

A Matemática da Física

Escola de Verão de Matemática, Estatística e Computação - IST 2013

Jorge Drumond Silva

Departamento de Matemática
Instituto Superior Técnico

jsilva@math.ist.utl.pt

"Como é possível que a matemática, sendo afinal de contas um produto da mente humana independente da experiência, seja tão admiravelmente apropriada à descrição dos objectos da realidade." - Albert Einstein

"O milagre da matemática ser a linguagem apropriada para a formulação das leis da física, é uma dádiva maravilhosa que não entendemos nem merecemos. Devemos estar gratos por ele e esperar que se mantenha válido na investigação futura, e que se extenda para nosso prazer, apesar talvez da nossa admiração, a outros ramos do conhecimento." - Eugene Wigner

Matemática Avançada Pré-histórica



E Mais Matemática Avançada ...



Características da Matemática/Física Pré-Histórica

Quantitativa

Deterministica

Abstracta

↓ (Raciocínio Lógico Dedutivo)

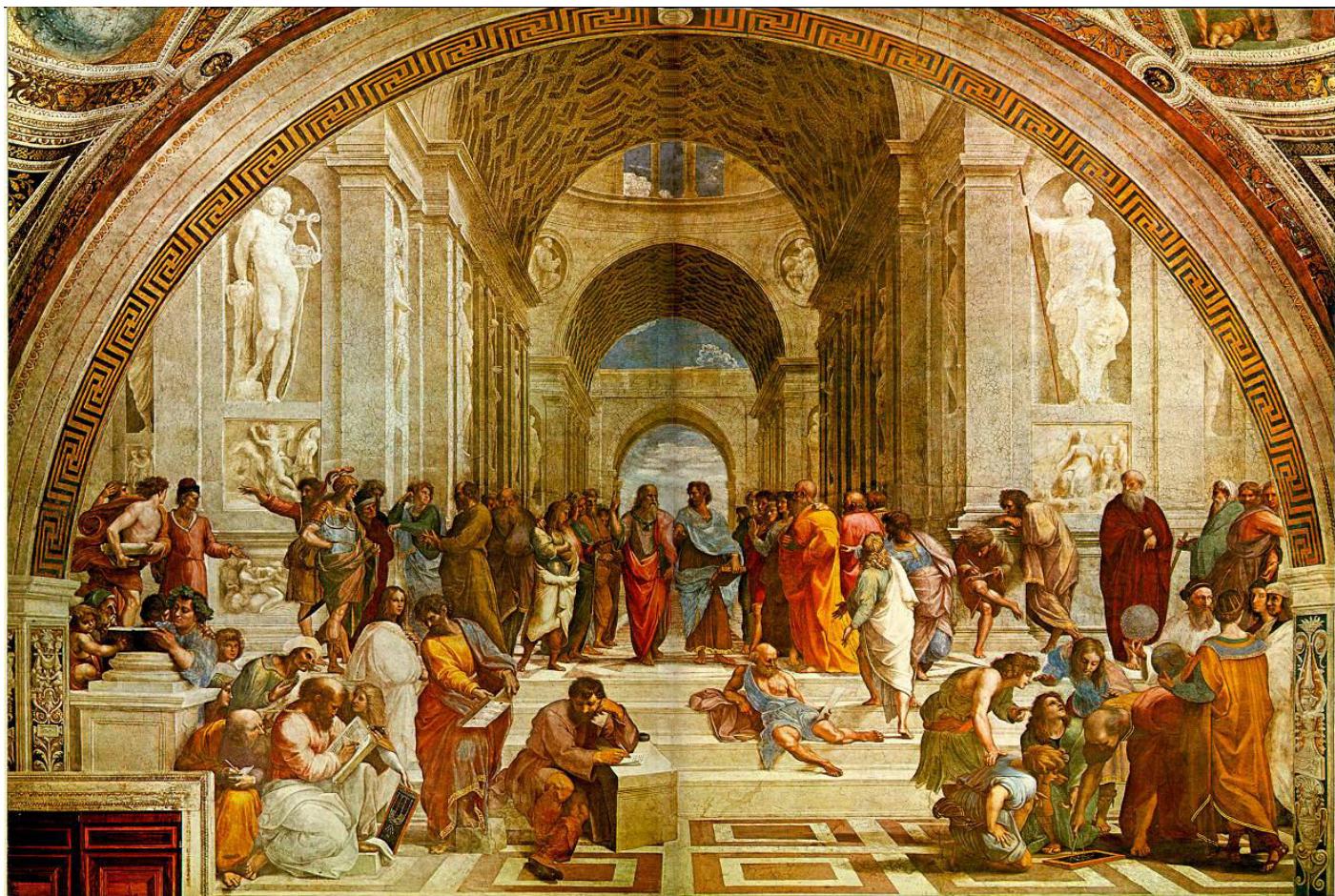
Previsibilidade

Geometria

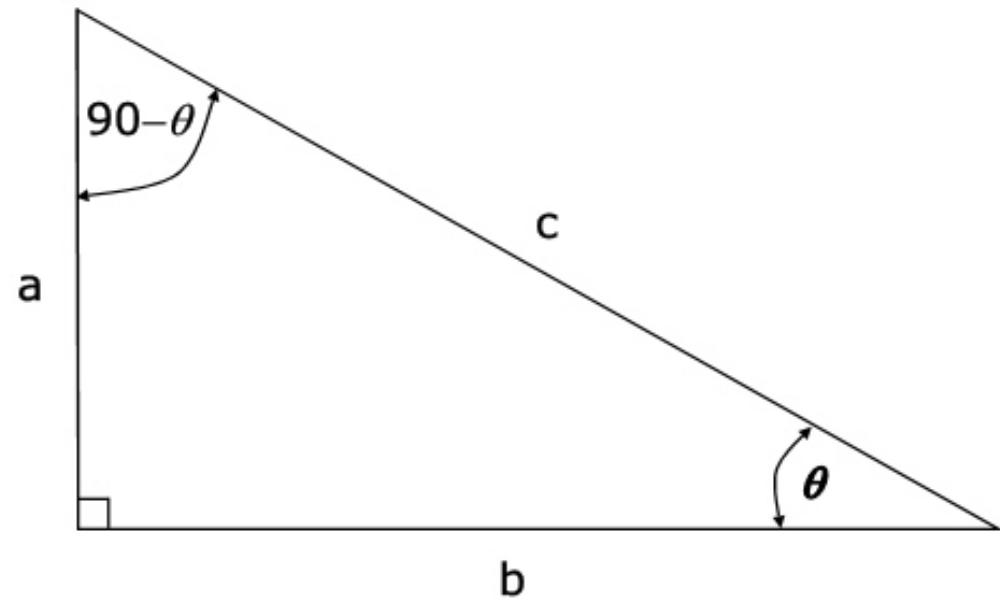
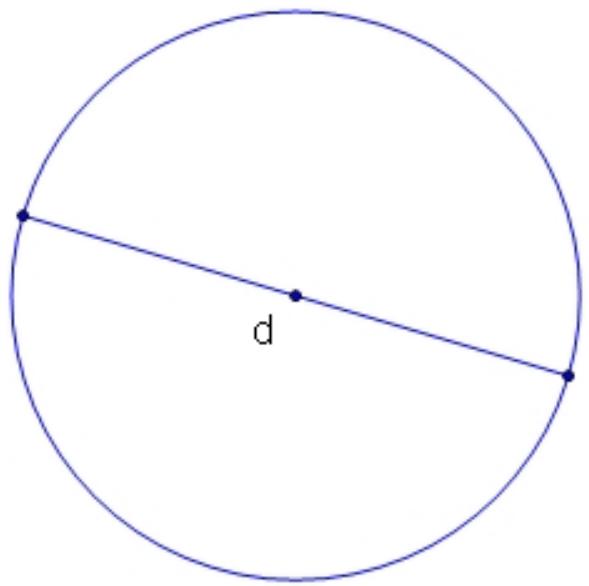
Etimologia: geo-metri = medição da terra



Grécia Antiga



Rafael, *A Escola de Atenas (Causarum Cognitio)*, 1510



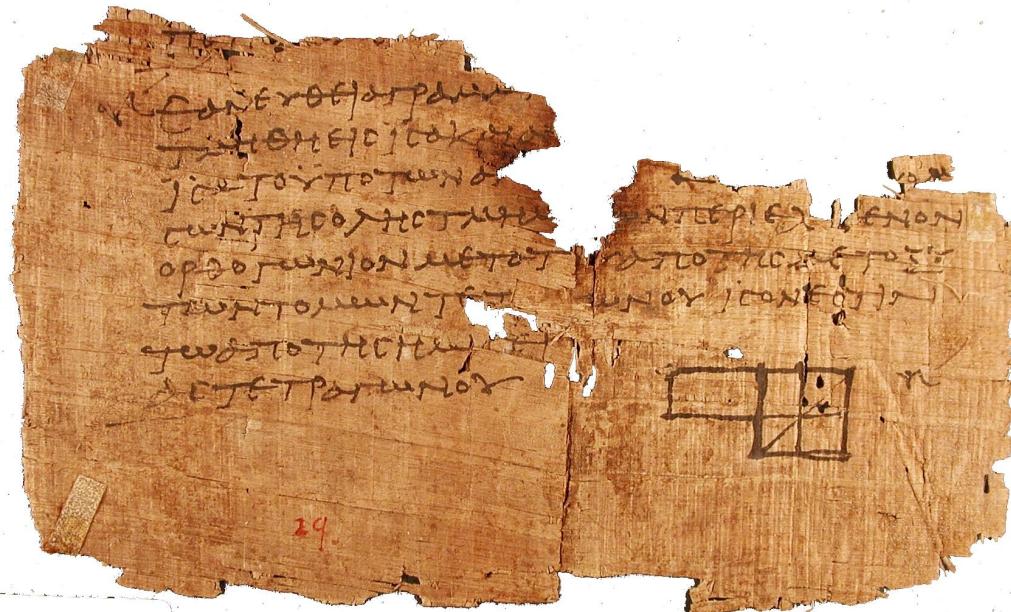
$$\frac{\text{Perímetro}}{\text{Diâmetro}} = \text{Constante}$$

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Euclides e os Elementos

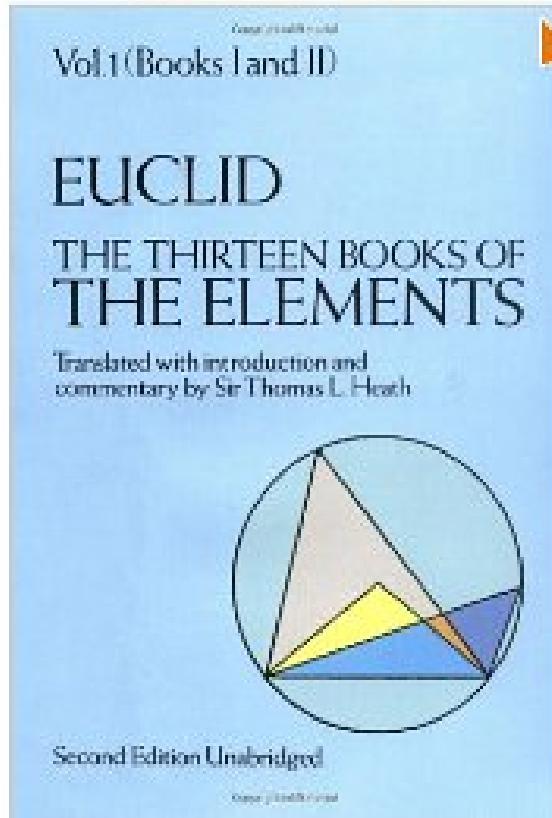


Euclides de Alexandria, aprox. 300 A.C.

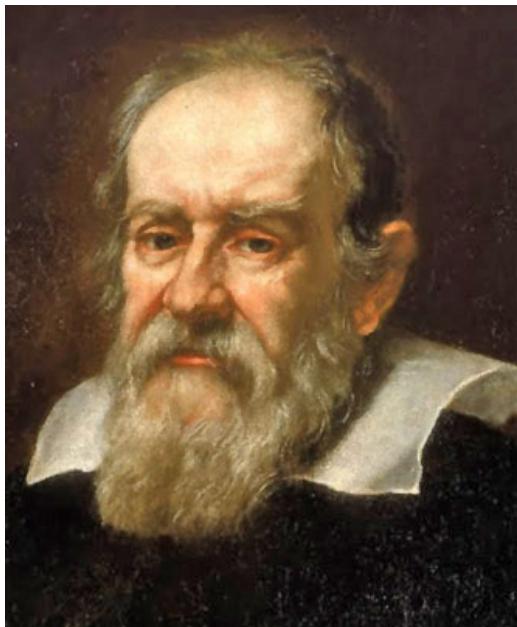


Papiro dos *Elementos*, aprox. 100 D.C.

[Click to LOOK INSIDE!](#)



Galileo Galilei



Galileo Galilei, 1564-1642

Método Científico

"A Filosofia está escrita neste grandioso livro - isto é, o universo - o qual está permanentemente aberto à nossa observação, mas que não pode ser compreendido sem que primeiro se aprenda a linguagem e se interpretem os símbolos em que está escrito. Ele está escrito na linguagem da matemática, e os seus símbolos são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem as quais é humanamente impossível perceber uma única palavra que seja dele."

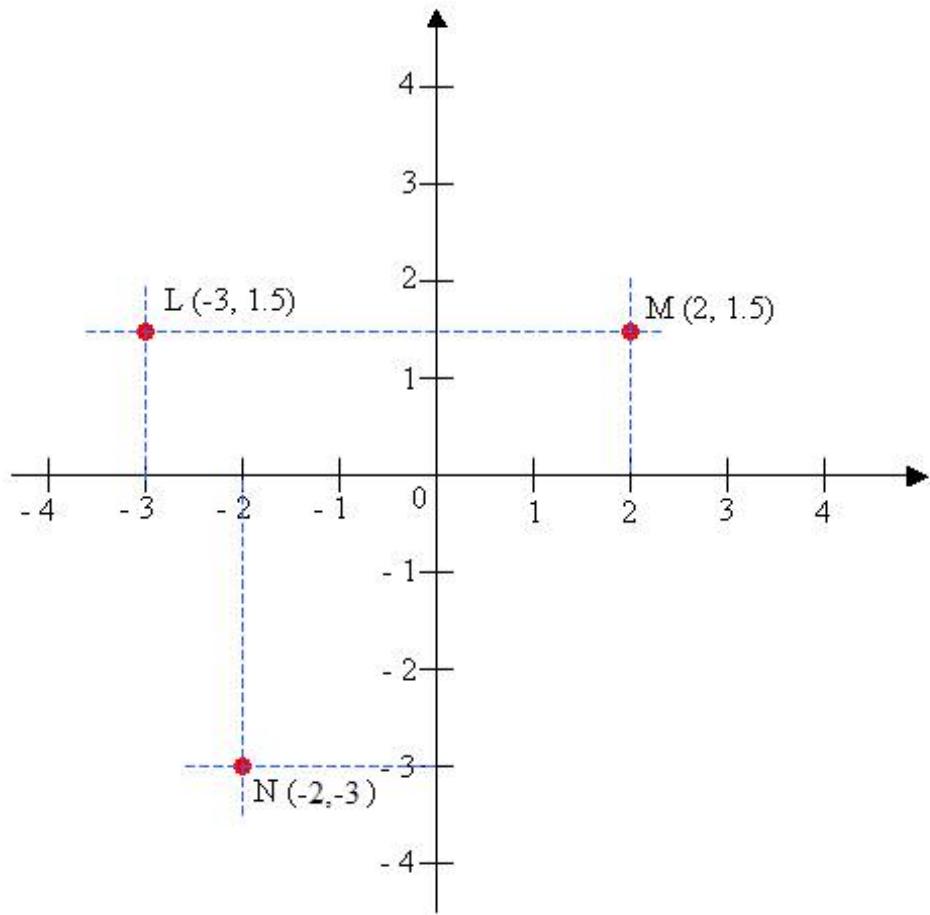
Galileo Galilei

- Observações e medições
- Formulação de hipótese e construção de teoria ou modelo matemático
- Dedução lógica e previsão de consequências da teoria
- Teste experimental das previsões

Descartes e Geometria Analítica

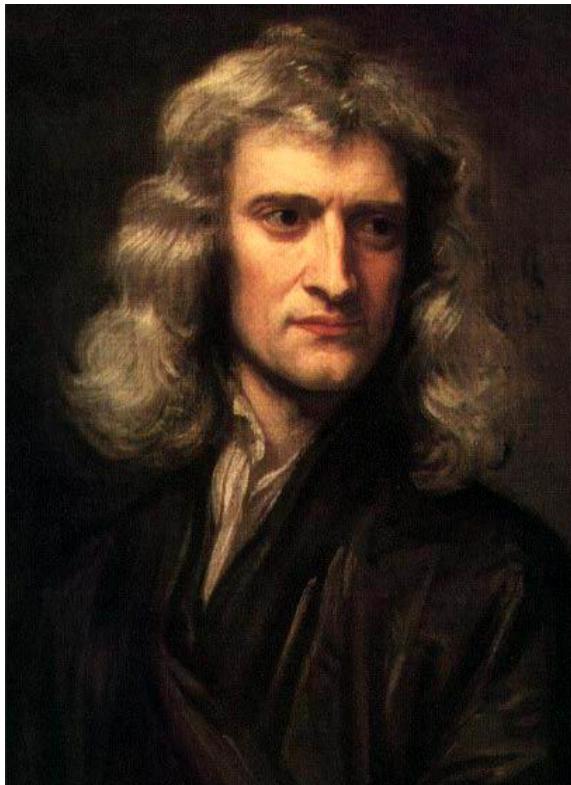


René Descartes, 1596-1690

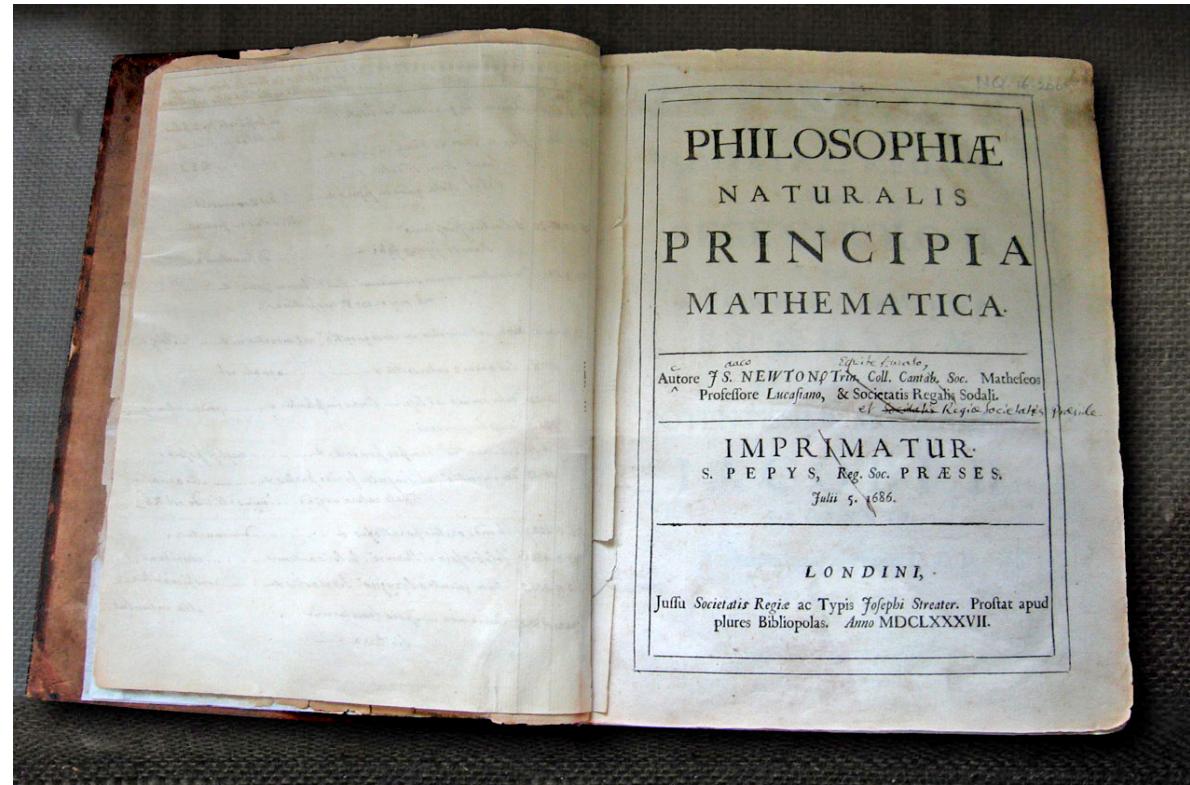


- Recta: $ax + by = c$
- Circunferência centrada na origem: $x^2 + y^2 = r^2$

Isaac Newton



Isaac Newton, 1643-1727

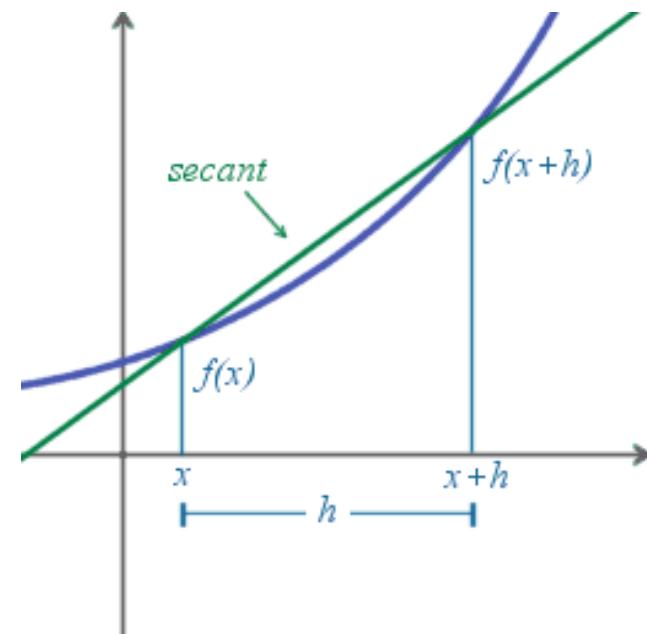


Cópia da primeira edição de *Principia Mathematica* do próprio Newton

Cálculo Infinitesimal

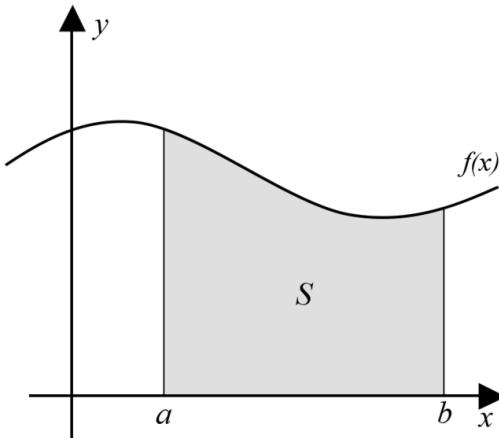


G. Leibniz, 1646-1716



$$f'(x) = \frac{df}{dx} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

Integral



$$S = \int_a^b f(x)dx$$

O Teorema Fundamental do Cálculo:

$$f(b) = f(a) + \int_a^b f'(t)dt$$

Equações Diferenciais

Problema

Descobrir a trajectória no tempo $x(t)$, da partícula de massa m , tal que:

$$\begin{cases} m \frac{d^2x}{dt^2} = F(t, x(t), x'(t)) \\ x(0) = \text{posição inicial} \\ x'(0) = \text{velocidade inicial} \end{cases}$$

2000 anos depois de Euclides...

Geometria Não-Euclideana e a Matemática Pura



Janos Bolyai, 1802-1860



Nikolay Lobachevsky, 1792-1856



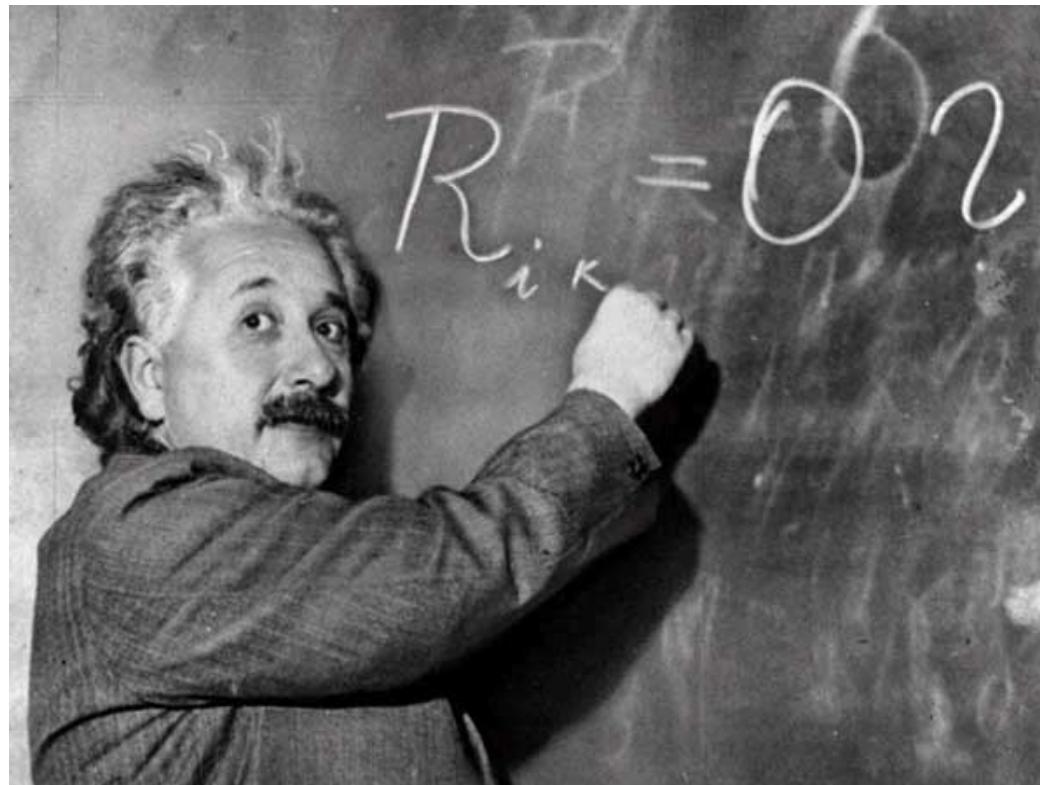
Karl Friedrich Gauss, 1777-1855



Bernhard Riemann, 1826-1866

“A matemática é, à sua maneira, a poesia das ideias lógicas”
- Albert Einstein

Albert Einstein



Relatividade Geral - As equações de Einstein no vácuo.

Matemática e Física



"As far as the laws of mathematics refer to reality, they are not certain; and as far as they are certain, they do not refer to reality." - Albert Einstein