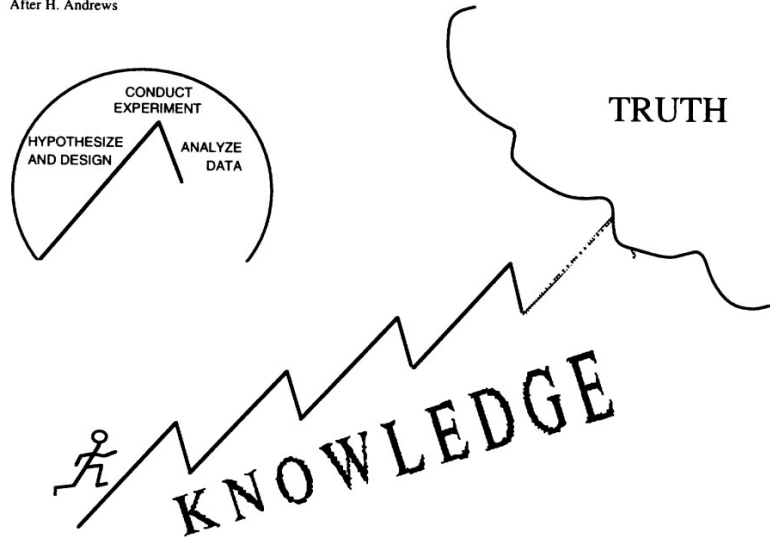


Figure 1.1. The role of experiment design in the pursuit of knowledge.

Figure 1.2. The scientific pursuit of knowledge is a cycle.

Componentes de um Experimento #5:

Demonstração, Manipulação e Controle de Fatores

Componentes de um Experimento:

Demonstração e Manipulação de Fatores

- A demonstração e manipulação de fatores é a chave no processo de desenho de experimentos, a ser explorado logo mais

Controle durante experimentos científicos

<https://en.wikipedia.org/wiki/Experiment>

- *“Scientific controls are a part of the scientific method.”*
 - Os controles científicos são uma parte do método científico.
- *“Experiments typically include controls, which are designed to minimize the effects of variables other than the single independent variable. This **increases the reliability of the results**, often through a comparison between control measurements and the other measurements.”*
 - Os experimentos normalmente incluem controles, que são projetados para minimizar os efeitos de variáveis diferentes da variável independente única. Isso aumenta a confiabilidade dos resultados, muitas vezes por meio de uma comparação entre as medições de controle e as outras medições.
- *“Ideally, **all variables** in an experiment are controlled (accounted for by the control measurements) and none are uncontrolled. In such an experiment, if all controls work as expected, it is possible to conclude that the experiment works as intended, and that results are due to the effect of the tested variables.”*
 - Idealmente, todas as variáveis em um experimento são controladas (contabilizadas para que possam ser adotadas medidas de controle) e nenhuma variável é descontrolada (não mapeada, não observada). Em um experimento, se todos os controles funcionarem como esperado, é possível concluir que o experimento funciona como pretendido, e que os resultados são devidos ao efeito das variáveis testadas.

Reflexão

Reformulando algumas perguntas para deixar claro a necessidade de controles sobre variáveis

- Pergunta: A linguagem na qual um artigo é escrita, influencia as chances de citação do mesmo? Que forma? Até que ponto?
 - Controle: Mantidas todas as demais condições fixas (sexo, idade, instituição, país etc) a linguagem usada na escrita de um artigo determina a sua chance de citação?
- Pergunta: O sexo, idade e outros fatores inerentes a um cientista afetam sua chance de ter seus trabalhos citados?
 - Controle: Mantidas todas as demais condições fixas (linguagem, instituição, país etc), o sexo, idade e outros fatores inerentes a um cientista afetam sua chance de ter seus trabalhos citados?
- Pergunta: A instituição ou país ao qual é filiado um cientista, afeta sua chance de ter seus trabalhos citados?
 - Controle: Mantidas todas as demais condições fixas (sexo, idade, linguagem etc) a instituição ou país ao qual é filiado um cientista, afeta sua chance de ter seus trabalhos citados?
- Que outras perguntas, hipóteses, variáveis e controles precisam ser formulados?

Componentes de um Experimento #6:

Coleta de Dados

Estudos Observacionais versus estudos experimentais [Dean e Voss, p. 1]

- Observations can be collected from **observational studies** as well as from **experiments**, but only **an experiment allows conclusions (será mesmo?)** to be drawn about cause and effect.
- *For example, consider the following situation*
 - *The output from each machine on a factory floor is constantly monitored by any successful manufacturing company. Suppose that in a particular factory, the output from a particular machine is consistently of low quality. What should the managers do? They could conclude that the machine needs replacing and pay out a large sum of money for a new one. They could decide that the machine operator is at fault and dismiss him or her. They could conclude that the humidity in that part of the factory is too high and install a new air conditioning system. In other words, the machine output has been observed under the current operating conditions (an observational study), and although it has been very effective in showing the management that a problem exists, it has given them very little idea about the cause of the poor quality*

Componentes de um Experimento #7:

Análise Lógica

Análise lógica

- Ocorre por uso da lógica, dedutiva, indutiva, matemática, estatística e algorítmica
- Com construção de argumentos (explicações, contraprovas)
- Com referência a conhecimentos prévios (teorias)

CIC0203 - COMPUTAÇÃO EXPERIMENTAL - TA (2021.2 - 35T23)

Principais componentes de um Experimento

Prof. Jorge H C Fernandes
Fevereiro de 2022