

## MIC- Metodologias de Investigação Científica

Aulas de Metodologias de Investigação Científica

<http://paginas.fe.up.pt/~eol/PRODEI/mic1415.htm>

1. Uma Visão sobre Teorias acerca do desenvolvimento e da caracterização da Investigação Científica

Eugénio Oliveira- 2014/2015



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## MIC- Metodologias de Investigação Científica

### 1. Abstracto das minhas Lições

Compreender o que é a Ciência  
Técnicas e Métodos Científicos  
Escrever textos científicos  
Avaliar textos científicos  
Pesquisar informação em Bases de Dados científicas ( Dr. Ana Azevedo)

### 2. Abstracto do vosso Trabalho

Revisão e **Crítica** de um artigo científico  
**Organizar** uma workshop  
**Aplicar** métodos científicos  
**Escrever** um artigo científico-técnico  
**Apresentar** oralmente um artigo científico-técnico



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## 1.1 Motivações básicas: Questões sobre o Método Científico



FEUP

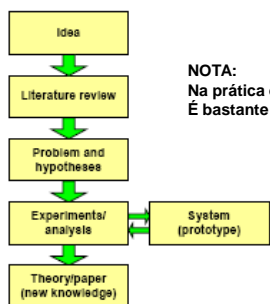
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Simplified Research Process



NOTA:  
Na prática este processo  
É bastante iterativo !!!

Fonte: GETA and Graduate School of Electrical and Communications Engineering  
Curso: Introduction to Research Methodology, Arne Mammela, VTT-  
Helsinki University of Technology,

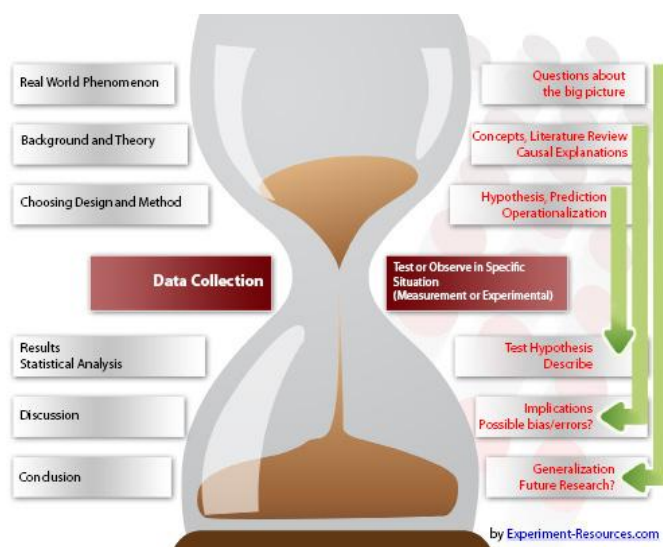


FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica



Source: <http://www.experiment-resources.com/>



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

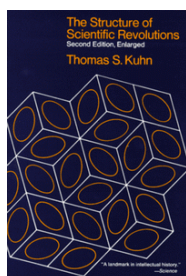
MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Questionar a Investigação Científica- T.Kuhn

- Características básicas:
  - Acumulativa **versus** reformuladora desde os princípios

•Mas:

- Thomas Kuhn  
(Harvard, Berkley, Princeton, MIT até 91. +96)  
"The Structure of Scientific Revolutions" 1962.



- Descobre o papel na Investigação Científica (IC) do desenvolvimento de novos **paradigmas**



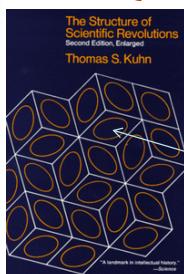
FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Questionar a Investigação Científica- T.Kuhn



Qual a vossa interpretação  
desta FIGURA?  
Depende de uma perspetiva mental  
apriori ....



- A investigação científica tem um importante papel na descoberta de NOVOS PARADIGMAS.

- A **PARADIGM** is defined as:

*Scientific **discoveries**, which universally **recognized** during a certain **period** of time, create a **new model** for both problems and their respective solutions to be **used** by a community of practitioners and experimentalists*



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

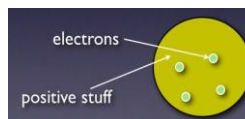
Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

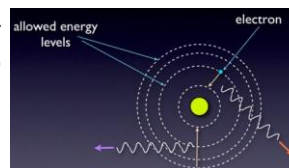
## Questionar a Investigação Científica



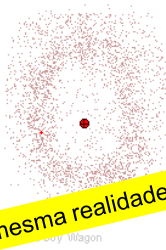
- **JJThompson** Modelo do átomo "Plum pudding model"



- Modelo de **Bohr**, introduzido por **Niels Bohr** em 1913, descreve o átomo como um Núcleo de carga positiva rodeado de eletrões movendo-se em órbitas circulares à volta do núcleo—similar à estrutura do sistema solar



- Modelo de **Schrodinger**. Uma função de **probabilidade** basicamente descreve uma nuvem onde os eletrões poderão ser encontrados. Não se pode dizer com certeza onde se encontra o eletrão em cada momento, mas descreve onde poderá estar.



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Modelos de Investigação Científica

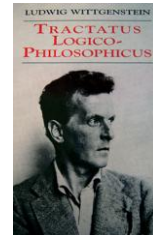
Modelos diferentes para a mesma realidade

## Questionar a Investigação Científica

- **Paradigmas** suportam teorias a partir de conceitos, fenómenos e técnicas para ajudar a **explicar** novos factos ou informações.
- A ciência progride por rupturas sucessivas dependendo dos paradigmas aceites.

**Paradigmas** correspondem a “diferentes olhares” sobre a realidade influenciados por **outros** aspectos que não os científicos: Wittgenstein e o animal?????...

L.Wittgenstein “Tractatus Logico-Philosophicus



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

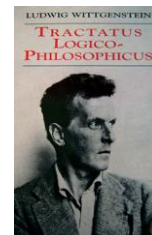
FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Questionar a Investigação Científica- L.Wittgenstein

- Wittgenstein e o **animal**?????...



O focinho do COELHO!!



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MSR- Methodologies for Scientific Research

## Questionar a Investigação Científica- L.Wittgenstein

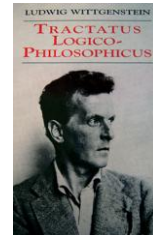
- **Paradigmas** correspondem a “diferentes visões” da mesma realidade e são influenciadas por **outros** aspectos que não os científicos.

“Every explanation is after all an hypothesis.” L.W.

“ Well, God has arrived. I met him on the 5:15 train. He has a plan to stay in Cambridge permanently”.

[John Maynard Keynes](#), depois de se encontrar com Wittgenstein na sua chegada a Cambridge, numa carta à sua esposa.

“**Wittgeinstein’s Poker**”, David Edmonds, J. Eidinow  
Wittgenstein Versus Popper . Seminário “Are There Philosophical Problems?” meeting of the Moral Sciences Club



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MSR- Methodologies for Scientific Research

## Questionar a Investigação Científica- A. Einstein & C.

- A **interpretação** científica é afectada por aspectos Sociais e até Psicológicos.
- Será que isso leva ao domínio da Ciência pela Irrracionalidade??  
NÃO!!
- Irrracionalidade e Ciência. Contestado em:
  - Kuhn, T.S.  
“Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity”, 1987.

Mas : **Mudança** de Paradigma → Ciência **não** acumulativa



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

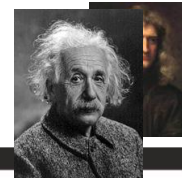
## Questionar a Investigação Científica- A. Einstein & C.

- Exemplos de rupturas que levaram a mudanças de paradigma:

- A visão de **Ptolomeu** alterada pela visão de **Copérnico** sobre o sistema Solar;



- A passagem da Física **Newtoniana** às Físicas **Quânticas** (incerteza, determinismo...) e **Relativistas** (Espaço-Tempo).



FEUP

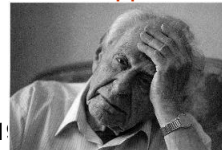
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Questionar a Investigação Científica- K.Popper

- Karl **Popper** (London S. E., + 94)
  - "The Logic of Scientific Discover", Basic Books, 1959
  - Conjecture and Refutations, Harper & Row, 1968
  - Idealista desenvolve o método científico como uma epistemologia (uma maneira de conhecer) independente de uma valoração
- T. Khun e Feyerabend (1993) criticaram este ponto de vista, mostrando como a ciência é guiada pelo valor, não sendo de todo idealista



É um debate entre a Consciência e a Existência



FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

Epistemologia  
Theory of Science, origin of nature and the extension of human knowledge

## Questionar a Investigação Científica- K.Popper

- Proposta do “Racionalismo Crítico” → defesa da “falsificabilidade” como um critério da demarcação entre a ciência e a não-ciência,

Indução MÁ!!!! (leva ao erro) ----- Falsificabilidade BOA!!!

- Popper argumentou que a **teoria científica** será sempre conjectural e provisória.

Não é possível confirmar a **veracidade** de uma teoria pela simples constatação de que os **resultados de uma previsão** efectuada com base naquela teoria se verificaram.

Essa teoria deverá gozar apenas do estatuto de uma teoria **não (ou ainda não) contrariada** pelos factos.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Questionar a Investigação Científica

- Crítica ao **Verificacionismo**:
- **Generalização**: casos particulares corroboram asserções universais

A observação X, sendo uma instância da Teoria T aumenta a probabilidade da correcção da Teoria T



- O “**paradoxo do Corvo Preto**”:

- O “paradoxo do Corvo Preto” por Hempel:  
 "Todos corvos são pretos" é logicamente equivalente a  
 "Tudo que não é preto não é corvo".

$$\forall x(Cx \rightarrow Px) \equiv \forall x(\neg Px \rightarrow \neg Cx)$$



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica



## Questionar a Investigação Científica



- O “paradoxo do Corvo Preto” por Hempel:  
"Todos corvos são pretos" é logicamente **equivalente** a  
"Tudo que não é preto não é corvo".

$$\forall x(Cx \rightarrow Px) \equiv \forall x(\neg Px \rightarrow \neg Cx)$$

- Assim, se  $\exists x(Cx \wedge Px)$  corrobora  $\forall x(Cx \rightarrow Px)$ ,  
**ENTÃO**  $\exists x(\neg Px \wedge \neg Cx)$  corrobora  $\forall x(\neg Px \rightarrow \neg Cx)$   
que, sendo equivalente a  $\forall x(Cx \rightarrow Px)$ ,  
esta seria corroborada também.  
Esta última implicação vê aumentar  
a sua probabilidade de ser verdadeira !!?



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Questionar a Investigação Científica



- Crítica ao **Verificacionismo**:
- Generalização: casos particulares corroboram asserções universais

- “Existem maçãs (não-corvos) não-pretas”  
corrobora que “Todos os corvos são pretos”  
é verdade !!?



- Se o **verificacionismo** (generalização) fosse  
aceitável, qualquer evidência  
estar-se-ia a contrariar a generalização.

**Mas a Indução é muito importante do ponto de vista pragmático!**  
A **falsificabilidade** proposta por KP propõe  
que mantendo a proposição existencial permite  
saber que se existir outra proposição existencial  
a Teoria T !!

**Cautela com o Verificacionismo!**  
**Explicitem sempre a Falsificabilidade !**



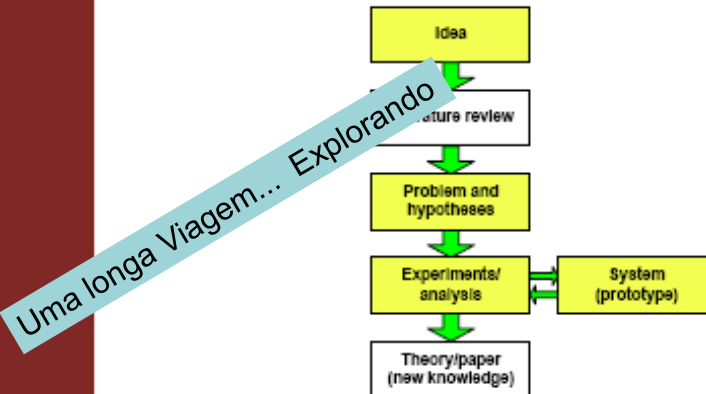
FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica → Exploração

## Um Empreendimento de Exploração:

Cristóvão Colombo – o “Explorador”



Objectivos diferentes mas... Vale a pena...

**Objetivação:** ambígua...**Problema:** novo caminho para a “Índia”**Hipótese:** Atravessando o Atlântico e não dobrando a África**Experimentação:** SIM fê-lo!!**Conclusões:** ?????

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica

The word “RESEARCH” is composed of two syllables:

- “RE” a prefix meaning “once again”
- “SEARCH” a verb meaning to examine closely, to test, to probe.

“RESEARCH” is a noun meaning a careful, systematic study of knowledge undertaken to establish facts or principles.

*N. Anzari*



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica → Exploração

**Investigar:** descobrir **novo** Conhecimento

- investigação “pura” (sem antevêr aplicações)
- investigação “aplicada” (ideias na forma operacional)
- **desenvolvimento:** uso sistemático do conhecimento existente



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica → Objecto

### Ciência, Tecnologia e Engenharia [Jain97]

- **ciência**: Corpo de Conhecimento organizado ou sistemático
- **tecnologia**: aplicação do conhecimento científico para fins práticos em engenharia, medicina, agricultura, etc.
- Ciências **naturais** e Ciências **da engenharia** diferem no **objeto** de estudo:
  - **ciências naturais**: objectos na **natureza**
  - **ciências da engenharia**: objectos (produtos, serviços, métodos) **não** encontrados na **natureza**, usando resultados das matemáticas e das ciências naturais



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigadores científicos

### Ciência, Tecnologia e Engenharia [Jain97]

**Verificação**, confirmação, e justificação são termos sinónimos na filosofia das ciências.

O oposto é Falsificação ou **Refutação**.

R. K. Jain and H. C. Triandis, *Management of Research and Development Organizations: Managing the Unmanageable*. John Wiley & Sons, 1997.

### Requisitos para o sucesso

- Vocês deverão ser:
  - Curiosos e Analíticos,
  - autónomos e colaborativos
  - críticos e tolerantes



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigadores científicos

### Como trabalha um Investigador?

- Escreve sempre **notas** num “notebook”
- Escreve **sumários** sobre o que vai aprendendo.
- Faz **planos** constantemente para o futuro (estruturas/índices, Guiões/roadmaps)
- discute, coloca questões e argumenta (crítico)



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica

**Aprendizagem** (cautelosa) por **indução** (“bottom up”, generalização dos exemplos para os modelos) [Felder88]

- Defesa de teorias por **dedução** (“top down”, dos modelos para os resultados)

Decomposição do problema seguida de generalização dos Resultados (**dividir para conquistar**)

R. M. Felder and L. K. Silverman, “Learning and teaching styles in engineering education,” *Engineering Education*, pp. 674-681, April 1988.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação científica

### 1.2 Teorias de Suporte



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica

- Características básicas:
  - Envolve **Metodologia(s)** e **Técnicas** de Investigação
  - **A- Metodologia** inclui o estudo dos vários **métodos** aplicáveis ou seja, **os processos** de conduzir cada projecto de investigação específico
  - **B- Técnicas** referem os meios, as **ferramentas** específicas, as abordagens que permitem a aquisição de informações relevantes, a respectiva análise (dos dados) assim como Inferências subsequentes a realizar



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica

- Podemos dizer que uma Metodologia tem várias dimensões e um Método constitui parte da Metodologia de investigação

- O âmbito da Metodologia de Investigação é mais alargado que o Método de investigação

N. Anzari 2012

• Normalmente são necessárias Técnicas para realizar e implementar Métodos



FEUP

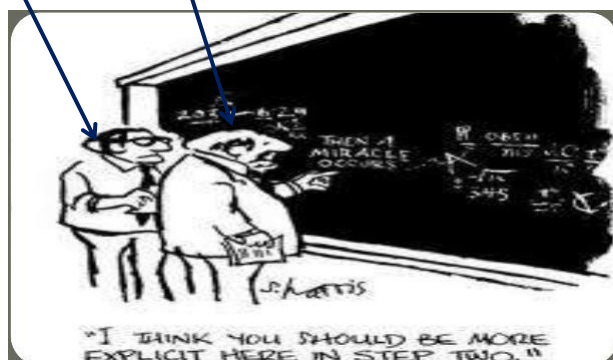
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica

Estudante PhD    Avaliador



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Dimensões do Método de Investigação

### • A- Metodologias

#### • dependendo da **MOTIVAÇÃO**:

##### • 'Investigação **Pura**':

- Contribuindo para a **compreensão** de uma formulação mais abstracta de fenómenos

Modelo teórico

##### • 'Investigação **Instrumentalista**':

- Contribuindo para tornar mais efectiva a intervenção em ambientes do mundo real.

Ferramentas, programas, ...

##### • Identificam-se duas sub-categorias:

- 'Investigação **Aplicada**'
- 'Investigação **Orientada-ao-Problema**'

In the [philosophy of science](#), **instrumentalism** is the view that a scientific theory is a useful instrument in understanding the world. A concept or theory should be evaluated by how effectively it **explains and predicts** phenomena, as opposed to how accurately it **describes** objective reality. **Instrumentalism** avoids the debate between [anti-realism](#) and [philosophical](#) or [scientific realism](#). It may be better characterized as non-realism. **Instrumentalism** shifts the basis of evaluation away from whether or not phenomena observed actually exist, and towards an analysis of whether the results and evaluation fit with observed phenomena.



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Dimensões do Método de Investigação

### • 'Investigação **Aplicada**'.

- Partindo de uma **Tecnologia** (aparelho, técnica, ...), explorando-a (usando-a em processos (físicos, organizacionais, sociais, pessoais ...))

Explorando novas hipóteses  
Procedimento p/ resolver problemas.  
Descobrir Técnicas

### • 'Investigação **Orientada-ao-Problema**'.

- Começando pelo enunciado do **problema** e procurando as técnicas adequadas para o resolver.

Quem quer classificar a investigação que quer fazer?



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica



## Dimensões do Método de Investigação

- dependendo da **Teoria** na base da Investigação:
  - '**Descritiva**', dos aspectos significativos dos domínios **Estrutura; Arquit....**
  - '**Explicativa**', do comportamento dos fenómenos **Modelo Analítico**
  - '**Preditiva**' do futuro **Algoritmos de Classificação**
  - '**Prescritiva**', indo além da predição pode **prescrever e aplicar** normas e processos em determinadas circunstâncias específicas **Sistema Adaptativo**

(A investigação em **EI** deve ser deste tipo)

**Resolver problemas antecipados de forma flexível ou mesmo lidar com situações inesperadas** **Sistemas Inteligentes**



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Dimensões do Método de Investigação

- dependendo da tradição numa dada área ou **Domínio do conhecimento**:
  - i) 'Investigação Científica **tradicional**' que é mais **quantitativa**
  - ii) 'Investigação **Interpretativa**' que é mais **qualitativa**
  - iii) 'Investigação orientada pela **Engenharia**'
- A Investigação nas disciplinas de Informática, **SI** em geral e as Actividades de Interação Electrónica **AIE ( iii )**

Mas não se devem ignorar as outras abordagens !



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Dimensões do Método de Investigação

### 1.3 Método de Investigação Positivista (clássico)



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica tradicional

- A Investigação científica **tradicional** é baseada no pensamento racional **positivista**:
  - Das **observações** constroem-se **Teorias** que tentam explicar o que é observado.
  - As Teorias são expressas na forma **Dedutiva** por Axiomas e Postulados operados pela Lógica.

• Dedução Vs Indução Vs Abdução



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica tradicional

- Não esquecer :
  - Teorias Científicas, segundo **K. Popper**, são capazes de gerar inferências que são, em princípio, refutáveis por referência ao mundo real.
  - O resultado de **testar as hipóteses** realimenta a Teoria, verificando-a ou detectando eventuais “anomalias” (T.Kuhn).



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica tradicional

- Se a observação é do mundo real ela é dita **empírica** e torna-se relevante em duas situações:
  - durante a *formação* do próprio corpo teórico através de **observações passivas**
  - durante a *verificação* de hipóteses, recolhendo informação de forma **activa** e guiada pela própria teoria.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica tradicional

- Quando não existe teoria disponível, faz-se ‘**investigação exploratória**’ onde os estudos são abertos, não guiados pela teoria, fornecendo um Conhecimento empírico que pode postular teorias.

- SI, Telecomunicações, AIE são disciplinas *sem uma Teoria* construída.
- São disciplinas **aplicadas** usando uma teoria parcial ou, *co-optando* uma teoria de “**disciplinas de referência**” como a dos:

- Matemática, Lógica
- Física
- Teoria da Informação (C. Shannon)
- “Ciência da Gestão”,
- “Ciência da Computação”.
- Estatística
- “Comportamentos das Organizações”,



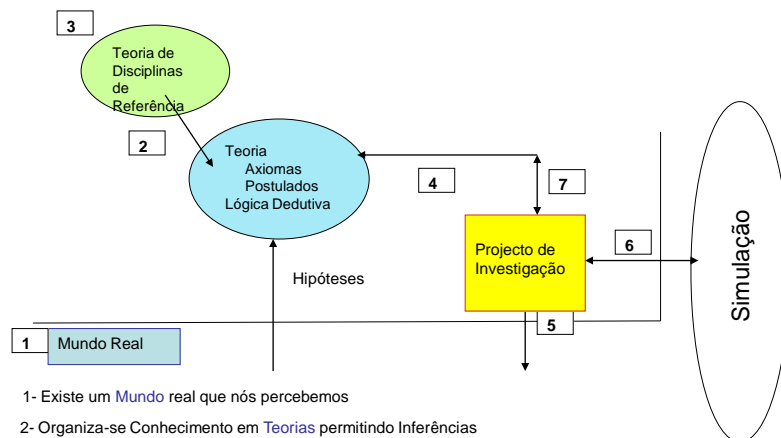
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica tradicional



- 1- Existe um **Mundo** real que nós percebemos
- 2- Organiza-se Conhecimento em **Teorias** permitindo Inferências
- 3- Disciplinas Aplicadas, como SI e AIE, baseiam-se em **Teorias de Referência** de outras Disciplinas
- 4- **Projecto** de Investigação para testar Hipóteses formais formuladas através de inferências expressas da Teoria
- 5- Em Investigação **Empírica** as Hipóteses derivadas da Teoria são testadas directamente no Mundo real
- 6- Teste das Hipóteses por **Simulação**
- 7- Os resultados da Investigação **realimentam** a Teoria



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica tradicional

- Em resumo: Na Ciência **Clássica** (ou tradicional) extraem-se novas hipóteses da teoria existente, testam-se e juntam-se os resultados à teoria.
- Pressupõe portanto a existência de:
  - Um corpo **teórico**
  - Um enquadramento teórico explícito para **guiar** a investigação
  - Definição das **questões** a investigar
  - **Hipóteses** explícitas que possam ser **refutáveis**
  - **Método** de investigação aplicada e **técnicas** bem definidas para testar as hipóteses.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Investigação Científica

### 1.4 Método de Investigação Interpretativista

*“is concerned with trying to **understand lived experience** and with how participants themselves **make sense** of their experiences. “*

*“Therefore it is concerned with the **meanings** which those experiences hold for the participants.”*

*IRM is phenomenological in that it wishes to explore an **individual's personal perception** or account of an event or state as **opposed** to attempting to produce an **objective** record of the event or state itself.”*

<http://www.psyc.bbk.ac.uk/ipa/> (Birkbeck- U. London)



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Abordagem Interpretativa à Investigação

- Método (filosofia) **Interpretativista**:
  - pós-positivista,
  - critica a “**quimera**” científica (convencional)
  - declara impossível a observação **objectiva**,
  - observação e interpretação dependentes do **Observador**.
  - crítica endereçada quer às “Ciências **duras**” quer às Sociais,
  - As **dificuldades** de objectividade são:



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Abordagem Interpretativa à Investigação

- **Intangibilidade** de alguns factores e relações
- **Envolvimento** do investigador no domínio da investigação
- Resultados dependentes da **perspectiva** do investigador:
  - Na selecção e definição do **domínio**
  - Selecção da **teoria** existente
  - Definição das **questões** a investigar
  - Enquadramento da investigação
  - Selecção, definição das
  - **Medida** dos resultados
- **Atitude** do investigador:
  - Investigação em Mercados e Negócio Electrónico:
  - Investigar mais na Segurança ou mais na Interoperabilidade
  - Aceitabilidade pode ser diversa de acordo com o vosso posicionamento
  - pontos levam a múltiplas



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Abordagem à Investigação orientada pela Engenharia

### 1.5 Investigação em disciplinas de Engenharia



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Abordagem à Investigação orientada pela Engenharia

- Nesta abordagem à investigação é bastante importante a **tecnologia** (artefactos, ferramentas, técnicas usadas)
- É o mais apropriado para a investigação em **E. Informática**, Sistemas de Informação e AIE (Eletrónica, Telecomunicações...)
- A investigação em **EI** é aplicada ou **orientada-ao-problema**.
- Implica:
  - a aplicação de tecnologia apropriada,
  - conceptualização: requisitos, modelos
  - prototipagem,
  - construção
  - **demonstração** da tecnologia (pftp./sim.)
  - fase de **avaliação**



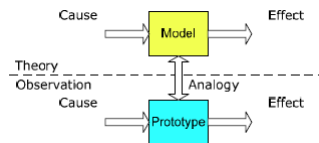
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Abordagem à Investigação orientada pela Engenharia



#### Observação e Teoria [Wohlin99]

- Em **engenharia** uma **hipótese** (expressa também através de **especificações** de um sistema) é usualmente uma ideia sobre uma relação entre causa e efeito (definidos através dos **requisitos** do sistema)
- **Modelo** Teórico é sempre análogo à aproximação das observações (corretas) do real

Também pode ser o oposto ...

C. Wohlin et al., *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*, Springer, 1999.



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Abordagem à Investigação orientada pela Engenharia

Também

Na procura das soluções para um problema:

Em Engenharia estamos fundamentalmente interessados em quão **eficientemente** os **recursos** básicos e disponíveis são usados para obter o **desempenho** desejado.



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

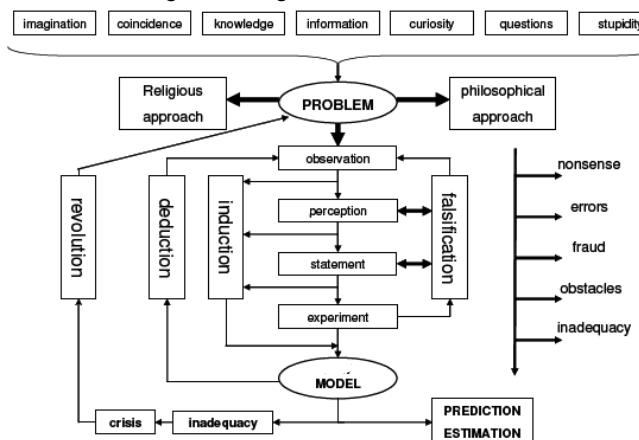
Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica



## Abordagem à Investigação orientada pela Engenharia

• Fonte: Dr. Leung Yee Hong Australia TC Research Institut



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## REVISÃO

Ciência → acumulação / Paradigma

Racionalismo Crítico Vs verificacionismo

I Vs D → Novo K

C. Eng: Objectos não naturais

Teoria de suporte: Metodologia e Técnicas (ferramentas)

1-Metodologias:

Motivação : pura Vs Instrumentalista (Ap ou O-ao-P)

Dimensão: teoria Descrit, Explicat, Predit, Prescrit

Inv. Tradicional: Quant; Interpretativista: Qual; O. Engenharia

Inv. Clássica ou Positivista: Observ. Empíricas

Inv. Interpretativista: Dependente do Observador

Eng → importante a Tecnologia

Disc. s/ teoria → Disc. referência

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

Técnicas para a Investigação

## 1.6 Técnicas associadas à Investigação



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

Técnicas para a Investigação

### B- Técnicas

- I. Técnicas **não empíricas**
- II. Técnicas de investigação **científica positivista**
- III. Técnicas de investigação **interpretativista**
- IV. Técnicas de investigação na fronteira **positivista/interpretativista**
- V. Técnicas de investigação **baseadas na Engenharia**



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para Investigação

Comparing systems' outcomes

## B- Técnicas

A **variável de predição** relaciona-se com a parte da experiência que manipulamos verificando se tem efeito na variável dependente

**Investigação Experimental** quando trabalhamos sobre a variável de predição para identificar relações de causa-efeito.

grupo **experimental**,

grupo **placebo**

Experiências laboratoriais permitem maior controlo e fiabilidade.

**Investigação Não-experimental** se o investigador não controla, manipula ou altera a variável de predição.

Suporta-se em interpretação ou observação para chegar a conclusões.

Tipicamente o investigador não-experimental baseia-se em correlações, "surveys" ou estudos-de-caso e não podem demonstrar as verdadeiras relações de causa-efeito.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

I. Técnicas **não empíricas**

- dados criados artificialmente, ou
- em pensamentos conceptuais sobre abstracções

**Investigação Não-empírica** quando se pode fazer argumentação persuasiva (subjetiva) e se pode defender esse argumento sem uma validação quantitativa dos dados. Não usa tratamento quantitativo e estatístico

- Incluem:
  - **Conceptualização** baseada em especulações e opiniões. (análise argumentativa e dialética)
  - Demonstração de **teoremas**:
    - aplicação de métodos **formais**,
    - induções,
    - abstracções matemáticas
  - Verificação de Modelos



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

### I. Técnicas **não empíricas**

- Verificação de Modelos  
"Model checking" é uma técnica para automaticamente verificar a correção das propriedades de sistemas tipo máquina de estados (finita)

Quer o modelo do sistema quer a sua especificação são formulados numa linguagem formal matemática ou lógica

- **Simulação:**
  - modelo formal simplificado de um ambiente complexo.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Research Techniques

In contrast to empirical research, non-empirical research is not based on specific data; it is more abstract and intangible. It is the process of generating knowledge through conceptual or quantitative analytical reasoning, not directly 'contaminated' by observed events. There are two types of non-empirical research: **conceptual** and **mathematical**. In terms of epistemology both types of non-empirical research papers are positivist in nature.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Técnicas para a Investigação

- Outras técnicas de investigação **não empíricas**:
  - sobre cenários hipotéticos futuros
  - sobre cenários formatados em Jogos
  - ...
- Revisões do Estado-da-Arte e Meta-análise sobre ele



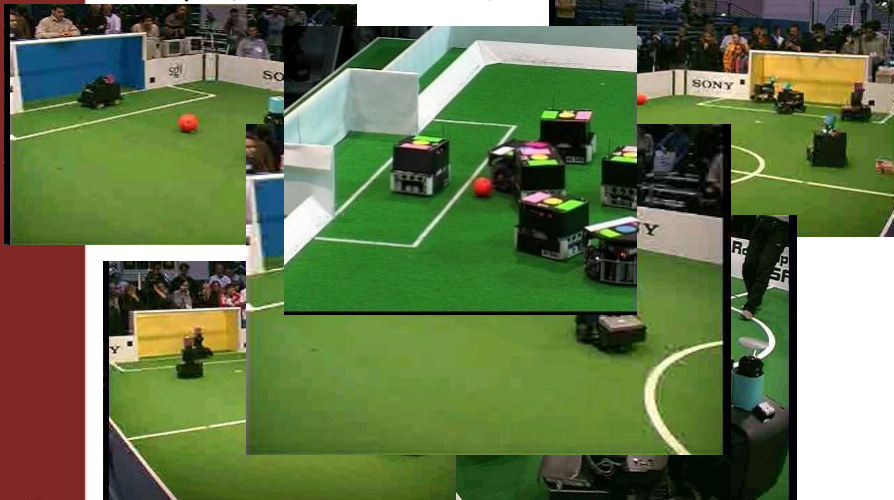
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Uso de Jogos para a Investigação Competições: Ex:RoboSoccer (tamanho médio)



Using Games for Research RoboSoccer Competition 3D

[http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=3N\\_WSNf\\_aBI](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=3N_WSNf_aBI)

Março 2014 Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto FEUP-LIACC / Eugénio Oliveira

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

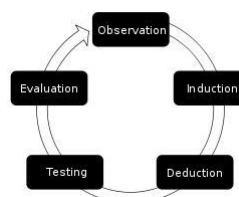
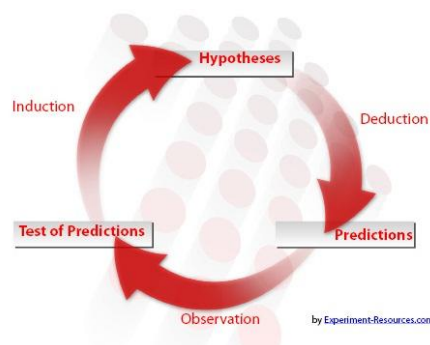
## IA- Futebol Robótico- Sony legged / colaboração



## Técnicas para a Investigação

### II. Técnicas de Investigação Científica positivista (aplicáveis na Informática e AIE):

- Métodos de investigação Empírica ajudam a integração da teoria e da prática
- comprovam a relevancia da teoria por a aplicarem ao mundo real



de Investigação Científica

### Técnicas para a Investigação

#### II. Técnicas de Investigação Científica **positivista** (aplicáveis na Informática e AIE):

- Técnicas de **previsão** aplicando
  - **algoritmos de regressão** (Técnica de sobrepor uma equação simples a pontos representando dados reais) e
  - **séries temporais** extrapolando a partir de dados passados



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Técnicas para a Investigação

#### II. Técnicas de Investigação Científica **positivista** (aplicáveis na Informática e AIE):

- **Experiências** de **Campo**:
  - Isolar ou controlar, no **mundo** real, um conjunto determinado de fenómenos e factores para estudo
- Experiências **Laboratoriais**:
  - Criação de um ambiente **artificial** onde se isolam e controlam determinados fenómenos, factores e variáveis.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Técnicas para a Investigação

#### III. Técnicas de Investigação Interpretativista:

- Investigação **Descritiva/Interpretativista**:

Parte-se da observação empírica para uma análise de rigor **limitado**.  
Controlo da **perspetiva** do investigador:

- Exame crítico
- Revisão de preconceitos e princípios de base
- Variação das observações
- Revisão crítica pelos pares



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Técnicas para a Investigação

#### III. Técnicas de Investigação Interpretativista:

- Investigação realizada **em grupo** :
  - discussão frequente com o grupo ou com quem é "afetado" pela técnica
  - Uso de ferramentas para Trabalho **colaborativo**



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica



## Técnicas para a Investigação

- Pesquisa pela **Ação**:
  - investigador - "**Agente**" altera as condições existentes para estudar a reação.
- Outros Métodos das Ciências Sociais (Etnologia...)

Em <http://www.qual.auckland.ac.nz/> Michael Myers Ed. Ass.Inf.Sys. advoga-se a investigação **qualitativa** para os SI.

**Estudos-de-Caso** é o processo mais vulgar para I&D em SI



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

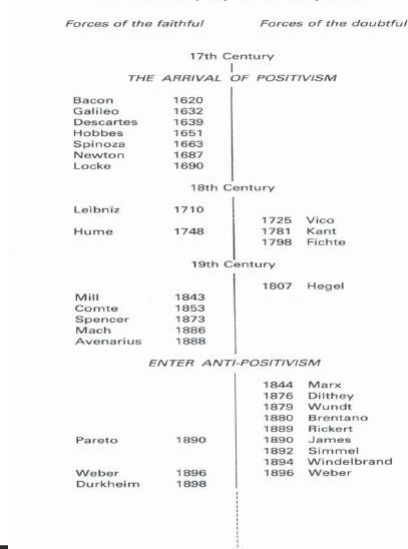
FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Research Techniques

*The Nature of Information Systems*



Faculdade de Engenharia da U

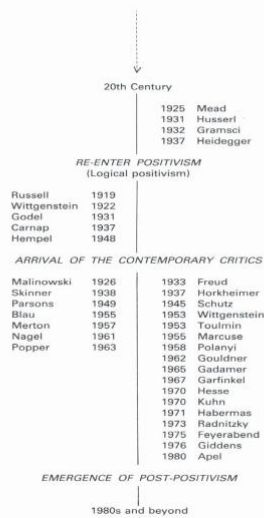
FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Research Techniques

Information Systems Epistemology: An Historical Perspective 3:



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

### IV. Técnicas de **fronteira** Positivistas/Interpretativas. Incluem:

- Trabalho de **Campo**: **Observação** direta pelo investigador do objeto de estudo no seu contexto original
- Baseado em **Questionários**: Coleção dos dados a partir de entrevistas e questionários estruturados
- **Estudos de Caso**: Envolve a coleção de dados detalhados, a partir de múltiplas fontes, sobre um fenómeno específico **SELECIONADO** e bem definido do mundo real.



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

- Investigação **Secundária**:
  - **Análise** de documentos (textos, artigos, descrições) já pré-existent e reexamina-os à luz de **novas** teorias ou processos.

Desaconselhável em EI



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

- v. Técnicas de Investigação baseadas na **Engenharia**  
 ("Ciências da Computação", Engenharia dos Sistemas Informáticos...)
- dividem-se em duas categorias:
    - 1- Técnica da **Construção**:
      - Incluem a Conceção, projeto, realização (ou **prototipagem**) de um artefacto/sistema (ex: Sistema de programas de computador, ou sistema Hdw)
      - **objetivo**:
        - explicitamente testar uma hipótese ou
        - resolver um problema.
      - **implica**:
        - existência de teoria ou **modelo** explicativo dos resultados a testar



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

### Materiais e Métodos

- nas ciências "duras" *materiais incluem definições, conceitos, modelos, axiomas e "suposições" relacionados.*
- **modelo** teórico é definido (de preferência um modelo matemático) incluindo **condições de fronteira** (define o ambiente) e **condições iniciais** (define os valores dos parâmetros do modelo) [Losee01]

J. Losee, *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*, 4th ed. Oxford Univ. Press, 2001.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

- **métodos incluem:**

*regras de análise e  
regras de verificação e validação*

- regras de análise seguem **raciocínio dedutivo**, análise **estatística** e aproximações (**análise** é frequentemente substituída por **simulações** devido à intratibilidade matemática dos problemas)

- O modelo teórico é usado para avaliar se um produto ou serviço está de acordo com **especificações e regulamentos** (medidos com protótipos, como uso de método **hipotético-dedutivo**) ou com outros resultados prévios.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

### • Resultados

- resultados podem ser **analíticos** (dedutivos), da **simulação**, ou resultados de **medições**
- É muito importante apresentar resultados **numéricos** que verifiquem (ou não) a vossa própria hipótese,
- use resultados analíticos em casos **simples** e limitados para obter valores **relevantes** e de **referência**
- O **valor** atribuído aos resultados depende em quão bem eles possam ser **generalizados** (aproximação "bottom up" pode ajudar)



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

**Ex. de Conclusões** (resultados aparecendo em Relatório sobre Técnicas Construtivistas)

- (1) "We have shown that [some] algorithms proved right..."
- (2) "Our approach is simpler to implement than previous algorithms and is practically feasible .... On the theoretical side, the greatest deficiency in our results is ..."
- (3) "In a practical situation the advantages and limitations of our approach are..."
- (4) "These results can be extended in a number of directions..."

1. What is shown by this work and its significance.
2. Applications of the results.
3. Limitations and advantages.
4. Recommendations for further work.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Técnicas para a Investigação

### 2. Técnica da **Desconstrução**:

- **Analisar** um sistema ou conjunto de métodos revelando nova informação sobre o que está a ser analisado.
  - Tal informação e características podem depois ser **de novo utilizadas** de forma eventualmente diversa
- Exemplo: **Engenharia Reversa**



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**FEUP**

Eugénio Oliveira- 2014

**MIC- Metodologias de Investigação Científica**

## Filosofias de base da Investigação

- Há filosofias permitindo classificar os Métodos de Investigação através dos Paradigmas ou **epistemologia** de base :
  - I. Positivista
  - II. Interpretativa (pós-positivista)
  - III. Crítica**
  - IV. (Construtivismo)**

Na **Harvard Business School**  
usa-se a classificação em três categorias



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**FEUP**

Eugénio Oliveira- 2014

**MIC- Metodologias de Investigação Científica**

### Filosofias de base da Investigação

#### Método **positivista**:

- Assume que a realidade é **objetivamente** dada, pode ser descrita e medida pelo observador e seus instrumentos. Usam-se testes e tenta-se a previsibilidade dos fenómenos no futuro
- Investigação nos **SI** poderá ser positivista (Orlikowski and Baroudi,1995)
  - Se se usar **formalismos** e variáveis **quantificáveis** e mensuráveis,
  - **Hipótese a testar** e fazer inferências a partir do conhecido



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Philosophy Underlying Research

- Método **Interpretativista**
  - Assume que o acesso à realidade só é possível através de **construções sociais** como a linguagem, consciência e ontologias (partilha do significado de conceitos).
  - **Filosofia baseada na Hermeneutica** (baseada na compreensão humana e interpretação de textos) e na **fenomenologia** (descrevendo, entendendo e **interpretando** os fenómenos)

Propostas para abolir a separação entre **"sujeito"** e **"objeto"**,

Oposta ao raciocínio positivista do Sec.XIX



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Filosofias de base da Investigação

- Método **Interpretativista**

- Em que medida o estudo dos **SI influenciam** ou são influenciados pelo contexto?
- O **foco** não é tanto nas variáveis e processos mas na **interpretação** dada ao que é medido ou testado ou realizado

Propõe-se abolir a diferença entre **"sujeito" e "objecto"**,  
Opõe-se ao raciocínio positivista do século XIX.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Filosofias de base da Investigação

- Investigação **Crítica**:

É mais radical pois tenta identificar o que **constrange** a investigação

- socialmente, culturalmente,
- historicamente, politicamente,
- economicamente, fisicamente

e tenta emancipar a ciência, eliminando as causas da ignorância, alienação etc...

*Ex: Porque não é possível investigar sobre X?*

*Ex: Porque não é desejável realizar sistemas do tipo Y?*

Habermas da Escola de Frankfurt na senda de Adorno, Lukacs, Marcuse



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica



### Filosofias de base da Investigação

- **Junk Science (?) Histórias do século passado...**

#### Marque “M” para MEDO.

Desde que no programa de 1993 *Larry King Live* entrevistou alguém que levou a tribunal um fabricante de **telemóveis** pretendendo que a sua mulher teria morrido devido a **cancro no cérebro** induzido, muitos utilizadores de telemóveis acreditam nessa possibilidade.

Mas todos os **estudos falharam na tentativa de identificar qualquer risco.**



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Filosofias de base da Investigação

- **Junk Science (?) Histórias da década passada...**

#### Terror das linhas de transporte de Energia.

Medo que campos **electricos e magnéticos** (EMFs) criados pelas linhas de transmissão de energia eléctrica e por certos aparelhos causem cancro vem desde 1978. Pais receiam também linhas de alta tensão perto de escolas.

Claro que as companhias de distribuição não estão interessadas em **enterrar** as linhas. A National Academy of Sciences finalmente publicou um estudo concluindo que **nenhuma** evidência apontava para problemas de saúde causados pelas ditas linhas.



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Qualidade da Investigação

### 1.7 Qualidade da Investigação



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Qualidade da Investigação

- Qualidade depende dos **Objetivos** a atingir
  - Acrescentar **Conhecimento** (abstrato) disponível
    - Objetivo e Critério de Qualidade **internos** à disciplina
    - Rigor é muito crítico
  - Desenvolvimento de Sistemas (informáticos) - (**Instrumentalismo**)
    - Objetivos e Critérios **externos** (à própria I&D)
    - **Relevância** medida pelo impacto é mais importante
- **Relevância Versus Rigor** não antagonismo mas diferente ênfase



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Qualidade da Investigação

### • Tendência na Informática:

- Até anos 80 → domínio de artigos **conceptuais** (não empíricos)
- Depois dos anos 80 → artigos **menos teóricos**, mais instanciados menos acumulativos
- SecXXI as duas tendências em paralelo
  - Investigação baseada em **Estudos-de-Caso**, é descritiva de instâncias simples e tem **pouca** relevância científica
  - Investigação Empírica é dominada pelas aproximações **descritivas**
  - Modelos com capacidades explicativas **limitadas** e com pouco valor preditivo.



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Qualidade da Investigação

- **Investigação em EI e Sistema Informáticos** para "**AIE**" em particular, i.e.:
  - Serviços, Plataformas e Ambientes integrativos de capacidades Electrónicas para a automatização da **inter-operabilidade** entre Organizações (empresas, escolas, instituições...) dentro delas e na sua apresentação à Sociedade (ao mercado)
  - Incluem **serviços** de apoio:
    - à logística, à contratação, à produção, às encomendas e vendas (à comercialização em geral)
    - à **interacção**
    - à reorganização e reconfiguração



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Qualidade da Investigação

- **Investigação em EI e CC :**
  - Sistemas/ **algoritmos** para tratamento de informação
    - Visual (imagem, gráficos...)
    - Textual (corpora, dados em BD) **Big Data**
    - Sinais (sensoriais, tráfego, bilógicos, ambiente ...)
  - Ciências de **suporte**:
    - Matemática, Física
    - Economia
    - Biotecnologia
    - Computação Gráfica
    - Medicina
    - Direito
    - Astronomia, História, Gestão...



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Qualidade da Investigação

- Requisitos para a **Investigação em EI e CC**
  - Escolha de um **Método** de Investigação apropriado:
    - Método Científico *positivista*, "*interpretativista*" ou baseado na **Engenharia**
    - Explicitação de um **Corpo Teórico** que, em alguns casos, vem de outras disciplinas (ex: C. das Organizações, Estatística, C. da Computação-Algoritmia, Lógica ...)
    - Extensão da Teoria e **Inferência** de predições testáveis (pelo menos no caso da Investigação positivista)



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Métodos Científicos: **Generalidades**

### métodos **Teóricos**:

Criar **modelos** formais (matemáticos, lógicos)

Definir **conceitos** relacionados com a tese

Provar **propriedades** dos conceitos

**Abstracção**, esconder detalhes para tornar o todo mais compreensível (e tornar possível provar as propriedades)

Prova de propriedades por métodos dedutivos

(segundo Björn Lisper, *Datorteknik, Mälardalens högskola Västerås, Sweden*)

<http://www.idt.mdh.se/kurser/ct3340/ht03/>



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**FEUP**

Eugénio Oliveira- 2014

**MIC- Metodologias de Investigação Científica**

## **Validação e Análise Estatística**

testes **Estatísticos** examinam as várias relações entre os dados

• "**Significância estatística**" (**p-value**): significância estatística dos resultados dizem sobre o grau em que o resultado é ou não verdadeiro (no sentido de ser "**representativo** da população").

**p-value** representa o **index** (decrecente) de fiabilidade dos resultados. Quanto maior o **p-value**, menos se acredita nas relações observadas entre variáveis na amostra, e o que se passa na população inteira.

Especificamente o **p-value** representa a probabilidade de erro envolvida na aceitação dos resultados observados como "**representativos da população**."



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**FEUP**

Eugénio Oliveira- 2014

**MIC- Metodologias de Investigação Científica**

### Formalization

Formalizar quanto possível

- usando Lógica (proposicional/ 1ª ordem/ modal)
- usando formalismos matemáticos
- criando o nosso próprio formalismo

- Exemplo do MASDIMA Tese e [Livro](#)



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Métodos Científicos: Generalidades

#### Métodos Empíricos :

Realizar **experiências**

Verifique os resultados

Extraia **conclusões**

#### Simulação:

Comece com um **modelo** formal a um nível "simplificado"

Realize "**experiências** artificiais " no seu **computador**

Colija **estatísticas** e retire as conclusões finais



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

Métodos Científicos: **Generalidades****Na Física:**

Coloca **hipóteses** acerca do mundo envolvente (teoria),

**observe-o** (experimental)

**Relaciona** o resultado da experiência com a teoria

**Ajusta a teoria** se não previr corretamente a realidade observada

Teoria é usada para prevêr o futuro (ex. *Se uma ponte aguenta uma certa carga, se um asteróide cairá na terra*)

Padrão comum à **Ciência da Computação**:

O **sistema** é construído para comportar-se de acordo com um modelo teórico.

Desvios são vistos como **erros de construção** e não como defeitos da teoria (erro de hardware, bug no S.O.,...)

Em ambos os casos: A **teoria** ajuda a **compreender** e prevêr, mas de maneiras diferentes nos dois casos!



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**FEUP**

Eugénio Oliveira- 2014

**MIC- Metodologias de Investigação Científica**Métodos Científicos: **Generalidades****Métodos Teóricos Vs Empíricos na Ciência da Computação**

A **Ciência da Computação** apresenta um “espectro”, desde o “extremo **construtivismo**” até ao uso da **teoria** próximo do que se faz em física :

- “Extremo **construtivismo**”: Especificação de uma linguagem de programação (ideal):

semântica **Formal** da Linguagem, construção do modelo puro definindo o significado **matemático** de cada programa

**Abstração** dos detalhes tornando o significado da linguagem simples (por exemplo, assumir que as estruturas de dados não tem limites de dimensão)

**Implementar** a linguagem de acordo com essa **semântica**



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**FEUP**

Eugénio Oliveira- 2014

**MIC- Metodologias de Investigação Científica**

## Métodos Científicos: Generalidades

**Métodos Teóricos Vs Empíricos na Ciência da Computação**

Podemos provar formalmente que, de acordo com o **modelo** um programa está correto!

Mas o modelo não cobre todos os casos de possível falhanço. Por exemplo, erros de hardware ou stack overflow (ou um asteroide cair sobre o computador...)



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Métodos Científicos: Generalidades

**Métodos Teóricos Vs Empíricos na Ciência da Computação**

Abordagem **Extremo Teórico** (da “Física”) :

**Modelo Lógico-matemático** do desempenho de **sistemas complexos** de computação e comunicações

- Difícil de fazer cálculos analíticos  
**modelos simplificados de desempenho, testados pelas experiências** (ex: muitos “benchmarks”)
- Discrepâncias levam a **modificar** a teoria como na física

Usa-se muito a simulação (para avaliar sistemas antes de os construir)



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica



## Métodos Científicos: Generalidades

## Métodos Teóricos Vs Empíricos na Ciência da Computação

**Intermédios:** análise dos algoritmos

Baseado em algum **modelo formal** sobre como o algoritmo corre (meta-linguagem com semantica formal ), e um modelo de **desempenho** (quanto tempo demora a execução de cada passo, quanta memória é necessária para cada estrutura de dados...) I



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Métodos Científicos: Generalidades

## Métodos Teóricos Vs Empíricos na Ciência da Computação

**Intermédios:** análise dos algoritmos

Pressupondo a correcção dos modelos, prova-se **Matematicamente** que o algoritmo necessita de certos **recursos** (tempo memória ) para correr.

Mas os modelos (de desempenho) são geralmente **aproximados**.

**Por vezes é possível refinar o desempenho do modelo, mas isso pode tornar impossível calcular os recursos necessários para esse algoritmo !**



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Qualidade da Investigação

#### • Características da Investigação em EI e CC

- Refletir o **E-d-A**. Provar que se avança no Conhecimento
- **Combinação de Técnicas** para que as fraquezas de umas sejam colmatadas pelas virtudes de outras
- Refletir os fenómenos em estudo e a natureza do domínio
  - Dados **validados**
  - **Analisados** estatisticamente
  - Extração de **relacionamentos** entre variáveis
- **Praticável** de acordo com os recursos
- **Relevância** dos resultados (para as Organizações a montante e jusante, sociedade...)
- **Publicável**
- **Ambiciosa** (na teoria e na prática)



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Qualidade da Investigação

#### • Características da Investigação em EI e CC

- A fase de **Investigação** pode ter como **objetivo**:
  - **Construção** de Teorias
  - **Teste** de Teorias
  - **Extensão** de uma Teoria
- O Objetivo **prático** da Investigação pode incluir:
  - **Explorar** um domínio definido
  - **Descrever** um domínio (??)
  - **Explicar** um domínio (??)
  - Fazer **Previsões** sobre um domínio
  - **(Testar hipóteses formalizadas)**



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Qualidade da Investigação

- Outras características:
  - Quanto aos **dados**:
    - Extensos
    - Representativos
    - Qual a validade ?
    - Granularidade:
      - Simples, agregados
      - de grupos, de organizações, de cadeias, de redes,
      - de segmentos ou setores (industriais), da sociedade
    - Horizonte **temporal**:
      - “Foto” do domínio num instante temporal
      - Estudo de uma “secção de corte”
      - “Secção longitudinal” (múltiplos pontos no tempo)
  - Métodos de **colecção** e análise dos Dados: quantificação...



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### DADOS

- Outras características:
    - **Relativas a Dados**:
      - Qualitativos Vs Quantitativos
- Dados que se aproximam ou caracterizam mas não medem atributos, características, propriedades, etc., de algo ou algum fenómeno. Dados **Qualitativos descrevem** enquanto que dados **quantitativos definem**.



#### Dados Qualitativos :

blue/green color, gold frame  
 smells old and musty  
 texture shows brush strokes of oil paint  
 peaceful scene of the country  
 masterful brush strokes

#### Dados Quantitativos :

picture is 10" by 14"  
 with frame 14" by 18"  
 weighs 8.5 pounds  
 surface area of painting is 140 sq. in.  
 cost \$300




Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica



**FEUP**

**DADOS**

Exemplos de Dados Fuzzy :


- Pessoa ALTA (tamanho)
- Manobras perigosas (sequências de ações)
- pessoas loiras (cor do cabelo)
- Sãos pesados (intensidade de som)
- Grande Investimento (Dinheiro)
- Grande velocidade (velocidade)
- objeto próximo (Distancia)
- Grandes Números (Aritmética)
- Ações aceitáveis (T.Decisão)

		Data	
		Qualitative	Quantitative
Analysis	Qualitative	Interpretive studies of texts, for example	Finding meaning in the results of quantitative analysis
	Quantitative	Digitizing sounds and images, for example	Statistical analysis of questionnaire data and other mathematical analyses

Qualitative	Quantitative
Like Easy Awkward Slow Squirrel Efficient Ambiguous How Confusing	23,406 4.3 2m32s 76.8% \$45,849 1,127 3.76% €12.75

Eugénio Oliveira- 2014

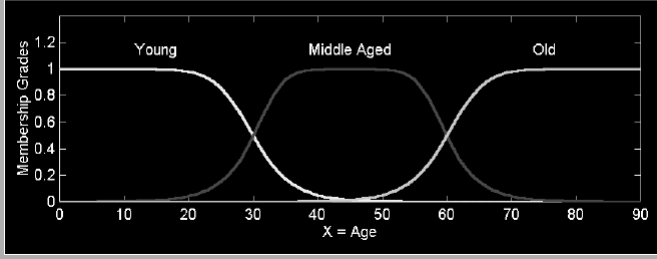
MIC- Metodologias de Investigação Científica



**FEUP**

**DADOS**

Fuzzy partitions formed by the linguistic values “young”, “middle aged”, and “old”:



"Fuzzy theory is wrong, wrong, and pernicious. What we need is more logical thinking, not less. The danger of fuzzy logic is that it will encourage the sort of **imprecise** thinking that has brought us so much trouble. **Fuzzy logic is the cocaine of science.**"

-Professor William Kahan UC Berkeley

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

## Qualidade da Investigação

### 1.8 Desafios



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Desafios da Investigação em EI e CC

- **Desafios:**
  - Existe **pouca teoria**. Há alguma sobre os S. de I. em Organizações
  - Fenómenos **instáveis**:
    - Dados de envelhecimento rápido, “seções de corte” alteram-se. Período de validade
    - Organizações em movimento
- Variações **culturais** significativas:
  - Diferentes culturas nacionais, ritmos diferentes
- O ato de Investigar (interação, questionários, estruturação, demonstrações) **influencia** o domínio
- Pressão para **publicar** contemporaneamente com a investigação



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Desafios da Investigação em EI e CC

- **Perigos** da Tecnologia nas IE e CC:
- ~~Prototipagem sem fundamento teórico~~ ou população alvo bem definida
- ~~Teorias (Económicas, Ensino)~~ aplicadas a Estruturas (hierarquias, redes) ainda ~~não consolidadas~~. (p.ex. Mercados Electrónicos ainda muito instáveis)
- **Impacto** da automatização e racionalização:
  - Depende de cortes longitudinais no **tempo**
  - Depende dos **participantes** diretos que são afetados
  - Depende da inclusão dos investigadores no objeto de estudo
- **Adoção** da nova tecnologia pode ser demorada no tempo
- Impacto nos outros parceiros
- (quer em B2C ou B2B, Ensino, Medicina)



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### MÉTRICAS

- Definir métricas apropriadas para cada etapa e tipo de solução implementada

Exemplo do [MASDIMA](#)



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Desafios da Investigação em EI e CC

- **Conclusões** sobre Investigação em EI e CC:
  - Considerar o balanço **Rigor Versus Relevância**
  - **Identificar** os desafios ANTES de iniciar a Investigação
  - Clareza acerca das **convenções** relativas à investigação a efetuar
  - Selecionar um **sub-domínio** significativo
  - Definir as **questões** a responder pela investigação
  - Selecionar o **Método de Investigação e Técnicas** (possivelmente uma combinação delas) e justifique.

Sendo a aproximação **instrumentalista** a seleccionada, há que assegurar **qualidade externa, validação externa e rigor** suficiente, assim como:  
**Relevância**



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica

### Outra Bibliografia

- D. Sternberg, *How to Complete and **Survive** a Doctoral Thesis*. St. Martin's Press, 1981.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FEUP

Eugénio Oliveira- 2014

MIC- Metodologias de Investigação Científica