



Termodinâmica e Estrutura da Matéria

Aula 1 - Introdução

Carlos A. Santos Silva

Professor Associado Convidado

Cátedra WS – Energia

Departamento de Física

carlos.santos.silva@tecnico.ulisboa.pt



Sumário

- Corpo Docente
- Funcionamento
- Programa
- Introdução à Termodinâmica

APRESENTAÇÃO DO CORPO DOCENTE

Responsável - Carlos A. Santos Silva



Biografia

- Nascido em Lisboa (1976)
- Casado, 3 filhos

Aulas de dúvidas

3ª 14H / 6ª 14H

Educação

- IST, PhD Engenharia Mecânica, Investigação Operacional (2005)
- IST, MSc Engenharia Mecânica, Controlo de Sistemas (2001)
- IST, Engenharia Mecânica, Sistemas(1999)

Experiência Industrial

- Albatroz Engenharia S.A.– Gestor de Projeto (2006-2008)
- Siemens CT-IC4, Munique – Investigador (2001-2004)

Experiência Académica

- IST, Professor Associado Convidado Cátedra WS Energia (2012...)
- IST, Professor Auxiliar Convidado MIT-Portugal (2008-20011)
- ENIDH – Assistente (2004-2007)

Interesses de Investigação

- Eficiência Energética / Serviços de Energia
- Sistemas Sustentáveis de Energia / Modelação e Planeamento
- Investigação Operacional, Meta-heurísticas (ACO, GA)
- Modelação e Controlo, Lógica Fuzzy

Outros Docentes

Aulas de Problemas

João Espadal (MSc. Física)

Investigador

jespada@lip.pt



Laboratórios

João Mendanha Dias

Professor Auxiliar

Departamento de Física

joao.m.dias@tecnico.ulisboa.pt



José Rodrigues (MSc. Aeroespacial)

Investigador

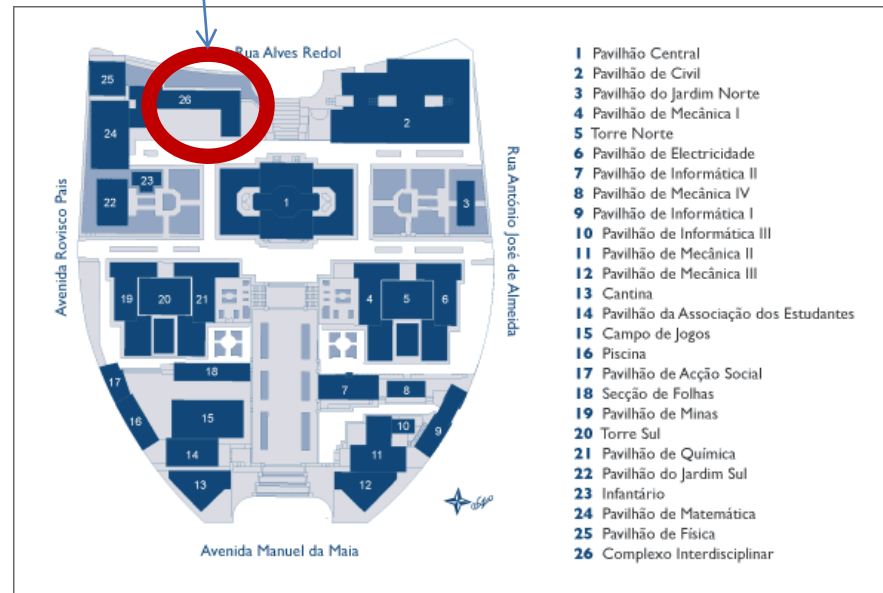
jose.neves.rodrigues@gmail.com



Gabinete

carlos.santos.silva@tecnico.ulisboa.pt

Ext. 3358



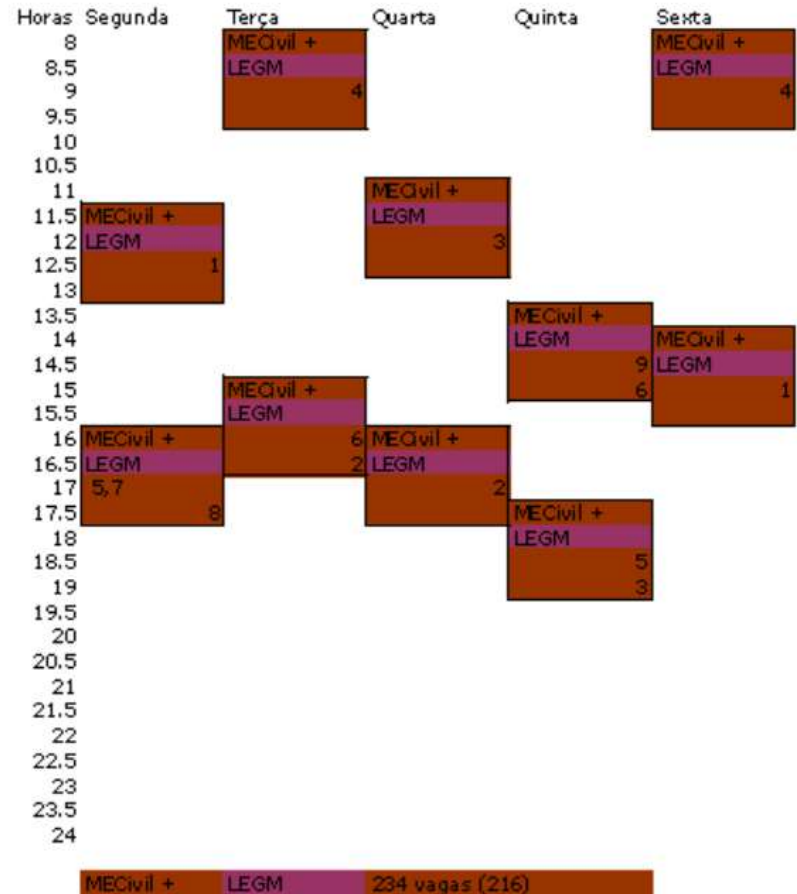
REGRAS DE FUNCIONAMENTO

Avaliação

- Nota = $0,75 \times \text{Testes/Exame} + 0,25 \times \text{Laboratórios}$
 - Nota mínima de 8,50 a cada componente
 - Testes e Exames
 - 1ª Teste: 7 de Abril: 18H (a confirmar)
 - 2ª Teste: 2 de Junho: 18H (a confirmar)
 - 1ª Exame: 12 de junho (11H30)
 - 2ª Exame: 1 de julho (11H30)
 - Laboratórios
 - Calorimetria: 24 a 28 de Março
 - Motor Stirling: 29 de Abril a 2 de Maio/ 7 de Maio
 - Fotoemissão: 19 a 23 de Maio
- Quem entrega o 2ª teste, só pode ir ao 2ª exame

Laboratórios

- Inscrição
 - <http://lfx4.ist.utl.pt/>
 - **Em data a anunciar!**
- Localização
 - [Pavilhão de Matemática, Cave -2, L02.02](#)
- Funcionamento
 - Grupos de 3
 - Qualquer turno
 - Em caso de falta
 - Apresentar justificação
 - Recuperação não está garantida



Aulas de Problemas

- As aulas começam na 2^a-feira dia 24!

Horas/Dias	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
8:00-8:30	<u>PB V1_24</u>	<u>PB V1_32</u>	<u>PB V1_11</u>		<u>PB V1_12</u>
8:30-9:00	Semanas: 1-9, 11-15	Semanas: 1-9, 11-15	Semanas: 1-8, 10-15		Semanas: 1-8, 11-15
9:00-9:30					<u>PB V1_10</u>
9:30-10:00					Semanas: 1-8, 11-15
10:00-10:30				<u>PB V1_27</u>	
10:30-11:00				Semanas: 1-8, 10, 12-15	
11:00-11:30					
11:30-12:00					
12:00-12:30					
12:30-13:00					
13:00-13:30	<u>PB V1_16</u>				
13:30-14:00	Semanas: 1-9, 11-15				

Situações de exceção

- Notas de laboratório dos anos anteriores são válidas;
 - Confirmar nota na pauta afixada na página da cadeira
- Notas de exame congeladas de anos anteriores são válidas;
 - Confirmar nota na pauta afixada na página da cadeira
- Melhorias:
 - Nota de laboratório é válida
 - Quem quer melhorar laboratório, tem de fazer exame

Informação

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/tem23645/2013-2014/2-semester>



The screenshot displays the Fenix system interface for the course 'Termodinâmica e Estrutura da Matéria' (TEM 23645) in the 2nd semester of 2013-2014. The interface includes a header with the 'TÉCNICO LISBOA' logo and a search bar. A navigation menu at the top lists 'Início', 'Aluno', 'Docente', 'Não Docente', 'Candidato', 'Internacional', and 'Alumni'. A left sidebar contains a menu with options: 'PÁGINA INICIAL', 'AGRUPAMENTOS', 'ANÚNCIOS', 'AVALIAÇÃO', 'BIBLIOGRAFIA', 'HORÁRIO', 'MÉTODO DE AVALIAÇÃO', 'OBJECTIVOS', 'PESQUISA DE CONTEÚDOS', 'PLANEAMENTO', 'PROGRAMA', 'RESULTADOS GUC', 'SUMÁRIOS', and 'TORNOS'. The main content area shows the course title 'Termodinâmica e Estrutura da Matéria (2.º Sem 2013/2014)', a link to 'LEGM - MEC', and the 'Corpo Docente' section listing three lecturers: Carlos Augusto Santos Silva (Responsável), João Alberto dos Santos Mendanha Dias, and João Pedro Carriho Espadana.

PROGRAMA

Conteúdos programáticos

1. Sistema termodinâmico. Trabalho e calor. Capacidade calorífica, calor específico e calor latente. Os estados da matéria. Transições de fase. Temperatura. Transmissão de calor: convecção, condução e radiação.
2. O gás perfeito. Teoria cinética dos gases. Temperatura e energia cinética. Calor específico a volume e a pressão constante. Calor específico dos sólidos. Gases reais: equação de Van der Waals.
3. Energia e Entropia. Os princípios da Termodinâmica. Transformações reversíveis e irreversíveis. Máquinas térmicas.
4. Física Estatística e Termodinâmica. Entropia e desordem. Postulados da Física Estatística. Distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann.
5. As bases da Física Quântica: radiação do corpo negro e a lei de Planck, efeito fotoelétrico. As ondas de matéria e as relações de incerteza de Heisenberg.
6. Estrutura da matéria: escalas de energia. Moléculas, átomos, núcleos e partículas. O spin e o princípio de exclusão de Pauli. Energia química e nuclear. As forças e partículas fundamentais do Universo.
7. Aplicações tecnológicas: Semicondutores e a electrónica moderna. Plasmas e fusão nuclear. Emissão estimulada e lasers. Nanotecnologia.

Programa 2013-2014

Semana	Mês	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Topico	Aula I	Aula II	Observações
1		17	18	19	20	21	22	23	Conceitos base	Apresentação	Temperatura	
2	Fevereiro	24	25	26	27	28	1	2	Conceitos base	Calor	Calor específico	Topico 1
3		3	4	5	6	7	8	9	Gases Perfeitos		Gases ideais	Topico 2
4		10	11	12	13	14	15	16	Leis termodinamica	Lei 0	Lei I	Topico 2
5	Março	17	18	19	20	21	22	23	2 Lei	Entropia	2 Lei	Topico 3
6		24	25	26	27	28	29	30	Processos termodinamicos	Processos termodinamicos	Ciclo Carnot	Topico 3
7		31	1	2	3	4	5	6	Máquinas Térmicas	Rankine, brayton	Refrigeração	Topico 3
8		7	8	9	10	11	12	13	Transferência Calor	Cogeração	Princípios	Topico 3
9		14	15	16	17	18	19	20				Topico 3
10	Abril	21	22	23	24	25	26	27	Transferência Calor		Princípios	Topico 3
11		28	29	30	1	2	3	4	Transferência Calor	Condução	Convecção	Topico 4
12		5	6	7	8	9	10	11	Transferência Calor	Radiação	Radiação	Topico 4
13		12	13	14	15	16	17	18	Fisica Quantica	Radiação corpo negro	Efeito foto-electrico	Topico 5
14	Maiο	19	20	21	22	23	24	25	Estrutura materia	Modelo Atomo	Energia Física e Nuclear	Topico 6
15		26	27	28	29	30	31	1	Aplicações	Sistemas AVAC	RCCTE/RSECE	Topico 7

Bibliografia

- **Principal**

- *Physics for Scientists and Engineers*

- R. A. Serway, J. W. Jewett, 2004,
- ISBN: 0-53-440842-7

- *Introdução à Física*

- J.D. Deus et al, 2000,
- ISBN: 972-7730-35-3

- *Fundamentals of Physics*

- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, 2004,
- ISBN: 0-471-23231-9

- *Physics for Scientists and Engineers*

- P.A. Tipler, 2003,
- ISBN: 0-71-674389-2

- *Termodinâmica e Física da Estrutura da Matéria*

- Rui Manuel A. Dilão, 2011,
- ISBN: 978-972-592-317-7

Bibliografia

- **Secundária**

- *Physics: Calculus*

- E. Hecht, 2000,
 - ISBN: 0-534-39215-6

- *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*

- D.C. Giancoli, 2000,
 - ISBN: 0-13-021517-1

- *The Feynman Lectures on Physics*

- R. Feynman, 1970,
 - ISBN: 0-80-539065-0

Requisitos

- TEM tem 6 ECTS (150-180 horas num semestre)
 - 4,5 horas de aulas (13 semanas)
 - 4,5 horas de laboratório
 - **1** hora de estudo semanal (12 semanas)
 - 3 horas de teste/exame
 - 16 horas de estudo para o exame (21 dia)

83 horas no total

Requisitos





- TEM tem 6 ECTS (150-180 horas num semestre)
 - 4,5 horas de aulas (13 semanas)
 - 4,5 horas de laboratório
 - **7** horas de estudo semanal (12 semanas)
 - 3 horas de teste/ exame /
 - 16 horas de estudo para o exame (2 dia)

156,5 horas no total








QUC

(Qualidade da Unidade Curricular)





Resultados relativos à Docência: Carlos Augusto Santos Silva

Tipo de aula	Assiduidade dos alunos	Proveito da aprendizagem presencial	Capacidade pedagógica	Interação com os alunos
Teórica	 (-)	 (-)	 (-)	 (-)

Resultados gerais da UC

Curso	Carga de trabalho	Organização da UC	Avaliação da UC	Docência da UC
LEGM				
MEC				

Legenda:  Excelente  Muito bom  Regular  A melhorar  Inadequado  Sem representatividade

Carga de trabalho:  De acordo com o previsto  Acima do previsto  Abaixo do previsto  Sem representatividade

QUC – Resultados do docente

7. Capacidade pedagógica



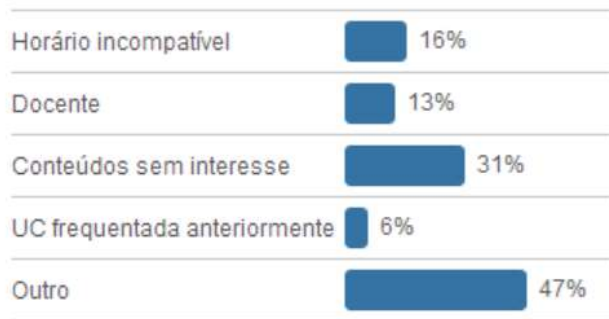
8. Interação com os alunos



QUC – Resultados detalhados da UC

Os estudantes que reportaram baixa assiduidade (<50%) às aulas justificaram com:

Nº de respostas: 32



Para os alunos que indicaram baixa carga de trabalho, a razão deveu-se a:

Nº de respostas: 17



6. Proveito da aprendizagem presencial



QUC – Resultados detalhados da UC

	N	MEDIANA		DISCORDO TOTALMENTE								CONCORDO TOTALMENTE
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.2 Os conhecimentos anteriores foram suficientes para o acompanhamento desta UC	15	9		7%	13%	27%		53%				
1.3 Caracterização do nível de importância que atribui aos meios de estudos, quando utilizados, nesta UC:	N	MEDIANA	NÃO SE APLICA	NADA IMPORTANTE								MUITO IMPORTANTE
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.3.1 Assistir às aulas teóricas/seminário	15	7	0	7%	13%	7%	13%	13%	20%		27%	
1.3.2 Assistir às aulas de problemas	15	9	0	13%		13%	20%		53%			
1.3.3 Assistir às aulas de laboratório	15	8	0	7%	13%	33%			47%			
1.3.4 Bibliografia sugerida	15	8	3	8%	8%	8%	8%	17%	25%		25%	
1.3.5 Apontamentos e outros documentos do professor	15	8	1	7%	7%	14%	29%		43%			
1.3.6 Apontamentos e outros documentos do aluno	15	8	5	10%	10%	40%			40%			
1.3.7 Outra informação acessível publicamente	15	8	3	8%	8%	17%	25%		42%			

QUC – Resultados detalhados da UC

4. A UC contribuiu para a aquisição e/ou desenvolvimento das competências

	N	MEDIANA	NÃO SABE	NÃO SE APLICA	DISCORDO TOTALMENTE								CONCORDO TOTALMENTE
					1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.1 Desenvolver o conhecimento e compreensão do tema	15	8	1	1	8%	39%			23%		31%		
4.2 Aumentar a capacidade de aplicar o conhecimento adquirido sobre o tema	15	8	1	1	23%		23%		31%			23%	
4.3 Desenvolver o sentido crítico e a capacidade de reflexão sobre o tema	15	8	1	1	15%		31%			15%		39%	
4.4 Promover a capacidade de cooperação e comunicação	15	7	1	2	8%	25%		8%	17%		25%		17%
4.5 Aumentar a capacidade de aprendizagem autónoma	15	7	1	1	23%		31%			8%	39%		
4.6 Aprofundar a capacidade de análise sobre as implicações do tema no contexto social e profissional	15	8	1	2	8%	25%		33%			33%		

Opinião Delegados

2º Semestre - 2012/2013

QUC - Relatório de Delegado

Termodinâmica e Estrutura da Matéria (TEM2364) - LEGM (2º Semestre 2012/2013)

Comentários globais dos estudantes do 2º ano de LEGM através do seu representante ao funcionamento da UC.

Avaliação Global da Disciplina

Pontos fortes	UC bem estruturada
Pontos fracos	Aulas pouco dinâmicas
Comentários/sugestões gerais	continuar

QUC - Relatório de Delegado

Termodinâmica e Estrutura da Matéria (TEM2364) - MEC (2º Semestre 2012/2013)

Comentários globais dos estudantes de MEC através do seu representante ao funcionamento da UC.

Avaliação Global da Disciplina

Pontos fortes	Não respondido
Pontos fracos	Não respondido
Comentários/sugestões gerais	Não respondido

INTRODUÇÃO À TERMODINÂMICA

A força do calor...

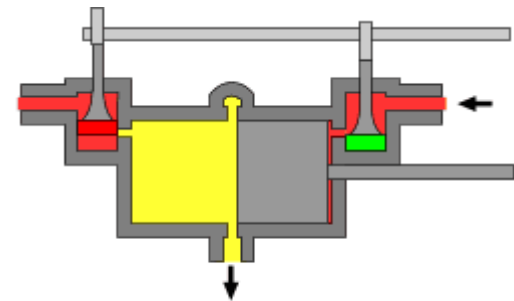
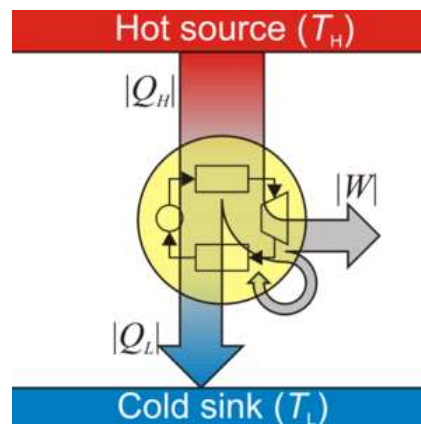
- Do grego *therme* (calor) e *dynamis* (força)
 - A capacidade de corpos quentes produzirem trabalho



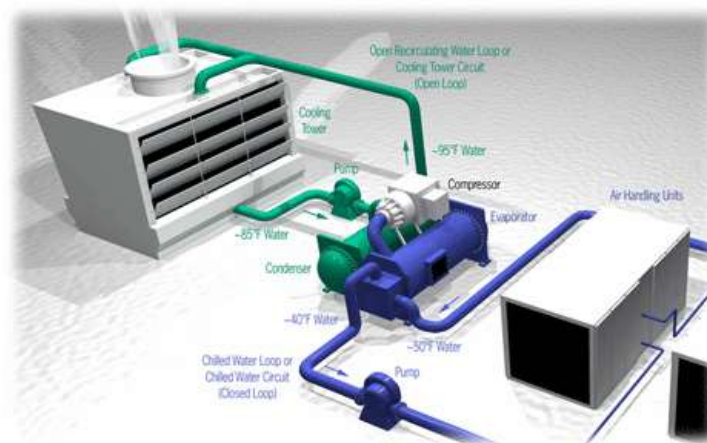
Sadi Carnot
(1796-1832)

Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance

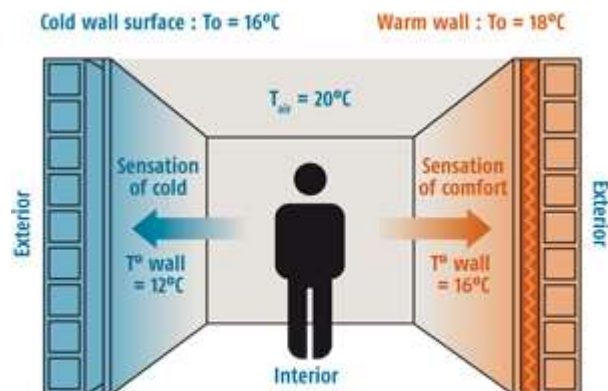
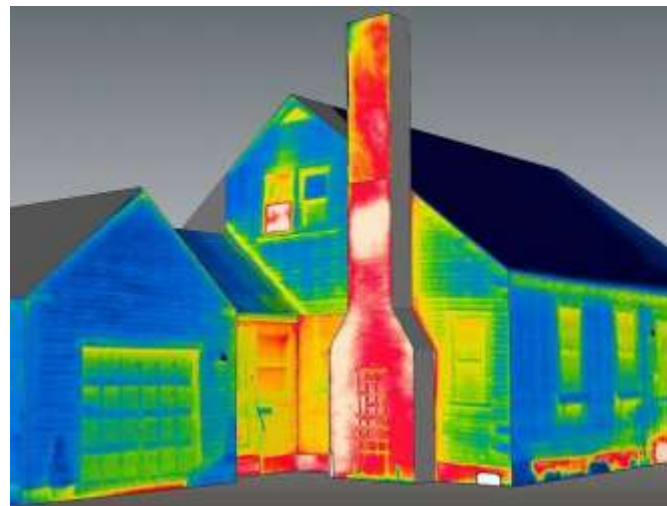
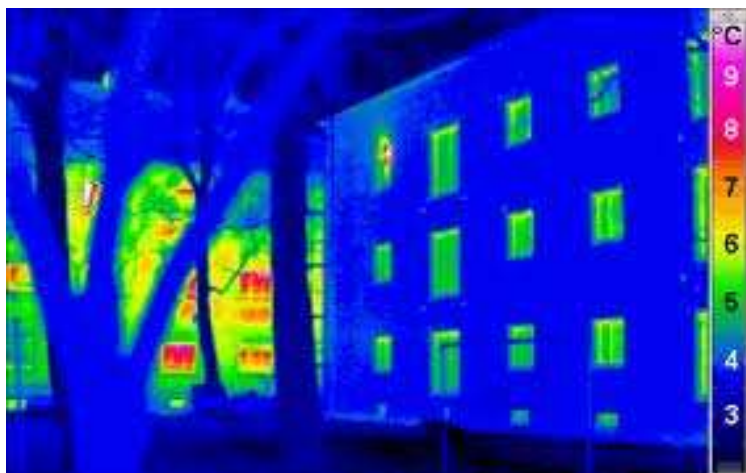
*Reflexões sobre a potência motriz do fogo e sobre as
máquinas que desenvolvem este poder*



Climatização



Conforto Térmico



The thermal comfort temperature depends on air temperature and wall temperatures.

