

*Laboratório de Mecânica Oscilações e Ondas*  
*Apresentação*

Pedro Sebastião

1º Semestre, 2020/2021

# *Laboratório de Mecânica Oscilações e Ondas*

## *Apresentação*

Cópia das transparências

## *Equipa docente*

Pedro Sebastião

António Ferraz

Pedro Sebastião

Tel: +351 218419210/361

Fax: +351 217954288

E-mail: [pedro.jose.sebastiao@ist.utl.pt](mailto:pedro.jose.sebastiao@ist.utl.pt)

- ▶ n. 1962, Caldas da Rainha
- ▶ Professor Associado com Agregação
- ▶ Investigador no Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados
- ▶ Licenciatura em Engenharia Física Tecnológica (IST-1987)
- ▶ Doutor em Física pela Universidade Técnica de Lisboa (1993)
- ▶ Física dos Cristais Líquidos e Ressonância Magnética Nuclear

## *Equipa docente*

António Ferraz

Departamento de Física

tel +351 21 841 9152

fax +351 21 841 9118

e-mail [antonio.ferraz@tecnico.ulisboa.pt](mailto:antonio.ferraz@tecnico.ulisboa.pt)

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/homepage/ist12578>

# *Programa: Fenómenos oscilatórios*

## 6 Trabalhos de laboratório

### 1. Fenómenos oscilatórios:

- 1.1 Estudo dos movimentos oscilatórios livres e forçados num sistema massa mola.
- 1.2 Estudo das oscilações de um galvanómetro de quadro móvel. Estudo do movimento do quadro submetido a diferentes tipos de atrito. Regimes oscilante, aperiódico limite e aperiódico.
- 1.3 Determinação da constante de gravitação universal  $G$ . Experiência de Cavendish. Observando as oscilações livres e forçadas uma balança de torção gravitacional determina-se  $G$ .

# *Programa: Fenómenos ondulatórios*

## 2. Fenómenos ondulatórios:

- 2.1 Estudo da propagação das ondas sonoras num tubo. Ondas estacionárias. Determinação da velocidade do som em função de  $T$ .
- 2.2 Análise de sons emitidos por instrumentos musicais utilizando a transformada rápida de Fourier. Estudo das leis das cordas vibrantes. Análise e síntese de diferentes tipos de sinais.
- 2.3 Difracção das ondas electromagnéticas no domínio do visível e das micro-ondas.

# Cronograma

LMOO-MEFT 2020/2021																																								
Data: 2020/09/03																																								
Calendário																																								
Plano para o ano lectivo 2020/2021, 1º semestre																																								
	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Seg			
2020																																								
Jan				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
Fev						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29						
Mar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31									
Abr		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30									
Mai				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
Jun		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30									
Jul			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31							
Ago				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
Sep			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
Out				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
Nov	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
Dez	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
2021				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
Jan				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
Fev				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
Mar				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
<div><div></div>Aulas 1º semestre (13 semanas)</div> <div><div></div>Exames Época normal</div> <div><div></div>Exames Época de recurso</div> <div><div></div>Férias e Feriados: 5/10, 1/11, 1/12, 8/12</div>																																								
<div><div>Lista de trabalhos de laboratório</div><div>T1 - Osc. Mecânicas Lineares (Relatório)</div><div>T2 - Osc. Mecânicas Angulares (Relatório do Galvanómetro)</div><div>T3 - Difracção (Luz, Electrões e Micro-Ondas) (Relatório)</div><div>T4 - Ondas Mecânicas/V. Som</div><div>T5 - Ondas Mecânicas/Acústica/Física da Música</div><div>T6 - Pêndulo Rígido (Relatório)</div></div>																																								
<div><div>S1 Apresentação</div><div>S2 T1/T2/T3/T4/T5/T6</div><div>S3 T1/T2/T3/T4/T5/T6</div><div>S4 T1/T2/T3/T4/T5/T6</div><div>S5 T1/T2/T3/T4/T5/T6</div><div>S6 T1/T2/T3/T4/T5/T6</div><div>S7</div><div>S8</div><div>S9</div><div>S10</div><div>S11</div><div>S12</div><div>S13</div></div>																																								
<div><div>Aulas Teóricas (72h)</div><div>S1</div><div>S2</div><div>S3</div><div>S4</div><div>S5</div><div>S6</div><div>S7</div><div>S8</div><div>S9</div><div>S10</div><div>S11</div><div>S12</div><div>S13</div></div>																																								
<div><div>Aulas de Laboratório</div><div>S1</div><div>S2</div><div>S3</div><div>S4</div><div>S5</div><div>S6</div><div>S7</div><div>S8</div><div>S9</div><div>S10</div><div>S11</div><div>S12</div><div>S13</div></div>																																								
<div><div>T1</div><div>B1</div><div>A1</div><div>B2</div><div>A2</div><div>B3</div><div>A3</div><div>B4</div><div>A4</div><div>B5</div><div>A5</div><div>B6</div><div>A6</div><div>B1</div><div>A1</div></div>																																								
<div><div>T2</div><div>B2</div><div>A2</div><div>B3</div><div>A3</div><div>B4</div><div>A4</div><div>B5</div><div>A5</div><div>B6</div><div>A6</div><div>B1</div><div>A1</div><div>B1</div><div>A1</div></div>																																								
<div><div>T3</div><div>B3</div><div>A3</div><div>B4</div><div>A4</div><div>B5</div><div>A5</div><div>B6</div><div>A6</div><div>B1</div><div>A1</div><div>B2</div><div>A2</div><div>B2</div><div>A2</div></div>																																								
<div><div>T4</div><div>B4</div><div>A4</div><div>B5</div><div>A5</div><div>B6</div><div>A6</div><div>B1</div><div>A1</div><div>B2</div><div>A2</div><div>B3</div><div>A3</div><div>B3</div><div>A3</div></div>																																								
<div><div>T5</div><div>B5</div><div>A5</div><div>B6</div><div>A6</div><div>B1</div><div>A1</div><div>B2</div><div>A2</div><div>B3</div><div>A3</div><div>B4</div><div>A4</div><div>B4</div><div>A4</div></div>																																								
<div><div>T6</div><div>B6</div><div>A6</div><div>B1</div><div>A1</div><div>B2</div><div>A2</div><div>B3</div><div>A3</div><div>B4</div><div>A4</div><div>B5</div><div>A5</div><div>B5</div><div>A5</div></div>																																								

- Aulas 1º semestre (13 semanas)
- Exames Época normal
- Exames Época de recurso
- Férias e Feriados: 5/10, 1/11, 1/12, 8/12

- Lista de trabalhos de laboratório
- T1 - Osc. Mecânicas Lineares (Relatório)
  - T2 - Osc. Mecânicas Angulares (Relatório do Galvanómetro)
  - T3 - Difração (Luz, Electrões e Micro-Ondas) (Relatório)
  - T4 - Ondas Mecânicas/v. Som
  - T5 - Ondas Mecânicas/Acústica/Física da Música
  - T6 - Pêndulo Rígido (Relatório)

Aulas de Laboratório	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
T1	B1	A1	B2	A2	B3	A3	B4	A4	B5	A5	B6	A6	B7
T2	B2	A2	B3	A3	B4	A4	B5	A5	B6	A6	B7	A7	B8
T3	B3	A3	B4	A4	B5	A5	B6	A6	B7	A7	B8	A8	B9
T4	B4	A4	B5	A5	B6	A6	B7	A7	B8	A8	B9	A9	B10
T5	B5	A5	B6	A6	B7	A7	B8	A8	B9	A9	B10	A10	B11
T6	B6	A6	B7	A7	B8	A8	B9	A9	B10	A10	B11	A11	B12

Aulas Teóricas (72h)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
	S1	A1	B2	A2	B3	A3	B4	A4	B5	A5	B6	A6	B7
	S2	A2	B3	A3	B4	A4	B5	A5	B6	A6	B7	A7	B8
	S3	A3	B4	A4	B5	A5	B6	A6	B7	A7	B8	A8	B9
	S4	A4	B5	A5	B6	A6	B7	A7	B8	A8	B9	A9	B10
	S5	A5	B6	A6	B7	A7	B8	A8	B9	A9	B10	A10	B11
	S6	A6	B7	A7	B8	A8	B9	A9	B10	A10	B11	A11	B12
	S7	A7	B8	A8	B9	A9	B10	A10	B11	A11	B12	A12	B13
	S8	A8	B9	A9	B10	A10	B11	A11	B12	A12	B13	A13	B14
	S9	A9	B10	A10	B11	A11	B12	A12	B13	A13	B14	A14	B15
	S10	A10	B11	A11	B12	A12	B13	A13	B14	A14	B15	A15	B16
	S11	A11	B12	A12	B13	A13	B14	A14	B15	A15	B16	A16	B17
	S12	A12	B13	A13	B14	A14	B15	A15	B16	A16	B17	A17	B18
	S13	A13	B14	A14	B15	A15	B16	A16	B17	A17	B18	A18	B19

(Disponível na página do LMOO no FENIX)

# Horários e grupos

Horário

Horário

Sep 21 - 27 2020							Sep 21 - 27 2020						
Seg 9/21	Ter 9/22	Qua 9/23	Qui 9/24	Sex 9/25	Sáb 9/26		Seg 9/21	Ter 9/22	Qua 9/23	Qui 9/24	Sex 9/25	Sáb 9/26	
07:00							07:00						
08:00		08:30 - 09:30 CDI PB	08:30 - 09:30 LMOD L	08:30 - 09:30 LMOD L			08:00	08:30 - 09:30 LMOD CDI PB		08:30 - 09:30 LMOD L			
09:00		1/4		1/4			09:00	1/4		1/4			
10:00							10:00		10:00 - 12:00 PC L				
11:00		1/4		1/4			11:00	1/4		1/4			
12:00							12:00						
13:00	13:00 - 14:00 ACED CDI T	13:00 - 14:00 ACED CDI T	13:00 - 14:00 ACED CDI T	13:00 - 14:00 ACED CDI T	13:00 - 14:00 ACED CDI T		13:00	13:00 - 14:00 ACED CDI T	13:00 - 14:00 ACED CDI T	13:00 - 14:00 ACED CDI T	13:00 - 14:00 ACED CDI T	13:00 - 14:00 ACED CDI T	
14:00	14:00 - 15:00 PC T	14:00 - 15:00 PC T	14:00 - 15:00 PC T	14:00 - 15:00 PC T	14:00 - 15:00 PC T		14:00	14:00 - 15:00 PC T	14:00 - 15:00 PC T	14:00 - 15:00 PC T	14:00 - 15:00 PC T	14:00 - 15:00 PC T	
15:00	15:00 - 17:00 LMOD PB	15:00 - 16:00 PC PB	15:00 - 16:00 PC PB	15:00 - 16:00 PC PB	15:00 - 16:00 PC PB		15:00	15:00 - 17:00 LMOD PB	15:00 - 16:00 PC PB	15:00 - 16:00 PC PB	15:00 - 16:00 PC PB	15:00 - 16:00 PC PB	
16:00	16:00 - 17:00 PC PB	16:00 - 17:00 PC PB	16:00 - 17:00 PC PB	16:00 - 17:00 PC PB	16:00 - 17:00 PC PB		16:00	16:00 - 17:00 PC PB	16:00 - 17:00 PC PB	16:00 - 17:00 PC PB	16:00 - 17:00 PC PB	16:00 - 17:00 PC PB	
17:00	17:00 - 18:00 MC T	17:00 - 18:00 MC T	17:00 - 18:00 MC T	17:00 - 18:00 MC T	17:00 - 18:00 MC T		17:00	17:00 - 18:00 MC T	17:00 - 18:00 MC T	17:00 - 18:00 MC T	17:00 - 18:00 MC T	17:00 - 18:00 MC T	
18:00							18:00						

Grupos: A1, A2, A3, A4, A5, A6  $\Rightarrow$  <sup>Semanas</sup> 2, 4, 6, 8, 10, 12

: B1, B2, B3, B4, B5, B6  $\Rightarrow$  3, 5, 7, 9, 11, 13

4 elementos por grupo

Ocupação da sala: 7 pessoas; 1 elemento de cada grupo



## Relatórios

- ▶ 3-4 folhas
- ▶ texto formatado a 2 colunas (formato artigo)

Tratamento de resultados:

- ▶ Indicação das unidades
- ▶ Estimativa de erros e incertezas experimentais
- ▶ Apresentação dos valores dos erros estimados resultantes da propagação de erros.
- ▶ Ajuste das funções teóricas aos resultados experimentais (Origin, Qtiplot, *fitteia* [<http://fitteia.org>])

# *”Logbook”*

- ▶ Completo
- ▶ Robusto/Rígido
- ▶ Apresentável
- ▶ Preciso
  
- ▶ Usar caneta e escrever de uma forma legível
- ▶ Numerar e datar todas as páginas no canto superior
- ▶ Começar novo tópico/experiência na página direita
- ▶ Se fizer um engano, não apagar, faça apenas um traço por cima e explique porque se enganou (poderá ter de voltar a medidas anteriores)
- ▶ O Logbook não deve sair da sala de laboratório (ou estar distribuído por pastas/contas/áreas diferentes)

## Organização:

- ▶ Título da experiência
- ▶ Objectivo/Objectivos da experiência
- ▶ Relator

# Avaliação

## Classificação final

Média pesada de três parcelas nas seguintes percentagens:

1. classificação obtida nos relatórios e na avaliação dos cadernos de laboratório 60%,
2. Avaliação efectuada pelo docente do laboratório 20%,
3. Avaliação individual sobre todas as experiências efectuadas 20%.

# Documentos

Guias dos trabalhos e procedimentos disponíveis na página de LMOO no FENIX

Software sugerido:

*mobile:* TimeLapse (Android), Playmemories (Sony HDR AS100VB)

*computador:* Tracker (<https://physlets.org/tracker/>), TiePie (<https://www.tiepie.com/en/download>)

Informação útil:

- ▶ "The art of model fitting to experimental results",  
Pedro J Sebastião 2014 Eur. J. Phys. 35 015017 doi:10.1088/0143-0807/35/1/015017
- ▶ <http://fitteia.org>