



CICLO DE ESTUDOS CONDUCENTE AO GRAU

**MESTRE EM
ENGENHARIA DE MATERIAIS**

Instituto Superior Técnico

Março de 2006

Índice	1
	1
Introdução	2
A – Ciclo de estudos objecto de adequação	4
B – Objectivos visados pelos ciclos de estudos	5
C – Fundamentação do número de créditos atribuído a cada unidade curricular	7
D – Fundamentação do número total de créditos e da consequente duração dos ciclos de estudos	12
E – Demonstração da adequação da organização dos ciclos de estudos e metodologias de ensino	13
F – Análise comparativa entre a organização fixada para os ciclos de estudos e a de cursos de referência com objectivos similares ministrados no espaço europeu	19
G – Incorporação dos Resultados da Avaliação Externa	20
Tabelas	21
Anexo 1: Relatórios de Avaliação Externa	28

Introdução

A Licenciatura em Engenharia de Materiais tem como objectivo preponderante a formação de profissionais, com um conhecimento aprofundado dos Materiais utilizados em Engenharia, que disponham das capacidades adequadas para integrar e aplicar as diferentes tecnologias envolvidas na concepção, desenvolvimento e avaliação da qualidade e desempenho desses mesmos Materiais nas suas diversas aplicações.

Até 1970, o ensino de Materiais no Instituto Superior Técnico (IST) consistia na leccionação de uma disciplina anual obrigatória de Metalurgia Geral e Metalografia aos cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia de Minas e Engenharia Químico-Industrial, bem como de uma disciplina anual obrigatória de Siderurgia e outra de opção semestral apenas ao curso de Engenharia Químico-Industrial. Nesse ano, foi criada no IST (e também na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)) a licenciatura em Engenharia Metalúrgica, que foi assim a sexta licenciatura a ser criada no IST. Após duas reestruturações curriculares, em 1983 e 1994, surgiu o actual modelo da licenciatura em Engenharia de Materiais.

Desde que foi criado, o Departamento de Engenharia de Materiais do IST (DEMat) tem sido a unidade académica responsável pela formação de graduados e pós-graduados, sucessivamente, nas áreas de Engenharia Metalúrgica, de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, e de Engenharia de Materiais. Actualmente, existem no IST a Licenciatura em Engenharia de Materiais (LEMat) e o Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais. O DEMat colabora ainda no Mestrado de Engenharia de Materiais, que envolve as diversas Universidades Portuguesas com licenciaturas nesta área, e no Mestrado de Engenharia de Superfícies, com a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Em 2003, o DEMat pôs em funcionamento um Curso de Pós-graduação denominado “Materiais em Engenharia - Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança” com grande atractividade, decorrendo presentemente a 3ª edição do curso.

O DEMat possui um corpo docente qualificado com capacidades reconhecidas de ensino, investigação e desenvolvimento.

Nos últimos três anos, o DEMat têm empenhado os seus esforços no sentido de melhorar as condições dos laboratórios de ensino. A leccionação de aulas em laboratórios com equipamentos de qualidade, associado a um corpo docente qualificado, traduz-se num ensino de elevada qualidade.

A actual Licenciatura em Engenharia de Materiais do IST, com a duração de 5 anos, é acreditada pela Ordem dos Engenheiros, através do Colégio de Engenharia Metalúrgica e de Materiais e, tem vindo a ser avaliada pela Fundação das Universidades Portuguesas.

Apesar da relativamente fraca atractividade desta área do conhecimento, a LEMat aparece, no contexto nacional, particularmente bem posicionada, quer em termos quantitativos, quer qualitativos. Apesar de as condições de acesso mais restritivas, no ano lectivo 2005/2006 a LEMat preencheu o

numerus clausus, tendo metido praticamente tantos alunos como as Licenciaturas congéneres das Universidades de Aveiro e do Porto (que tinham numeri clausi superiores), e mais do que as das Universidades do Minho e Nova de Lisboa.

Nas especialidades de Engenharia Metalúrgica (1971-1983), Engenharia Metalúrgica e de Materiais (1983-1994) ou Engenharia de Materiais (desde 1994), licenciaram-se no I.S.T. 344 alunos, tendo os primeiros concluído a sua licenciatura no ano lectivo 1975/1976. A média foi, portanto, durante os últimos 29 anos de 11,9 licenciados por ano. Nos últimos 5 anos (de 2001 até à presente data) concluíram a Licenciatura em Engenharia de Materiais, no IST, 89 alunos, o que dá uma média de 17,8 licenciados por ano. Os licenciados em Engenharia de Materiais pelo IST têm grande capacidade de integração no mercado de trabalho, encontrando emprego numa vasta área de actividades, quer específicas de Ciência e Tecnologia de Materiais, quer horizontais, tais como Qualidade e Certificação, Ambiente, Reciclagem de Materiais, Optimização de Processos, Logística e Avaliação de Projectos.

A implementação do Processo de Bolonha em Portugal e o enquadramento legal que o regulamenta determinam a reestruturação das formações superiores no pressuposto da adequação a um novo modelo de formação e mobilidade com base no desenvolvimento de competências, que permitirão ao estudante uma maior gama de saídas profissionais em circunstâncias semelhantes às proporcionadas por outras instituições do espaço europeu. A Licenciatura em Engenharia de Materiais do IST necessitou de se adequar a este novo modelo.

O IST decidiu, à semelhança da maioria das Escolas do CLUSTER (*Consortium Linking Universities of Science and Technology for Education and Research*), organizar a formação em Engenharia de Materiais num modelo de estudos de dois ciclos (1º ciclo com a duração de 3 anos e 2º ciclo com a duração de 2 anos), conducentes, respectivamente, ao grau de Licenciado em Ciências de Engenharia de Materiais e ao grau de Mestre em Engenharia de Materiais. O presente documento foi elaborado nos termos do Decreto-Lei de Graus Académicos e Diplomas do Ensino Superior, de modo a conduzir ao processo de registo da adequação dos ciclos de estudo junto da Direcção-Geral do Ensino Superior.

A – Ciclo de estudos objecto de adequação

O documento, que agora se apresenta, foi elaborado tendo em vista a adequação da actual Licenciatura em Engenharia de Materiais (LEMat) do Instituto Superior Técnico ao Processo de Bolonha.

Conforme já foi referido na Introdução, a formação em Engenharia de Materiais do IST organizar-se-á num modelo de estudos em dois ciclos: 1º ciclo com a duração de 3 anos (6 semestres) e 2º ciclo com a duração de 2 anos (4semestres).

O plano curricular do 2º ciclo de Engenharia de Materiais do IST foi elaborado atendendo:

- a que a implementação do processo de Bolonha no IST, permite:
 - reestruturar o ensino de Engenharia de Materiais,
 - introduzir novas matérias resultantes da evolução do conhecimento e de inovações recentes, tendo em vista o aumento da atractividade desta área do conhecimento, não só em termos do número de alunos, mas também da qualidade dos mesmos,
 - renovar a abordagem de disciplinas consideradas tradicionais,
 - dar ênfase a uma maior componente laboratorial das aulas;
- à necessidade de harmonização, tendo em vista a mobilidade quer dentro da Escola, quer no espaço europeu, em particular, entre as escolas do CLUSTER (um dos resultados da cooperação inter-universitária no âmbito do consórcio é o reconhecimento mútuo de graus académicos, podendo os estudantes licenciados em qualquer uma das Universidades participantes ser admitidos nos Programas de Mestrado e Doutoramento de outra, em pé de igualdade com os estudantes locais);
- a que a Engenharia de Materiais constitui uma área transversal do conhecimento, habitualmente com um baixo número de alunos, pelo que foram introduzidas disciplinas leccionadas noutras licenciaturas do IST, tendo em vista a racionalização de meios quer materiais, quer humanos.

B – Objectivos visados pelos ciclos de estudos

O Decreto-Lei de Graus Académicos e Diplomas do Ensino Superior, apresentado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, consagra estas competências no ordenamento jurídico nacional. O artigo 15º inclui as competências referentes ao mestrado (2º ciclo):

“O grau de Mestre é conferido aos que demonstrem:

- a) Possuir conhecimentos e capacidade de compreensão a um nível que:

 - i) Sustentando-se nos conhecimentos obtidos ao nível do 1.º ciclo, os desenvolva e aprofunde;*
 - ii) Permitam e constituam a base de desenvolvimentos e ou aplicações originais, em muitos casos em contexto de investigação;**
- b) Saber aplicar os seus conhecimentos e a sua capacidade de compreensão e de resolução de problemas em situações novas e não familiares, em contextos alargados e multidisciplinares, ainda que relacionados com a sua área de estudo;*
- c) Capacidade para integrar conhecimentos, lidar com questões complexas, desenvolver soluções ou emitir juízos em situações de informação limitada ou incompleta, incluindo reflexões sobre as implicações e responsabilidades éticas e sociais que resultem ou condicionem essas soluções e esses juízos;*
- d) Ser capazes de comunicar as suas conclusões, e os conhecimentos e raciocínios a elas subjacentes, quer a especialistas, quer a não especialistas, de uma forma clara e sem ambiguidades;*
- e) Competências de aprendizagem que lhes permitam uma aprendizagem ao longo da vida, de um modo fundamentalmente auto-orientado ou autónomo.”*

O 2º ciclo de estudos em Engenharia de Materiais, conducente ao grau de Mestre em Engenharia de Materiais e com um mínimo de 120 créditos ECTS, deverá ter como principais objectivos:

- especialização em Engenharia de Materiais, de modo a formar *Engenheiros de Materiais* com capacidade de concepção e de integração conhecimentos (*conceptual engineering*);
- atrair alunos de outras formações ministradas no IST e noutras escolas;
- empregabilidade em serviços que requeiram competências específicas de 2º ciclo.

Tendo em vista cumprir estes objectivos o Plano Curricular do 2º ciclo foi elaborado introduzindo em cada um dos três semestres lectivos, 3 a 5 disciplinas obrigatórias onde serão ministrados conhecimentos aprofundados de diversas áreas de Engenharia de Materiais. Existem ainda disciplinas da área de Engenharia Mecânica, nomeadamente “Tecnologia Mecânica”, “Processos de Ligação” e “Desenvolvimento de Produto” e a competência transversal de “Gestão da Qualidade”. Em cada um dos três semestres lectivos os alunos terão ainda de escolher uma disciplina de “Opção”. Esta escolha será certamente feita pelos alunos com base nas saídas profissionais e outras motivações com que na altura serão confrontados, o que permitirá alguma especialização numa determinada área, apesar da não existência de perfis. Para além de disciplinas da responsabilidade do Departamento de Engenharia de Materiais, são oferecidas como “Opção” disciplinas da responsabilidade dos Departamentos de Engenharia Mecânica (“Desenvolvimento Sustentável”), Química e Biológica (“Engenharia de Células e Tecidos”) e Civil e Arquitectura (“Materiais de Construção”). As disciplinas “Desenvolvimento Sustentável” e “Materiais de Construção” terão a colaboração de docentes do Departamentos de Engenharia de Materiais.

A Dissertação/Projecto, com 42 créditos ECTS, decorre durante o 2º ano. Durante o 1º semestre o aluno contactará com as diversas técnicas de caracterização de materiais, que posteriormente, no 2º semestre, irá aplicar no trabalho conducente à elaboração da Dissertação, cuja discussão/defesa é obrigatória para atribuição do grau de Mestre em Engenharia de Materiais.

C – Fundamentação do número de créditos atribuído a cada unidade curricular

A legislação que regula a organização dos currículos resultantes da implementação do Processo de Bolonha, impõe que esta organização deverá ter como base o número de horas de trabalho do estudante (HT) medidas através de créditos (ECTS).

Assim, de acordo com o artigo 5º do DL 42/2005:

- ☐- o trabalho de um ano curricular, a tempo inteiro é fixado entre 1500 HT e 1680 HT e é cumprido num período de 36 a 40 semanas;
- ☐- o número de horas de trabalho do estudante (HT) a considerar inclui todas as formas de trabalho previstas, designadamente as horas de contacto e as horas dedicadas a estágios, projectos, trabalhos no terreno, estudo e avaliação;
- ☐- o número de créditos correspondente ao trabalho de um ano curricular realizado a tempo inteiro é de 60 ECTS.

Com base nestes parâmetros e adoptando para a formação em engenharia de materiais do IST um trabalho correspondente a 1680 horas por ano curricular, poder-se-á considerar que

$$1 \text{ ECTS} \diamond 28 \text{ HT.}$$

Para além da relação entre o número de horas e o número de créditos, foram igualmente estabelecidas opções em termos das cargas horárias. Assim, considerou-se como base de trabalho que as cargas horárias possam variar, ao longo dos anos curriculares.

Uma terceira vertente que foi considerada na organização do plano curricular é a que diz respeito ao regime de funcionamento que se admitiu ser semestral, à semelhança da generalidade das formações de Engenharia de Materiais das Universidades Europeias, com as quais o IST promove intercâmbio de alunos.

No regime semestral considera-se que cada semestre terá uma duração de 14 semanas lectivas e será seguido de um período de avaliação com uma duração de 5 semanas. Este regime corresponde ao que se encontra actualmente em vigor no IST, ao qual corresponde em termos gerais:

- 1º semestre – Período lectivo: 2ª quinzena de Setembro a terceira semana de Dezembro; avaliações: Janeiro e 1ª semana de Fevereiro;
- 2º semestre – Período lectivo: 2ª quinzena de Fevereiro a 1ª semana de Junho, com interrupção de uma semana na Páscoa; avaliações: entre a 2ª semana de Junho e a 3ª semana de Julho.

Neste regime cada semestre corresponderá a 30 ECTS. Analogamente ao que sucede actualmente no IST, prevê-se a possibilidade de existência de 4 a 6 unidades curriculares a funcionar simultaneamente em cada semestre, correspondendo a uma média de 7.5 a 5 ECTS por unidade curricular, no caso de distribuição uniforme de créditos.

Contudo, a organização adoptada contemplou soluções em que coexistam unidades curriculares com diferentes exigências em termos de volume de trabalho. Assim, como forma de facilitar a partilha de unidades curriculares por diferentes planos de estudo, e de acordo com as recomendações constantes do ECTS USERS' GUIDE, considerou-se a hipótese de modelação das unidades curriculares nas seguintes tipologias:

UC5 – 7.5 ECTS – 210 HT

UC4 – 6.0 ECTS – 168 HT

UC3 – 4.5 ECTS – 126 HT

UC2 – 3.0 ECTS – 84 HT

UC1 – 1.5 ECTS – 42 HT

Nestas condições, procurou-se, para alguns tipos de aulas e de unidades curriculares, tipificar a seguinte relação possível entre carga horária e créditos.

Aula Teórica – Nestas aulas serão abordados temas de natureza formativa e numa perspectiva essencialmente teórica. As matérias tratadas necessitam de aprofundamento, desenvolvimento e trabalho prático que deverá ser realizado pelo aluno de forma autónoma. Considera-se que será necessário o aluno investir duas horas de trabalho extra-aula, por cada hora de contacto.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho	ECTS
1	14	42	1.5

Aula Seminário – Estas aulas têm natureza teórica, mas possuem um carácter mais informativo. As matérias leccionadas não necessitarão de grande aprofundamento por parte do aluno, mas apenas de integração com conhecimentos adquiridos. Considera-se que, por cada hora de contacto, o aluno deverá investir meia hora de trabalho extra-aula.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho	ECTS
1	14	21	0.75

Aulas de Problemas ou Aulas Práticas – Durante estas aulas serão apresentadas aplicações de conhecimentos, leccionados nas aulas teóricas. Serão apresentadas técnicas ou algoritmos que conduzam à resolução de problemas de natureza física, numérica, gráfica ou de programação. Para este tipo de aula é razoável considerar que por cada hora de contacto, será necessário o aluno investir uma hora de trabalho extra-aula.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho	ECTS
1	14	28	1.0

Aulas de Laboratório – Nestas aulas, executa-se a componente de experimentação e testam-se conceitos já apreendidos, através da observação, experiência ou simulação. Nas horas de trabalho extra, o aluno deverá preparar os trabalhos a executar e completar os relatórios, se esses não forem elaborados nas sessões presenciais. Estima-se que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir uma hora de trabalho extra-aula.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho	ECTS
1	14	28	1.0

Na fixação da carga horária presencial foi tida em conta informação fornecida pelos delegados dos diferentes anos, que para o efeito consultaram os colegas.

Há que considerar que nas horas de trabalho são incluídas, para além das horas de contacto:

Visitas de estudo – As visitas de estudo, facultando um contacto com o contexto do exercício profissional, permitem o desenvolvimento de *conhecimento e compreensão* desse contexto e, dependendo da forma como forem conduzidas, a *formulação de juízos* sobre a realidade observada e as *competências de comunicação* com os profissionais no terreno.

Sessões de dúvidas – As sessões de dúvidas, vulgo "horário de dúvidas", têm características semelhantes às aulas de problemas em que os problemas são resolvidos pelos alunos, mas em contexto menos estruturado. Sendo, como é sabido, pouco frequentadas, excepto em momentos antes de provas de avaliação, têm igualmente características de tutorial, na medida em que há o contacto com pequenos grupos, mas em que não existe um trabalho sistemático com um grupo fixo.

Módulos auxiliares – Sob a designação genérica de módulos auxiliares incluem-se momentos de contacto visando o desenvolvimento de competências que não são objecto de avaliação somativa autónoma no final do módulo. O objectivo é o desenvolvimento de competências que contribuem para unidades curriculares do curso. É o caso dos módulos de comunicação e expressão que têm sido desenvolvidos no IST, em associação com unidades curriculares em vários cursos ou portfólios, ou de módulos incluídos na aprendizagem baseada em projectos. Os objectivos de aprendizagem podem ser diversos. Por exemplo, os

módulos de comunicação e expressão visam as *competências de comunicação*. Neste caso, a associação com unidades curriculares tem como objectivo criar uma oportunidade concreta, não artificial, de aplicação dessas competências.

Estudo – As competências desenvolvidas no estudo, individual ou em grupo, dependem fortemente da forma como o aluno o organizar ou orientar. Contribui para o *conhecimento e compreensão*, contribuirá para a *aplicação do conhecimento e compreensão*, se o aluno não se cingir a memorizar resoluções de problemas tipo, mas procurar aplicar os conhecimentos à resolução de problemas, e para as *competências de aprendizagem*, pela sua prática, se visar o alargamento do campo de conhecimentos. O estudo em grupo, em que exista interacção entre os elementos do grupo, promove as *competências de comunicação*.

Trabalho – Nos trabalhos incluem-se trabalhos de âmbito restrito, projectos, dissertações e estágios. Os trabalhos e projectos poderão ser realizados individualmente ou em grupo. As competências visadas são essencialmente a *aplicação de conhecimento e compreensão* e a *formulação de juízos*, embora, na medida em que exijam o aprofundamento de conhecimentos, possa contribuir para o *conhecimento e compreensão* e para as *competências de aprendizagem*. Os trabalhos realizados em grupo, desde que não sejam abordados como um somatório de partes realizadas por cada um, contribuem para as *competências de comunicação*.

Estágio – Os estágios, dependendo da sua orientação e do trabalho que for atribuído ao aluno, podem contribuir para todos os tipos de competências previstas. Para o *conhecimento e compreensão*, pelo menos no que se refere ao contexto profissional, para a *aplicação de conhecimento e compreensão* e a *formulação de juízos*, em função das tarefas atribuídas, para as *competências de comunicação*, pelo seu exercício no contexto do estágio, e para as *competências de aprendizagem*, na medida em tiver de recorrer a conhecimentos que desenvolvam os que constam dos objectivos de aprendizagem.

Preparação de relatório – A preparação de relatórios, para além de contribuir para a consolidação do conhecimento e compreensão, da sua aplicação e da formulação de juízos, inerente à realização do trabalho, dissertação ou estágio, contribui para as *competências de comunicação* escrita.

Pesquisa documental – A pesquisa de bibliografia ou documentos relevantes, nas bibliotecas ou através da Internet, pode ser uma parte integrante do estudo ou da realização de trabalhos. No entanto, os hábitos de estudo mais correntes, a que não é alheia a carga de trabalho a que os alunos são submetidos, apontam

para que os alunos se circunscrevam frequentemente a elementos disponibilizados pelo corpo docente ou ao livro recomendado. Assim, a criação de hábitos e competências de consulta mais alargada precisa de ser provocada. A pesquisa documental, confrontando o aluno com formas diferentes de exposição de conhecimentos, desenvolve as *competências de aprendizagem* e contribui para o alargamento dos horizontes de *conhecimento e compreensão*.

E-aprendizagem – As competências desenvolvidas através de e-aprendizagem, baseada em meios informatizados estruturados para o efeito, depende do tipo de instrumento usado, podendo ser a única forma de aprendizagem ou usada em associação com outros métodos. Este método tem um interesse especial nos casos em que as necessidades de aquisição de *conhecimento e compreensão* por parte dos alunos são diversificadas, como é o caso quando se pretende ultrapassar défices anteriores, mas também permite desenvolver competências de *aplicação de conhecimento e compreensão e formulação de juízos* em problemas de maior complexidade e contextualizados, para os quais o tempo previsto para as aulas é insuficiente.

D – Fundamentação do número total de créditos e da consequente duração dos ciclos de estudos

Conforme já foi referido na Introdução, a formação em Engenharia de Materiais do IST organizar-se-á num modelo de estudos em dois ciclos: 1º ciclo com a duração de 3 anos (6 semestres), ao qual correspondem 180 créditos ECTS e 2º ciclo com a duração de 2 anos (4 semestres), ao qual correspondem 120 créditos ECTS.

Na Tabela 1 apresenta-se o plano curricular para o 2º ciclo da formação em Engenharia de Materiais do Instituto Superior Técnico. Este plano foi elaborado segundo os critérios definidos no documento “O Processo de Bolonha e a Organização da Formação Superior no IST” (Outubro de 2005), no que se refere a disciplinas de Ciências Básicas, Ciências de Engenharia, Ciências de Especialidade e Competências Transversais. Nesta Tabela estão indicados, para cada disciplina, o número de créditos ECTS e o tempo de trabalho autónomo, assim como o Departamento do IST responsável pela leccionação e respectiva área científica.

A análise desta Tabela mostra que nos 3 primeiros semestres do 2º ciclo, existem entre três e cinco unidades curriculares obrigatórias e uma de opção (de entre três hipóteses), às quais correspondem uma carga horária semanal entre 22.5 e 25.5 horas e o número total de horas de trabalho autónomo, durante o semestre, entre 483 e 525.00 horas. É de referir que as maiores cargas horárias semanais correspondem a semestres com forte componente laboratorial (no 3º semestre, inicia-se a unidade curricular designada “Dissertação/Projecto”, que neste semestre introduz o aluno às diversas técnicas de caracterização de materiais, tendo em vista o trabalho conducente à Dissertação prevista para o último semestre do 2º ciclo). Neste último semestre, o número total de horas de trabalho autónomo é de 812.0 horas, enquanto que a carga horária semanal (apenas aulas tutoriais para discussão do andamento do trabalho) é de apenas 2 horas.

Na Tabela 2 indica-se a distribuição das disciplinas do 2º ciclo de acordo com a classificação referida (Ciências Básicas, Ciências de Engenharia, Ciências de Especialidade e Competências Transversais). Considerando que se propõe a organização da formação em Engenharia de Materiais em dois ciclos (1º e 2º ciclos), na Tabela 3 indicam-se, para os dois ciclos, as percentagens de créditos ECTS de acordo com essa classificação, assim como as percentagens recomendadas no documento “O Processo de Bolonha e a Organização da Formação Superior no IST” (Outubro de 2005).

No 1º ciclo, dominam as unidades curriculares das Ciências Básicas (67.5 ECTS) e, dentro das Ciências de Especialidade (58.5 ECTS), as de Ciências de Materiais (36.0 ECTS), o que está de acordo com o perfil requerido a um Licenciado em Ciências de Engenharia de Materiais pelo Instituto Superior Técnico. No 2º ciclo, dominam as unidades curriculares das Ciências da Especialidade (43.0 ECTS). A análise da Tabela 3 mostra que a distribuição das disciplinas constantes dos planos curriculares pelas várias áreas está de acordo com os valores recomendados no documento “O Processo de Bolonha e a Organização da Formação Superior no IST” (Outubro de 2005).

E – Demonstração da adequação da organização dos ciclos de estudos e metodologias de ensino

A estrutura curricular dos ciclos de estudos da formação em Engenharia de Materiais reflecte uma mudança de atitude de todos os participantes no processo formativo perante a sociedade que decorre das mudanças culturais que se foram verificando ao longo dos últimos anos e da necessidade de antecipar algumas das tendências que se avizinham:

- ☐- a passagem de um ensino baseado na transmissão de conhecimentos para um ensino baseado no desenvolvimento de competências em que os alunos devem ser encorajados a desenvolver uma atitude mais activa e com uma componente de auto-estudo mais acentuada. Esta mudança requer alterações profundas na forma de ensinar e organizar as unidades curriculares e de as alicerçar em de meios de estudo adequados;
- ☐- embora assegurando uma forte componente científica, será necessário incrementar a comunicação, o trabalho em equipa, a criatividade e a experiência prática/laboratorial dos alunos;
- ☐- os alunos devem ter mais flexibilidade e mobilidade para ajustar a sua formação, antecipando as necessidades do mercado onde pretendem integrar-se;
- ☐- numa sociedade em constante mudança, onde os conhecimentos adquiridos hoje poderão ser obsoletos amanhã, os alunos devem ser estimulados a desenvolver competências que lhes permitam efectuar uma aprendizagem ao longo da vida, de um modo fundamentalmente auto-orientado ou autónomo com o objectivo de manterem-se actualizados e de possuírem uma visão alargada sobre os diferentes domínios da Engenharia de Materiais;
- ☐- a mudança tecnológica que decorre da globalização, do aumento do custo da energia e das matérias-primas e das preocupações ambientais;
- ☐- a existência de meios informáticos (hardware e software) capazes de analisar e tratar problemas de Engenharia de Materiais com complexidade crescente e em áreas onde, tradicionalmente, não eram usados.

Estes aspectos podem nem sempre ser directamente mensuráveis nos conteúdos das unidades curriculares na medida em que em muitos casos reflectem apenas diferentes maneiras de pensar, ensinar e aprender que devem ser incorporadas pelos alunos e, principalmente, pelos docentes e dirigentes académicos e científicos. A interdisciplinaridade da Engenharia de Materiais, por exemplo, não se repercute facilmente num curriculum constituído por unidades curriculares historicamente estanques. Este objectivo só se consegue alcançar através de um esforço concertado em alargar os horizontes de aplicação das matérias leccionadas e introdução de trabalhos de índole tendencialmente interdisciplinar.

O Processo de Bolonha prevê a introdução de objectivos de aprendizagem (*learning outcomes*), expressos através dos Descritores de Dublin, de acordo com o documento aprovado. Estes descritores estão organizados em cinco categorias:

- Conhecimento e compreensão;
- Aplicação de conhecimento e compreensão;
- Formulação de juízos;
- Competências de comunicação;
- Competências de aprendizagem.

Para o 2º ciclo – Mestrado, as competências incluídas em cada uma destas categorias estão indicadas a seguir.

Competências de compreensão

- a) *Possuir conhecimentos e capacidade de compreensão a um nível que:*
- Sustentando-se nos conhecimentos obtidos no 1º ciclo, os desenvolva e aprofunde;*
 - Permitam e constituam a base de desenvolvimentos e ou aplicações originais, em muitos casos em contexto de investigação.*

Aplicação de conhecimento e compreensão

- b) *Saber aplicar os seus conhecimentos e a sua capacidade de compreensão e de resolução de problemas em situações novas e não familiares, em contextos alargados e multidisciplinares, ainda que relacionados com a sua área de estudo.*

Formulação de juízos

- c) *Capacidade para integrar conhecimentos, lidar com situações complexas, desenvolver soluções ou emitir juízos em situações de informação limitada ou incompleta, incluindo reflexões sobre as implicações e responsabilidades éticas e sociais que resultem ou condicionem essas soluções e esses juízos.*

Competências de comunicação

- d) *Ser capazes de comunicar as suas conclusões, e os seus conhecimentos e raciocínios a elas subjacentes, quer a especialistas, quer a não especialistas, de uma forma clara e sem ambiguidades.*

Competências de aprendizagem

- e) *Competências de aprendizagem que lhes permitam uma aprendizagem ao longo da vida, de um modo fundamentalmente auto-orientado ou autónomo.*

Assim, no final do 2º ciclo da formação em Engenharia de Materiais, espera-se que o aluno tenha concluído a formação geral em Engenharia de Materiais, complementada com alguma formação avançada em áreas de especialidade. O aluno deverá estar preparado para efectuar a síntese de conhecimentos teóricos, práticos e experimentais, enquadrados por constrangimentos de natureza económica, social, ética e ambiental, adequados ao pleno exercício da profissão, assim como para interpretar e resolver problemas específicos de Engenharia de Materiais.

A Dissertação de Mestrado deverá possuir um carácter integrador e/ou inovador de conhecimentos, reflectindo uma formação especializada.

Nos dois ciclos, pretende-se com a formação em Competências Transversais assegurar que o aluno de Engenharia de Materiais seja capaz de:

- ☐- ter uma intervenção profissional e de liderança numa gama alargada de organizações industriais, serviços e investigação;
- ☐- comunicar as suas conclusões, e os raciocínios a elas subjacentes, a especialistas, ou não, de forma clara e sem ambiguidades;
- ☐- promover a inovação tecnológica e o empreendedorismo;
- interagir em situações profissionais envolvendo agentes de cultura, educação e interesses diferentes;
- ☐- ter preocupações ambientais e de sustentabilidade no desenvolvimento de estudos de Engenharia de Materiais;
- ☐- ter uma atitude profissional, adulta e responsável, como cidadão informado que possui uma sólida formação humana e ética.

Os métodos pedagógicos de ensino, aprendizagem e avaliação a adoptar foram concebidos com base nos objectivos de aprendizagem considerados para cada unidade curricular. Os métodos pedagógicos de ensino, aprendizagem e avaliação a adoptar em cada unidade curricular e a organização do ciclo de estudos deverão estimular a realização de actividades extra curriculares que complementem a formação dos alunos (por exemplo, aprendizagem de línguas estrangeiras, frequência de cursos de valorização profissional, realização de estágios em empresas, apoio aos laboratórios, organização e participação em eventos de divulgação e promoção da engenharia de materiais junto das empresas e dos cidadãos, etc.)

A realização de relatórios, exposições orais e exames orais é igualmente estimulada como forma de promover a capacidade de comunicação do futuro engenheiro.

A organização das aulas deverá fomentar a participação dos alunos, reduzir a sua passividade e encorajar o estudo independente, tornado possível pela redução da carga horária. De facto, o modelo de organização pedagógica é baseado num máximo de 25 horas de contacto relativas a aprendizagem presencial por semana, o que permite que os alunos disponham de tempo de trabalho para as componentes de aprendizagem centradas no desenvolvimento autónomo.

O sistema de avaliação que vai ser implementado é coordenado vertical e horizontalmente e inclui todas as formas de avaliação, formativa e somativa, que contribuam, ou não, para a classificação final

Exames (escritos ou orais) – Os exames permitem avaliar o *conhecimento e compreensão*, a *aplicação de conhecimento e compreensão* e a *formulação de juízos*, embora, por limitações do tempo, o âmbito das

questões seja restrito, sobretudo em exames escritos. A utilização de questões ou problemas semelhantes, por exemplo, variando apenas alguns valores, permite o equívoco entre competências reais e o “treino” de problemas tipo, sem uma compreensão adequada dos conceitos subjacentes. Os exames escritos, dependendo da sua estrutura, podem permitir avaliar *competências de comunicação* escrita e, os exames orais, de comunicação oral. Este tipo de avaliação tem objectivos essencialmente somativos, embora a revisão de provas permita alguns efeitos formativos, sobretudo no caso de o aluno se submeter a nova prova.

Testes – Os testes têm características idênticas às dos exames escritos. No entanto, circunscrevendo os conhecimentos que lhes estão associados, podem permitir aplicações mais complexas. Corre-se, por outro lado, o risco de compartimentação dos assuntos. A informação sobre a correcção dos testes, tendo lugar durante o decorrer da unidade curricular, tem efeitos formativos que permitem aos alunos orientar as suas aprendizagens.

Séries de problemas – As séries de problemas têm usualmente objectivos de avaliação formativa das competências de *aplicação de conhecimento e compreensão*, na medida em que os alunos realizem o esforço da sua resolução e lhes seja facultada a correcção do que fizeram, quer individualmente quer colectivamente (Ver aulas de problemas). Permite igualmente uma apreciação, por parte do docente, das competências desenvolvidas pelos alunos, identificando défices de conhecimento e compreensão que podem ser posteriormente colmatados. Não tendo características adequadas a avaliação somativa, podem ser um pré-requisito de avaliação, ou seja, ser necessária a sua apresentação para obter aprovação na unidade curricular, ou ser um elemento de valorização da classificação.

Relatórios de projectos – Dependendo do âmbito e objectivos do projecto, os relatórios podem permitir a demonstração de todo o conjunto de competências, *conhecimento e compreensão, aplicação de conhecimento e compreensão, formulação de juízos, competências de comunicação* escrita e *competências de aprendizagem*. No entanto, a validade desta afirmação pressupõe que o trabalho foi efectivamente realizado pelo aluno ou, no caso de projectos de grupo, que houve efectiva participação na sua realização. A aferição deste aspecto poderá ter lugar no quadro da sua discussão. Relativamente a outras formas de avaliação, tal como exames e testes, permitem a abordagem de questões mais complexas e contextualizadas na profissão, sendo mais adequados à avaliação da *aplicação de conhecimento e compreensão* e da *formulação de juízos*.

Relatórios de (e desempenho em) laboratórios – A avaliação das competências adquiridas no quadro dos laboratórios pode tomar a forma de relatórios dos trabalhos realizados, mais ou menos detalhados, e/ou a apreciação pelo docente do desempenho do aluno durante a sua realização. Os relatórios podem tomar a forma de simples formulário de resultados (incluindo, por exemplo, um comentário aos resultados obtidos) ou de relatórios mais elaborados e fundamentados. As competências demonstradas serão diferentes, consoante a natureza do relatório, envolvendo tanto *conhecimento e compreensão* como *aplicação de conhecimento e compreensão*, dependendo dos requisitos de interpretação, também *formulação de juízos*, e, no caso de relatórios mais elaborados, *competências de comunicação* escrita. A apreciação pelo docente, realizada durante os laboratórios, pode incidir nas várias competências referidas, em que as competências de comunicação serão, neste caso, orais.

Relatório de (e desempenho em) estágio – A demonstração das competências adquiridas no estágio realiza-se através do respectivo relatório e dos contactos entre o aluno e quem oriente o estágio, um docente ou um elemento da organização onde seja realizado. As competências avaliadas, para além de *conhecimento e compreensão*, de *aplicação de conhecimento e compreensão* e de *formulação de juízos*, serão *competências de comunicação*, escrita no caso do relatório e oral no acompanhamento, bem como *competências de aprendizagem*.

Dissertação – A dissertação de mestrado permite demonstrar competências do mesmo tipo das consideradas nos relatórios de projectos, embora com um nível de aprofundamento acrescido, na medida em que pressupõe um trabalho original, e, em consequência, *competências de aprendizagem*. A dissertação implica obrigatoriamente a sua discussão pública por um júri, pelo que envolve de forma evidente as *competências de comunicação*, tal como a discussão de relatórios.

Discussão de relatórios de projectos ou de estágios – As discussões de relatórios, supondo uma apresentação e incidindo sobre o seu conteúdo, permitem, para além das competências referenciadas para os relatórios, a demonstração de competências de comunicação oral. Permitem, ainda, a demonstração de que o trabalho foi realizado pelo próprio ou, no caso de trabalhos de grupo, de qual o seu nível de participação, confirmando ou não a apreciação do relatório, como base para a avaliação somativa.

Apresentação de trabalhos – A apresentação de trabalhos pode ter lugar sem estar associada a relatórios escritos e ter amplitude diversa. Os alunos poderão ser solicitados a preparar um tópico que apresentam, por exemplo, para o conjunto dos colegas. A avaliação pode ser apenas formativa, através da apreciação qualitativa do docente e eventuais questões suscitadas pelos colegas, ou ser igualmente somativa, caso em

que implica uma apreciação quantificada do docente. As competências são semelhantes à discussão de relatórios, mas com ênfase mais acentuado na comunicação oral.

E-avaliação – Associada à e-aprendizagem, a avaliação de competências realizada através de e-avaliação tem essencialmente uma função formativa. A sua utilização para avaliação somativa apresenta dificuldades de garantia de realização pelo próprio aluno (tal como referido para os relatórios de projectos) e, em consequência, limitações à sua utilização como (única) forma de avaliação somativa.

Os métodos pedagógicos e de avaliação mais adequados à obtenção das competências estão indicados na Tabela 4. Como exemplo, apresentam-se nas Tabelas 5 e 6 os objectivos, métodos pedagógicos e de avaliação para duas unidades curriculares do 2º ciclo de formação em Engenharia de Materiais.

A coordenação dos métodos pedagógicos, tanto de ensino-aprendizagem como de avaliação, é essencial para assegurar a coerência do todo. Desta forma, a selecção dos métodos pedagógicos adoptados em cada unidade curricular incorporam uma componente visando os objectivos de aprendizagem gerais do curso, prevista no âmbito da respectiva coordenação pedagógica, e outra dos objectivos de aprendizagem específicos dessa unidade curricular.

F – Análise comparativa entre a organização fixada para os ciclos de estudos e a de cursos de referência com objectivos similares ministrados no espaço europeu

A oferta de formação em Ciência e Engenharia de Materiais (CEM) nas escolas do CLUSTER é, actualmente, diversificada em termos do modelo de formação (1º ciclo, 2º ciclo ou 1º e 2º ciclos). Muitas das escolas estão também na fase de adaptação dos seus modelos de ensino ao perfil de Bolonha, estando, por isso, num período de experimentação e transição. É de salientar, no entanto, que a maioria das escolas do CLUSTER possui um Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais, que tem a seu cargo a responsabilidade da formação nesta área.

A Tabela 7 apresenta, de uma forma resumida, dados sobre a actual oferta de formação em CEM nas escolas do CLUSTER (com excepção do IST). Da análise desta Tabela, verifica-se que seis das onze escolas do CLUSTER apresentam oferta de graduações em CEM a nível do 1º e 2º ciclos simultaneamente (ou ~ 10 semestres lectivos contínuos, nos casos da TUD). As restantes cinco escolas oferecem apenas um 2º ciclo de formação em CEM, mas têm uma estrutura diferente da do IST, que leva a um preenchimento quase garantido das vagas de 2º ciclo.

É de referir que a maioria das escolas do CLUSTER, tal como o IST, oferecem formação em CEM também a nível do 3º ciclo (doutoramento).

Desta análise pode concluir-se que o modelo assente em dois ciclos de formação (1º ciclo com duração de 3 anos e 2º ciclo com duração de 2 anos) merece a preferência da maioria das escolas do CLUSTER.

G – Incorporação dos Resultados da Avaliação Externa

A actual Licenciatura de Engenharia de Materiais do IST encontra-se acreditada pela Ordem dos Engenheiros e foi avaliada pela Fundação das Universidades Portuguesas. No Anexo I incluem-se os Relatórios dessas avaliações.

Nesta proposta de adequação do ciclo de estudos da actual Licenciatura em Engenharia de Materiais, foram tidas em consideração as sugestões apresentadas nesses documentos, nomeadamente a sequência adequada das matérias e sua continuidade. A perspectiva da Engenharia de Materiais também foi reforçada a nível do 2º ciclo com a introdução de disciplinas de carácter tecnológico.

Os relatórios das avaliações externas referem a necessidade de aumentar as competências transversais dos alunos, tendo este aspecto tido em atenção na elaboração dos planos curriculares agora propostos. É de realçar o facto de se terem introduzido disciplinas de competência transversal (soft skills) nomeadamente “Expressão Oral e Escrita”, “O papel do Engenheiro” e “Gestão” no 1º ciclo. No segundo ciclo considera-se que na disciplina de “Gestão da Qualidade” os alunos adquirem competências transversais. A elaboração da dissertação também envolve competências transversais, pelo que 10% dos respectivos créditos ECTS foram atribuídos a esse tipo de competências.

Matérias como Humanidades, Gestão de Recursos Humanos, Energia, Segurança e Ambiente fazem parte dos programas das disciplinas de “Gestão”, “Desenvolvimento Sustentável”, “Reciclagem e Valorização de Resíduos” e “Desenvolvimento de Produto e Empreendedorismo”.

O Departamento de Engenharia de Materiais tem-se esforçado nos últimos anos, no sentido da actualização e apetrechamento dos equipamentos laboratoriais. Os projectos para a Melhoria da Qualidade do Ensino do IST foram responsáveis por investimentos, no DEMat, na ordem de 117 k€ (ano lectivo de 2003/2004 - 42k€; ano lectivo 2004/2005 - 54 k€; e ano lectivo 2005/2006 - 21 k€). Estes equipamentos têm características didácticas e permitem aumentar o número de aulas de laboratório. Na actual proposta, os ciclos de formação foram organizados com base numa componente laboratorial importante, o que se reflecte no aumento do número de aulas de laboratório.

As metodologias de ensino da actual proposta pressupõem o reforço da avaliação contínua em detrimento da avaliação final, que era habitual no ensino baseado na transmissão de conhecimentos.

Tabela 1. Plano curricular do 2º ciclo (Diploma de Mestre em Engenharia de Materiais)

Disciplina	Tipo	Regime	Créditos ECTS
1ºAno/1ºSemestre			
Tecnologia de Fundição e Pulverometalurgia	Obrigatório	Semestral	6.0
Tecnologia dos Materiais Cerâmicos	Obrigatório	Semestral	6.0
Processamento e Reciclagem de Polímeros	Obrigatório	Semestral	6.0
Tecnologia Mecânica	Obrigatório	Semestral	6.0
Engenharia de Células e Tecidos	Opcional	Semestral	6.0
Processos Extractivos	Opcional	Semestral	6.0
Materiais para Electrónica e Optoelectrónica	Opcional	Semestral	6.0
			30.0
1ºAno/2ºSemestre			
Caracterização de Materiais	Obrigatório	Semestral	4.5
Materiais Compósitos	Obrigatório	Semestral	4.5
Processos de Ligação	Obrigatório	Semestral	6.0
Tecnologia de Superfícies	Obrigatório	Semestral	4.5
Reciclagem e Valorização de Resíduos	Obrigatório	Semestral	4.5
Biomateriais	Opcional	Semestral	6.0
Desenvolvimento Sustentável	Opcional	Semestral	6.0
Materiais de Construção	Opcional	Semestral	6.0
			30.0
2ºAno/1ºSemestre			
Gestão da Qualidade	Obrigatório	Semestral	6.0
Dissertação/Projecto	Obrigatório	Anual	12.0
Materiais Nanoestruturados e Nanotecnologias	Obrigatório	Semestral	6.0
Desenvolvimento de Produto e Empreendedorismo	Opcional	Semestral	6.0
Modelação em Ciência de Materiais	Opcional	Semestral	6.0
Materiais Biológicos	Opcional	Semestral	6.0
			30.0
2ºAno/2ºSemestre			
Dissertação/Projecto	Obrigatório	Anual	30.0
			120.0

Tabela 2. Distribuição das disciplinas/idades curriculares do 2º ciclo pelas várias áreas

	ECTS
Ciências Básicas	
Sub-total	0.0
Ciências de Engenharia	
Tecnologia Mecânica	6.0
Processos de Ligação	6.0
Tecnologia de Superfícies	4.5
Reciclagem e Valorização de Resíduos	4.5
Processos Extractivos (opção)	6.0/3
Materiais de Construção (opção)	6.0/3
Desenvolvimento Sustentável (opção)	6.0/3
Desenvolvimento de Produto e Empreendedorismo (opção)	6.0/3
Sub-total	29.0
Ciências da Especialidade	
Ciências de Materiais	
Caracterização de Materiais	4.5
Modelação em Ciência de Materiais (opção)	6.0/3
	6.5
Processos e Tecnologias de Materiais	
Tecnologia de Fundição e Pulverometalurgia	6.0
Tecnologia de Materiais Cerâmicos	6.0
Processamento e Reciclagem de Polímeros	6.0
	18.0
Materiais em Engenharia	
Materiais Compósitos	4.5
Materiais Nanoestruturados e Nanotecnologias	6.0
Biomateriais (opção)	6.0/3
Engenharia de Células e Tecidos (opção)	6.0/3
Materiais Biológicos (opção)	6.0/3
Materiais para Electrónica e Optoelectrónica (opção)	6.0/3
	18.5
Sub-total	43.0
Competências Transversais	
Gestão da Qualidade	6.0
7% da Dissertação	3.0
Sub-total	9.0
Dissertação de Mestrado	
Sub-total	42.0*
Total	120.0

* Inclui 3.0 ECTS referentes a Competências Transversais

Tabela 3. Quadro resumo da distribuição das unidades curriculares (UC) dos 1º e 2º ciclos pelas várias áreas

1º Ciclo	UC	ECTS	(%)	
<i>Ciências Básicas</i>	11	67.5	37.5	
<i>Ciências de Engenharia</i>	8	46.5	25.8	
<i>Ciências da Especialidade</i>	11	58.5	32.5	
<i>Competências Transversais</i>	3	7.5	4.2	
	33	180.0		
2º Ciclo	UC	ECTS	(%)	
<i>Ciências Básicas</i>	0	0.0	0.0	
<i>Ciências de Engenharia</i>	8	29.0	24.2	
<i>Ciências da Especialidade</i>	12	43.0	35.8	
<i>Competências Transversais</i>	1	9.0	7.5	
<i>Dissertação de Mestrado</i>	1	42.0*	35.0	
	22	120.0	100	
Globalidade	UC	ECTS	(%)	Objectivos IST (%)
<i>Ciências Básicas</i>	11	67.5	22.5	20
<i>Ciências de Engenharia</i>	16	75.5	25.2	30
<i>Ciências da Especialidade</i>	23	101.5	33.8	34–38
<i>Competências Transversais</i>	4	16.5	5.5	6
<i>Dissertação de Mestrado</i>	1	42.0*	14.0	6–10
	55	300.0	100	

* Inclui 3.0 ECTS referentes a Competências Transversais

Tabela 4. Matriz de competências vs métodos pedagógicos

Competências	Aprendizagem		Avaliação
	Presencial	Autônoma	Formativa e somativa
Conhecimento e compreensão	Aula Teórica Seminário Tutorial Visita de estudo Orientação de trabalho	Estudo E-aprendizagem Estágio	Exames e testes Relatório (projecto ou estágio) + discussão/desempenho Dissertação E-avaliação Apresentação de trabalho Séries de problemas
Aplicação de conhecimento e compreensão	Aula de problemas Laboratório Tutorial Orientação de trabalho	Trabalho Estudo Estágio E-aprendizagem	Exames e testes Séries de problemas Relatório + discussão/desempenho Dissertação Apresentação de trabalho E-avaliação
Formulação de juízos	Tutorial Orientação de trabalho	Estudo Trabalho Estágio E-aprendizagem	Exames e testes Relatório + discussão/desempenho Dissertação E-avaliação
Competências de comunicação	Módulos de expressão e de língua estrangeira	Preparação de relatório Trabalho em grupo	Apresentação de trabalho Relatório Discussão/desempenho Dissertação
Competências de aprendizagem	Tutorial Orientação de trabalho	Estudo Pesquisa documental Estágio	Apresentação de trabalho (de pesquisa) Relatório + discussão (de pesquisa) Dissertação

Tabela 5. Competências vs métodos pedagógicosMestrado em Engenharia de MateriaisUnidade Curricular: **Gestão da Qualidade**

<p>b) Aplicar conhecimento e compreensão:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. À concepção de sistemas e/ou produtos tecnológicos envolvendo inovação de soluções e avaliando os seus riscos, custos e impactes ambientais; 2. Ao desenvolvimento de processos aplicáveis em contexto profissional, envolvendo conhecimento de outras áreas de conhecimento; 3. À concepção e implementação de sistemas de qualidade em empresas ou laboratórios 4. A critérios e procedimentos de controlo 	<p>Métodos de ensino-aprendizagem:</p> <p>Ref. 2. – aulas teóricas, seminários, orientação de projectos e tutoriais, complementados por estudo, pesquisa documental e trabalhos, nomeadamente, elaboração de manuais de qualidade</p>
	<p>Métodos de avaliação:</p> <p>Ref. 1. e 2. – Relatórios, discussões</p>

Tabela 6. Competências vs métodos pedagógicosMestrado em Engenharia de Materiais**Unidade Curricular: Reciclagem e Valorização de Resíduos**

<p>c) Formular juízos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Na concepção de experiências visando validar teorias ou hipóteses; 2. Na avaliação das condicionantes e limitações de soluções técnicas complexas; 3. Na avaliação dos riscos envolvidos em decisões profissionais tomadas com base em informação incompleta ou contraditória; 4. Na análise e avaliação das implicações sociais e éticas de situações profissionais; 5. Sobre oportunidades e riscos de iniciativas empresariais; 6. Sobre as diferentes tecnologias de reciclagem 7. Sobre a quantidade de resíduos e seu tratamento 8. Sobre a perigosidade de resíduos 9. Sobre as consequências de ordem económica e ambiental. 	<p>Métodos de ensino-aprendizagem:</p> <p>Ref. 4. e 5. – aulas teóricas e orientação de trabalhos, complementados por estudo, trabalhos e pesquisa documental.</p>
	<p>Métodos de avaliação:</p> <p>Ref. 4. e 5. – relatórios, discussões, apresentação de trabalhos e desempenho em sessões de orientação.</p>

Tabela 7. Oferta de formação em Ciência e Engenharia de Materiais em Escolas do Consórcio CLUSTER

Escola	Existência de Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais	Formação		Oferta de disciplinas estruturantes de Materiais a outras licenciaturas
		1º Ciclo	2º Ciclo	
Imperial College (IC)	Sim	Sim	Sim	Sim
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)	Sim	Sim	Sim	Não é claro
Universität Karlsruhe (UK)	Não é claro	Sim	Sim	Não é claro
Helsinki University of Technology (HUT)	Sim	Não é claro	Sim	Sim
Université Catholique de Louvain (UCL)	Sim	Sim	Sim	Não é claro
Institut Nationale Polytechnique de Grenoble (INPG)	Não	Não	Sim	Sim
Technische Universiteit Eindhoven (TUE)	Não	Não é claro	Sim	Sim
Royal Institute of Technology in Stockholm (KTH)	Sim	Não é claro	Sim	Sim
Techische Universität Darmstadt (TUD)	Não é claro	Sim	Sim	Sim
Politecnico di Torino (PdIT)	Sim	Sim	Sim	Sim
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)	Sim	Não	Sim	Sim

ANEXO 1 : RELATÓRIOS DA AVALIAÇÃO EXTERNA