

Mecânica dos Fluidos – FEN032906

José Pontes¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
Faculdade de Engenharia/UERJ

jose.pontes@uerj.br

1º período, 2016



Conteúdo

O curso

Conteúdo da disciplina

Bibliografia

Introdução histórica

Etapas do desenvolvimento da ciência moderna

Idade Média

Renascimento, Períodos Clássico e Barroco

O Século XVIII - Alto Barroco, Iluminismo e o apogeu da
Mecânica

O Século XIX

O Século XX






Conteúdo da disciplina

1. Introdução histórica;
2. Revisão de conceitos do cálculo vetorial;
3. Revisão de conceitos da termodinâmica clássica;
4. Mecânica dos Fluidos;
 - ▶ Conservação da massa;
 - ▶ Conservação da quantidade de movimento;
 - ▶ Conservação da energia;
 - ▶ Escoamentos viscosos;
 - ▶ Escoamentos compressíveis ou potenciais ou camada limite;
5. Transferência de calor e massa;
6. Avaliações: 3 provas + prova de reposição, opcional, na última semana (**reposição substitui uma das três provas**);







Bibliografia I

-  J. Pontes & N. Mangiavacchi
Fenômenos de Transferência – Com Aplicações às Ciências Físicas e à Engenharia. Volume 1: Fundamentos
SBM, Rio de Janeiro, 2016
Versão disponível: 2012.
www.gesar.uerj.br/media/pdf/misc/volume1.pdf
-  G. K. Batchelor.
An Introduction to Fluid Mechanics.
Cambridge, 1994.
-  Panton, R. L..
Incompressible Fluid Flow.
Wiley, 2005.



Bibliografia II

-  L. D. Landau and E. M. Lifshitz.
Fluid Mechanics.
Pergamon, New York, 1959.
-  Bird, R. B., Stewart, W. E. e Lightfoot, E. N.
Transport Phenomena.
Wiley, 1960.
-  White, F. M.
Fluid Mechanics.
McGraw-Hill, 1994.
-  Prigogine, Ilya e Stengers, Isabelle
A Nova Aliança (Order out of Chaos, Man's New Dialogue with Nature).
Gradiva, 1987.



Bibliografia III



Truesdell, C.

História da Mecânica Clássica – Parte I, até 1800.
J. of the Braz. Soc. of Mech. Sci. & Eng., 4(2):3–17,1982.



Truesdell, C.

História da Mecânica Clássica – Parte II, os séculos XIX e XX.
J. of the Braz. Soc. of Mech. Sci. & Eng., 4(3):3–21,1982.



Lighthill, J.

The recently recognized failure of predictability in Newtonian dynamics.
Proc. R. Soc. Lond., A(407):35–50,1986.



Etapas do desenvolvimento da ciência moderna

1. Idade Média;
2. Séculos XV - XVI: Renascimento;
3. Séculos XVII - XXVIII: Períodos Clássico/Barroco, a Revolução Industrial e a Revolução Francesa);
4. Século XVIII: Racionalismo e Iluminismo;
5. Século XIX: Romantismo/Impressionismo;
6. Século XX.



Séculos. XIII e XIV

► **Jordanus de Nemore – Sec. XIII:**

- O peso de um corpo diminui quando o mesmo cai em uma direção oblíqua em relação à vertical;
- Estudo da resistência ao movimento de corpos imersos na água e no ar.

► **William Heytesbury, Richard Swinshead e John of Dumbleton – Sec. XIV:**

- Estudo da cinemática e da Dinâmica: descrição do movimento e de suas causas;
- Noção de **velocidade instantânea**.

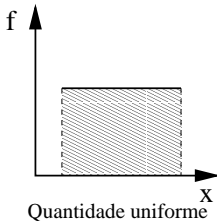
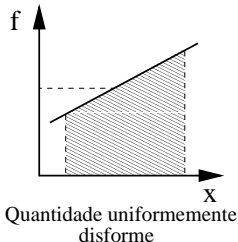


Século XIV

► Nicolas Orème – Sec. XIV:

- Representação gráfica de grandezas físicas;
- Primeiras noções de integral:

*Uma **Quantidade Uniformemente Disforme** produz o mesmo efeito que uma **Quantidade Uniforme**, de mesmo valor médio:*



Séculos XV a XVII

Séculos XV a XVII: Os fundamentos da mecânica.

- ▶ **Leonardo da Vinci (1452-1519):** Projeto de máquinas;
- ▶ **Kepler (1571 – 1630):** Leis do movimento planetário – Os corpos celestes varrem áreas iguais em tempos iguais;
- ▶ **Galileu Galilei (1564-1642):**
 - ▶ Heliocentrismo;
 - ▶ Movimento dos corpos sob ação do peso;
 - ▶ Fundação da **Mecânica Racional**:

$$v = f(h) \quad \Longleftrightarrow \quad h = f(v)$$

- ▶ **Isaac Newton (1643-1727):** Leis do movimento;



Leonhard Euler (1707-1783):

- ▶ Os princípios de conservação da quantidade de movimento linear e angular;
- ▶ Noção de pressão em um ponto;
- ▶ Equação de Bernoulli;
- ▶ Equação da continuidade (conservação da massa);
- ▶ Equação de Euler (conservação da quantidade de movimento sem efeitos viscosos).



O Século XVIII

Século XVIII: Predominância da escola de matemáticos franceses – o barroco da ciência e o apogeu da mecânica.

- ▶ **Daniel Bernoulli (1700-1782):** invenção do termo *Hidrodinâmica*;
- ▶ **Johann Bernoulli (1667-1748):** invenção do termo *Hidráulica*;
- ▶ **Jean D'Alembert (1717-1783):**
 - ▶ Noção de equação a derivadas parciais;
 - ▶ Resolução de equações diferenciais a derivadas parciais (EDP);
 - ▶ Descoberta da equação de ondas:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$$



O Século XIX

Século XIX: Declínio da mecânica.

- ▶ **Na política:** Laplace é ministro de Napoleão ;
- ▶ **Nas cincias:** surgimento da Termodinâmica, do Eletromagnetismo e da Física Moderna;
- ▶ **Nas artes:** O Romantismo, como reação ao Iluminismo, o Impressionismo.



O Século XIX

- ▶ **Joseph Fourier (1768-1803):**

- ▶ Condução de Calor em Sólidos;
- ▶ Lei de Fourier (1806) – fundação da **Termodinâmica**:

$$q = -\kappa \frac{dT}{dx};$$

- ▶ **Stokes (1819-1903):** Equação do movimento de fluidos viscosos (**Equação de Navier-Stokes**).



Fim do Século XIX – Século XX

- ▶ **1897:** Descoberta do elétron;
- ▶ **1900:** A existência de átomos era bastante difundida, mas não totalmente aceita;
- ▶ **Henry Poincaré (1819-1903):**
 - ▶ Condições suficientes para a periodicidade do movimento de corpos celestes – Fim do determinismo mecanicista;
 - ▶ Noção de **Espaço de Fases**;
- ▶ **1925 – Heisenberg:** O princípio de incerteza e a Mecânica Quântica.



Século XX

Mecânica dos fluidos:

- ▶ Sustentação aerodinâmica (Lanchester-Prandtl);
- ▶ Camada Limite (Prandtl);
- ▶ Limite de estabilidade dos escoamentos (Reynolds);
- ▶ Hipótese sobre a origem da turbulência (Landau – 1944).

Matemática:

- ▶ Teoria de sistemas dinâmicos: caos determinístico.

