

Settimana della lingua italiana 2013

# Il ruolo dello scienziato e la finalità della scienza

Diego Trancanelli  
USP

La prospettiva delle considerazioni che seguono  
è quella di un fisico teorico.

La prospettiva delle considerazioni che seguono  
è quella di un fisico teorico.

Perchè faccio scienza? Perchè sono curioso!

La prospettiva delle considerazioni che seguono  
è quella di un fisico teorico.

Perchè faccio scienza? Perchè sono curioso!

Il ruolo dello scienziato è soddisfare  
la propria curiosità (a spese del governo).

Quale è *per me* la finalità della scienza?

Quale è *per me* la finalità della scienza?

È sostituire errori grandi con errori più piccoli.

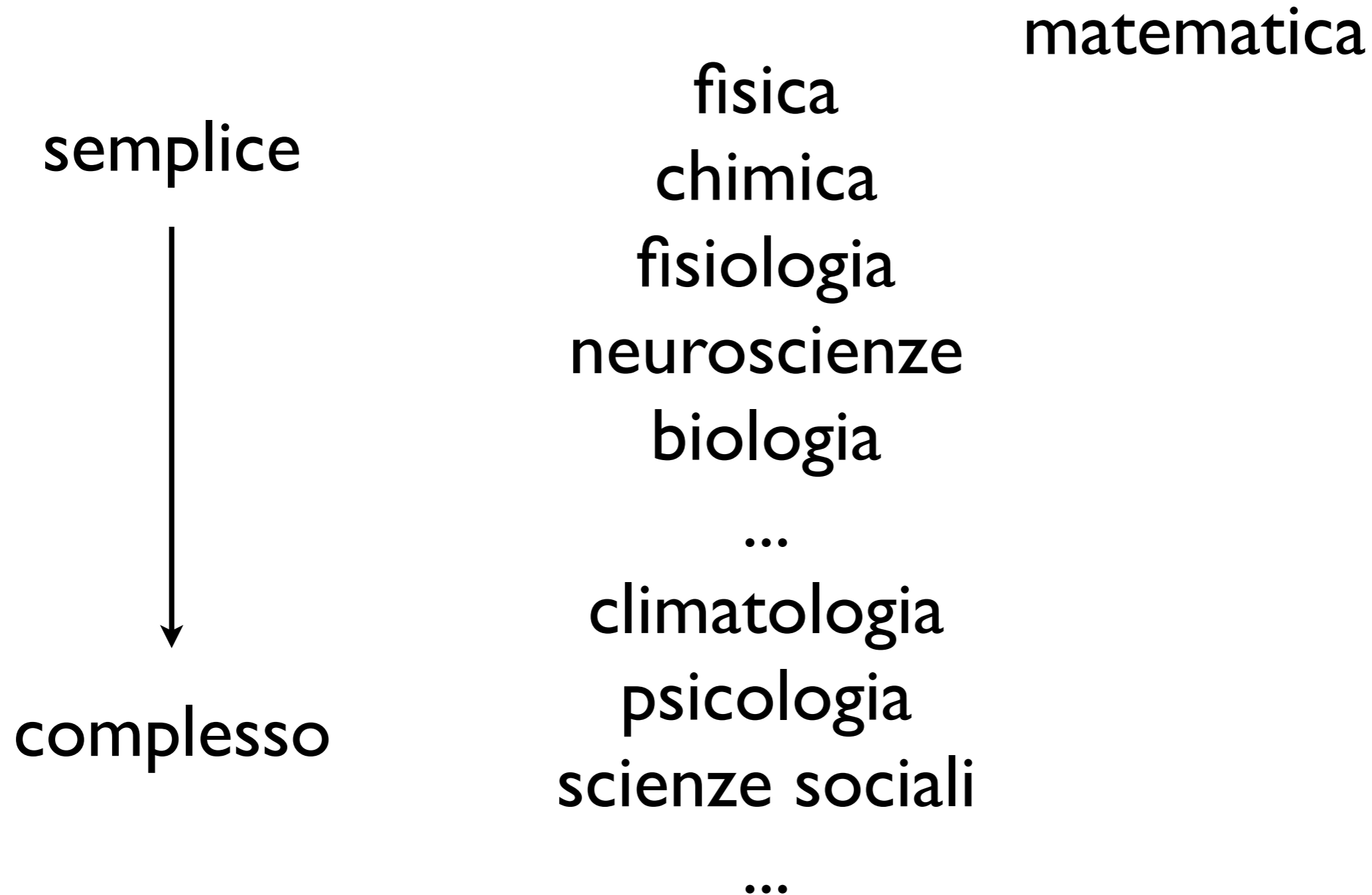
# Cosa è la scienza?

La scienza è la pratica metodologica di comprendere e prevedere le conseguenze di fenomeni naturali.

Per far ciò si usano *teoria* e *esperimento*.

Alcuni tipi di scienza sono fatti con diagrammi ed equazioni matematiche, altri con esperimenti e osservazioni, altri ancora con sperimentazioni cliniche, altri con combinazioni di tutto ciò.

# Organizzazione delle scienze





# Il (mito del) metodo scientifico

*Riduzionismo e logica induttiva* (Francis Bacon, 1620).

- 1) Osservazione di un fenomeno
- 2) Formulazione di un'ipotesi
- 3) Esperimento
- 4) Verifica o falsificazione dell'ipotesi (include replica e revisione esterna)

# Esempio: la scoperta del DNA

- 1) Osservazione dei 4 nucleotidi
- 2) Ipotesi di struttura elicoidale e previsione di un pattern specifico quando irradiata con raggi X (Crick & Watson)
- 3) Esperimento (Franklin)
- 4) Analisi e verifica dell'ipotesi (Nobel 1962)

Tutto ciò è un po' un mito e, in pratica, pochi scienziati lavorano così, seguendo uno schema rigido!

La scienza è un'attività molto più dinamica e non-lineare, una combinazione di osservazione, ipotesi e contesto teorico che dipende da cosa si sta studiando.

La fisica teorica “di alte energie” del XX secolo è un interessante esempio al riguardo.

Nella prima metà del secolo si dedicò alla spiegazione di osservazioni sperimentali (che portarono, per esempio, alla formulazione della meccanica quantistica).

Nella seconda metà del secolo divenne più astratta, anticipando futuri risultati sperimentali (per esempio, la scoperta del bosone BEH).

Un altro esempio è dato dalla teoria della relatività generale di Einstein.

Il punto di partenza fu un principio nato da un *Gedankenexperiment*, da cui furono dedotte conseguenze e fatte predizioni, poi confermate in esperimenti.

## Il ruolo dell'obiettività

I principi scientifici possono essere applicati nello stesso modo da chiunque ottenendo gli stessi risultati. In questo senso la scienza è obiettiva.

Gli scienziati invece non sono obiettivi. Ognuno ha le proprie preferenze per quel che riguarda quali principi siano fondamentali, il ruolo di teoria vs. esperimento, quali questioni siano più pressanti, etc.

Vediamo alcune caratteristiche che ipotesi o teorie devono avere...

La matematica è il fondamento della scienza

Varie discipline usano la matematica in modi diversi.

In fisica, gran parte del lavoro di un teorico è formulare modelli matematici (autoconsistenti).

In medicina si usa la statistica, per studiare correlazioni tra cause ed effetti.

In biologia quantitativa l'evoluzione di epidemie, etc, è modellata con equazioni differenziali.



## Falsificabilità di un'ipotesi o teoria

“The great tragedy of science is the slaying of a beautiful hypothesis by an ugly fact.”

T. H. Huxley

La scienza produce predizioni *falsificabili*.

Karl Popper *The logic of scientific discovery* (1934)

Principio un po' controverso, alcuni preferiscono parlare di *confermabilità*.

## *Lex parsimoniae*

“Pluralitas non est ponenda sine necessitate”

Rasoio di Occam

“Make everything as simple as possible, but not simpler”

A. Einstein

Un principio guida è proporre il minor numero possibile di “entità” e regole per spiegare un fenomeno. Semplificazione e unificazione del maggior numero fenomeni nel minor numero di leggi.

**La scienza procede a volte in direzioni opposte...**

## *Bottom-up vs. top-down*

Esempio: elettromagnetismo vs. relatività generale

La prima teoria è il condensato di secoli di osservazioni sperimentali in un sistema di poche eleganti equazioni.

La seconda teoria è derivata da principi astratti.

# Finalità della scienza

Sostituire errori grandi con errori più piccoli.

Unificare idee che erano originalmente separate e distinte in un unico quadro concettuale.

## Scienza come rivoluzione

Disaccordo tra teoria e esperimento forza alla modificazione della teoria.

Thomas Kuhn *The structure of scientific revolutions* (1962)

Per esempio, la meccanica quantistica ingloba la meccanica classica come limite particolare.

La relatività ristretta ingloba la meccanica Newtoniana come limite particolare.

Cambio di paradigma.

# Scienza come unificazione

Esempi in fisica:

meccanica celeste e terrestre

elettro-magnetismo

dualità onda-particella in meccanica quantistica

spazio-tempo, massa e energia

teoria delle stringhe

In altre aree:

biochimica

genetica e neo-darwinismo

Scienza come ricerca del *bello*!



## Perchè dovrete considerare una carriera scientifica?

Il desiderio di comprensione del mondo è innato nell'uomo, per questo la ricerca scientifica è un'attività gratificante.

Bagaglio di tecniche universali, applicabili nei rami più diversi della società e del mondo del lavoro.

Si è parte di una comunità internazionale e, di conseguenza, si viaggia molto!

Se avete domande su scienza, carriera di ricercatore, università, etc., le mie coordinate sono:

Departamento de Física Matemática  
Instituto de Física USP,  
Cidade Universitária, Butantã

dtrancan@fma.if.usp.br  
3091-6843