



**Ignez Caracelli**  
*ignez@df.ufscar.br*



*São Carlos, 12 de agosto de 2018.*



**096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1**

*Ignez  
Caracelli*

**1**

## Conceitos

Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

### Crescimento Econômico

- aumento quantitativo da produção tendo como consequência o enriquecimento da nação
- capacidade qualitativa de gerar riquezas
- aumento da capacidade produtiva da economia (produção de bens e serviços)
- motor do desenvolvimento



**096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1**

*Ignez  
Caracelli*

**2**

# Conceitos

Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

## Inovação Tecnológica

- introdução de um novo bem ou de uma nova qualidade de um bem
- introdução de um novo método de produção
- conquista de uma nova fonte de suprimento de matéria-prima
- o aparecimento de uma nova estrutura organizacional de um setor



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

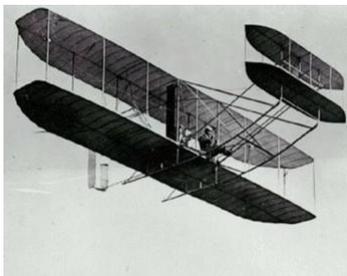
*Ignez  
Caracelli*

3

# Conceitos

Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

## Inovação Tecnológica



século XX



século XXI



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignez  
Caracelli*

4

# Conceitos

Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

## Inovação Tecnológica



século XX



século XXI



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

5

# Conceitos

Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

## Inovação Tecnológica



século XX



século XXI



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

6

## Conceitos

Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

### Inovação Tecnológica



século XX



século XXI



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

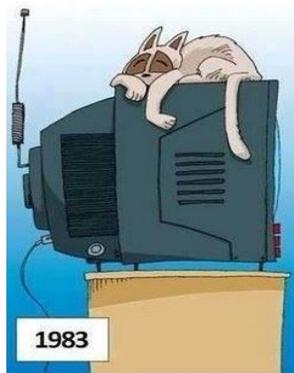
*Ígnez  
Caracelli*

7

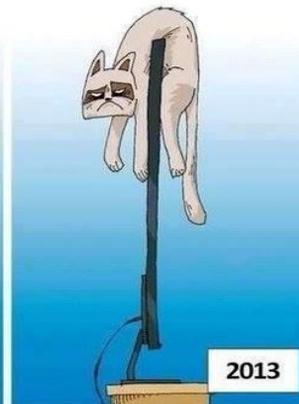
## Conceitos

Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

### Inovação Tecnológica



1983



2013

século XXI



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ígnez  
Caracelli*

8

# Conceitos

Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

## Sustentabilidade

- eficiência no uso dos recursos do planeta
- o uso dos recursos naturais para a satisfação de necessidades presentes não pode comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras



# Conceitos

Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

## Sustentabilidade: *exemplos de ações*

- Exploração dos recursos vegetais de florestas e matas de forma controlada, garantindo o replantio sempre que necessário.
- Adoção de medidas que visem a não poluição dos recursos hídricos, assim como a despoluição daqueles que se encontram poluídos ou contaminados.
- Atitudes voltadas para o consumo controlado de água, evitando ao máximo o desperdício.

# Conceitos

## Crescimento Econômico, Inovação Tecnológica e Sustentabilidade

### Desenvolvimento

- o crescimento econômico, acompanhado pela melhoria da qualidade de vida da população

↓  
IDH → IDHM

IDH: *índice de desenvolvimento humano*  
IDHM: *índice de Desenvolvimento Humano Municipal*



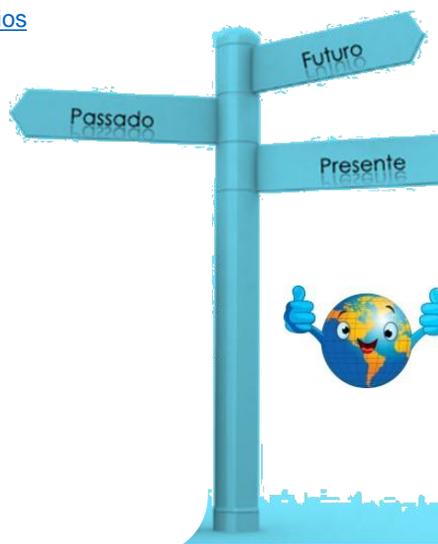
## O que é necessário para o desenvolvimento?



## Desafios do século XXI: 4 grandes áreas

Pesquisa FAPESP - Edição 145 - Março 2008  
[revistapesquisa.fapesp.br/2008/03/01/desafios-do-futuro/](http://revistapesquisa.fapesp.br/2008/03/01/desafios-do-futuro/)

sustentabilidade



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

13

## Desafios do século XXI: 4 grandes áreas



redução de vulnerabilidades

pandemias  
terrorismo  
desastres naturais



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

14

## Desafios do século XXI: 4 grandes áreas

Ciência e Tecnologia  
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

**Cemaden**  
Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

Institucional Operação e Modelagem Pesq. e Desenvolvimento

**Ciência, Tecnologia e Inovação**  
Para antecipar riscos de desastres naturais e ajudar a salvar vidas.

**O CEMADEN**  
A implantação do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden/MCTI) elevou o Brasil a um novo patamar na capacidade de antecipar desastres naturais causados por eventos extremos de tempo. Nesta segunda-feira (16/01), entrou em operação a sala de situação do CEMADEN, com capacidade para 25 operadores. Continue Lendo ...

**Municípios Monitorados**  
Atualmente, estão sendo monitorados 341 municípios nas regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste. [Leia mais ...](#)

**Cemaden na Mídia**  
**Conheça como funciona o sistema de monitoramento de chuvas do governo**  
A chegada da temporada de chuvas promoveu uma semana agitada por parte dos órgãos governamentais ...

**Ministra diz que investimentos em prevenção de desastres são**

Projetos  
Pluviômetros Automáticos Pluviômetros nas Comunidades



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignaz Caracelli

15

## Desafios do século XXI: 4 grandes áreas



aumento da  
alegria de  
viver



Pesquisa FAPESP - Edição 145 - Março 2008  
[revistapesquisa.fapesp.br/2008/03/01/desafios-do-futuro/](http://revistapesquisa.fapesp.br/2008/03/01/desafios-do-futuro/)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignaz Caracelli

16

## Desafios do século XXI: 4 grandes áreas

sustentabilidade

redução de vulnerabilidades



aumento da  
alegria de viver

saúde



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignês  
Caracelli*

17

## Como atingir os objetivos?

educação

modernizar

vencer desafios

pensar



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignês  
Caracelli*

18

Para quê? Para quem?

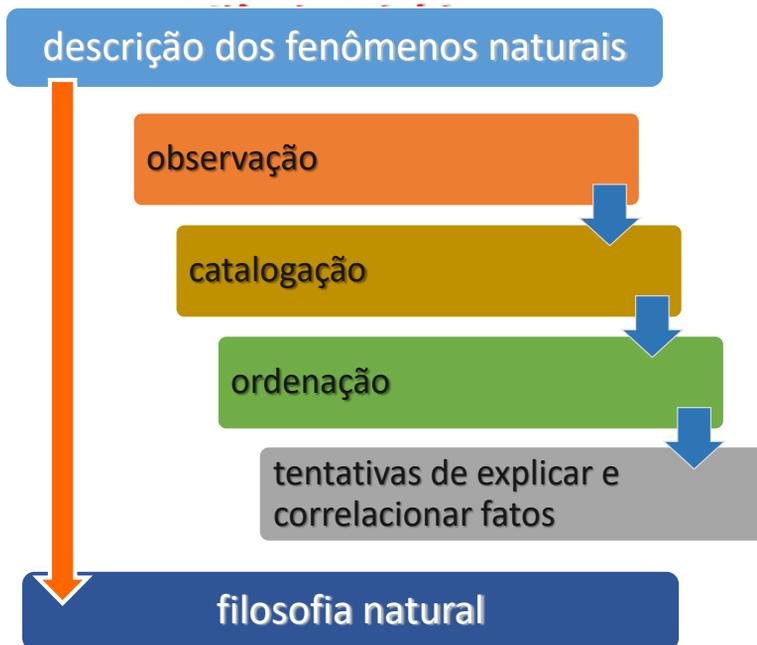
para viver  
melhor!



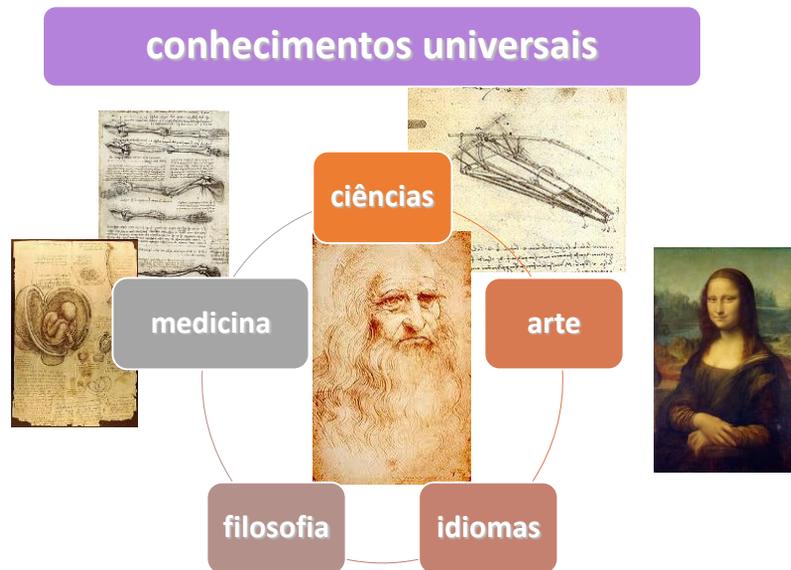
Para quê? Para quem?

para viver  
melhor!





## quem era o cientista ?



## Mais tarde...

especialização

subdivisões

*ciências físicas*

objetos inanimados

física

química

geologia

astronomia

*ciências da vida*

coisas vivas

biologia

zoologia

botânica

**Ciência**

subdivisões



compartimentação

*ponto de vista global ?*

## Ciência – século XXI



## Física

**objetivo:** descrever os fenômenos da natureza

constrói **modelos** que descrevem o fenômeno

Se o **modelo for bom**, permitirá fazer previsões sobre o futuro e também descrever o passado, e não ser apenas uma descrição do fenômeno no presente.

**A metodologia e as ferramentas da física, servem de base para a metodologia em outras ciências.**

***Na observação:***

**é preciso saber o que observar,  
o que pode ajudar na descrição de um fenômeno,  
o que não precisa ser considerado,  
o que deve ser considerado.**



**quanto tempo leva a viagem de carro de São Carlos a São Paulo?**

**que parâmetros vamos usar para construir o modelo?**

- ◆ distância São Carlos – São Paulo (235 km)
- ◆ a velocidade máxima permitida (110 km/h)
- ◆ uma estimativa da velocidade média que o carro pode desenvolver (cerca de 100 km/h)

O modelo da física para descrever o movimento do carro nessa viagem, considera o carro como um ponto material.

O resultado obtido utiliza um modelo simples :

$$\Delta s = v \cdot t$$

$\Delta s$  é a distância percorrida,  
 $v$  a velocidade e  
 $t$  o tempo gasto.

### modelo usado:

- movimento retilíneo uniforme
- apenas uma aproximação, mas os resultados obtidos serão muito próximos do que podemos obter

No modelo utilizado, não foi necessário saber:

- qual a marca do carro,
- se era um carro grande ou pequeno,
- qual o tipo de pneu usado.

E ainda assim, o resultado obtido é satisfatório.



## problema 2

Se a pergunta fosse um pouco diferente, por exemplo, se houvesse necessidade de **empurrar o carro**, porque não estava funcionando:

- seria necessário saber se o veículo era um automóvel ou um caminhão,
- se uma pessoa seria suficiente para empurrar o carro, ou se seria necessário mais de uma pessoa.

Aqui já estamos usando outro **modelo**, o modelo da dinâmica, que necessita da informação acerca da **massa do corpo**.

Um modelo simples poderia relacionar a **força** necessária para empurrar o veículo (dando-lhe uma **aceleração**), e a **massa** do veículo.

O modelo empregado usa o princípio fundamental da dinâmica:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$



## problema 3

Se nosso objetivo fosse o de medir tempos e distância para um **carro de Fórmula 1**, o modelo simples utilizado no problema 1, não fornecerá, neste caso, resultados satisfatórios.



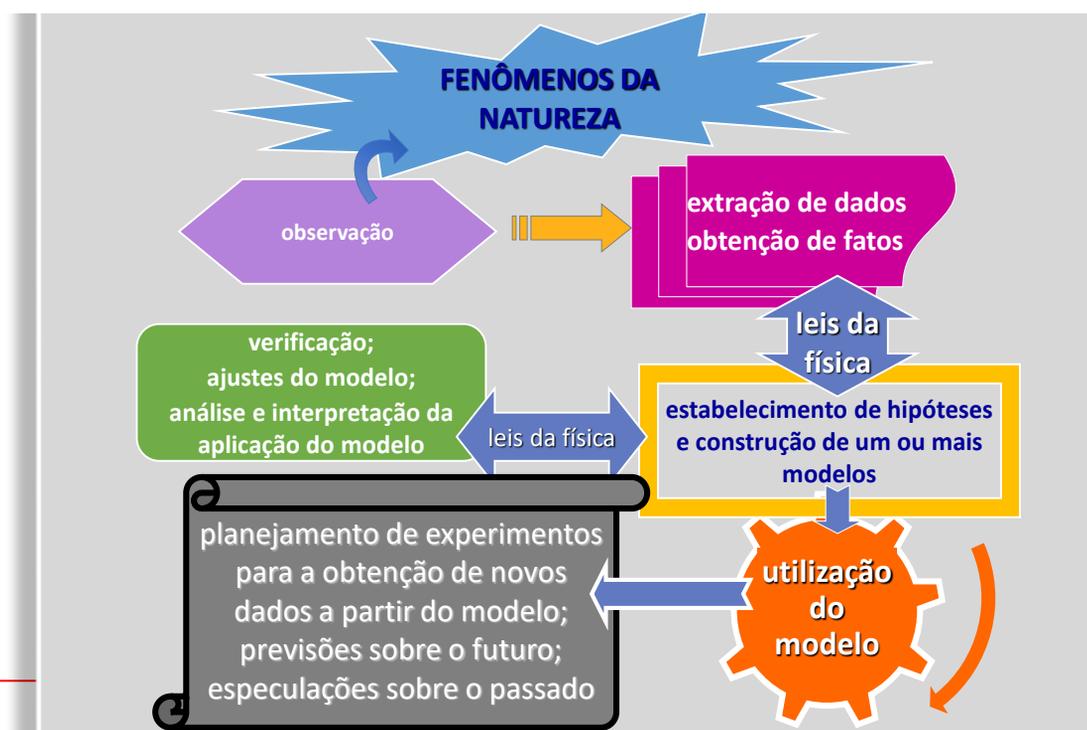
## problema 3

Será preciso melhorar o **modelo**, incluindo:

- dados de aerodinâmica,
- dos pneus utilizados,
- da massa do carro,
- da massa do piloto,
- do combustível empregado, etc.

Será necessário desenvolver um modelo mais exato, que exigirá mais cálculos e a utilização de outras leis da física. Os cálculos serão mais complexos e exigirão software computacional avançado e específico.

Mas se utilizamos o **modelo físico** do **problema 3** desenvolvido para o carro de **Fórmula 1**, na solução do **problema 1**, estaremos desperdiçando tempo e cálculos, porque os resultados não terão uma melhora significativa em relação ao primeiro modelo.



## Observação: Universo

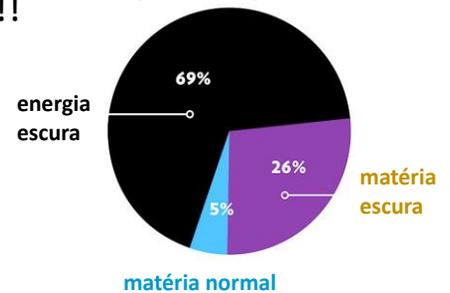
Universo → combinação de **matéria** e **energia**.

**matéria** → formada de átomos (tabela periódica)

→ constitui 5% do universo!!!!

→ desconhecemos 95% do universo!!!!

distribuição de energia do universo



[What the Universe is Made of](#)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

39

## Períodos Históricos



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

40

## Períodos Históricos

### Antiguidade

- ➔ Idade Antiga, ou a **Antiguidade** — compreende-se de cerca de 4000 a.C. até 476 d.C., quando ocorre a queda do **Império Romano do Ocidente**.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

41

## Períodos Históricos

### Antiguidade

#### EUROPA

- ➔
- Gregos
  - Romanos
  - Germânicos (godos, ostrogodos, burgúndios, hunos, visigodos, vândalos, suevos, entre outros).
  - Gauleses
  - Cretenses
  - Macedônios
  - Vikings
  - Celtas
  - Etruscos

#### ÁFRICA

- Egípcios
- Hebreus
- Núbios
- Cartagineses
- Civilização Nok

#### ÁSIA

- Chineses
- Hindus
- Mongóis

#### AMÉRICA

- Toltecas
- Zapotecas
- Mixtecas
- Anasazis
- Inuites
- Iroqueses
- Olmecas
- Maias
- Incas
- Astecas



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

42



## Introdução

A área da física que investiga o movimento dos corpos materiais é a ***mecânica***

## Introdução

Os filósofos e astrônomos gregos  
foram os primeiros a tentar explicar  
o **movimento dos corpos**,  
da Terra e de outros corpos celestes



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

45

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Aristóteles

Ἀριστοτέλης

Aristóteles foi um **filósofo grego**, aluno de Platão e professor de Alexandre, o Grande. Seus escritos abrangem diversos assuntos, como a física, a metafísica, as leis da poesia e do drama, a música, entre outros.

384 a.E.C - 322 a.E.C.

Formação: Academia de Platão (367 a.E.C.–347 a.E.C.)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

46

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:

1473-1543



Copérnico

Polonês  
Astrônomo, Matemático  
Católico



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

47

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:

1564-1642

Italiano de Pisa



Galileu



Localización de Pisa en Italia



Construção: 1173 – 1370  
Altura: 55,7 metros  
Peso: 14.700 toneladas  
Inclinação: 4,5°



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

48

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Galileu

1564-1642

Italiano de Pisa



www.rotasturísticas.com

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Galileu

1564-1642

Italiano de Pisa

Físico, Astrônomo, Matemático

Filósofo e foi estudante

de Medicina

Católico

“método experimental” ou  
“método científico”.

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Galileu

Conta-se que Galileu, quando cursava o primeiro ano de medicina na Universidade de Pisa, teria observado, que as oscilações do lustre da catedral daquela cidade tinham sempre o mesmo período para qualquer amplitude.

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Galileu

Interior da  
Catedral de  
Pisa



## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Galileu

Interior da  
Catedral de  
Pisa

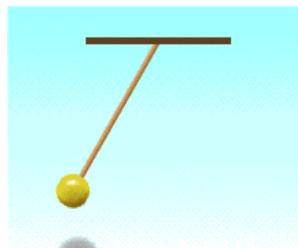


## Introdução

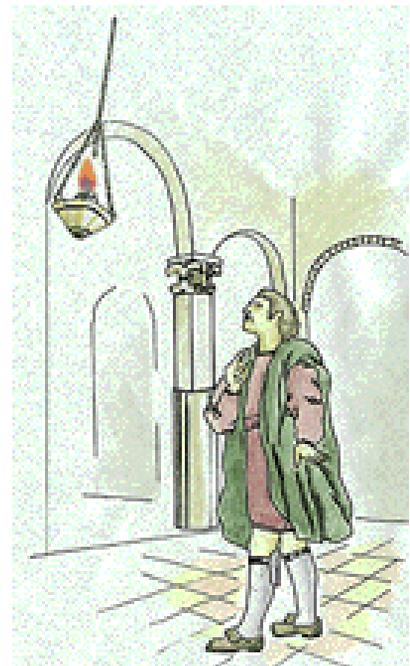
Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Galileu



pêndulo  
tempo



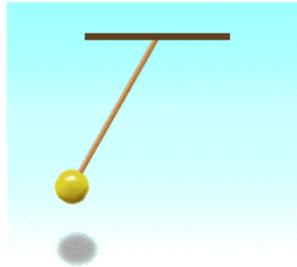
## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$



Galileu



pêndulo  
tempo



*Ignez  
Caracelli*

55



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Galileu



*Ignez  
Caracelli*

56



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Galileu

Descobriu a lei dos corpos e enunciou o **princípio da inércia** e o conceito de **referencial inercial**, ideias precursoras da mecânica newtoniana.

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Newton

Isaac Newton (1643 —1727)  
Inglês  
astrônomo, alquimista, filósofo  
natural, teólogo e cientista

mais reconhecido como  
físico e matemático.

Cristão protestante.

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:

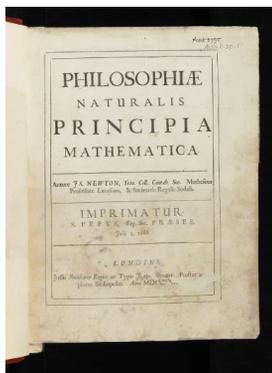


Newton

Sua obra, **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural** é considerada uma das mais influentes na história da ciência. Publicada em 1687, esta obra descreve a lei da gravitação universal e as três leis de Newton, que fundamentaram a mecânica clássica.

## Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Sua obra, **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural** é considerada uma das mais influentes na história da ciência.



Newton

<https://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PR-ADV-B-00039-00001/9>

# Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**

principais cientistas:

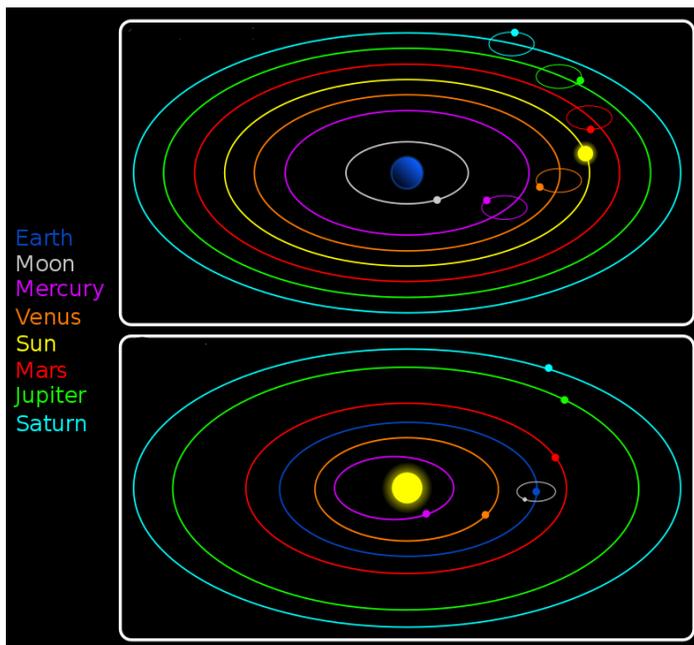


Newton

avanço do heliocentrismo

- construiu o primeiro telescópio refletor
- desenvolveu a teoria das cores e a decomposição da luz branca em várias cores do espectro visível.
- desenvolveu o cálculo infinitesimal

## Ideias



modelo  
geocêntrico

modelo  
heliocêntrico

# Introdução

Estudo do **movimento dos corpos**  
principais cientistas:



Aristóteles

Αριστοτέλης



Copérnico



Galileu



Newton



## Introdução

**Mecânica Newtoniana** → se manteve inalterada até o início do século XX



## Introdução

**Mecânica Relativística** → aplicada ao estudo de corpos que se movem com velocidades próximas à da luz

**Mecânica Quântica** → aplicada ao estudo de fenômenos atômicos e nucleares

**Mecânica Clássica** → a qual não foi totalmente descartada já que é útil na descrição dos fenômenos macroscópicos.



## Introdução

### Mecânica Clássica

#### cinemática *velocidade e aceleração*

estudo geométrico do movimento,  
define:

movimento

trajetória

noções de referencial, posição e tempo

#### dinâmica

*massa, força, energia e quantidade de movimento.*



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

67

## Aristóteles

filósofo, cientista e educador grego, fundador da ciência lógica, viveu de 384 a 322 a.E.C., estabeleceu teorias acerca do movimento dos corpos e sobre a luz

Os conhecimentos e ensinamentos de Aristóteles, a princípio foram negados pela Igreja, que depois terminou incorporando-os à doutrina Cristã.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

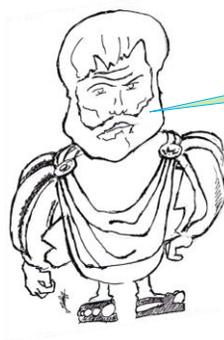
68

## Aristóteles

Embora hoje em dia, muitas das ideias propostas por Aristóteles possam parecer absurdas, temos que lembrar que seu grande mérito foi o de desenvolver um método sistemático para a ciência, e criando um **modelo** para explicar o **movimento dos corpos**.

## Aristóteles

A partir da observação do movimento dos corpos, Aristóteles explica o movimento dos corpos dizendo:



Qualquer objeto tem seu lugar apropriado na natureza; se o objeto estiver fora de seu lugar, se esforçará para alcançá-lo.

## Aristóteles

- A localização do objeto também dependia de sua constituição.
- Os quatro elementos que constituíam um objeto eram água, fogo, terra e ar.
- Qualquer objeto era constituído a partir de um dos elementos ou de sua combinação.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

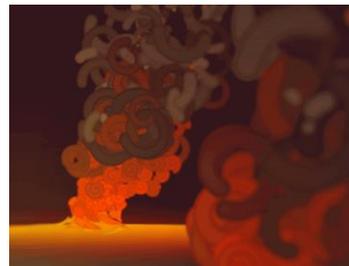
71

## Aristóteles

Dessa forma, um tijolo, constituído principalmente do elemento terra, tinha como lugar apropriado na natureza o chão (constituído de terra).



O lugar apropriado para fumaça seria o ar devido à natureza da fumaça (constituída principalmente de ar).



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

72

# Aristóteles



# Aristóteles

Segundo Aristóteles, o movimento podia ser dividido em dois tipos:

- *movimento natural* (aquele que decorre da natureza do objeto).
- *movimento violento* (produzido por forças que empurravam ou puxavam o objeto).

## Aristóteles

Aristóteles afirmou que:

- o **movimento** é uma **mudança de lugar** e exige sempre uma **causa**,
- o repouso e o movimento são dois fenômenos físicos totalmente distintos.
- não reconhecia a ideia de **inércia**.

## Aristóteles

Outra afirmação importante de Aristóteles, foi sobre o movimento de Terra.

A Terra ocupa seu lugar apropriado.

Não há força capaz de mover a Terra, logo  
***a Terra não se move!***

## Nicolau Copérnico

A Terra gira em torno do Sol!



## Nicolau Copérnico

Copérnico viveu de 1473 a 1543.

Cerca de 17 séculos após Aristóteles, ainda eram essas as teorias oficiais sobre o movimento.

Muitos cientistas já haviam percebido que as teorias desenvolvidas por Aristóteles não descreviam corretamente o movimento dos corpos, e nem o da Terra.

## Nicolau Copérnico

Os filósofos do século XV aceitavam o **geocentrismo** como fora estruturado por Aristóteles e Ptolomeu.

Esse sistema cosmológico afirmava (corretamente) que a Terra era **esférica**, mas também afirmava (erradamente) que a Terra estaria parada no centro do Universo enquanto os corpos celestes orbitavam em círculos concêntricos ao seu redor.



## Nicolau Copérnico

Essa visão geocêntrica tradicional foi abalada por Copérnico em 1537, quando este começou a divulgar um **modelo cosmológico** em que os corpos celestes giravam ao redor do Sol, e não da Terra.



## Nicolau Copérnico

Os estudos de Copérnico indicavam que não eram os astros que giravam em torno da Terra, mas que **a Terra girava em torno do Sol.**

Suas ideias foram apresentadas pela primeira vez em 1510.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignes  
Caracelli

81

## Nicolau Copérnico

Seu trabalho intitulado *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, acerca de sua teoria heliocêntrica, (a Terra gira em torno do Sol), foi publicada em 24 de maio de 1543, dia de sua morte.

NICOLAI COPERNICI TORINENSIS  
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM  
COELESTIUM, Libri VII.

Habes in hoc opere iam recens: natus, & edito, studioso lector, Motus stellarum, tam fixarum, quam erraticarum, cum ex uteribus, tum etiam ex recentibus observationibus relinatos: Nonnis insuper ac admirabilibus hypothesibus ornatos. Habes etiam Tabulas expeditissimas, ex quibus eisdem ad quodvis tempus qualem facillime calculare poteris. Igitur eme, lege, fructe.

Exemplum unum habet editum.

Norimbergae apud Ioh. Petreium,  
Anno M. D. XLIII.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignes  
Caracelli

82

# Galileu Galilei

Galileu viveu de **1564** a **1642**.

**1564** nasceu Shakespeare e morreu Michelangelo.

**1642** Newton nasceu.



# Galileu Galilei

Galileu foi um estudioso.

Estudou medicina em Pisa onde havia nascido, mas terminou optando pelo estudo da matemática, que realizou na Universidade de Pádua.

Galileu achava que a **matemática** era uma **ferramenta importante** para ajudar a descrever fenômenos não só de maneira qualitativa como vinha acontecendo, mas de maneira quantitativa.

## Galileu Galilei

Em sua publicação de 1623, *Il Saggiatore*, Galileu diz que *o livro da natureza está escrito na linguagem matemática...*

*É necessário medir o que é mensurável e tornar mensurável aquilo que não é.*

## Galileu Galilei

- apoiava as ideias de Copérnico acerca do movimento da Terra.
- foi advertido pela Igreja a não divulgar nem apoiar as teorias de Copérnico.
- publicou suas ideias, em italiano ao invés do latim, como faziam os grandes da época.
- foi condenado pelo tribunal da Inquisição Católica Romana em 1633, e condenado a prisão perpétua domiciliar por seu suporte ao heliocentrismo.

## Galileu Galilei

A Igreja só deixou de considerá-lo culpado no fim do século XX!



Galileu

1564-1642

350 anos

Em 31 de outubro de 1992, o papa João Paulo II reconheceu os enganos cometidos pelo tribunal eclesiástico que condenou Galileu Galilei à prisão.

## Galileu Galilei

Para explicar o movimento dos corpos e principalmente o de queda dos corpos → imaginar uma situação de corpos caindo no *vácuo*.

A existência do vácuo havia sido descartada por Aristóteles e seus seguidores.

marcar tempo

exatidão

# Galileu Galilei x Aristóteles



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

89

## Galileu Galilei

marcar tempo

exatidão

tempo	velocidade	distância percorrida
$t = 0 \text{ s}$	$v = 0 \text{ m/s}$	$d = 0 \text{ m}$
$t = 1 \text{ s}$	$v = 9,8 \text{ m/s}$	$d = 4,9 \text{ m}$
$t = 2 \text{ s}$	$v = 19,6 \text{ m/s}$	$d = 19,6 \text{ m}$
$t = 3 \text{ s}$	$v = 29,4 \text{ m/s}$	$d = 44,1 \text{ m}$
$t = 4 \text{ s}$	$v = 39,2 \text{ m/s}$	$d = 78,4 \text{ m}$
$t = 5 \text{ s}$	$v = 49,0 \text{ m/s}$	$d = 122,5 \text{ m}$



<http://muonray.blogspot.com/2016/03/abstract-models-and-their-importance-in.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

90

## Galileu Galilei: plano inclinado

marcar tempo

exatidão



<http://muonray.blogspot.com/2016/03/abstract-models-and-their-importance-in.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

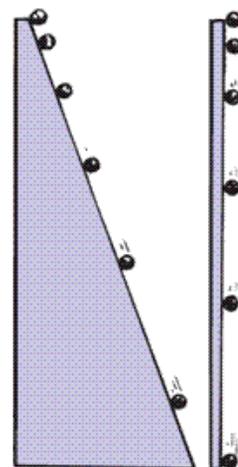
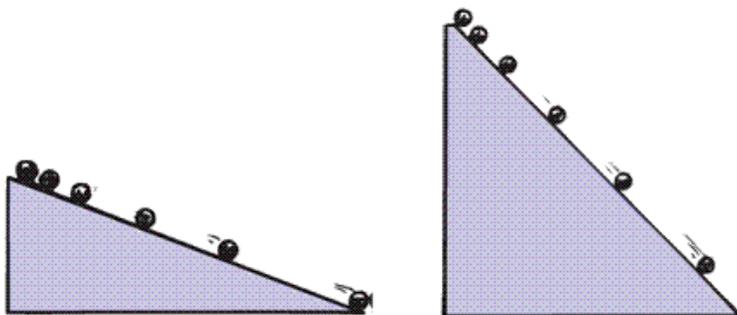
Ignez  
Caracelli

91

## Galileu Galilei: plano inclinado

marcar tempo

exatidão



<http://muonray.blogspot.com/2016/03/abstract-models-and-their-importance-in.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

92

## Galileu Galilei: plano inclinado

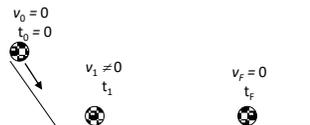
O corpo em queda pela canaleta fazia soar as campainhas à medida que passava por elas e estas podiam ser deslocadas ao longo do plano, alterando o intervalo de tempo entre seus toques. Ajustando cuidadosamente, conseguiu posicioná-las de forma que os intervalos fossem idênticos, quando observou que as distâncias entre elas cresciam de forma quadrática, o que deu base à sua Lei da Queda dos Corpos.



<https://catalogue.museogalileo.it/multimedia/InclinedPlane.html>

## Galileu Galilei x Aristóteles

A bola pára porque há atrito. Quanto maior o atrito, mais rápido o corpo irá parar. Quanto menor o atrito, a tendência será a bola adquirir velocidade constante. Se não houver atrito ou outras forças opostas ao movimento, o corpo permanece com velocidade constante movendo-se continuamente.



Para que a bola esteja em movimento, deve haver uma força empurrando ou puxando. Caso contrário, o objeto buscará seu estado natural que é o de repouso!



## Galileu Galilei

A idéia de Galileu sobre queda livre dos corpos, no vácuo - que não podia ser produzido, apenas imaginado, dizia que *dois objetos quaisquer caem e levam o mesmo tempo*.

Demonstrar esse princípio tornou-se uma das experiências clássicas da física.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

95

## No espaço

O astronauta David R. Scott, da missão Apolo 15, na superfície da Lua, repetiu a experiência que muitos alunos da física fizeram em laboratório, de deixar uma pena e um martelo caírem e verificarem que caem no mesmo tempo.



David R. Scott

Astronauta da NASA	
Nacionalidade	norte-americano
Nascimento	6 de Junho de 1932 San Antonio, EUA
Tempo no espaço	22d 18h 53min
Missões	Gemini VIII, Apollo 9, Apollo 15

[http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo\\_15\\_feather\\_drop.html](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo_15_feather_drop.html)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

96

## No espaço



David R. Scott



[http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo\\_15\\_feather\\_drop.html](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo_15_feather_drop.html)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignes  
Caracelli*

97

## NASA



**NASA: Zero Gravity Research Facility**

Microgravity Duration: 5.18 s

Free Fall Distance: 132 m

Gravitational Acceleration:  
**< 0.00001 g**, best gravity levels  
of any of NASA's ground based  
microgravity facilities

Vacuum Level: 0.05 torr

<https://www1.grc.nasa.gov/facilities/zero-g/#operational-parameters>



[http://www.slate.com/blogs/bad\\_astronomy/2014/11/15/proving\\_galileo\\_brian\\_cox\\_gets\\_the\\_drop\\_on\\_physics.html](http://www.slate.com/blogs/bad_astronomy/2014/11/15/proving_galileo_brian_cox_gets_the_drop_on_physics.html)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignes  
Caracelli*

98

## Galileu Galilei

Galileu foi um cientista muito produtivo:

- 1582, descreve as leis para os movimentos do pêndulo
- 1608 constrói, um dos primeiros telescópios e descobre as montanhas da Lua, quatro dos satélites de Júpiter (Io, Ganimedes, Calixto e Europa) e as fases de Vênus, descreve a rotação do Sol sobre seu eixo;
- 1638, descobre que a frequência das vibrações produzidas por um som determina seu tom.

## Galileu Galilei

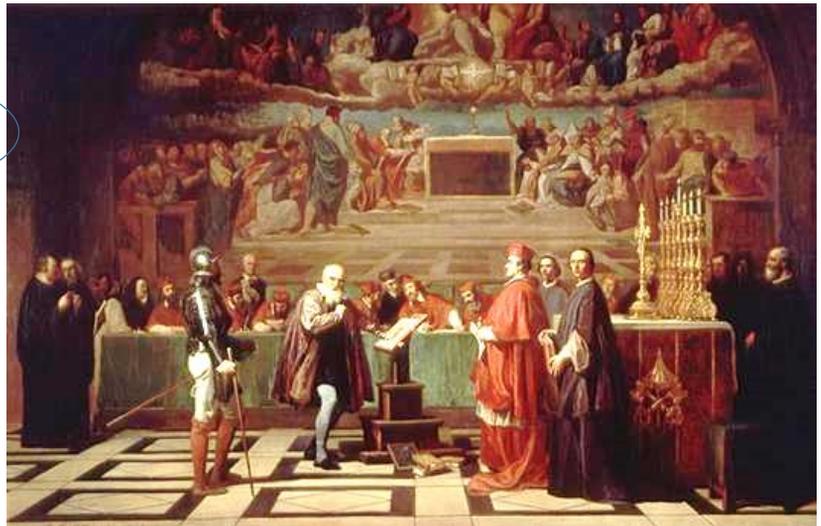


*Os objetos caem e levam o mesmo tempo.*

*Se não houver forças externas a um corpo, ele continua movendo-se com velocidade constante.*

*A tendência dos corpos de resistir a mudanças no seu movimento e continuar em linha reta, é chamada de **inércia**.*

# Galileu Galilei



Galileu diante do Santo Ofício, pintura do século XIX, por [Joseph-Nicolas Robert-Fleury](#)

# Galileu Galilei x Aristóteles

o pensamento anterior vigente era basicamente o de Aristóteles, o qual prevaleceu na Europa durante toda a **Idade Média**



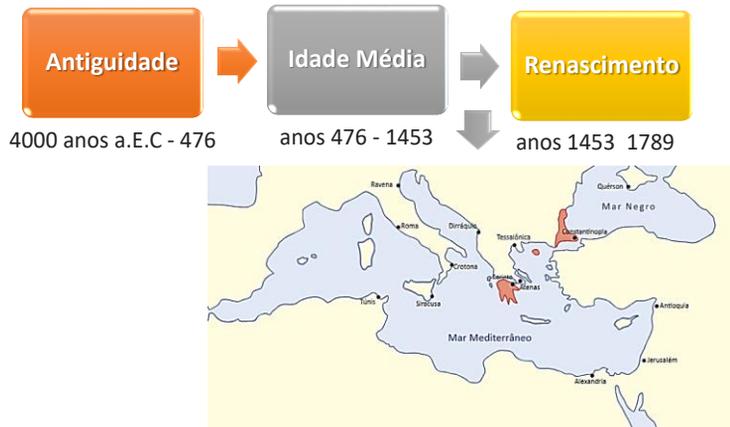
A **Idade Média** é um período da história da Europa entre os séculos V e XV. Inicia-se com a **Queda do Império Romano do Ocidente**.



Ruínas do Fórum Romano, centro político, econômico, religioso e cultural do Império

## Galileu Galilei x Aristóteles

o pensamento anterior vigente era basicamente o de Aristóteles, o qual prevaleceu na Europa durante toda a **Idade Média**



Constantinopla (em **latim**: *Constantinopolis*; em **grego**: Κωνσταντινούπολη) é o antigo nome da cidade de Istambul, na atual **Turquia**. O nome original era Bizâncio (do grego Βυζαντιον, **transliterado** em Bizâncio). O nome da cidade era uma referência ao imperador romano **Constantino**, que tornou a cidade capital do **Império Romano** em 11 de maio de 330.

Distância Roma → Istambul

Distância: 1.376,37 km  
Rota de condução: 2.262,39 km

## O Pensamento de Aristóteles

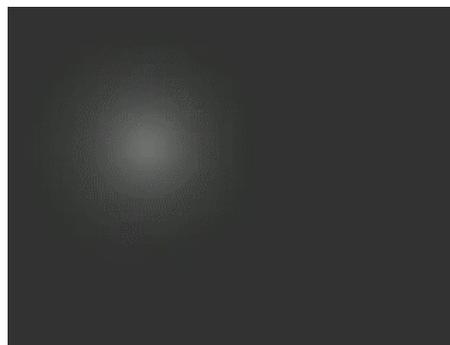
Aristóteles escreveu um livro intitulado ***Física***, uma coleção de **estudos filosóficos sobre a Natureza**, tanto sobre os seres vivos como sobre os inanimados

Ademais, na **'física' aristotélica**, 'movimento' era um **conceito mais vasto, metafísico**, que **englobava qualquer tipo de mudança**, não só de posição, incluindo as noções de **'crescimento', 'alteração' e 'mudança'**.

## O Pensamento de Aristóteles

Aristóteles escreveu um livro intitulado ***Física***, uma coleção de **estudos filosóficos sobre a Natureza**, tanto sobre os seres vivos como sobre os inanimados

Ademais, na **'física' aristotélica**, 'movimento' era um **conceito mais vasto, metafísico**, que **englobava qualquer tipo de mudança**, não só de posição, incluindo as noções de **'crescimento', 'alteração' e 'mudança'**.



O **crescimento de uma planta** ou a **mudança da cor de uma substância** eram, também, considerados 'movimentos'.

<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-1.html>



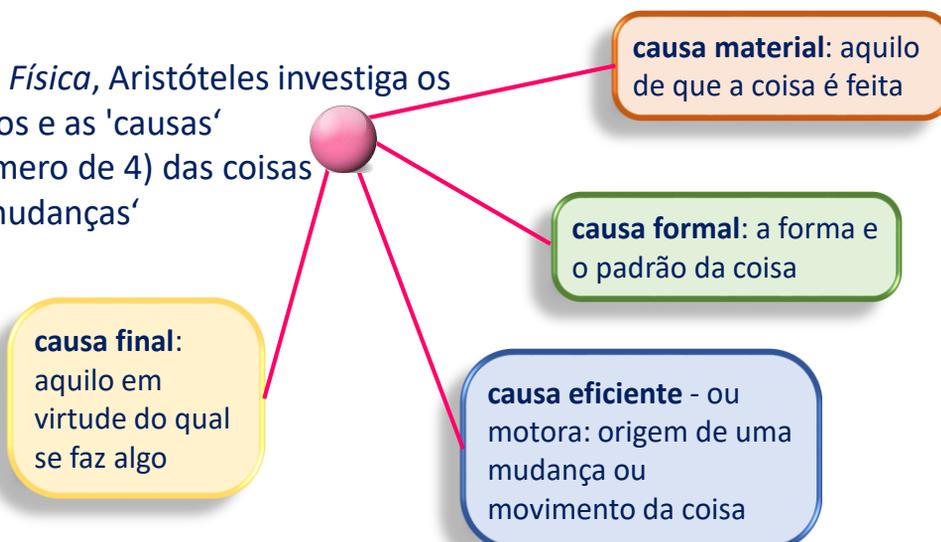
096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

105

## O Pensamento de Aristóteles

No livro *Física*, Aristóteles investiga os princípios e as 'causas' (em número de 4) das coisas e das 'mudanças'



<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-1.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

106

## O Pensamento de Aristóteles

Aristóteles estava bem consciente de que, no vazio (vácuo), sem a resistência do ar, todos os corpos, 'leves' e 'pesados' cairiam à mesma velocidade, o que para Aristóteles era absurdo; 'portanto' ele concluiu que **o vácuo não pode existir**

<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-1.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

107

## O Pensamento de Aristóteles

tipos de movimento:



o movimento **natural**, com a **compulsão própria do corpo**, de volta a seu 'lugar natural'

o movimento **forçado**, quando **um agente externo move o corpo**, para fora do lugar natural

<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-1.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

108

## O Pensamento de Aristóteles

dois tipos de corpos:



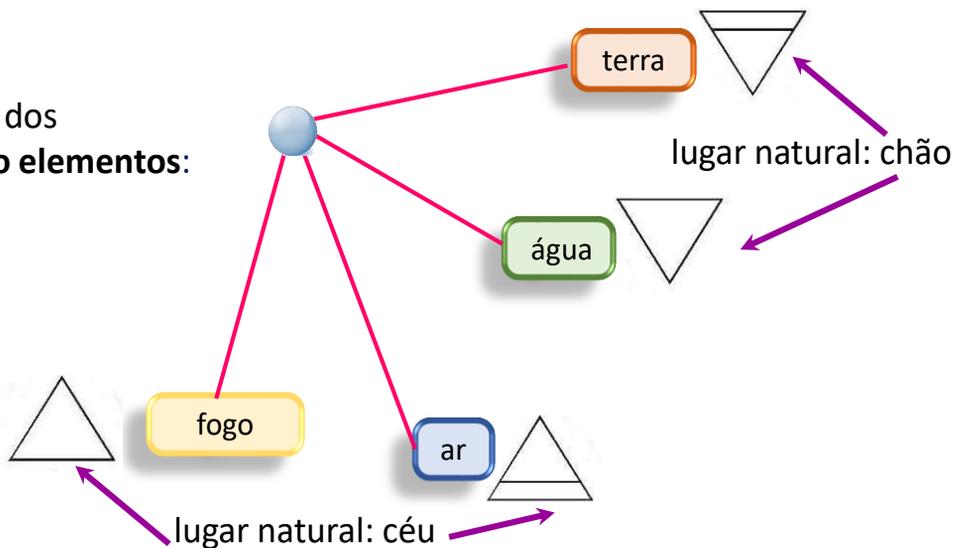
os 'graves' que têm seu 'lugar natural' na Terra

os 'imponderáveis' que tendem para o céu

<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-1.html>

## O Pensamento de Aristóteles

teoria dos  
quatro elementos:



<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-1.html>

## O Pensamento de Aristóteles

o quinto elemento:

éter

Todavia, embora descrevessem bem os fenômenos no mundo sublunar (terrestres), formado por corpos sujeitos a **geração e corrupção** (criáveis e deterioráveis), a matéria celeste é constituída por um **éter** inextinguível e incorruptível.

<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-1.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

111

## O Pensamento de Aristóteles

mistura: depende do que predomina (mais leve ou mais pesado)

uma pedra seria uma mistura com predomínio da terra e seria, portanto, pesada ('grave') e seu lugar natural seria o chão

as nuvens seriam formadas por uma mistura de água e ar em que predomina o último, fazendo com que fossem imponderáveis e flutuassem no ar, tendo o céu como lugar natural.

<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-1.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

112

## O Pensamento de Aristóteles: consequências

um filho de escravos teria seu lugar natural na base da pirâmide social e, com isso, não podia almejar qualquer ascensão social, pois isso seria *contra natura* (antinatural, contra as 'leis da natureza')

uma **mulher**, também em posição inferior na escala grega, teria seu lugar natural na casa, na procriação e educação dos filhos; uma mulher que conseguisse uma influência maior seria uma '**desnaturada**', por exemplo, uma prostituta ou uma bruxa

um nobre, com lugar natural no topo da escala social, não poderia nunca 'cair' dela; de fato, nas lendas e narrativas, muitas vezes o 'herói' é feito escravo, mas sempre o destino se encarrega de fazer o seu 'valor' ser reconhecido, conquistar os favores de seu amo e, portanto, recolocá-lo no seu lugar natural.

<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-1.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

113

## A Escolástica

vem da palavra escola, pois neste período surgiram várias escolas e universidades ligadas à Igreja.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

114

## A Escolástica



Um dos grandes expoentes é São Tomás de Aquino que sistematizou a filosofia cristã por meio da filosofia de Aristóteles.

Ensinavam

trivium  
(três)

- gramática
- retórica
- dialética

quadrivium  
(quatro)

- geometria
- aritmética
- astronomia
- música

submetidas à teologia

## Universidades

Criadas e dirigidas por padres, começaram a surgir as primeiras universidades na Europa.



Bolonha (1088)

Paris (1150)

Oxford (1167)

Modena (1175)

Cambridge (1209)

Salamanca (1218)

Coimbra (1290)

# Universidade: Galileu

Pisa (1343)

Bolonha (1088)

Paris (1150)

Oxford (1167)

Modena (1175)

Cambridge (1209)

Salamanca (1218)

Coimbra (1290)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

117

# Universidade

Brasil



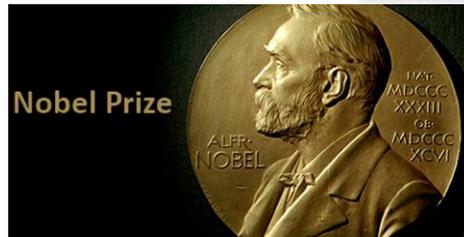
**Fundação**

17 de janeiro de 1909  
(109 anos)

**Descobrimiento**

22 de abril de 1500  
(519 anos)

Estados Unidos



369 laureados



**Fundação**

8 de setembro de 1636  
(382 anos)

**Descobrimiento**

1606 chegam os primeiros  
europeus (Virginia)  
(413 anos)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

118

## Universidade



Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) foi fundada em 1968

primeira instituição federal de Ensino Superior instalada no interior do Estado de São Paulo

<https://www2.ufscar.br/a-ufscar/apresentacao>

### 26.935 alunos matriculados na Universidade

15.518 de graduação presencial;  
334 de educação a distância;  
452 são alunos de mestrado profissional;  
2.177 de mestrado acadêmico;  
2.080 de doutorado; e  
6.374 de especialização.

### 1.324 docentes

### 1.030 técnico-administrativos



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ígnez Caracelli*

119

## Universidade



Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) foi fundada em 1968

Nos anos 1970 foram criados os três primeiros centros da instituição.

Para abrigar o curso de **Engenharia de Materiais**, pioneiro na América Latina, foi criado o **Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia** (CCET), em 1972.

Também nessa época foram abertas vagas para os **Cursos** de **Física** e **Química**.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ígnez Caracelli*

120

# Revolução Científica

designa o **período do século 16 ao 18** na Europa em que as ideias científicas e filosóficas medievais que constituíam a chamada **Filosofia Natural** deram lugar aos fundamentos da Física, Química, Biologia, Astronomia, Medicina e Matemática



# Revolução Científica

deflagrada pela publicação, em **1543**, de dois trabalhos revolucionários

## ciências físicas

*De revolutionibus orbium coelestium* (*Das revoluções das esferas celestes*) de **Nicolau Copérnico** um astrônomo e matemático polonês que desenvolveu a teoria heliocêntrica do Sistema Solar. Foi também cônego da Igreja Católica, governador e administrador, jurista, astrônomo e médico.

*De Humani Corporis Fabrica* (*Da Organização do Corpo Humano*) de **Andreas Vesalius**, médico belga, considerado o “pai da anatomia moderna”

## ciências da vida



## Mudanças decorrentes da Revolução Científica

antes

geocentrismo

**Continuismo** da matéria  
4 elementos (Aristóteles)

da teoria dos graves,  
imponderáveis, causas finais e  
lugares naturais (Aristóteles)

depois

Heliocentrismo  
(Copérnico, Kepler, Galileu)

**Atomismo** (Boscovich)

Filosofia Mecanicista  
(Descartes, Galileu, Newton)

## Mudanças decorrentes da Revolução Científica

antes

da teoria dos '**motores**' (Aristóteles)  
como causa do movimento

**argumentação** filosófica

**estudo puramente teórico** dos  
clássicos

noção de sistemas venoso e  
arterial **separados** (Galeno)

depois

**inércia** (Newton)

**descrição matemática** (Galileu)

• ensino com aulas práticas, tais como  
as **dissecações** (Vessalius)

noção de **sistema circulatório** único,  
impulsionado pelo coração (Harvey)

# Mudanças decorrentes da Revolução Científica

## Filosofia Moral

hoje, ciências humanas

## Filosofia Natural

atuais ciências naturais



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

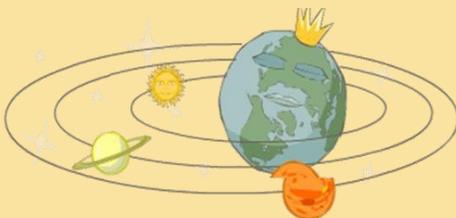
125

# Mudanças decorrentes da Revolução Científica

antes

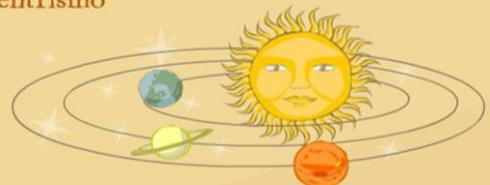
depois

Geocentrismo



O sujeito, agora, se torna um **observador externo** ao Universo, o qual analisa como um objeto de estudo, uma máquina.

Heliocentrismo



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

126

## Revolução Científica: Europa × Mundo

- o **Realismo matemático** já estava presente no *De Aspectibus* de **Ibn Al-Haitham**(islâmico do séc. X)
- o **Mecanicismo** teria sido influenciado pela **tecnologia chinesa** (séc. I a X)
- o **Atomismo** já aparece na **matemática e atomismo indianos** (sec. VII a.C.)
- o **Heliocentrismo** já é discutido nos **vedas indianos** (séc. X a.C.)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

127

## Revolução Científica

*No final da Idade Média, enquanto se desenvolvia uma cultura urbana, começavam a proliferar oficinas nas quais os técnicos colaboravam entre si para desenvolver uma tecnologia que atendesse às demandas dos novos tempos*

*as Universidades mantinham seu currículo medieval, opondo-se ativamente ao desenvolvimento científico e mantendo as ciências como servas humildes da Teologia*



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

128

## Grandes Navegações

três instrumentos fundamentais:

- ➔ a **bússola** (para a **direção**)
- ➔ o **sextante** (para a **latitude**)
- ➔ o **astrolábio** (para a **longitude**)



[http://www.mat.uc.pt/~helios/Mestre/Julho00/H42\\_astr.htm](http://www.mat.uc.pt/~helios/Mestre/Julho00/H42_astr.htm)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

129

## Grandes Navegações

*Nos séculos XIV e XV, importantes invenções ajudaram a transformar o papel da ciência, como o relógio mecânico, a bússola, a artilharia, as lunetas e, sobretudo, a imprensa, que facilitou a circulação e a divulgação dos saberes"*

*Com o desenvolvimento da artilharia de longo alcance no século XV, com tiro curvo sobre objetivos fora da vista dos artilheiros, necessitava-se de cálculos de tiro. Tartaglia elaborou tabelas de tiro em que relacionava o ângulo inicial e a velocidade inicial da bala com o alcance do tiro.*



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

130

## Isaac Newton



Newton nasceu em **1642**, ano da morte de **Galileu**, em uma fazenda na Inglaterra, e viveu até 1727.

Nasceu prematuro e pequeno e, por isso, o médico não lhe deu esperança de vida. Newton nasceu na casa de sua família, em Woolsthorpe Manor, perto de Grantham, na Inglaterra, alguns meses após a morte de seu pai, um agricultor analfabeto.



casa em Woolsthorpe Manor, perto de Grantham, na Inglaterra

<http://www.viajonarios.com.br/casa-isaac-newton/>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignez Caracelli*

131

## Isaac Newton



Quando Newton tinha 3 anos, sua mãe se casou com um clérigo rico, Barnabas Smith, que não queria um enteado. A mãe de Newton, então, foi viver com seu novo marido em outra vila, deixando seu filho aos cuidados dos avós. A experiência de ter sido abandonado por sua mãe deixou uma cicatriz em Newton e, provavelmente, foi decisiva na formação de seu caráter solitário e desconfiado.

<https://seuhistory.com/noticias/9-fatos-sobre-isaac-newton-que-surpreenderao-voce>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignez Caracelli*

132

## Isaac Newton



Quando era adolescente, ele fez uma lista de seus pecados no passado, e, entre eles, estava: “Ter ameaçado meu pai e minha mãe Smith de queimá-los, assim como a casa em que estavam”. Na fase adulta, Newton vivia absorto em seu trabalho, não tinha hobbies e nunca se casou. Ele até mesmo permaneceu em silêncio sobre algumas de suas descobertas científicas e matemáticas, se é que chegou a publicá-las por completo.

<https://seuhistory.com/noticias/9-fatos-sobre-isaac-newton-que-surpreenderao-voce>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ígnez  
Caracelli*

133

## Isaac Newton



Em sua vida escolar e até formar-se na Universidade de Cambridge, não despertou a atenção de ninguém. Era um aluno comum.



Cambridge University 1661

<http://isaacnewton-allaboutphysics.blogspot.com/>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ígnez  
Caracelli*

134

## Isaac Newton

Aos 12 anos, Newton se matriculou na escola de Grantham.

No início, ele não era um aluno muito bom, mas depois de brigar com um valentão da escola, Newton começou a se aplicar mais, com o objetivo de superar o outro menino e virou um aluno de primeira.

Por volta dos 15 anos, foi obrigado a sair da escola por sua mãe (que ficou viúva pela segunda vez) e a voltar para Woolsthorpe Manor para se tornar um agricultor.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignez  
Caracelli*

135

## Isaac Newton

A mãe de Newton foi persuadida pelo ex-diretor do filho em Grantham (onde, aliás, também nasceu a ex-primeira-ministra da Grã-Bretanha, Margaret Thatcher, em 1925) a permitir que ele retornasse à escola.

Após terminar seus estudos, Newton foi para a Trinity College, na Universidade de Cambridge, em 1661, deixando a agricultura de vez para sempre.



<https://www.trin.cam.ac.uk/about/>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignez  
Caracelli*

136

# Isaac Newton

Dedicou-se a estudar  
as **leis do movimento**,  
a **lei da gravitação universal**,  
formulou a **teoria da natureza da luz**.

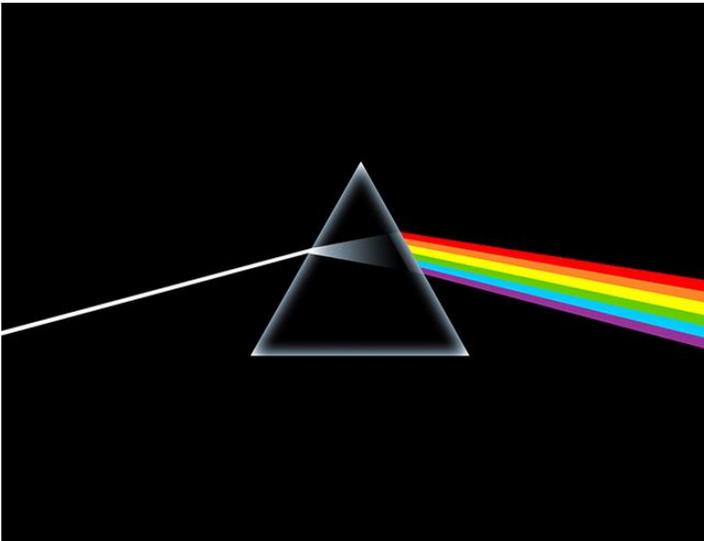


096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignez  
Caracelli*

137

# Isaac Newton



refração da luz por um prisma

Em 1670, Newton estudou óptica e o espectro de cores. Um experimento bem conhecido conduzido nesta era a refração da luz por um prisma, resultando das cores encontradas em um arco-íris.



arco-íris



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignez  
Caracelli*

138

vermelho  
laranja  
amarelo  
verde  
azul  
violeta

*Dark Side of The Moon – Pink Floyd*  
100 Maiores Capas de Discos  
de Todos os Tempos

ufes-icm Departamento de Física UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ígnez Caracelli 139

Vermelho	Laranja	Amarelo	Verde	Azul	Índigo	Violeta

vermelho  
laranja  
amarelo  
verde  
azul  
violeta

ufes-icm Departamento de Física UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ígnez Caracelli 140

## Isaac Newton

Por obra do acaso, a Peste Negra proporcionou um de seus insights mais famosos

Em 1665, após um surto de peste bubônica na Inglaterra, a Universidade de Cambridge fechou suas portas, obrigando Newton a voltar para a sua casa, em Woolsthorpe Manor.

A doença é causada pela bactéria *Yersinia pestis*, transmitida ao ser humano através das pulgas (*Xenopsylla cheopis*) dos ratos-pretos (*Rattus rattus*) ou outros roedores.



Mapa da propagação da peste negra na Europa

Local	Eurásia
Período	1343-1353 (auge)
Doença	Peste bubônica
Mortes	75 a 200 milhões (est.)

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Peste\\_negra](https://pt.wikipedia.org/wiki/Peste_negra)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

141

## Isaac Newton

Um dia, quando estava sentando em seu jardim, ele viu uma **maçã** cair de uma árvore, o que lhe trouxe a inspiração para formular sua lei de gravitação universal.

Origem da palavra gravidade:

Ela vem de **grave**, do Latim *gravis*, “pesado, importante”.

o corpo mais pesado  
chega mais rápido ao  
solo do que o mais  
leve



Aristóteles

<https://seuhistory.com/noticias/9-fatos-sobre-isaac-newton-que-surpreenderao-voce>

[https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/41779/1/aristoteles\\_galileo\\_queda\\_dos\\_graves.PDF](https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/41779/1/aristoteles_galileo_queda_dos_graves.PDF)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

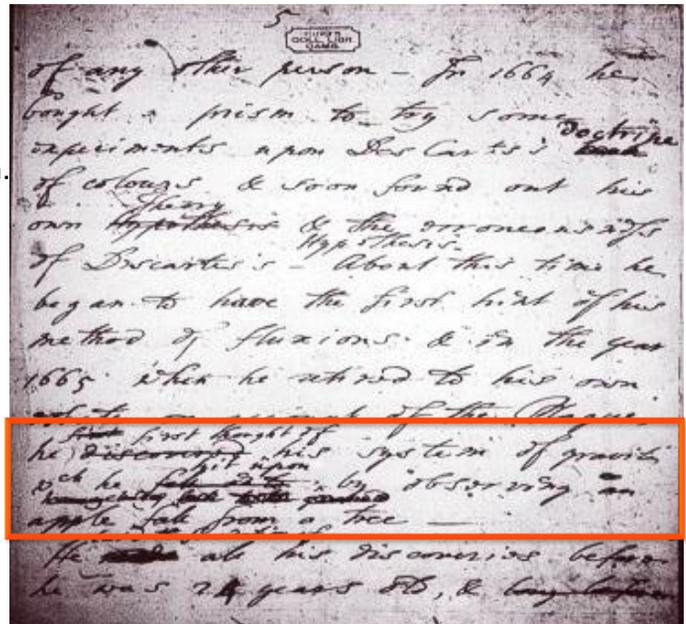
Ignez  
Caracelli

142

## Isaac Newton

O primeiro relato escrito aparece nas notas sobre a vida de Newton coletados por John Conduitt em 1726, ano da morte de Newton. Afirma que

*he first thought of his system of gravitation which he hit upon by observing an apple fall from a tree*



<https://www.york.ac.uk/physics/about/newtonsappletree/>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ígnez Caracelli

143

## Isaac Newton

Embora Newton não tenha especificado de qual árvore ele observou a queda da maçã descobriu-se que era a única macieira, crescendo em seu jardim.



<https://www.york.ac.uk/physics/about/newtonsappletree/>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ígnez Caracelli

144

## Isaac Newton

Isaac Newton teve o insight para formular a lei da gravidade, ao observar uma maçã cair da árvore, no ano de 1665, quando tinha apenas 22 anos.

Quase 350 anos depois, um pedaço da famosa macieira vai flutuar na gravidade zero: ela foi levada à Estação Espacial Internacional no ônibus espacial Atlantis em 2010, em sua última missão.



<https://www.space.com/8368-piece-newton-apple-tree-escape-gravity-space-shuttle.html>

O pedaço da árvore, de dez centímetros de comprimento, exposto no museu da Royal Society, em Londres, foi entregue ao astronauta Piers Sellers, nascido no Reino Unido e naturalizado americano. O envio da relíquia científica ao espaço fez parte das comemorações dos 350 anos da Royal Society, entidade, aliás, que Isaac Newton presidiu. Ao final da missão de 12 dias do Atlantis, a lasca de macieira foi trazida de volta à Terra.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

145

## Isaac Newton

Em 1669, Newton, então com 26 anos, foi nomeado professor **Lucasiano** de matemática em Cambridge, uma das universidades mais antigas do mundo, cuja origem remonta a 1209.

Newton foi a segunda pessoa a ocupar esse cargo; a 17ª, de 1979 a 2009, foi o físico e autor de “Uma Breve História do Tempo”, Stephen Hawking.

Embora ele tenha permanecido em Cambridge por quase 30 anos, Newton mostrou pouco interesse no ensino e em seus alunos, e suas aulas eram muito pouco frequentadas – muitas vezes, ninguém aparecia.

A atenção de Newton era voltada para a pesquisa.

**Professor Lucasiano** é o nome que se dá a uma cátedra de matemática da Universidade de Cambridge, na Inglaterra.

<https://seuhistory.com/noticias/9-fatos-sobre-isaac-newton-que-surprenderao-vocce>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

146

## Isaac Newton

Dedicou-se a estudar  
 as **leis do movimento**,  
 a **lei da gravitação universal**,  
 formulou **a teoria da natureza da luz**.

Para tudo isso, teve que usar ferramentas matemáticas,  
 tal como Galileu já havia feito, e **inventou os métodos matemáticos do cálculo**.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ígnez  
Caracelli*

147

## Isaac Newton

Entre 1696 e 1727, Newton trabalhou na Casa da Moeda (na Tower of London), responsável pela produção do dinheiro da Inglaterra, onde:

- supervisionou uma iniciativa importante de tirar de circulação todas as moedas antigas do país e substituí-las por outras mais confiáveis
- investigou falsificadores, perseguindo e interrogando criminosos e recebendo ameaças de morte nesse período
- vários falsificadores que ajudou a prender foram enviados à força

<https://seuhistory.com/noticias/9-fatos-sobre-isaac-newton-que-surpreenderao-voce>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ígnez  
Caracelli*

148

# Isaac Newton

## Sir Isaac Newton

A figura mostra Newton foi nomeado cavaleiro pela Rainha Anne em 1705



<http://isaacnewton-allaboutphysics.blogspot.com/>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

149

# Isaac Newton

As três leis de Newton apareceram pela primeira vez em um dos mais importantes livros científicos

*Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*

THE  
MATHEMATICAL  
PRINCIPLES  
OF  
Natural Philosophy.

By Sir ISAAC NEWTON.

Translated into English by ANDREW MOULTON.

To which are added,  
The Laws of the MOON'S Motion according  
to Gravity.

By JOHN MACHIN *Prof. Geo. Ser. R. Soc.*

IN TWO VOLUMES.

LONDON:  
Printed for BENJAMIN MOTTE, at the Middle-  
Temple-Gate, in Fleetstreet.  
MDCCXXIX.

PHILOSOPHIÆ  
NATURALIS  
PRINCIPIA  
MATHEMATICÆ.

Autore J. S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos  
Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.  
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.  
Julii 5. 1686.

LONDINI,

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud  
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

em inglês em 1729

Capa da obra *Philosophiæ naturalis principia mathematica* em latim em 1687



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

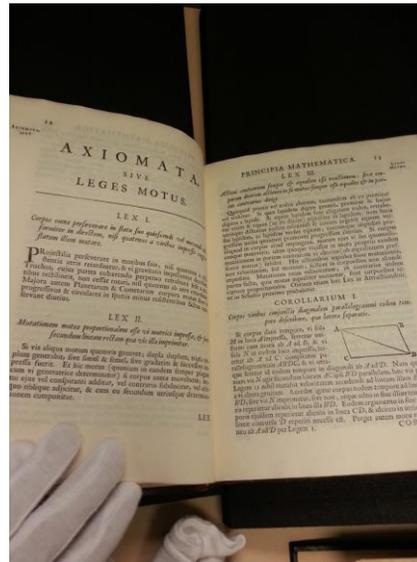
Ignez  
Caracelli

150

# Isaac Newton

As três leis de Newton apareceram pela primeira vez em um dos mais importantes livros científicos

*Principia Mathematica  
Philosophiae Naturalis*



<https://medium.com/@hunterscott/things-you-may-not-know-about-principia-mathematica-eee5bc429cdc>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignes Caracelli

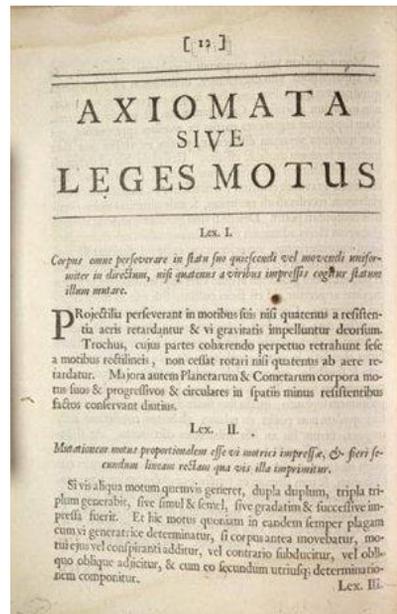
151

# Isaac Newton

As três leis de Newton apareceram pela primeira vez em um dos mais importantes livros científicos em sua forma original na qual foram escritas é a seguinte:

*Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.*

*Princípio da Inércia*



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Newtons\\_laws\\_in\\_latin.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Newtons_laws_in_latin.jpg)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignes Caracelli

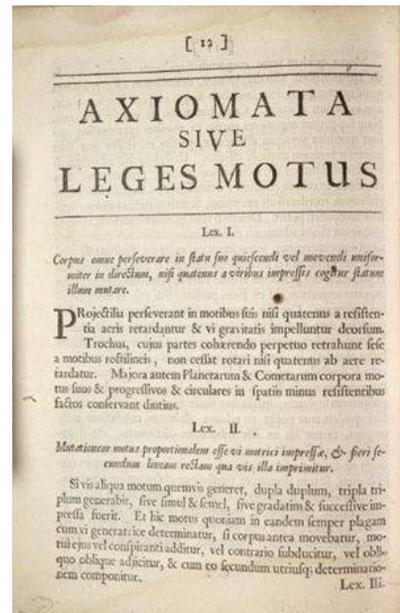
152

# Isaac Newton

As **três leis de Newton** apareceram pela primeira vez em um dos mais importantes livros científicos em sua forma original na qual foram escritas é a seguinte:

**Lex II: Mutationem motis proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.**

## Princípio da Dinâmica



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Newtons\\_laws\\_in\\_latin.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Newtons_laws_in_latin.jpg)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignaz  
Caracelli

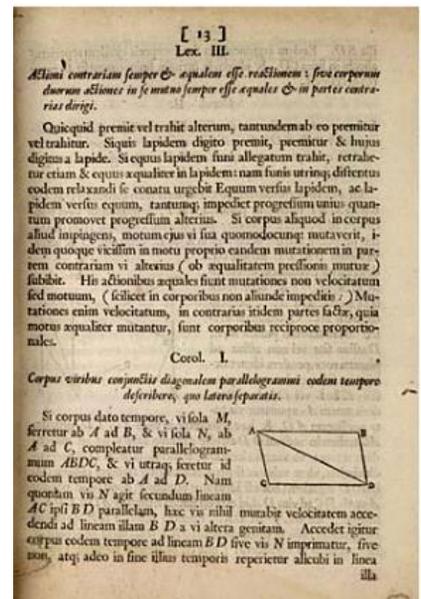
153

# Isaac Newton

As **três leis de Newton** apareceram pela primeira vez em um dos mais importantes livros científicos em sua forma original na qual foram escritas é a seguinte:

**Lex III: Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sine corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.**

## Princípio da Ação e Reação



<http://www.stahlaufstahl.de/wr/index.php/category/ee-grundlagen/ec-drei-grundsatz/e/#>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

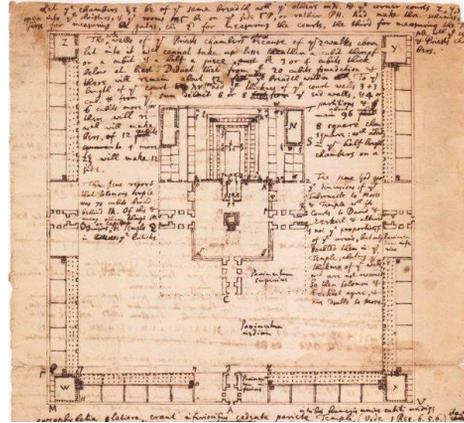
Ignaz  
Caracelli

154

## Isaac Newton - Teologia

Durante os 25 anos em que o *Principia* foi escrito, Newton tratou de diversos temas:

- sobre **Teologia**, especialmente sobre a questão da **Trindade** (cristianismo), que Newton não aceitava;
- sobre **estudos apocalípticos**, com o simbolismo do Templo de Salomão, e com a história da Igreja, especialmente a **cronologia dos reinos antigos**. Newton preocupava-se em determinar a data do Apocalipse. Efetuou muitos cálculos e chegou a várias previsões.



[https://www.researchgate.net/publication/237074676\\_Morrison\\_Tessa\\_%27Isaac\\_Newton\\_architect%27\\_Seventeenth\\_Century\\_26\\_130-148\\_2011/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/237074676_Morrison_Tessa_%27Isaac_Newton_architect%27_Seventeenth_Century_26_130-148_2011/figures?lo=1)

## Isaac Newton



As leis naturais não são maliciosas nem malévolas!

## Isaac Newton – Telescópio refletor

Newton interessou-se, também, por observações astronômicas, mas, devido a suas pesquisas em Óptica, concluiu que um telescópio refrator, com lentes, como Galileu havia utilizado, sofreria inevitavelmente da chamada aberração cromática.

No começo da década de 1670, Newton construiu um novo tipo de telescópio, ao mesmo tempo diferente e mais potente. Consistia de um grande espelho na extremidade de um tubo fino. Era um tipo especial, curvo, chamado espelho côncavo.



<http://www.fisica-interessante.com/biografia-isaac-newton.html>



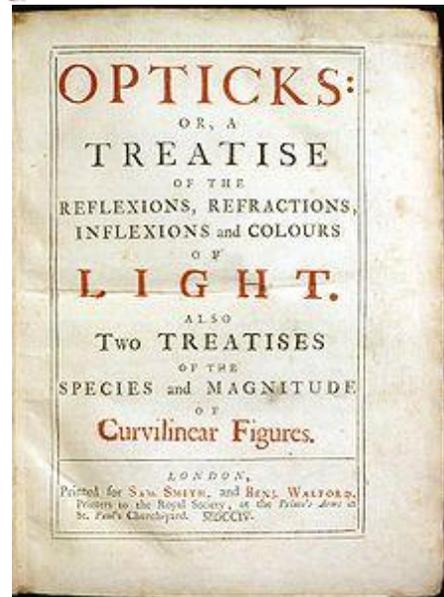
096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

157

## Isaac Newton – Livro sobre óptica

Em 1704, Newton publica seu livro *Opticks*, onde apresenta sua teoria sobre a natureza corpuscular da luz, assim como um estudo detalhado sobre os fenômenos da refração, reflexão e dispersão da luz, dentre outros.



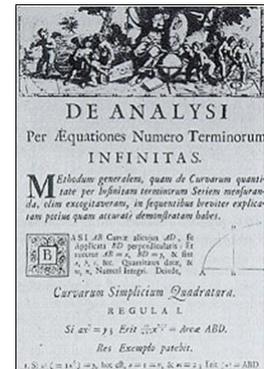
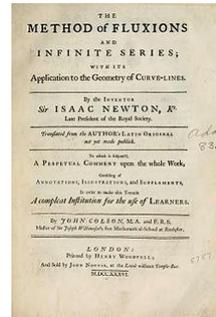
096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

158

## Isaac Newton – Livro sobre cálculo

Newton escreveu, também, *De analysi per aequationes numero terminorum infinitas*, em 1669, e *De methodis fluxionum et serierum infinitarum*, em 1671, onde descreve principalmente seu método de fluxões, antepassado do Cálculo Integral, e o método de estimativa de raízes de funções que ficou conhecido como Método Newton-Raphson



## Isaac Newton

Newton previu:

- deflexão da luz em um campo gravitacional;
- o fenômeno da **polarização da luz**;
- interconversão de luz e matéria.

"O culminante da **revolução científica** foi a descoberta, por Isaac Newton, da **lei da gravitação universal**"

[Bernard Cohen](#) *cientista e historiador norte-americano*

## Academias

O termo academia (do grego antigo Ακαδήμεια, designa, no Ocidente, várias instituições vocacionadas para o ensino superior, nomeadamente as artísticas, literárias, científicas e físicas, filosóficas, etc.

O termo também pode se referir a qualquer associação de cientistas, literatos ou artistas.



## Academias

A designação provém da escola de filosofia que Platão fundou na Grécia Antiga em 387 a.C., junto a um jardim a noroeste de Atenas, em terreno dedicado à deusa Atena que, segundo a tradição, pertencera a uma personagem mitológica com o nome de Acadêmio.



*A Escola de Atenas* por Rafael Sanzio (1509–1510), afresco no Palácio Apostólico, Vaticano.

## Academias

No século XVII, surgiram, entre muitas outras: a *Académie Française*; a Academia Nacional dos Linceus (hoje conhecida como Pontifícia Academia das Ciências), em Roma, que contou Galileu entre os seus membros.



Academia Nacional dos Linceus  
fundada em 1603, Roma - Itália



Luís XIV visita a Académie  
em 1671  
fundada em 1666, Paris - França



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

163

## Academias

A Real Sociedade de Londres para o Melhoramento do Conhecimento Natural (em inglês, *The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge*) é uma instituição destinada à promoção do conhecimento científico.

Entre os membros fundadores da *Royal Society*, encontram-se Robert Boyle, John Evelyn, Robert Hooke, William Petty, John Wallis, John Wilkins, Thomas Willis e Sir Christopher Wren. Isaac **Newton** apresentou sua teoria da óptica diante desta assembleia. Mais tarde, tornar-se-ia seu presidente.



*Royal Society* em Londres  
fundada em 1660



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

164

## Academias

A **Academia Real das Ciências da Suécia** foi fundada durante o reinado de Frederico I, em 1739, pelo naturalista Carl Linnaeus, pelo industrial Jonas Alströmer, pelo engenheiro mecânico Mårten Triewald e pelo político Anders Johan von Höpken.

Organizada nos moldes da *Royal Society de Londres* e da *Académie des Sciences de Paris*, é uma sociedade científica independente que visa promover as ciências, especialmente as ciências naturais e as matemáticas.



Academia Real das Ciências da Suécia fundada em 1739, Estocolmo



Contribuições destacadas para a humanidade em **Física, Química, Fisiologia ou Medicina, Literatura, Paz e Ciências Econômicas**



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

165

## Isaac Newton - Alquimia

Newton passou grande parte de sua vida adulta perseguindo outro interesse, a alquimia, cujos objetivos incluíam encontrar a pedra filosofal, uma substância que, supostamente, poderia transformar metais comuns, como chumbo e ferro, em ouro.

Ele mantinha sigilo com relação aos seus experimentos alquímicos e registrou algumas de suas pesquisas em códigos.

Dentre outros projetos de pesquisa, Newton analisou a Bíblia em uma tentativa de descobrir mensagens secretas de como funciona o Universo.

<https://seuhistory.com/noticias/9-fatos-sobre-isaac-newton-que-surprenderao-voce>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

166

## Isaac Newton - Alquimia

Newton e seus companheiros não reconheciam nenhuma diferença radical entre seus estudos científicos e os estudos de textos sagrados. A analogia entre o livro da natureza e o livro da revelação era lugar-comum. Para o cientista, o comentário sobre textos alquímicos representava a aplicação de habilidades analíticas a uma via da verdade que tinha parentesco tanto com a revelação como com a natureza.

<http://www.scielo.br/pdf/trans/v20n1/a02v20n1.pdf>



O fato é que, independente do nome daquilo que Newton estudava, ele mergulhou nas fórmulas dos produtos químicos, substâncias, aprendeu a fazer remédios com o boticário, usava enxofre, mercúrio, aprendeu a fazer tintas a fermentar e outras coisas.

<http://2.bp.blogspot.com/-d6RhGX->

[lwcg/UrdsC5fcn9l/AAAAAAAAAYQ/1MKiiB9OP38/s1600/Laboratorio-de-Alquimia-Newton.jpg](http://www.scielo.br/pdf/trans/v20n1/a02v20n1.pdf)



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ígnez  
Caracelli*

167

## Isaac Newton - Mercúrio

A pedra filosofal é uma lendária substância da alquimia (química da Idade Média, que buscava o remédio contra todos os males físicos e morais) que conteria os segredos do rejuvenescimento, o elixir da vida e a imortalidade.

Diz a lenda que essa substância poderia ainda transformar metais em ouro ou prata.

A Bíblia e textos budistas e hinduístas mencionam a pedra filosofal, e alquimistas da Idade Média já a buscavam.

E Newton fez suas próprias tentativas no século 17.

Pelo menos é o que revela o manuscrito recém-publicado, que tinha ficado por décadas em uma coleção particular.

A Fundação do Patrimônio Químico (CHF, na sigla em inglês), dos EUA, comprou o material em um leilão e fez a divulgação.

No documento, escrito em latim e inglês, o gênio britânico explica a receita do "mercúrio sófico" (ou mercúrio dos filósofos), substância chave no processo alquímico para produzir a famosa pedra filosofal.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ígnez  
Caracelli*

168

## Isaac Newton - Mercúrio

Após a publicação do *Principia*, Newton teve uma fase uma fase conturbada, paranóica.

Alguns autores supõe que ele tenha tido uma severa depressão ao se dar conta de que seu ápice tinha passado, que ele nunca iria conseguir produzir outra obra ao nível do *Principia*.

Outros autores sugerem que ele se intoxicado por mercúrio, durante seus experimentos alquímicos.

<http://www.fisica-interessante.com/biografia-isaac-newton.html>

[Mercury poisoning: A probable cause of Isaac Newton's physical and mental ills](#)

Essa forma de intoxicação era comum dentre os fabricantes de chapéu e, por isso, era denominada 'doença do chapeleiro', tendo sido representada pelo personagem chapeleiro maluco da história da **Alice no País das Maravilhas**.



## Isaac Newton - Túmulo

Newton foi enterrado na Abadia de Westminster, o local de repouso de monarcas ingleses e de figuras importantes como Charles Darwin, Charles Dickens e o explorador David Livingstone.



## Isaac Newton - Túmulo

Abadia de Westminster



*The Da Vinci Code* by Dan Brown  
Release date May 17, 2006



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

171

## Isaac Newton - Túmulo

Abadia de Westminster

Newton faleceu em 1727.

Foi sepultado, junto a outras celebridades da Inglaterra, na *Abadia de Westminster*, a igreja mais importante de Londres, senão de toda a Inglaterra.

Seu epitáfio foi escrito pelo poeta Alexander Pope:

*A natureza e as leis da natureza  
estavam imersas em trevas; Deus disse  
"Haja Newton" e tudo se iluminou.*



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

172

## Isaac Newton

Hoje, se considera que aquele aluno inexpressivo, como um dos grandes cientistas que o mundo teve.

Inaugurou uma época de esperança e inspiração não só a cientistas como a escritores, filósofos e pessoas de todos os ramos da vida que lideravam a Idade da Razão.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

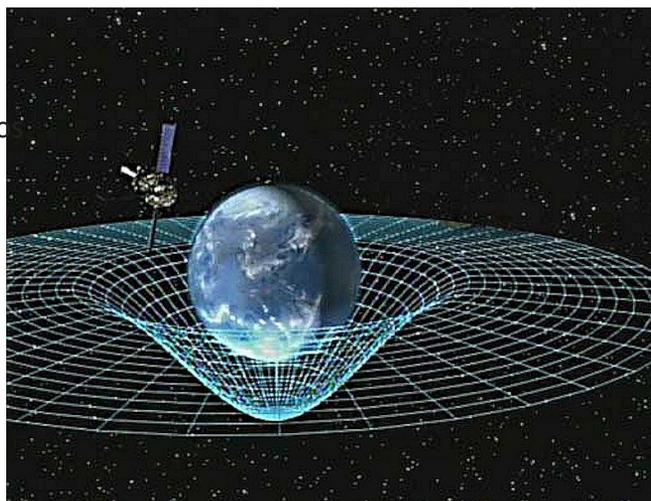
Ignez  
Caracelli

173

## Gravitação Universal

A formulação da gravidade por Newton é bastante precisa para a maioria dos propósitos práticos. Existem, no entanto, alguns problemas:

1. Assume que alterações na força gravitacional são transmitidas instantaneamente quando a posição dos corpos gravitantes muda. Porém, isto contradiz o fato que existe uma velocidade limite a que podem ser transmitidos os sinais (**velocidade da luz no vácuo**).



Analogia bidimensional da distorção no espaço-tempo gerada pela massa de um objecto. A matéria altera a geometria do espaço-tempo, esta (curva) geométrica que é interpretado como gravidade.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

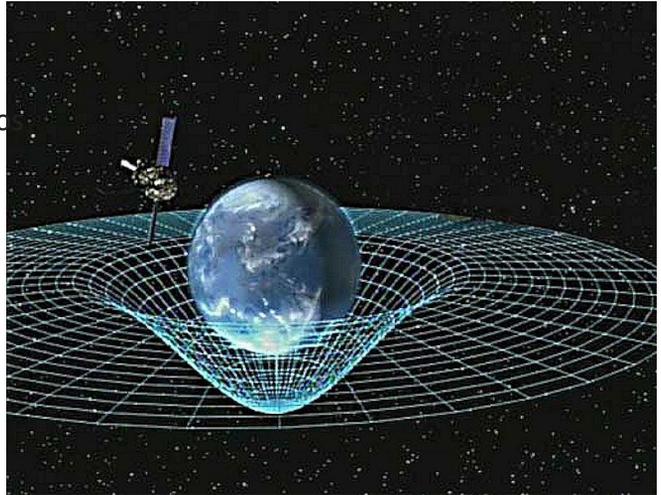
Ignez  
Caracelli

174

## Gravitação Universal

A formulação da gravidade por Newton é bastante precisa para a maioria dos propósitos práticos. Existem, no entanto, alguns problemas:

2. O pressuposto de espaço e tempo absolutos contradiz a teoria de relatividade especial de Einstein.
3. Prediz que a luz é desviada pela gravidade apenas metade do que é efetivamente observado.
4. Não explica buracos negros.



Analogia bidimensional da distorção no espaço-tempo gerada pela massa de um objecto. A matéria altera a geometria do espaço-tempo, esta (curva) geométrica que é interpretado como gravidade.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

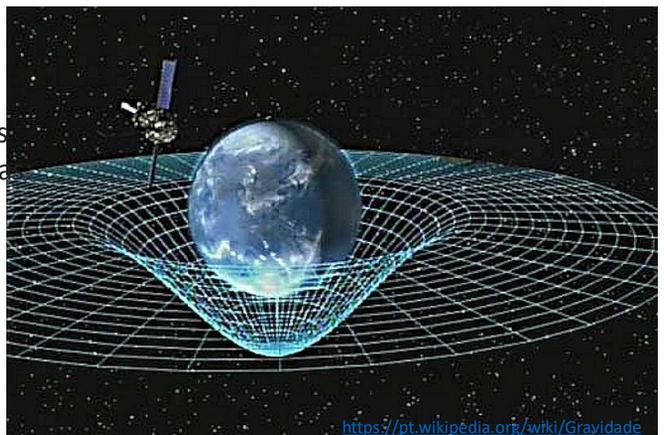
Ignez  
Caracelli

175

## Gravitação Universal

A formulação da gravidade por Newton é bastante precisa para a maioria dos propósitos práticos. Existem, no entanto, alguns problemas:

5. De acordo com a gravidade newtoniana (com transmissão instantânea de força gravitacional), se o Universo é euclidiano, estático, de densidade uniforme em média positiva e infinito, a força gravitacional total em um ponto é uma série divergente. Em outras palavras, a gravidade newtoniana é incompatível com um Universo com estas propriedades.



Analogia bidimensional da distorção no espaço-tempo gerada pela massa de um objeto. A matéria altera a geometria do espaço-tempo, esta (curva) geométrica que é interpretada como gravidade.

Uma das questões da teoria de Einstein, a existência das ondas gravitacionais, foi comprovada em 2016 pelo projeto LIGO.



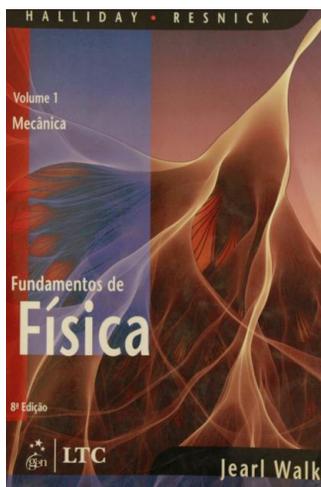
096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

Ignez  
Caracelli

176

## Referências

Halliday, D.; Resnick, R. & Walk, J. Fundamentos de Física. (Volumes I ). 8a. ed.  
LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro. 1995. 1400 p.



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignez  
Caracelli*

177

## Referências

dos SANTOS, Renato P. 7 - As Contribuições de Galileu e Newton - Parte 1. In **Física Interessante**. 4 Aug. 2014. Disponível em: <http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-2.html>

dos SANTOS, Renato P. 7 - As Contribuições de Galileu e Newton - Parte 2. In **Física Interessante**. 4 Aug. 2014. Disponível em: <http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-2.html>

dos SANTOS, Renato P. 7 - As Contribuições de Galileu e Newton - Parte 3 . In **Física Interessante**. 4 Aug. 2014. Disponível em: <http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-7-galileu-newton-fisica-2.html>

dos SANTOS, Renato P. Biografia - Isaac Newton. In **Física Interessante**. 17 Nov. 2014. Disponível em: <http://www.fisica-interessante.com/biografia-isaac-newton.html>



096059-A-FISICA PARA BIOTECNOLOGIA 1

*Ignez  
Caracelli*

178