

NCE/14/01391 — Decisão de apresentação de pronúncia - Novo ciclo de estudos

Decisão de Apresentação de Pronúncia ao Relatório da Comissão de Avaliação Externa

1. Tendo recebido o Relatório de Avaliação/Acreditação elaborado pela Comissão de Avaliação Externa relativamente ao novo ciclo de estudos Engenharia Física
2. conferente do grau de Mestre (MI)
3. a ser leccionado na(s) Unidade(s) Orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.)
Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)
4. a(s) Instituição(ões) de Ensino Superior / Entidade(s) Instituidora(s)
Universidade Nova De Lisboa
5. decide: Apresentar pronúncia
6. Pronúncia (Português):
Agradece-se a consulta do documento PDF anexo.
7. Pronúncia (Português e Inglês, PDF, máx. 150kB): (impresso na página seguinte)

Anexos

Transcreve-se a azul as recomendações do relatório preliminar, sobre as quais nos pronunciamos a preto.

12.3. Condições (se aplicável):

Recomendações:

1. Enumeração e justificação detalhada das alterações propostas (incluindo objetivos gerais, etc)

As alterações propostas não alteram os objetivos gerais do curso. Estas alterações resultam de 3 anos de experiência vivida após implementação do “perfil curricular FCT” de 30 anos de experiência na formação em Engenharia Física. Esta nova proposta é mais adequada à missão e objetivos declarados, que se traduz num reforço de competências nas áreas de Projecto, Informática, Instrumentação e de Física Atómica e Física Molecular em detrimento de “Opções” anteriormente oferecidas por outros departamentos, no âmbito de outros cursos de Mestrado, que têm sido sistematicamente vedadas aos estudantes do MIEF por excesso de inscrições. Aproveitou-se também para resolver situações pontuais, tais como a existência de 8 UC planeadas para o 9º semestre. Sendo que o total de rearranjos envolve uma alteração total significativa, tal só poderia ser efectuada no âmbito da figura de “novo ciclo de estudos”.

2. Revisão dos conteúdos de TODAS as disciplinas, no âmbito de uma justificação adequada das diferenças que devem existir entre Unidades Curriculares de 3 e 6 ECTS

TODAS as disciplinas viram o seu conteúdo revisto, em particular aquelas mencionadas ao longo do relatório:

“... (Ótica ; Nano Física) têm conteúdos que nos parecem demasiado extensos...”

“... UCs com 3 ECTS com conteúdos aparentemente desajustados (ver ponto 3.2.5). Em geral, a atribuição de ECTS não é transparente. Por exemplo Tecnologia de Superfícies e Interfaces e Ótica não diferem nem na escolaridade, nem no tipo de avaliação de outras unidades como dobro dos ECTS...”

Efectivamente encontramos alguns lapsos nas fichas de disciplinas enviadas, sendo que agora enviamos a mesmas devidamente corrigidas:

- Ótica: redução da carga horária de PL:28h para PL:14h e redução dos conteúdos que migram para Eletromagnetismo Avançado
- Nanofísica: redução da carga horária para T:28h; TP:0; PL:14h com clarificação de 2 trabalhos experimentais (em vez de 2 ou 4). Há transição de conteúdo para a Microelectrónica.
- Tecnologia de Superfícies e Interfaces: redução de carga horária, de um total de T:14h; PL:42h para T:14h; PL:28h com redução de conteúdos que migram para Microelectrónica

“... duas UC em Física Atómica e Física Molecular com (12 ECTS) sem a mínima atenção aos desenvolvimentos mais importantes nestas áreas (arrefecimento de feixes atómicos e moleculares, redes óticas condensação de Bose-Einstein). “

A condensação de Bose Einstein é abordada na UC de Física Estatística, como consta na ficha curricular. O arrefecimento de feixes passou a integrar os conteúdos de Física Atómica, cuja sugestão agradecemos. Uma nova ficha de disciplina de Física Atómica é também agora enviada, refletindo estas alterações de conteúdo.

3. Coordenação dos conteúdos e exploração de sinergias com outros MIs da UNL

A introdução da UC de *Microelectrónica* é um dos exemplos não evidenciados mas reais resultantes do esforço de procura de sinergias. Esta UC existia já como obrigatória para o Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais e veio substituir (complementando o conteúdo) a UC de Tecnologia de Micro e Nanotecnologias, que funcionava em exclusivo para MIEF.

A coordenação de conteúdos com outros MI é extensa, sendo que presentemente apenas cerca de 1/3 (96 dos 300 ECTS) correspondem a UC ministradas em exclusivo a MIEF.

O anterior plano incluía 3 grupos de “Opções” que foram eliminados. Nas UC constantes desses grupos de opções os conteúdos e os planeamentos não estavam coordenados com outros MI da UNL. Era pois frequente que por dificuldades de planeamento antecipado os alunos de MIEF vissem as suas inscrições rejeitadas nas UC desejáveis ou os conteúdos desajustados. No plano agora apresentado todo o encadeamento está planeado e coordenado antecipadamente, à excepção das designadas “Opções Livres” que são intrínsecas ao “perfil curricular FCT”.

4. Colaboração e exploração de sinergias com Instituições externas, académicas ou não

Concordamos que actualmente a colaboração com instituições externas é residual. Proporcionamos algumas visitas de estudo e alguns estágios em empresas na UC de UPOP. Salienta-se que estamos a promover diligências com vista a alargar essas colaborações.

The preliminary report recommendations are transcribed in blue, while we pronounce in black color.

12.3. Conditions (if applicable):

Recommendations:

1. List and detailed justification of the proposed changes (including general objectives, etc.)

The proposed changes do not alter the general objectives of the course. They are the result of 3 years of experience lived after implementation of the "curricular profile FCT" and 30 years of training in Engineering Physics: this new proposal is more appropriate to the mission and stated objectives making a reinforcement of skills in the areas of Project, Computation, Instrumentation and Atomic Physics and Molecular Physics at the expense of "options" that proved non-options because students were systematically to see their entries rejected in preferred CU, and a pack of issues such as the existence of 8 UC planned for the 9 semester. And the total rearrangements involves a significant overall change, it is the figure of "new - course of study" the proposed amendment falls.

2. Full revision of the syllabus of all disciplines, with a detailed justification of differences between CUs with 3 and 6 ECTS

ALL subjects saw their content revised, particularly those mentioned throughout the report:

"... (Optics, Nano Physics) have content that seem too long ..."

"... CUs with 3 ECTS with seemingly misfits content (see paragraph 3.2.5). In general, the allocation of ECTS is not transparent. For example Surfaces and Interfaces Technology and Optics not differ neither in education nor in the type of evaluation of other units with double the ECTS ..."

Actually we found some lapses in some discipline maps as they were sent, and now we make these necessary corrections:

- Optics: reducing the workload of PL: 28h to PL: 14h and reduction of content that migrate to Advanced Electromagnetism
- Nanophysics: reduced workload for T: 28h; TP: 0; PL: 14h to clarify two experimental work (instead of the 2 or 4). There was some content migrated to Microelectronics.
- Surface Technology and Interfaces: reduction of working hours, a total of T: 14h; PL: 42h to T: 14h; PL: 28h with content reduction migrating to Microelectronics

"... Two CU in Atomic and Molecular Physics Physics with (12 ECTS) without the slightest attention to the most important developments in these areas (cooling of atomic and molecular beams, optical networks condensation Bose Einstein)."

The Bose Einstein is addressed in Statistical Physics, as stated in the course record. The cooling beams joined the Atomic Physics of contents, whose suggestion we appreciated. A new course record is now sent for this CU.

3. Coordination of content and exploring synergies with other IMs UNL

The introduction of Microelectronics is one example not shown but real in such a new synergy: This course has existed as mandatory for the Master in Materials Engineering and now replaces (complementing content) Micro Technology and Nanotechnology, which operated exclusively for MIEF.

Coordination of content with other IM is extensive, and currently only about 1/3 (96 of 300 ECTS) correspond to UC taught exclusively to MIEF.

The previous plan included three groups of "options" that were eliminated. In the UC contained in those groups of options content and schedules were not coordinated with other IM. MIEF students often saw their applications rejected in the chosen UC due to planning difficulties or an unfit content. This plan now presented all planned in advance and coordinated, with the exception of designated "Free options" that are intrinsic to the "curricular profile FCT".

4. Collaboration and exploitation of synergies with external institutions, academic or not

We agree that the current collaboration with external institutions is residual. We provide some study visits and some internships in companies in the CU UPOP. We are promoting steps in order to extend these collaborations.

ANEXO I

Plano de estudos
Mestrado Integrado em Engenharia Física

1.º Ano/1.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contac Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Análise Matemática I B / Mathematical Analysis I B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:42	6	Obrigatória/ Mandatory
Algebra Linear e Geometria Analítica B / Linear Algebra and Analytic Geometry B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Introdução à Física Experimental / Introduction to Experimental Physics	F	Semestral/ Semester	84	PL:42	3	Obrigatória/ Mandatory
Introdução à Programação B / Introduction to Programming B	I	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória/ Mandatory
Química Geral / General Chemistry	Q	Semestral/ Semester	166	TP:56; PL:10,5	6	Obrigatória/ Mandatory
Competências Transversais para Ciências e Tecnologia	CC	Semestral/ Semester	80	TP:10; PL:50	3	Obrigatória/ Mandatory

1.º Ano/2.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contac Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Análise Matemática II B / Mathematical Analysis II B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Mecânica / Mechanics	F	Semestral/ Semester	168	T:42; TP:21; PL:21	6	Obrigatória/ Mandatory
Sistemas Lógicos / Logical Systems	EEC	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória/ Mandatory
Bases de Dados / Databases	I	Semestral/ Semester	168	TP: 42; PL:24	6	Obrigatória/ Mandatory
Probabilidades e Estatística E / Probability and Statistics E	M	Semestral/ Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/ Mandatory

2.º Ano/3.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contac Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Análise Matemática III B / Mathematical Analysis III B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Desenho Técnico / Technical	EMc	Semestral/	84	TP:56	3	Obrigatória/

Draw ing		Semester				Mandatory
Eletr magnetismo / Electromagnetism	F	Semestral/ Semester	168	T:42; TP:14; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Termodinâmica / Thermodynamics	F	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:42	6	Obrigatória/ Mandatory
Unidade Curricular do Bloco Livre A / Unrestricted Elective A	QAC	Semestral/ Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society	CHS	Semestral/ Semester	80	TP:32; S:8	3	Obrigatória/ Mandatory

2.º Ano/4.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contac Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Análise Matemática IV B / Mathematical Analysis IV B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Cálculo Numérico / Numerical Analysis	M	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Eletrotécnica Geral / General Electrical Engineering	EEC	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Vibrações e Ondas / Vibrations and Waves	F	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Eletr magnetismo Avançado / Advanced Electromagnetism	F	Semestral/ Semester	84	TP:42	3	Obrigatória/ Mandatory
Projeto de Iniciação / Initiation Project	EF	Semestral/ Semester	84	OT:28	3	Obrigatória/ Mandatory

3.º Ano/5.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contac Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Eletrónica / Electronics	EEC	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória/ Mandatory
Física Estatística / Statistical Physics	F	Semestral/ Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/ Mandatory
Mecânica Quântica / Quantum Mechanics	F	Semestral/ Semester	168	T:42; TP:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Métodos Matemáticos da Física / Mathematical Methods of Physics	F	Semestral/ Semester	168	TP:42	6	Obrigatória/ Mandatory
Ótica / Optics	EF	Semestral/ Semester	84	T:28; PL:14	3	Obrigatória/ Mandatory
Programa de Oportunidades	EF	Semestral/ Semester	80	OT:7	3	Optativa /

/ Opportunities Program		Semester			Optional
-------------------------	--	----------	--	--	----------

Grupo de Opções do Programa de Oportunidades/ Opportunities Program

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contac Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program	EF	Semestral/ Semester	80	OT:7	3	Optativa / Optional
Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program	EF	Semestral/ Semester	80	OT:7	3	Optativa / Optional

3.º Ano/6.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contac Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Eletrónica Aplicada / Applied Electronics	EF	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória/ Mandatory
Física Atómica / Atomic Physics	F	Semestral/ Semester	168	T:42; TP:14; PL:14	6	Obrigatória/ Mandatory
Microeletrónica / Microelectronics	MNt	Semestral/ Semester	168	TP:28; PL:56; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Física do Estado Sólido / Solid State Physics	F	Semestral/ Semester	168	T:28; TP:14; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory
Física Nuclear / Nuclear Physics	F	Semestral/ Semester	164	T:28; PL:28	6	Obrigatória/ Mandatory

4.º Ano/7.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Criogenia / Cryogenics	EF	Semestral / Semester	84	TP:28	3	Obrigatória/ Mandatory
Economia Industrial / Industrial Organization	CHS	Semestral / Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/ Mandatory
Física Molecular / Molecular Physics	F	Semestral / Semester	168	T:42; TP:14; PL:14	6	Obrigatória/ Mandatory
Nanofísica / Nanophysics	EF	Semestral / Semester	84	T:28; PL:14	3	Obrigatória/ Mandatory
Técnicas de Espectroscopia / Spectroscopic Techniques	EF	Semestral / Semester	84	TP:28	3	Obrigatória/ Mandatory
Empreendedorismo /	CC	Semestral /	80	TP:45	3	Obrigatória/

Entrepreneurship		Semester				Mandatory
Instrumentação Analógica / Analog Instrumentation	EF	Semestral / Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory

4.º Ano/8.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Ensaio Destrutivos e não Destrutivos / Destructive and Nondestructive Testing	EMc	Semestral / Semester	84	T:14; PL:28	3	Obrigatória / Mandatory
Instrumentação Digital / Digital Instrumentation	EF	Semestral / Semester	168	T:14; PL:56	6	Obrigatória / Mandatory
Unidade Curricular do Bloco Livre B / Unrestricted Elective B	QAC	Semestral / Semester	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Obrigatória / Mandatory
Tecnologia de Superfícies e Interfaces / Technology of Surfaces and Interfaces	EF	Semestral / Semester	84	T:14; PL:28	3	Obrigatória / Mandatory
Física dos Novos Materiais / Physics of the New Materials	EF	Semestral / Semester	84	TP: 28	3	Obrigatória / Mandatory
Tecnologia de Vácuo e de Partículas Carregadas / Vacuum Technology and Charged Particles	EF	Semestral / Semester	168	T:14; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory
Lasers / Lasers	EF	Semestral / Semester	84	T:14; PL:28	3	Obrigatória / Mandatory

5.º Ano/9.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Aplicações Avançadas de Instrumentação /	EF	Semestral / Semester	168	T:28; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory
Preparação da Dissertação / Master Thesis Preparation	EF	Semestral / Semester	168	S:28; OT:14	6	Obrigatória / Mandatory
Simulação e Modelação Computacional em Engenharia Física / Models and Computational Simulation	EF	Semestral / Semester	168	TP:42	6	Obrigatória / Mandatory
Técnicas de Caracterização de Materiais e de Superfícies / Techniques for Characterization	EF	Semestral / Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory
Técnicas Experimentais de Física Molecular / Experimental Techniques on Molecular Physics	EF	Semestral / Semester	84	TP:28	3	Obrigatória / Mandatory

Opção I / Option I	EF	Semestral/ Semester	84	TP:42	3	Optativa / Optional
--------------------	----	------------------------	----	-------	---	------------------------

Grupo de Opção I / Option I

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contac Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Fotónica / Photonics	EF	Semestral/ Semester	84	TP:42	3	Optativa / Optional
Ótica não-linear / Nonlinear Optics	EF	Semestral/ Semester	84	TP:42	3	Optativa / Optional

5.º Ano/10.º semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contac Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations
Dissertação em Engenharia Física / Master Thesis in Physical Engineering	EF	Semestral/ Semester	840	OT:28	30	Obrigatória/ Mandatory

Anexo 2

Fichas das Unidades Curriculares

Unidade curricular / Curricular Unit
Nome: <i>Física Atómica / Atomic Physics</i>
Docente responsável e respetivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo): Responsible academic staff member and lecturing load in the curricular unit (fill in the fullname):
Nome: <i>José Paulo Moreira dos Santos – T: 42 h; – PL: 28 h</i>
Outros docentes que lecionam a unidade curricular e respetivas horas de contacto na unidade curricular: Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:
Nomes: <i>Mauro António Moreira Guerra – PL: 28 h</i> <i>José Paulo Santos e Pedro Manuel Duarte Gonçalves Amaro – TP: 28 h</i> <u><i>Nota: Considera-se que um semestre tem 14 semanas de aula.</i></u>
Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
<i>O objetivo deste curso é proporcionar aos alunos fundamentos sólidos de Física Atómica. No final desta UC o estudante estará apto:</i> <ul style="list-style-type: none">- <i>A compreender os fenómenos físicos que se desenrolam a nível atómico, tais como as excitações eletrónicas que originam a emissão luz e de outros eletrões;</i>- <i>A tratar a informação constante em bibliografia (monografias, livros e artigos científicos) da área da Física Atómica.</i>- <i>A aprofundar a tecnologia que está na base da instrumentação utilizada correntemente em vários campos da Física, da Química, da Biologia e da Medicina.</i>
Learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
<i>The purpose of this course is to provide students with solid fundamentals of atomic physics. At the end of this course the student will be able:</i> <ul style="list-style-type: none">- <i>To understand the physical phenomena that take place at atomic level, such as electronic excitations that generate light and the emission of other electrons;</i>- <i>To understand the information contained in literature (monographs, books and scientific articles) about Atomic Physics.</i>- <i>To develop technology that underlies the instrumentation currently used in various fields of physics, chemistry, biology and medicine.</i>
Conteúdos programáticos:
<i>1. Revisão dos fundamentos da Mecânica Quântica</i> <i>2. Sistemas atómicos com um eletrão</i> <i>3. Ação de campos magnéticos externos</i> <i>4. Sistemas atómicos com dois eletrões</i> <i>5. Átomos multieletrónicos</i> <i>6. Correções à aproximação do campo central</i> <i>7. Transições radiativas e não radiativas</i> <i>8. Fluorescência de raios X e espectroscopia de plasmas</i> <i>9. Átomos Exóticos</i> <i>10. Lasers</i>

11. Arrefecimento de feixes atômicos

12. Relógios atômicos

Syllabus:

1. Review of the foundations of Quantum Mechanics
2. Atomic systems with one electron
3. Influence of external magnetic fields in atomic systems
4. Atomic systems with two electrons
5. Atomic systems with several electrons
6. Corrections to the central field approximation
7. Radiative and radiationless transitions
8. X-Ray fluorescence and plasma spectroscopy
9. Exotic atoms
10. Lasers
11. Cooling of atomic beams
12. Atomic clocks

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular.

A unidade curricular inicia-se com uma revisão dos conceitos basilares da mecânica quântica. Seguidamente é discutido o átomo de hidrogénio e iões hidrogenóides, dando-se ênfase à importância momento angular na descrição do sistema atômico sob a ação de campos externos. Posteriormente serão estudados os sistemas atômicos com dois eletrões, numa perspetiva de preparação do estudo dos sistemas atômicos com mais do que 2 eletrões. Estes sistema serão abordados focando a importância das consequências decorrentes da aproximação do campo central.

Na segunda parte do semestre serão aplicados os conhecimentos e valências adquiridos anteriormente no estudo de transições atômicas radiactivas e não-radiativas, nomeadamente na fluorescência de raios-X. Posteriormente serão discutidos e os átomos exóticos, os lasers e o arrefecimento de feixes atômicos e relógios atômicos na perspetiva casos concretos de aplicação.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

The course begins with a review of basic concepts of quantum mechanics. Afterwards, it is discussed hydrogen atom and hydrogenic ions, giving emphasis to the importance of the angular momentum in the description of atomic system under the action of external fields. Later, are studied atomic systems with two electrons will be with a view to preparing the study of atomic systems with more than two electrons. These systems are discussed within the framework of the central field approximation.

In the second part of the semester it will be applied the knowledge previously acquired in the study of atomic radiative transitions, namely the fluorescence X-rays will be applied. Later we will discuss the exotic atoms, lasers, cooling of atomic beams and atomic clocks in the perspective of case studies.

Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular está dividida numa componente teórica e numa componente prática de problemas e laboratórios. As aulas teóricas serão ministradas em duas sessões com a duração de uma hora e trinta minutos, e incluem quatro momentos de avaliação no âmbito de uma avaliação contínua. Nas aulas práticas serão discutidos problemas e realizados trabalhos experimentais com o objetivo de verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e de desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação.

Teaching methodologies (including evaluation):

The course is divided in lectures, problem solving and laboratory demonstrations. The lectures will be held in two sessions each week, lasting one hour and thirty minutes and include four assessment tests.

The problem solving and laboratory demonstrations will be delivered once a week, lasting 1 hour and 1 hour and half, respectively. These sessions aim the discussions and verification of the physical phenomena introduced in the lectures, and the development of experimental and laboratory skills. The students will produce reports about each laboratory work.

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que incluem a discussão de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é verificado por meio de questionários orais, e escritos se necessário, sobre a matéria lecionada na aula anterior e na própria aula, assim como no horário de atendimento.

As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo e nas aulas práticas através da observação e análise de alguns dos problemas. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas e nos relatórios dos trabalhos de laboratório.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes:

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lectures, which include discussion of problems. The acquisition of such knowledge is assessed in written tests (tests / exams). The monitoring of students in lectures is verified through oral quizzes, written and if necessary, on the material taught in lectures.

The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: in lectures through analysis and discussion of problems and laboratory sessions through observation and analysis of some of the problems. The assessment of these skills is ensured by written tests and reports of laboratory work.

**Bibliografia principal:
Main Bibliography:**

Capítulos dos livros de: / Book chapters from: B. H. Brandesen and C. C. Joachain, Physics of Atoms and Molecules, Prentice Hall (2002). H. Haken e H. C. Wolf, The physics of atoms and quanta: introduction to experiments and theory, Springer Verlag, Berlin (2005). José Teixeira Dias, Química Quântica, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (1982).

Unidade curricular / Curricular Unit

Nome: **Nanofísica / Nanophysics**

**Docente responsável e respetivas horas de contacto na unidade curricular
(preencher o nome completo):**

Responsible academic staff member and lecturing load in the curricular unit (fill in the fullname):

Nome: **Ana Cristina Gomes da Silva - T: 28h; TP: 0h; PL: 14h**

Outros docentes que lecionam a unidade curricular e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

Nomes:
n/a

Nota: Considera-se que um semestre tem 14 semanas de aula.

**Objetivos de aprendizagem
(conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O cerne da nanociência é a física mesoscópica. A palavra "meso" reflecte o facto de que o tamanho dos

sistemas em questão está situado entre a escala atômica e a escala sub-microscópica. Em particular, inclui os sistemas dominados pelos processos quânticos elementares (a física mesoscópica é baseada na teoria quântica).

O curso visa uma introdução aos princípios básicos da nanofísica permitindo trabalhar em pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia. Os alunos irão aprender princípios básicos da física de sistemas nanométricos. Além de elucidar os conceitos teóricos básicos, será muito explorada a aplicação a tecnologias inovadoras.

**Learning outcomes of the curricular unit
(knowledge, skills and competences to be developed by the students):**

The heart of nanoscience is mesoscopic physics. The word "meso" reflects the fact that the size of the systems under consideration is located between microscopic (atoms) and macroscopic scales. In particular, it includes the systems dominated by elemental quantum processes (mesoscopic physics is based upon quantum theory).

The course aims at an introduction to basic principles of nanophysics allowing working in research and development in nanotechnology. Students will learn basic principle of physics of nanometer-size systems with a focus on basic physical phenomena. In addition to elucidating the basic theoretical concepts, main application to innovative technologies, will be discussed.

Conteúdos programáticos:

Técnicas fundamentais de Nanotecnologia. Leis de escala. Dos Micro-aos Nanodispositivos. Comportamento Quântico do Nano-Mundo. Constante de Hamaker e forças de van der Waals. Densidade de estados eletrônicos em nano-estruturas. Monocamadas auto-organizadas e micelas. Agregados moleculares. Números mágicos. Confinamento e Transporte Eletrônico em Nano-Estruturas. Poços quânticos, fios quânticos e pontos quânticos. Microscopias de Varrimento Próximo. Microscopia de Efeito Túnel. Modos de operação STM. Microscopia AFM. Modos estáticos de operação AFM. Microscopia FFM e atrito local. Modos dinâmicos de operação AFM. Modelos físicos da operação estática e dinâmica. Sondas AFM e sua caracterização. Espectroscopia Óptica à Nano-Escala Nanomanipulação por SPM.

Syllabus:

Evolution of Nanotechnology. From Micro- to Nano-devices The Quantum Nanoworld. Nano-Oscillators Confinement and Electronic Density of States. Artificial Atoms, Excitons, Quantum Corrals, Plasmons From Quantum Wells to Quantum Dots. Cohesion, Van der Waals Forces and Hamaker Constant Self-Organization in Nanofilms and Micelles Atomic and Molecular Clusters Positional Uncertainty in Nano-Oscillators. Electronic Transport in Nanostructures Quantum Conductance Scanning Probe Microscopies Operation Modes in Scanning Tunneling Microscopy Operation Modes in Atomic Force Microscopy Physical Models of Static and Dynamic Operation SFM Variants: EFM, MFM e CFM. AFM Probes. Optical Spectroscopy at the Nano-Scale Nano-indentations and contact junctions. Nanowires

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular.

Os alunos são incentivados a identificar as grandezas, leis e conceitos envolvidos em fenômenos naturais e em aplicações de engenharia, a nível nanométrico, resolver problemas, trabalhar em grupo e familiarizarem-se no laboratório com técnicas de microscopia de sonda próxima, em particular, STM e AFM.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

Students are encouraged to identify the quantities, laws and concepts involved in natural phenomena and in engineering applications, at the nanometer level, solve problems, work in group and get familiar in the

lab with Scanning Probe Microscopic techniques, in particular STM and AFM.

Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas com utilização de Datashow. Aulas Teórico-Práticas com participação dos alunos na resolução dos problemas. Aulas práticas com realização trabalhos experimentais e registo de resultados.

Disponibilização de um curso em Power Point no Clip

Avaliação Contínua: - Dois Testes : Efectuados no horário normal de aulas, sendo um a meio do semestre e outro no final. Classificados de 0 a 20 valores com arredondamento às décimas.

Dois trabalhos laboratoriais /Seminário: Executados em grupo. Entrega de folha de registo em cada aula de laboratório, por trabalho e por grupo.

Teaching methodologies (including evaluation):

Availability of the study material in the internet (Power Point) . 2 tests or final exam (consult of documentation is allowed in a part of them) graded from 0 to 20 (NT or NE)

2 lab demonstrations with measurements registration form and short report filled in the laboratory. (NL) Frequency: minimum laboratory grade 100 points (0-200 scale).

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

No final do curso os alunos devem ser capazes de descrever os fenómenos da vida quotidiana a nível nanométrico e fornecer algumas aplicações concretas.

Os componentes teóricos necessários para alcançar esses objetivos de aprendizagem são ensinados nas aulas, com o apoio adicional dos professores nas aulas e horários de atendimento. A aquisição do conhecimento é avaliada em testes e exames.

Os componentes práticos necessários para atingir os objectivos de aprendizagem são desenvolvidos em aulas teórico-práticas através da resolução de problemas-tipo, e em sessões de laboratório, através da observação, registo de amostras relevantes. A avaliação destes aspectos é assegurada na parte prática das provas escritas e também através da classificação dos relatórios das aulas experimentais. A frequência visa garantir que os estudantes acompanham a matéria e realizam o trabalho de laboratório, incluindo registo e interpretação dos resultados.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes:

At the end of the course students should be able to describe nanometer level phenomena of everyday life and provide some concrete manifestations and applications.

The theoretical components required to achieve these learning objectives are taught in lectures, with additional support from teachers in classes and opening hours. The acquisition of knowledge is assessed in tests and examinations.

The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in theoretical-practical classes through analysis and discussion-type problems, and in laboratory sessions through observation and analysis of some of the fundamental problems and phenomena. The assessment of these skills is ensured in the practical part of the written tests and also in reports of experimental classes. The frequency plan to ensure that students follow the matter contents and carry out laboratory work including registration and interpretation of results.

Bibliografia principal:

Main Bibliography:

Nanotechnology, Course in Power Point available, Ana G. Silva and Rui Lobo - Nanotecnologia e Nanofísica: Conceitos de Nanociência Moderna autor: Rui Lobo, Escolar Editora (Lisboa, 2009)
Nanotechnology, Understanding Small Systems, CRC Press, 2007 Nanophysics and Nanotecnologia, An introduction to Modern Concepts in Nanoscience, Wiley-VCH (2004)-Nanotechnology (journal from IOP)
-Handbook of Nanotechnology, B. Bhushan, Springer

Unidade curricular / Curricular Unit

Nome: **Ótica / Optics**

**Docente responsável e respetivas horas de contacto na unidade curricular
(preencher o nome completo):**

Responsible academic staff member and lecturing load in the curricular unit (fill in the fullname):

Nome: **Yuri Fonseca da Silva Nunes - T: 28h; PL: 14h**

Outros docentes que lecionam a unidade curricular e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

Nomes:

n/a

Nota: Considera-se que um semestre tem 14 semanas de aula.

**Objetivos de aprendizagem
(conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Descrever com rigor, conceitos, leis e fenómenos fundamentais relevantes para a óptica.

Executar processos de pesquisa documental e estudo orientado para o planeamento e execução de procedimentos.

Planear, elaborar e executar procedimentos conducentes a objetivos experimentais.

Aplicar os conhecimentos de Óptica e na modelação de fenómenos, processos e mecanismos relacionados.

Resolver questões nos domínios da Óptica aplicada, determinando ou medindo grandezas, realizando cálculos e estimativas usando expressões.

Elaborar e apresentar, textos descritivos e relatórios, com rigor, clareza e concisão, do ponto de vista da Óptica quando aplicada aos processos e fenómenos relacionados.

**Learning outcomes of the curricular unit
(knowledge, skills and competences to be developed by the students):**

Accurately describe, concepts, laws and fundamental phenomena relevant to optics. Run processes of documentary research and oriented study; planning and implement procedures. Plan, develop and implement procedures leading to experimental goals.

Apply knowledge of Optics to modeling of phenomena, processes and mechanisms related.

Solve issues in the fields of applied optics, determining or measuring quantities, performing calculations and evaluate using expressions.

Prepare and submit reports and descriptive texts with accuracy, clarity and brevity, from the point of view of optics when applied to processes and related phenomena.