

Capítulo 3

METODOLOGIA

O trabalho de investigação realizado procurou caracterizar alguns aspectos que condicionam o desenvolvimento de competências em Física, a nível do primeiro ano do ensino superior de Engenharia. Diversas vertentes foram analisadas, nomeadamente a organização estrutural das aulas, o aproveitamento das sessões tutoriais, os materiais utilizados, a importância da resolução de problemas, a optimização da componente experimental e a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação.

3.1.Opções metodológicas

Um trabalho de investigação exige ao investigador a realização de todo um conjunto de acções que o apoiem na procura de respostas a questões que considera relevantes.

A própria origem etimológica do termo “investigação” contribui para a descrição, em termos gerais, do que se pretende efectivamente levar a cabo. Investigar significa seguir vestígios, procurar sinais.

No início, surge o problema, a dúvida, a questão ou questões de partida. Neste ponto exige-se uma clara identificação e caracterização do problema, nomeadamente nos aspectos que podem limitar e condicionar o processo de pesquisa. O passo seguinte da investigação consiste na execução de um conjunto de acções e de estratégias, devidamente pensadas e planeadas, com uma articulação coerente, mas susceptíveis de serem revistas face à evolução do próprio processo de pesquisa e aos dados que

forem sendo obtidos. A recolha sistemática, bem como a análise e interpretação desses dados espera-se que possam conduzir a conclusões que permitam dar resposta ao problema inicialmente formulado. Mas quantas vezes se torna necessário reformular todo o processo e percorrer novos trajectos que conduzam a resultados consistentes?

Reveste-se então de crucial importância a escolha do percurso ou percursos que se pensa serem os mais adequados para a obtenção de conclusões pertinentes.

De acordo com Teixeira (2004), a metodologia, mais do que uma descrição formal de técnicas e métodos a serem utilizados na pesquisa científica, indica a opção que o pesquisador fez do quadro teórico para determinada situação prática do problema objecto de pesquisa.

Sendo a escolha da metodologia julgada mais adequada um acto de extrema importância em qualquer processo de investigação, tal escolha surge de um modo particularmente crítico em ciências da educação, dado o carácter complexo e a grande diversidade de que se revestem os fenómenos que podem ser objecto de estudo. Conforme afirma Schultz (2005), o mundo da educação é, por exemplo, muito diferente do mundo da física. Os efeitos da interacção entre partículas, ou mesmo entre sistemas mais complexos, podem ser frequentemente previstos, muitas vezes com uma precisão surpreendente. Em ciências da educação, pelo contrário, os resultados da implementação de determinadas estratégias de ensino ou da utilização de novos materiais ou de um diferente programa educacional são muitas vezes totalmente inesperados.

Surge a presente investigação num contexto particularmente rico, em virtude dos processos de mudança que a implementação das ideias emanadas da Declaração de Bolonha (1999) têm vindo a desencadear no ensino superior do espaço europeu.

Tendo subjacentes os objectivos e as questões formuladas para este trabalho, a análise e reflexão sobre estudos de cariz semelhante reportados na literatura conduziu a uma escolha a nível metodológico orientada no sentido de uma investigação de pendor qualitativo.

Esta escolha segue a tendência que se tem vindo a verificar nos últimos anos, do recurso em investigação social a métodos de natureza qualitativa, em detrimento de métodos quantitativos, particularmente no domínio das Ciências da Educação.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa possui cinco características principais, embora nem todos os estudos considerados como qualitativos as apresentem com equivalente evidência, podendo mesmo uma ou mais não estarem presentes.

As características em causa podem ser identificadas neste trabalho de investigação:

1. a fonte directa de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;

Efectivamente, grande parte dos dados foi recolhida em espaço lectivo, fruto de interacções de diversos tipos. O recurso a inquérito e entrevista complementaram essa recolha, assim como outros dados que se

evidenciaram a partir do contacto que igualmente se estabeleceu por via electrónica. O professor, ao assumir o papel de investigador, efectuou a recolha de dados, estando totalmente integrado num contexto que também era o seu. Constituiu-se como observador privilegiado, sendo uma figura naturalmente interventiva e, dadas as circunstâncias, não sendo de modo algum uma personagem estranha ao processo. Considerou-se a importante influência do contexto no comportamento.

2. os dados recolhidos pelo investigador têm um carácter fundamentalmente descritivo;

Na realidade, os dados foram recolhidos de uma forma minuciosa, tentando descrever com detalhe as situações vividas. Procurou-se não descurar pormenores, respeitando no registo a forma como as questões, a discussão ou os comportamentos naturalmente aconteceram.

3. os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;

Os objectivos e a finalidade do presente estudo levaram o investigador a conduzir o seu trabalho numa perspectiva primordialmente dirigida para a descrição, análise e tentativa de explicação de situações particulares. Não existiu à partida a preocupação de conseguir resultados que permitissem uma generalização efectiva. Não se enveredou pela medição rigorosa e controlada de variáveis. Procurou-se avaliar passo a passo os processos utilizados e adaptá-los de forma racional, para que naquele contexto concreto pudessem assumir um papel de efectiva importância.

4. os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;

Esta característica identifica-se claramente na investigação desenvolvida. Embora existam variadas questões que foram inicialmente formuladas, foi a partir do desenrolar do estudo e da recolha geral de dados que o investigador procurou começar a entender quais as questões realmente importantes. As abstracções foram surgindo como resultado da organização e reflexão sobre determinados dados obtidos.

5. o significado é de importância vital na abordagem qualitativa;

Numa investigação qualitativa é determinante a perspectiva dos sujeitos, nomeadamente o modo como vivem as suas experiências, o significado que lhes atribuem e a maneira como as integram no seu mundo. No estudo que se apresenta, o investigador procurou estabelecer estratégias e procedimentos que lhe permitissem apreender as diferentes perspectivas e interpretações dos alunos. Estas foram necessariamente tomadas em linha de conta, nomeadamente a partir do diálogo permanente que se procurou estabelecer, nas decisões e trajectos que se foram delineando.

O estudo desenvolvido teve como elementos de análise dois turnos de alunos do primeiro ano de Engenharia Mecânica e de Engenharia e Gestão Industrial, cuja docência foi assegurada pelo investigador. O estudo deu grande relevância aos processos envolvidos, em detrimento dos resultados, num enfoque claramente qualitativo, no entanto, efectuou-se a recolha de dados quantificáveis, que serviram de suporte à análise

qualitativa desenvolvida e que permitiram uma interpretação mais consistente dos resultados.

Este contributo quantitativo não pressupõe qualquer incongruência metodológica, sendo mesmo sugerido por diversos autores, nomeadamente por Reichardt e Cook, citados por Carmo e Ferreira (1998), ao afirmarem que um investigador, para melhor resolver um problema de pesquisa, não tem de aderir rigidamente a um dos dois paradigmas, podendo mesmo escolher uma combinação de atributos pertencentes a cada um deles.

Tendo em conta que se tratava de um contexto definido, não se tendo por objectivo a obtenção de resultados que pudessem conduzir a um qualquer tipo de generalização, a investigação foi direccionada para a análise de uma realidade concreta, tendo-se procurado descrevê-la e interpretá-la de forma pormenorizada e sistemática. Em função dos aspectos mencionados, entendeu-se enquadrar a investigação numa metodologia de estudo de caso.

O estudo de caso é um dos tipos de investigação que assume cada vez maior importância em Ciências da Educação. Conforme refere Ponte (1994), é caracterizado pelo estudo de uma unidade bem definida, visa conhecer o seu “como” e os seus “porquês”, evidenciando a sua unidade e identidade próprias. É uma investigação que se assume como particularística, debruçando-se sobre uma situação específica, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global do fenómeno de interesse.

Um estudo de caso é, assim, uma investigação de natureza empírica, profundamente baseada em trabalho de campo ou em análise documental. Estuda uma determinada entidade no seu contexto real, retirando o máximo de informação possível de fontes distintas como observações, documentos, entrevistas e artefactos (Yin, 1994). Embora com características descritivas bem vincadas, o estudo de caso pode assumir igualmente uma perspectiva analítica profunda, gerando interrogações sobre a situação em causa. Também não se reveste de um cunho experimental, recorrendo-se ao estudo de caso quando não é possível ou desejável manipular as potenciais causas do comportamento dos participantes (Yin, 1994; Merriam, 1998). Na perspectiva de Coutinho e Chaves (2002), o estudo de caso apresenta cinco características chave:

1. o caso é um sistema limitado, com fronteiras em termos de tempo, eventos ou processos, nem sempre claras ou precisas, consistindo a primeira tarefa do investigador a definição clara e precisa das fronteiras do caso que pretende estudar;
2. é um caso sobre algo, que se torna necessário identificar para conferir foco e direcção à investigação;
3. tem de existir sempre a preocupação de preservar o carácter único, específico, diferente e complexo do caso, sendo o termo holístico muitas vezes utilizado nesse sentido;
4. a investigação decorre em ambiente natural;
5. o investigador recorre a fontes múltiplas de dados e a métodos de recolha muito diversificados, tais como observações directas e

indirectas, entrevistas, questionários, narrativas, registos áudio e vídeo, diários, cartas, documentos, entre outros.

As características chave mencionadas podem ser claramente identificadas na investigação desenvolvida. Existiu uma limitação, em termos temporais e processuais, perfeitamente evidente. O elemento de análise encontrava-se seguramente identificado e houve o cuidado de ressaltar a sua especificidade. O trabalho de investigação decorreu em ambiente natural e recorreu-se a distintas fontes de dados e a diferentes métodos de recolha.

No que respeita aos objectivos que orientam um estudo de caso, podem encontrar-se na literatura opiniões, por vezes discordantes, expressas por diversos autores. Tentando conjugar e sintetizar essas diferentes perspectivas sobre o assunto, Gomez, Flores e Gimenez (1996) assumem que esses objectivos usam explorar, descrever, explicar, avaliar e/ou transformar, objectivos esses em tudo coincidentes, em suma, com os da investigação educativa em geral. Na literatura pode também encontrar-se uma significativa variedade tipológica de estudos de caso. Contudo, a generalidade dos autores mostra-se de acordo em relação a uma divisão básica entre estudo de caso único e estudo de caso múltiplo. Stake (1995), autor de referência neste domínio, sugere por seu lado, a seguinte classificação:

1. estudo de *caso intrínseco*, quando o investigador procura uma melhor compreensão de um caso particular, que contém em si mesmo o interesse da investigação;

2. estudo de *caso instrumental*, quando a investigação tem por objectivo fornecer uma introspecção sobre um assunto, refinar uma teoria, proporcionar conhecimento que extravasa as fronteiras do caso em si, procurando contribuir para a compreensão de outros fenómenos;
3. estudo de *caso colectivo*, quando a investigação se estende a vários casos, permitindo por comparação um conhecimento mais profundo.

De sublinhar igualmente a análise de Bogdan e Biklen (1994), sintetizada de um modo claro e objectivo por Gomez, Flores e Gimenez (1996), de acordo com o ilustrado no Quadro 3.

Quadro 3 – Estudos de caso

Tipo de caso	Modalidades	Descrição
Estudo de caso único	<i>Histórico</i>	Ocupa-se da evolução de uma instituição
	<i>Observacional</i>	A observação participante constitui a principal técnica de recolha de dados
	<i>Biográfico</i>	Tem por base a entrevista intensiva a uma pessoa, resultando numa narrativa na primeira pessoa
	<i>Comunitário</i>	Estuda uma comunidade
	<i>Situacional</i>	Estuda um acontecimento segundo a perspectiva de quem nele tomou parte
Estudo de caso múltiplo	<i>Micro etnográfico</i>	Ocupa-se de pequenas unidades ou actividades dentro de uma organização
	<i>Indução analítica</i>	Procura desenvolver conceitos abstractos, contrastando explicações no marco representativo de um contexto mais geral
	<i>Comparação constante</i>	Pretende gerar teoria, contrastando hipóteses extraídas de um contexto, noutra contexto diferente

Yin (1994) sugere a adopção de um critério diferente, o qual pretende distinguir se o investigador efectua uma recolha de dados dirigida sobre um único elemento de análise ou se, pelo contrário, essa recolha respeita a vários elementos de análise. Na primeira situação designa o

estudo de caso como global ou holístico e na segunda situação como inclusivo.

Considerando as diferentes variedades tipológicas referenciadas e face às características da situação em estudo, entendeu o investigador que estas eram consentâneas com a metodologia de estudo de caso único holístico.

Segundo Jick (1979) e Gibson e Duncan (1999), os investigadores devem procurar desenvolver combinações de abordagens no estudo do mesmo fenómeno. Também na opinião de Stake (1995), é determinante que um investigador possa fundamentar as interpretações que faz, através da análise de dados recolhidos de formas distintas, o denominado método da triangulação. Conforme afirma Martins (2004), a triangulação permite integrar e contrastar toda informação disponível para construir uma visão global, exaustiva e detalhada. De modo a atingir esse objectivo, existem quatro tipos básicos de triangulação:

1. triangulação das fontes de dados, em que se analisam e cruzam dados provenientes de diferentes fontes;
2. triangulação de investigadores, em que os dados são recolhidos por observadores distintos e se procura detectar eventuais influências por parte do investigador;
3. triangulação da teoria, em que os dados são abordados partindo de diferentes perspectivas teóricas e hipóteses;

4. triangulação metodológica, em que o investigador faz novas observações com base em registos antigos ou em que recorre a combinações metodológicas distintas.

Em função dos elementos de análise e do contexto em que se realizou o estudo, nomeadamente no que respeita à possibilidade de utilizar fontes diferentes para a obtenção de evidências, julgou o investigador que a triangulação de dados respondia em pleno às exigências que se colocavam.

Na investigação em causa, a limitação temporal, resultante do facto de se tratar de uma unidade curricular semestral, efectivamente traduzida em treze semanas de trabalho, conjugada com a ambição de tentar efectivamente provocar a mudança, conduziram a uma opção que se traduziu numa investigação-acção.

Efectivamente, e como afirmam Bogdan e Biklen (1994), a investigação-acção é um tipo de investigação aplicada, no qual o investigador se envolve activamente na causa da investigação e consiste na recolha de informações sistemáticas com o objectivo de promover mudanças sociais.

A investigação-acção tem vindo a desempenhar um papel de relevo na investigação em Ciências da Educação. É um processo investido de uma importante componente reflexiva, segundo o qual o investigador nele envolvido examina de uma forma sistemática e atenta os dados que regista, procura tomar decisões, implementa novas estratégias, tendo em vista o aparecimento de novos comportamentos conducentes ao sucesso.

Em concreto e no seu próprio contexto lectivo, o professor e investigador tem por objectivo identificar aspectos no desempenho do grupo, do qual faz parte, que devam ser objecto de alterações, passíveis de ser levadas a cabo num tempo próximo e cujas consequências possam ser registadas e analisadas. A investigação-acção deve procurar otimizar capacidades, técnicas e estratégias.

Existem diferentes tipos de investigação-acção no campo educativo, em função do envolvimento dos participantes. Um projecto de investigação realizado em sala de aula pode envolver um único professor-investigador e os seus alunos. Outra possibilidade respeita a um grupo de professores, cuja pesquisa se dirige para um problema comum. Um trabalho de investigação-acção mais abrangente pode mobilizar todo o corpo docente de um estabelecimento de ensino (Máximo-Esteves, 2008).

A investigação-acção conduzida por um único professor foca, habitualmente, determinados pontos do processo de ensino e aprendizagem do seu grupo de alunos. O professor pretende muitas vezes encontrar soluções que melhorem o funcionamento das aulas, tenta implementar novas estratégias, criar novos materiais, estimular a participação dos alunos. Para Corey (1953), um dos precursores da utilização da investigação-acção em Ciências da Educação, o facto de o professor analisar as suas próprias práticas educativas, extrair conclusões e promover alterações, tendo em vista a optimização dessas práticas, conduz a resultados mais válidos do que os que poderiam surgir a partir do conhecimento e aplicação de estudos de outros investigadores. Segundo Corey (1953) a importância da investigação-acção reside sobretudo na

mudança que promove na prática diária e não numa eventual generalização a um universo mais vasto.

Um projecto de investigação-acção desenvolve-se, genericamente, ao longo de cinco etapas:

1. Identificação do problema, no decurso da qual o investigador deve definir claramente as questões que pretende estudar, verificar se o estudo é exequível e efectuar a respectiva planificação;
2. Aquisição e organização dos dados resultantes do recurso a múltiplas fontes e diferentes técnicas. Salienta-se nesta fase a importância da triangulação. Igualmente marcantes se tornam a triagem dos dados relevantes e a sua estruturação racional;
3. Interpretação dos dados, fase de importância significativa na tomada de decisões, no que respeita à prossecução do trabalho, nomeadamente a nível das novas estratégias a implementar;
4. Acção com base na informação obtida a partir dos dados e da literatura existente, seguindo um plano cuja finalidade consiste em provocar a mudança e promover o seu estudo;
5. Avaliação dos efeitos resultantes da intervenção, com o intuito de verificar se a mudança efectivamente ocorreu e se essa evidência é suportada pelos dados.

Como afirma Ferrance (2000), os educadores trabalham no seu próprio ambiente, com os seus alunos, enfrentando situações que os afectam directamente. Encontram-se no local em que investigação e prática se intersectam e onde a verdadeira mudança pode ocorrer. Os resultados das suas acções podem ser observados em primeira mão e podem construir a sua própria informação.

Na presente investigação, o papel desempenhado pelo investigador enquadrou-se de modo perfeitamente natural, dado serem os seus alunos a integrarem o grupo em análise e a interagirem no trabalho desenvolvido no âmbito da unidade curricular referida. O professor e investigador fazia parte do grupo de trabalho, constituindo um observador privilegiado e tendo completa autonomia, para intervir no sentido de tentar promover a mudança.

3.2. Questões de investigação

Conforme referido no início deste capítulo, o cerne que se encontra na base deste trabalho de investigação prendeu-se com a identificação e caracterização de aspectos determinantes que poderão condicionar o desenvolvimento de competências em Física, a nível do primeiro ano do ensino superior de Engenharia, num período marcado por significativas mudanças, resultantes da implementação do Processo de Bolonha.

Dada a complexidade da situação em causa, individualizaram-se diversas questões consideradas relevantes, mas cuja abordagem decorreu

sempre à luz de uma perspectiva integradora, consequência da evidente interacção entre elas. Deste modo, dividindo a questão principal em questões mais específicas, pretendeu-se conhecer:

- Qual a influência da organização estrutural dos tempos lectivos, particularmente no que respeita às sessões tutoriais, no desempenho dos alunos?
- Qual a importância das estratégias e dos materiais utilizados nas aulas, na aquisição de competências?
- Qual o impacto, ao nível da atitude e motivação, resultante do recurso à resolução de problemas, envolvendo situações próximas da realidade em Engenharia?
- Qual o impacto da resolução de problemas, que implicavam a triagem de dados e a utilização de meios bibliográficos, no desenvolvimento de capacidades de pesquisa e tratamento de informação?
- Qual a importância da introdução de propostas semanais de trabalhos de casa, de entrega facultativa, no desenvolvimento de algumas competências, nomeadamente na resolução de problemas?
- Qual o impacto causado pelas novas estratégias introduzidas na componente laboratorial da unidade curricular, no desenvolvimento de competências de investigação, de interacção em grupo e de comunicação?

- Qual a influência da utilização das novas tecnologias de informação e comunicação no desempenho dos alunos?

3.3.Contexto em que foi desenvolvido o estudo

Numa investigação desta natureza, o contexto em que a mesma é levada a cabo assume enorme importância. Segundo Quivy e Campenhoudt (1995), para levar a bom termo o trabalho de observação é preciso responder às três perguntas seguintes: observar o quê? em quem?; como? Não basta conhecer o tipo de dados que se pretende recolher, é necessário definir os elementos de análise e o modo como o estudo deverá ser implementado.

Deste modo e em seguida procura-se dar resposta às perguntas: em quem? e como?, no que respeita a esta investigação. Caracterizam-se os participantes e a própria instituição que frequentavam. Será igualmente efectuada a apresentação do projecto de investigação desenvolvido.

3.3.1. Participantes

O estudo que se descreve foi desenvolvido durante o primeiro semestre do ano lectivo de 2007/08, em dois turnos de alunos da unidade curricular de Mecânica I, do primeiro ano dos cursos de licenciatura em Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial, da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Superior Politécnico de Viseu. A distribuição

dos alunos por turnos é realizada nos dias que precedem o início das actividades lectivas e resulta da livre inscrição dos estudantes, conforme as respectivas preferências e condicionalismos. A cada turno corresponde um horário, previamente elaborado, que contempla todas as unidades curriculares do semestre e do ano curricular em causa.

A unidade curricular de Mecânica I é comum às duas licenciaturas antes referidas. Foram disponibilizados cinco turnos para os alunos inscritos a Mecânica I, num total de cento e cinquenta e um (cento e cinco em Engenharia Mecânica e quarenta e seis em Engenharia e Gestão Industrial). Desses cinco turnos o professor investigador assumiu a docência de dois deles. É de salientar que o docente responsável por cada turno assegura a leccionação das aulas teóricas, teórico-práticas e práticas, bem como o funcionamento das sessões de apoio tutorial. Esta é uma estratégia utilizada na quase totalidade das unidades curriculares que constituem os planos de estudos dos dois cursos.

De modo a contribuir para uma mais profunda caracterização do contexto em que se realizou a investigação, torna-se pertinente referenciar alguns dados relativos à própria instituição.

A Instituição

O Instituto Superior Politécnico de Viseu é uma instituição de ensino superior público e foi criado pelo Decreto-Lei n.º 513-T/79, de 26 de Dezembro. Integra as Escolas Superiores de Educação, de Tecnologia, Agrária, de Enfermagem e de Tecnologia e Gestão de Lamego.

A Escola Superior de Tecnologia iniciou as suas actividades lectivas em 1987/88, com um único curso, o curso de Gestão, então frequentado por onze alunos e cuja leccionação era assegurada por quatro docentes. Apresenta actualmente uma oferta formativa a nível de licenciatura que contempla onze cursos, distribuídos pelas áreas de Engenharia, Gestão, Marketing, Turismo e Multimédia, assegurados por oito departamentos. A Escola é frequentada por cerca de três mil alunos, sendo cento e setenta o número aproximado de docentes.

O Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial é responsável pelos cursos de licenciatura em Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial, em funcionamento desde o ano lectivo de 2006/07, segundo o modelo preconizado pelo Processo de Bolonha.

O curso de Engenharia Mecânica é um curso de licenciatura com a duração de três anos lectivos, tendo sido criado a partir da adequação ao novo modelo do curso bietápico de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial. Este último curso funcionava em dois ciclos: o primeiro, com a duração de três anos lectivos, conferia o grau de bacharel, o segundo, de dois anos lectivos, conferia o grau de licenciado.

Fazendo um pouco de história, importa referir que o curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, tendo sido inicialmente criado, no ano lectivo de 1990/1991, como bacharelato e com a designação de curso de Produção e Manutenção Industrial, passou posteriormente a designar-se como Curso de Engenharia da Produção e Manutenção Industrial, tendo assumido em 1995 a designação que manteve até à adequação. No ano lectivo de 1998/1999, entrou em funcionamento o

segundo ciclo conducente ao grau de licenciatura. Ao longo de todo este percurso foram efectuadas algumas alterações ao nível da organização curricular que conduziram à sua natural evolução.

O curso de Engenharia e Gestão Industrial é também um curso de licenciatura com a duração de três anos lectivos, tendo sido criado segundo o modelo proposto pelo Processo de Bolonha.

Relativamente aos espaços e equipamentos afectos aos cursos do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial é de salientar que, para a leccionação das aulas e para as sessões de apoio tutorial, o departamento dispõe de salas de aula próprias, de laboratórios, de um pavilhão oficial e de salas que partilha com outros departamentos. A quase totalidade das salas e laboratórios encontram-se equipados com projectores multimédia. Existe igualmente um projector multimédia portátil. Estão disponíveis retroprojectores em todos os espaços lectivos. Há também a disponibilidade de utilização de equipamento de vídeo e televisão e de projecção de diapositivos. Os laboratórios encontram-se apetrechados com diversos equipamentos didácticos e meios informáticos.

De entre os diversos laboratórios pertencentes ao departamento, torna-se pertinente referenciar o laboratório de Física onde decorreram todas as aulas e sessões tutoriais dos dois turnos de Mecânica I, cuja docência foi da responsabilidade do professor-investigador.

A Escola dispõe de uma biblioteca geral que reúne publicações relativas a todas as áreas científicas leccionadas. A biblioteca possui igualmente espaços destinados ao trabalho dos alunos, nomeadamente para

atividades de grupo. O departamento também disponibiliza espaços para este efeito.

Existem diversos equipamentos informáticos disponíveis na Escola, com variado *software* instalado, acesso à Internet e possibilidade de impressão, em espaços próprios, para uso exclusivo dos alunos.

Em relação à reprodução de documentos, além do serviço de reprografia da Escola e do centro de cópias, existem algumas fotocopiadoras dispersas pelo edifício pedagógico e administrativo, para uso de alunos e docentes.

Os turnos de alunos

Como já foi referido anteriormente, o professor-investigador foi responsável pela docência de dois turnos, designados por 1º turno e 2º turno. Em relação ao número de inscritos, o 1º turno era constituído por vinte e sete alunos e o 2º turno por vinte e dois alunos. Os alunos deste último turno eram na sua totalidade alunos de Engenharia Mecânica. Já no 1º turno, a distribuição dos alunos por cursos traduzia-se em catorze alunos de Engenharia Mecânica e treze alunos de Engenharia e Gestão Industrial. É de salientar que o número de alunos que efectivamente frequentavam a unidade curricular era de vinte e cinco no 1º turno e dezanove no 2º turno. Trata-se de uma situação que ocorre com alguma frequência. Alunos que em ano anterior não obtiveram aprovação a uma unidade curricular, encontrando-se a frequentar anos curriculares subsequentes, podem ter incompatibilidades de horário.

Em ambos os turnos, conforme se pode observar na Figura 3, existia uma significativa heterogeneidade na sua constituição e no que respeita ao modo como os alunos ingressaram nos respectivos cursos. Além dos alunos que ingressaram nos seus cursos, no ano lectivo de 2007/2008, nas 1ª e 2ª fases do concurso nacional de acesso ao Ensino Superior, dos alunos com mais de uma matrícula nos respectivos cursos e de alunos transferidos de outros cursos e/ou estabelecimentos de Ensino Superior, havia que registar a presença de um aluno inscrito a disciplina isolada e de outro que ingressara através de concurso para maiores de vinte e três anos. Derivam estas duas últimas situações referidas, das alterações assumidas pela nova organização do Ensino Superior no quadro de Bolonha.

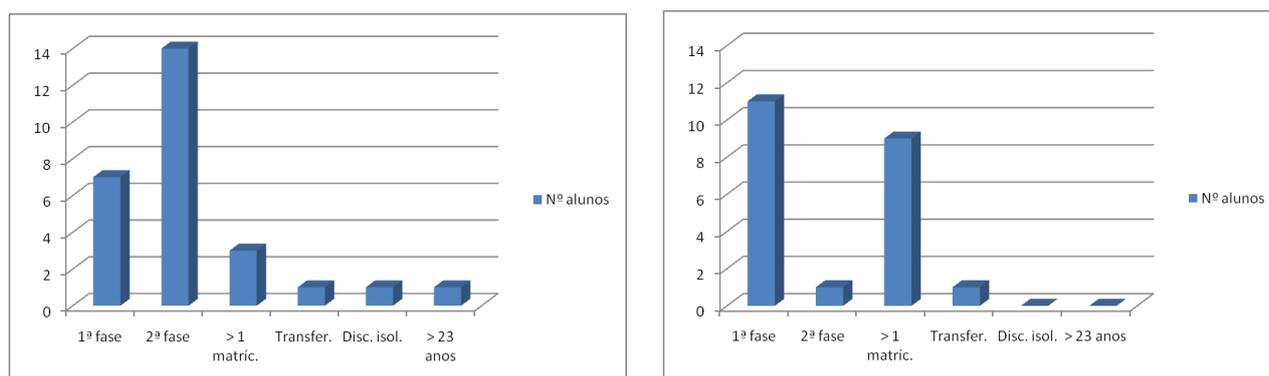


Figura 3 – Ingresso dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita)

Um aspecto que tem todo o interesse ser estudado prende-se com a escolha do curso. É bastante importante aquilatar em que medida os alunos ingressaram nos cursos que verdadeiramente correspondiam às suas aspirações. Para tal e para os alunos que ingressaram pela primeira vez no Ensino Superior, analisaram-se as suas opções de candidatura no concurso nacional de acesso, conforme se pode observar na Figura 4.

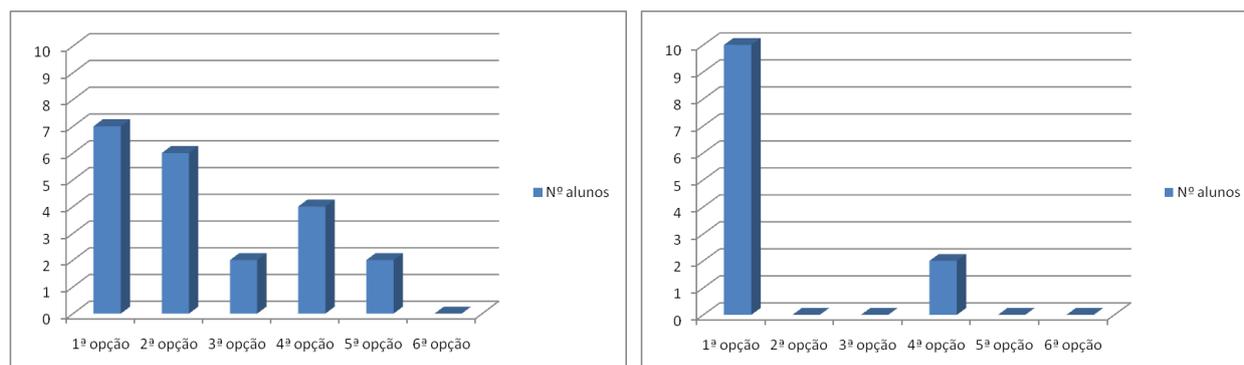


Figura 4 – Opções dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita)

Em ambos os turnos se constata ser mais elevado o número de alunos que foram colocados no curso indicado como 1ª opção. Contudo, a diferença entre esta situação e as restantes era bastante mais significativa no 2º turno. No 1º turno verificava-se uma maior dispersão dos alunos nas prioridades que estabeleceram.

A fim de aprofundar a caracterização dos alunos que constituíam os dois turnos, foi proposto pelo professor-investigador o preenchimento de um questionário (Anexo 3), ao longo do qual os alunos puderam prestar algumas informações julgadas relevantes e também transmitir as suas opiniões. Faz-se em seguida a análise dos dados recolhidos por esta via.

Em relação à distribuição dos alunos que efectivamente frequentaram a unidade curricular e em função do sexo e idades, a partir da análise da Figura 5, pode constatar-se a predominância em ambos os turnos de alunos de 18 e 19 anos. No 2º turno não existiam elementos do sexo feminino, algo que já não sucedia no 1º turno, embora presentes em número inferior aos seus colegas do sexo masculino. A presença no 1º turno de alunos de Engenharia e Gestão Industrial justifica tal facto, dado que das oito alunas que frequentaram, sete encontravam-se matriculadas no citado curso.

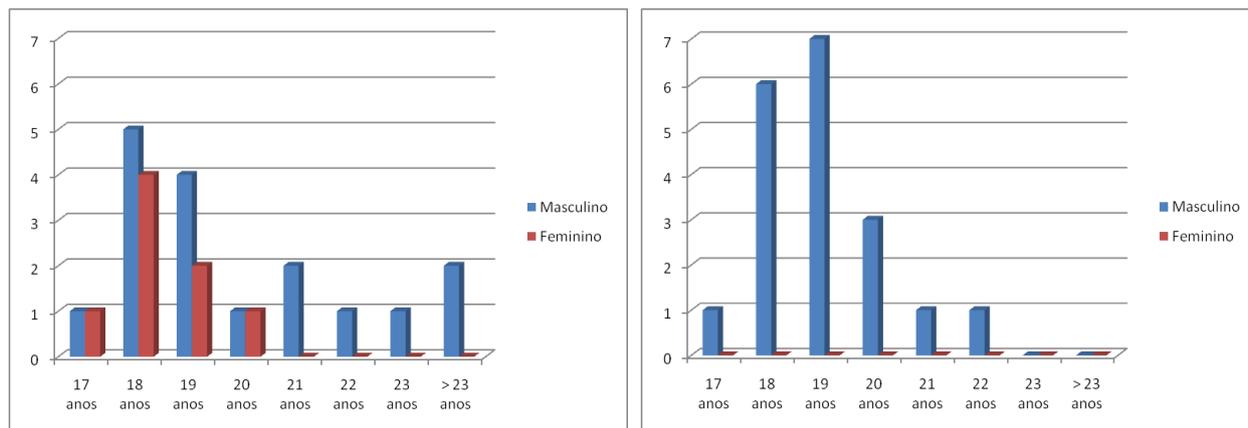


Figura 5 – Alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita) por sexo e idade

Para uma mais completa caracterização dos alunos, procurou-se distinguir geograficamente a respectiva proveniência, com base na residência do agregado familiar. Estabeleceram-se três categorias: alunos provenientes de Viseu e respectivo concelho, alunos provenientes do exterior do concelho, mas do distrito de Viseu, e alunos provenientes do exterior do distrito de Viseu. A partir da observação da Figura 6 facilmente se conclui que, em qualquer dos turnos, a maioria dos alunos provinha do exterior do concelho de Viseu. Em ambos era também mais elevado o número de alunos provenientes do exterior do distrito de Viseu, com maior significado no que respeita ao 1º turno.

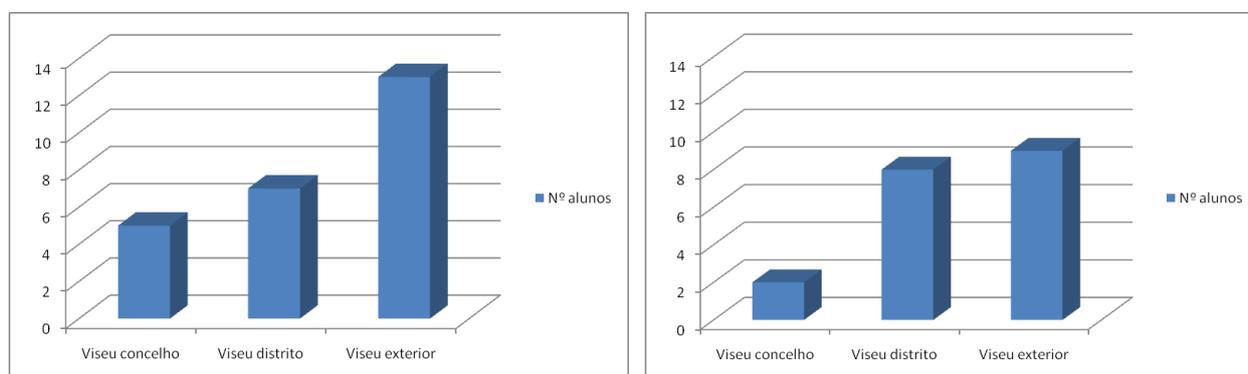


Figura 6 – Proveniência geográfica dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita)

Um dado que pareceu igualmente relevante ao professor-investigador, em virtude da natureza dos conteúdos programáticos e das competências que se pretende que os alunos adquiram na unidade curricular de Mecânica I, prendeu-se com o conhecimento do percurso académico dos alunos, anterior ao ingresso no Ensino Superior, quando particularmente relacionado com disciplinas da área de Física. É de salientar que, face às condições de acesso, os alunos poderão ingressar nos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial, com conhecimentos de Física a nível do 9º ano, 11º ano ou 12º ano de escolaridade. Consideraram-se conseqüentemente três diferentes categorias, tal como se pode observar na Figura 7.

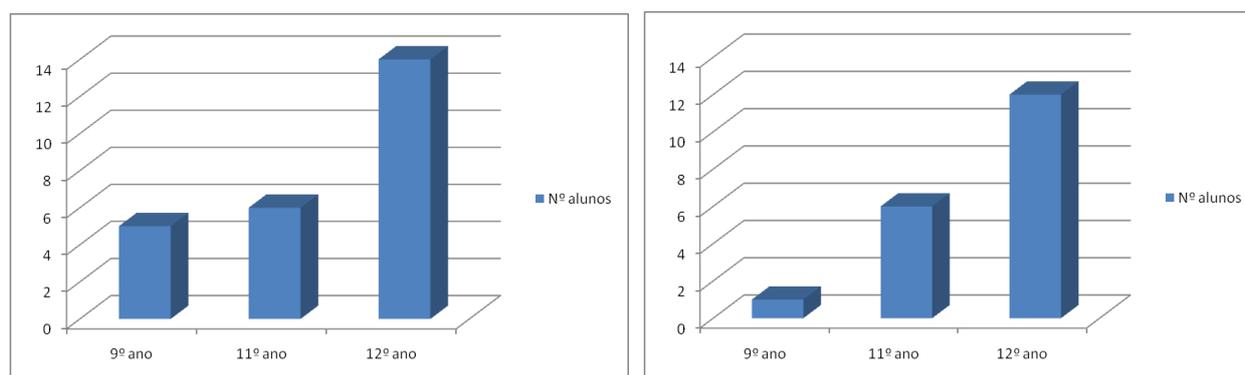


Figura 7 – Nível de escolaridade em Física dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita)

Em qualquer dos turnos o número de alunos que estudaram Física no 12º ano de escolaridade era mais elevado. Como principal diferença entre os dois turnos ressalta o facto de o número de alunos com conhecimentos de Física, ao nível do 9º ano de escolaridade, ser mais significativo no 1º turno.

Existiu igualmente interesse em identificar quais os conteúdos de Física que mais haviam motivado os alunos no seu percurso académico anterior.

Em ambos os turnos, como se pode constatar a partir da observação da Figura 8, a maioria dos alunos demonstrou maior interesse por temas de Mecânica, em detrimento de outros conteúdos citados, como Fluidos, Electromagnetismo ou Física Moderna.

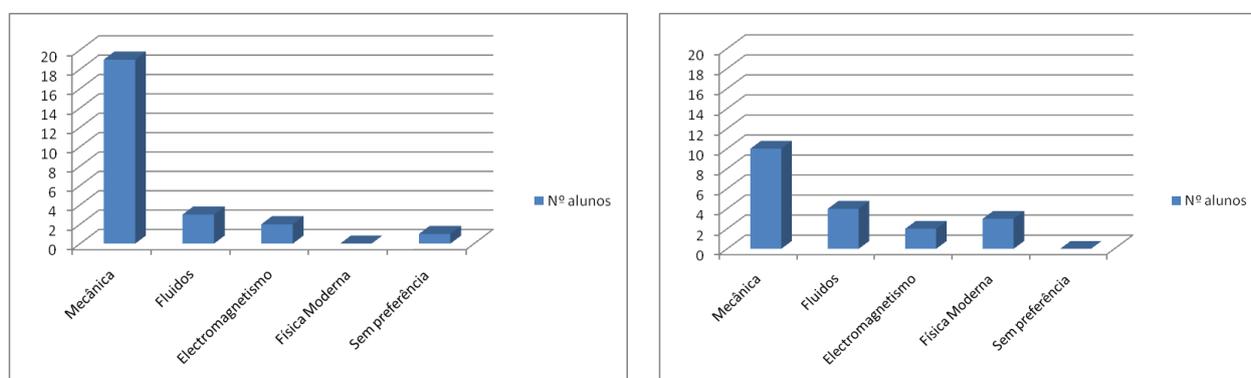


Figura 8 – Temas de Física mais interessantes para os alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita)

Entendeu-se também relevante conhecer, em termos gerais, o cariz metodológico das aulas que, genericamente, tipificaram o percurso académico dos alunos, no seu anterior estudo de Física.

De uma forma muito simples, considerou-se na formulação da questão colocada aos alunos a distinção entre aulas teóricas, aulas teórico-práticas e aulas práticas. Conforme se pode verificar a partir da observação da Figura 9, com a excepção de um aluno, todos os restantes tinham frequentado aulas teóricas e teórico-práticas. A maioria dos alunos, nos

dois turnos, havia tido também a oportunidade de efectuar realizações práticas durante as aulas.

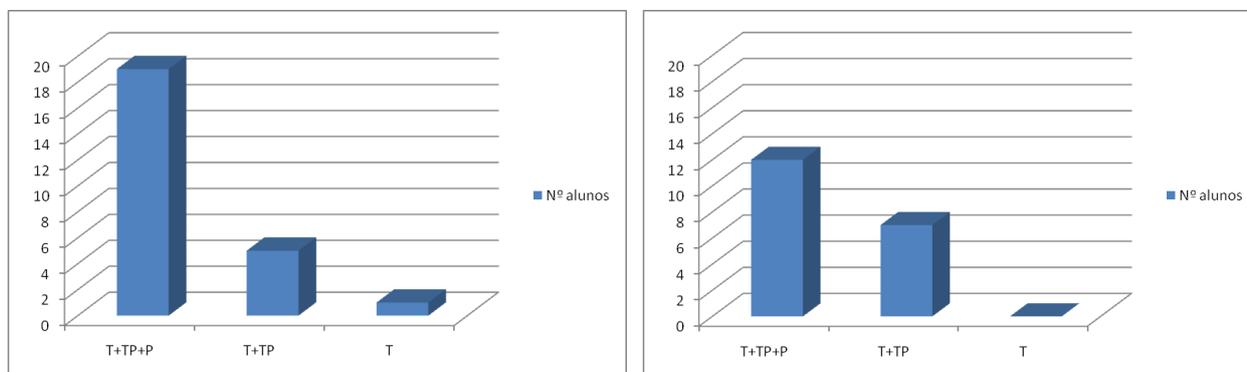


Figura 9 – Aulas de Física anteriormente leccionadas aos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); T – aulas teóricas, TP – aulas teórico-práticas, P – aulas práticas

Impunha-se, igualmente, solicitar a opinião dos alunos acerca do tipo de aulas que pensavam ter tido um papel mais importante na aquisição das suas competências em Física. Como se destaca na figura 10, enquanto os alunos do 1º turno atribuíram maior importância às aulas com carácter laboratorial, seguidas das aulas teórico-práticas, os alunos do 2º turno deram claramente mais significado a estas últimas.

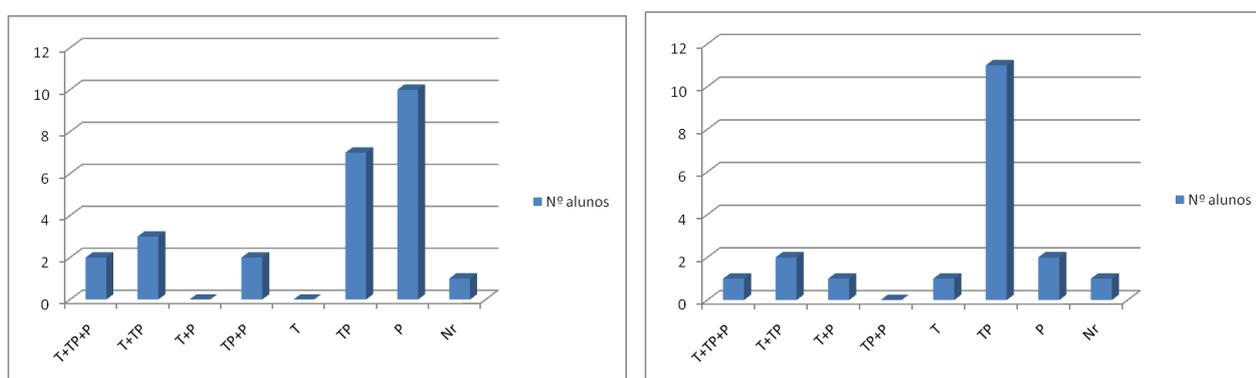


Figura 10 – Aulas consideradas mais importantes pelos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); T – aulas teóricas, TP – aulas teórico-práticas, P – aulas práticas, Nr – não respondeu

Na sequência das várias questões levantadas, abordando o anterior percurso académico dos alunos em Física, achou-se pertinente solicitar aos mesmos que procurassem qualificar a sua preparação nesta área. A evidência assim recolhida encontra-se ilustrada na Figura 11.

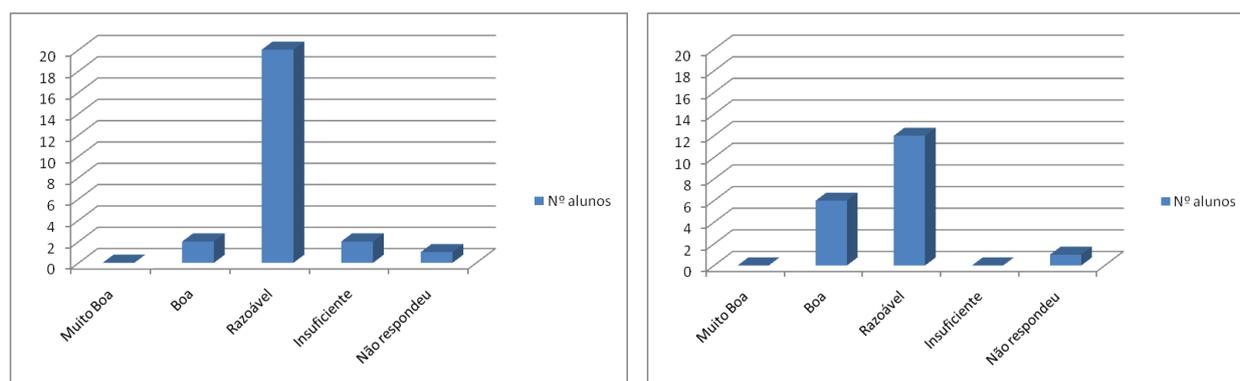


Figura 11 – Opiniões dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita) sobre a sua preparação anterior

Nos dois turnos, a grande maioria dos alunos considerou a sua preparação como sendo razoável. De registar que, no 1º turno, dois alunos a referem como Insuficiente e que, no 2º turno, a qualificação como Boa, foi indicada por seis alunos.

Para conseguir reunir informação sobre algumas das ideias que os alunos possuíam acerca da Física como disciplina curricular, respectivos objectivos e metodologia julgada adequada ao seu estudo, o professor-investigador formulou algumas afirmações que os alunos classificaram segundo a escala: 1 – Concordo totalmente; 2 – Concordo; 3 – Discordo; 4 – Discordo totalmente.

Efectua-se em seguida a análise das considerações dos alunos, por turno e para cada uma das afirmações propostas.

Em relação à afirmação: “*É uma disciplina baseada na compreensão.*”, registaram-se as opiniões traduzidas pela Figura 12.

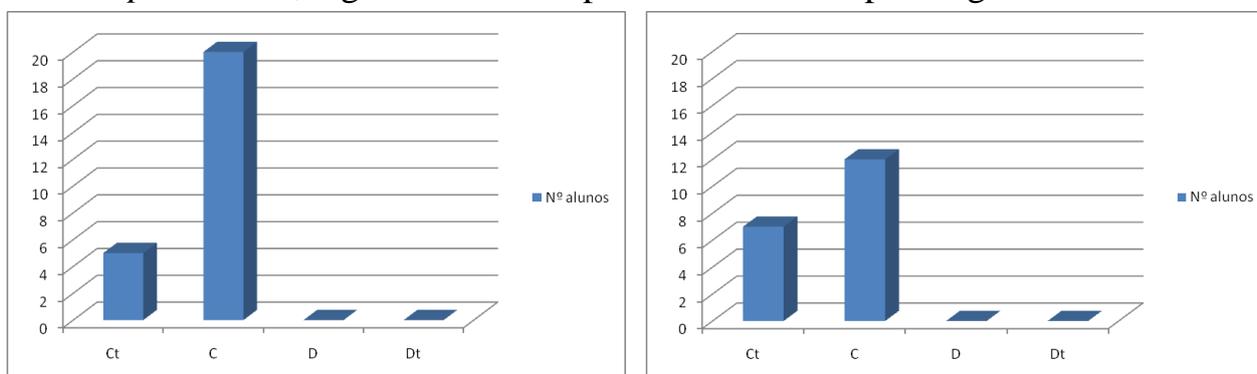


Figura 12 – A Física baseada na compreensão - opiniões dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); Ct – concordo totalmente, C – concordo, D – discordo, Dt – discordo totalmente

A totalidade dos alunos, de ambos os turnos, estava de acordo, de uma forma mais ou menos vincada, que a disciplina de Física se baseia na compreensão.

No que diz respeito à afirmação: “*É algo para o qual se tem ou não capacidade.*”, também foram detectadas bastantes afinidades entre as ideias expressas pelos alunos dos dois turnos, como se pode concluir a partir da análise da Figura 13.

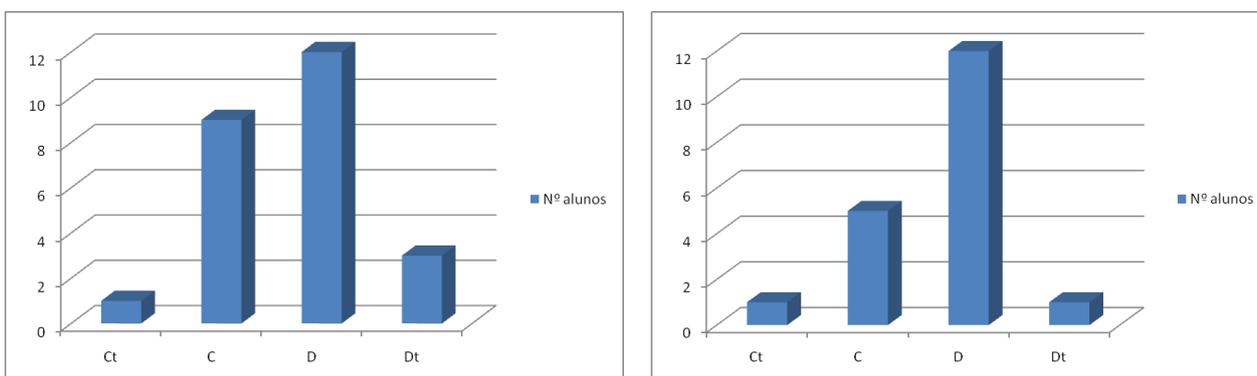


Figura 13 – A Física e a capacidade do aluno - opiniões dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); Ct – concordo totalmente, C – concordo, D – discordo, Dt – discordo totalmente

Embora a maioria dos inquiridos, em ambos os turnos, tivesse discordado da afirmação em causa, existe ainda um número expressivo de alunos que tendem a pensar que o sucesso na disciplina passa pela existência de uma aptidão inata no seu domínio.

Colocados perante a afirmação: “*É apenas uma ferramenta.*”, verificou-se também uma tendência de respostas similar nos dois grupos, conforme ilustra a Figura 14.

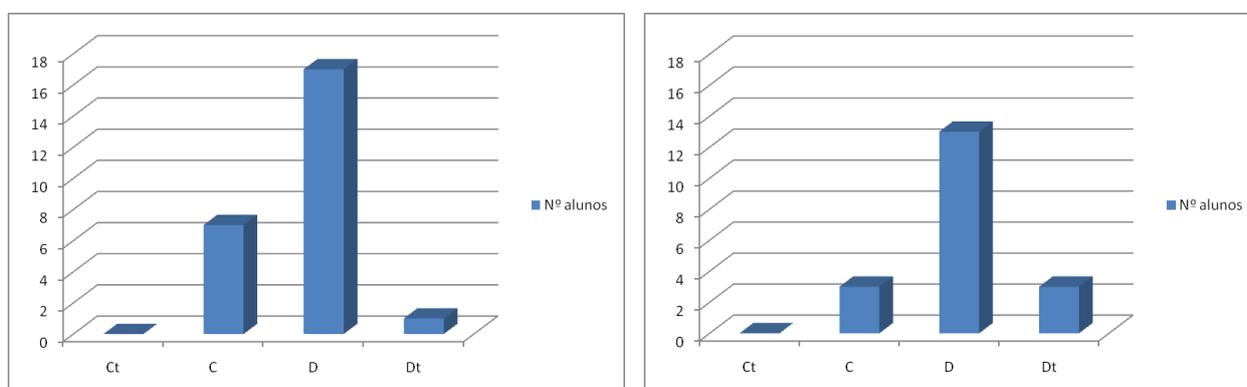


Figura 14 – A Física como ferramenta - opiniões dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); Ct – concordo totalmente, C – concordo, D – discordo, Dt – discordo totalmente

A grande maioria dos alunos, em ambos os grupos, considerou a Física mais do que uma simples ferramenta. Contudo, no 1º turno, há que registar um número algo significativo de respostas concordantes com a afirmação.

Na sequência da afirmação anterior, foram os alunos solicitados a dar a sua opinião sobre: “*É uma disciplina com objetivos próprios.*”. A Figura 15 mostra como as respostas se distribuíram em cada um dos turnos.

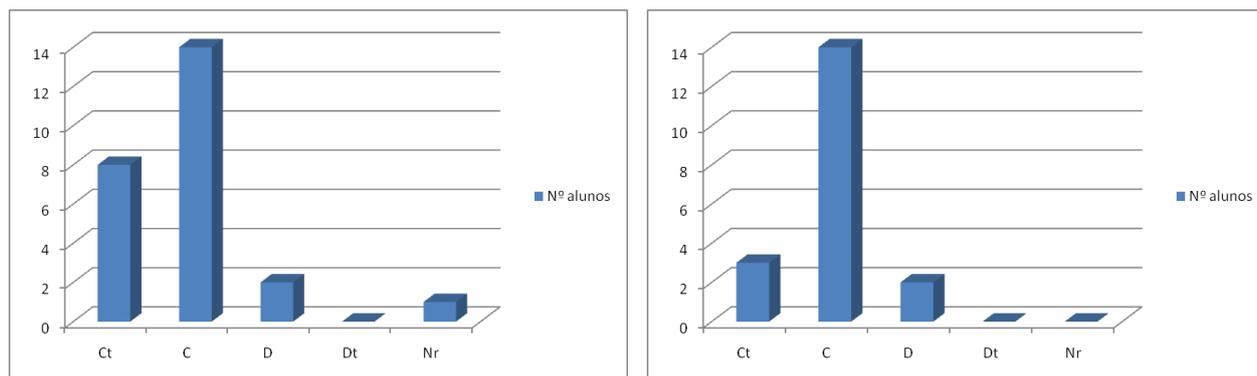


Figura 15 – A Física e seus objectivos - opiniões dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); Ct – concordo totalmente, C – concordo, D – discordo, Dt – discordo totalmente, Nr- não respondeu

A análise da figura anterior permite-nos encontrar, no 2º turno, uma coerência entre as respostas relativas a esta afirmação e as referentes à afirmação anterior. No que respeita ao 1º turno, regista-se alguma discrepância. Na verdade, uma boa parte dos alunos que consideraram a Física como ferramenta, entendeu ser uma disciplina com objectivos próprios.

As quatro derradeiras afirmações relacionavam-se com a metodologia de estudo em Física, sendo a primeira delas: “*É preciso praticar.*”. Na Figura 16 pode constatar-se como se dividiram as opiniões dos alunos de cada um dos turnos.

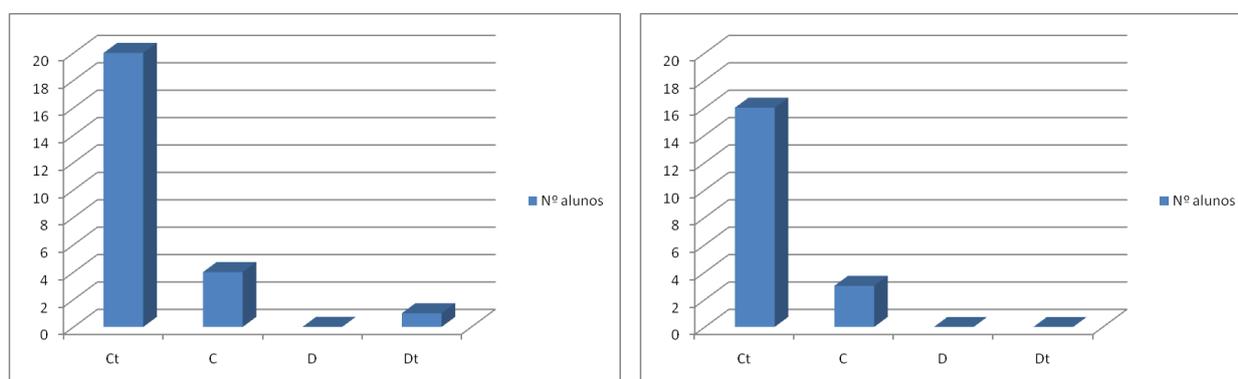


Figura 16 – Praticar em Física - opiniões dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); Ct – concordo totalmente, C – concordo, D – discordo, Dt – discordo totalmente

Como se pode constatar a partir da figura anterior, encontrava-se bem vincada na mente da quase totalidade dos alunos a exigência dos conteúdos de Física, no que respeita à necessidade de aplicar os respectivos conceitos, nomeadamente na resolução de questões, exercícios e problemas.

Mas, quando se afirma: “*É necessário mecanizar.*”, qual a opinião dos alunos?

A Figura 17 permite retirar conclusões acerca das ideias dos alunos em relação a esta afirmação.

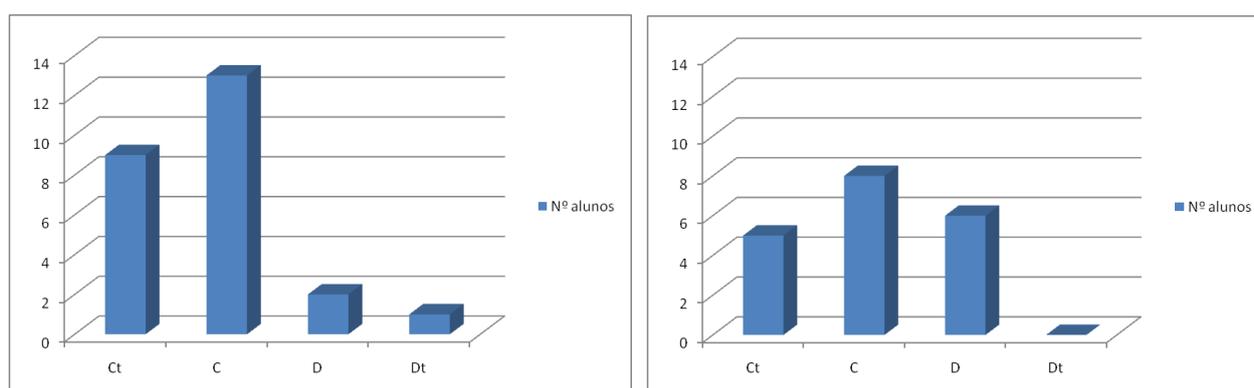


Figura 17 – Mecanizar em Física - opiniões dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); Ct – concordo totalmente, C – concordo, D – discordo, Dt – discordo totalmente

Através da análise desta figura pode facilmente concluir-se que os alunos se encontravam ainda vinculados à ideia da mecanização de procedimentos, como caminho conducente ao sucesso em Física. São no entanto de realçar as opiniões discordantes de alguns dos inquiridos, particularmente no 2º turno.

Uma questão que surge inevitavelmente, quando se aborda o estudo da Física, prende-se com as formulas associadas a esta disciplina e com a tendência que os alunos têm de as procurar memorizar, descurando muitas vezes a simplicidade com que essas mesmas expressões podem ser deduzidas.

Pelos motivos apontados, também se revelava de interesse a reacção dos alunos à afirmação: “*É fundamental memorizar as fórmulas.*”. Essa reacção encontra-se traduzida na Figura 18.

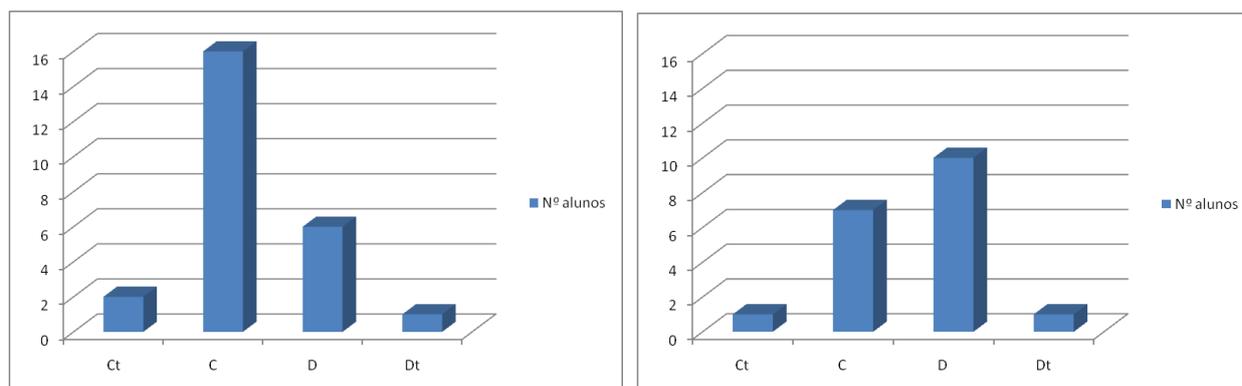


Figura 18 – Memorizar fórmulas em Física - opiniões dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); Ct – concordo totalmente, C – concordo, D – discordo, Dt – discordo totalmente

Neste ponto, as opiniões dos alunos dos dois turnos foram divergentes, tal como se pode observar na Figura 18. Enquanto os inquiridos do 1º turno concordaram na sua maioria com a importância da memorização das fórmulas, já no 2º turno a maioria dos alunos discordou de tal facto ser fundamental.

Como derradeira afirmação entendeu-se colocar: “*É preciso estudar afincadamente.*”. As opiniões dos alunos relativamente a esta ideia encontram-se ilustradas na Figura 19.

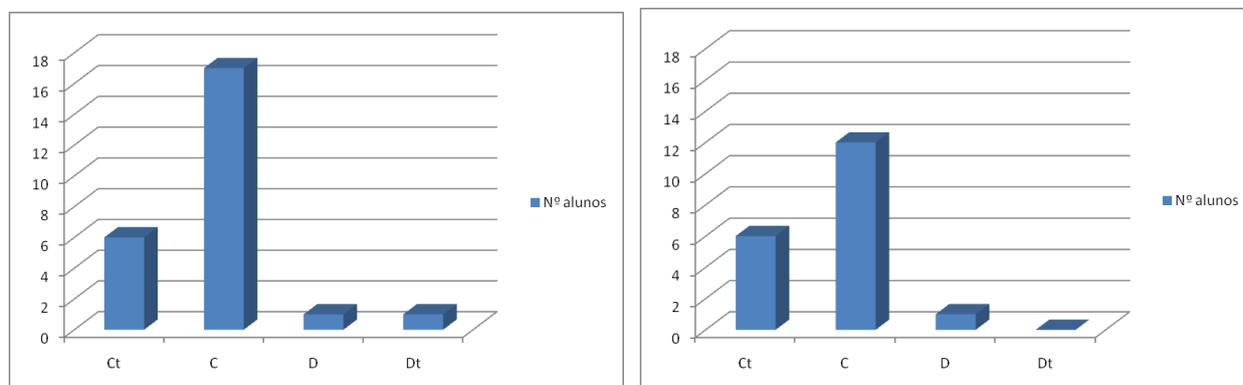


Figura 19 – O estudo em Física - opiniões dos alunos do 1º turno (esquerda) e do 2º turno (direita); Ct – concordo totalmente, C – concordo, D – discordo, Dt – discordo totalmente

Para esta última afirmação regressa a comunhão de opiniões entre os alunos integrantes dos dois turnos. Na óptica de grande parte dos inquiridos, a Física é uma disciplina que exige bastante empenho e disponibilidade de quem se dedica ao seu estudo.

A terminar o inquérito solicitou-se aos alunos, que frequentaram nos anos anteriores, sem sucesso, unidades curriculares na área da Física, independentemente da instituição ou do curso em que estiveram inscritos, que apontassem motivos que no seu entender, pudessem justificar a sua não aprovação. Verificou-se uma quase total convergência das respostas, entendendo os alunos, um do 1º turno e seis do 2º turno, que tal se deveu a falta de estudo. Outro aluno do 1º turno apontou como razão de insucesso a falta de habituação ao método de auto-aprendizagem.

3.3.2. A implementação do projecto

O presente projecto de investigação foi implementado num período em que o Ensino Superior se encontrava (e encontra) em profunda transformação, não apenas em Portugal, mas em todos os países que subscreveram a Declaração de Bolonha (1999).

Partindo de uma realidade extraordinariamente heterogénea, como é o caso do Ensino Superior, o processo de Bolonha pretende criar um espaço comum, o denominado Espaço Europeu de Ensino Superior. Por esta via, procura-se promover a inovação e a aquisição de competências que facilitem a integração no mundo do trabalho. Incentiva-se a mobilidade dos estudantes, docentes e investigadores, no âmbito de um sistema educativo que, implementando estruturas e estratégias similares, o possa permitir. Valoriza-se a aprendizagem ao longo da vida e o seu reconhecimento efectivo. Objectiva-se um sistema que conduza ao acréscimo da competitividade e da empregabilidade. Igualmente se tornam importantes, como afirmam Correia e Mesquita (2006), a adopção de medidas que visem uma maior abertura dos estabelecimentos de ensino superior aos chamados “novos públicos”, ou seja, a todos aqueles que não transitam directamente do ensino secundário. Claro que todo este processo de transformação pressupõe uma significativa e complexa mudança de mentalidades e atitudes.

Esta mudança efectiva terá de envolver o empenho e a motivação de docentes e alunos. Não se deve, obviamente, esperar que tal mudança ocorra repentinamente como consequência da adequação às novas regras resultantes da Declaração de Bolonha. Será um processo que,

inexoravelmente, se irá desenrolar ao longo de um período de tempo mais ou menos longo e que pressuporá a gradual adaptação de todos os intervenientes.

Se, em concreto, centrarmos a nossa atenção na questão pedagógica, este domínio não tem ao longo dos anos merecido a devida atenção neste nível de ensino. Efectivamente, como refere Bireaud (1995), manifesta-se de alguns anos a esta parte um interesse crescente pelo Ensino Superior e, sobretudo, pela relação função/formação. No entanto, embora se tome consciência da crise da Universidade, da sua inadaptação às solicitações sociais, do insucesso dos estudantes universitários..., os problemas pedagógicos nunca são praticamente invocados. Contudo, um certo número de docentes do Ensino Superior concede um lugar à pedagogia ou à didáctica nas suas preocupações metodológicas e tem vindo a modificar mais ou menos o seu comportamento.

É esta realidade que o processo de Bolonha vem encontrar, sendo que, nas palavras de Almeida (2005), o enquadramento pedagógico é o cerne desse processo: parte-se do princípio de que existe uma clara e prévia definição dos saberes, na perspectiva da competência e do conhecimento, mas, acima de tudo, da atitude a solicitar aos alunos, com especial e marcada incidência nas metodologias de aprendizagem vivas e activas, enterrando a tradicional transmissão de informação pura e dura e o monólogo dos docentes.

Efectivamente, Bolonha remete para a importância do papel desempenhado pelo aluno, tanto no espaço lectivo como fora dele. Deve proporcionar-se a participação efectiva e activa dos alunos nas aulas e,

sobretudo, alertá-los e motivá-los para o carácter decisivo da aprendizagem que está subjacente ao trabalho que deverão desenvolver, para além das horas de contacto tidas com o docente.

Consequência destes tempos de mudança, no processo de ensino e de aprendizagem, o papel principal está destinado ao aluno, com as suas características individuais, os seus ritmos próprios de aquisição de competências e a sua capacidade de relacionar ideias e de aplicar conhecimentos. Claro que este desempenho ocorre no contexto em que o aluno está inserido e no grupo do qual faz parte. Para além das competências de ordem técnica, os alunos necessitam, assim, de saber expressar-se entre eles e com os docentes, de aprender a trabalhar e a interagir no seio de um grupo, de elaborar, de executar projectos e efectuarem apresentações, assumindo, em suma, comportamentos próximos dos que virão a ter na sua futura vida profissional.

O aluno deve, gradualmente, conseguir aumentar os seus níveis de confiança e de autonomia, que lhe possibilitem ser capaz de, ao longo da vida, continuar a sua aprendizagem.

Na sequência destas políticas e estratégias emergentes decorreu um processo de adequação dos cursos a nível do Ensino Superior, o qual, no caso concreto da Escola Superior de Tecnologia de Viseu e do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, resultou no surgimento dos novos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial, em funcionamento desde o ano lectivo de 2006/2007, como já anteriormente foi referido.

Decorre, por esse facto, a implementação deste projecto no segundo ano de funcionamento dos referidos novos cursos, no âmbito da unidade curricular de Mecânica I, comum aos respectivos planos curriculares e integrante do 1º semestre do 1º ano. Esta unidade curricular pode afirmar-se como sendo a herdeira da disciplina de Física, que era leccionada no anterior curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial.

Embora o Processo de Bolonha pretenda vir a romper com o passado existente no ensino superior, é pertinente sustentar que, em muitos aspectos, no seio do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial essa mudança de atitudes já vinha a decorrer desde há alguns anos. Várias iniciativas de fundo, abrangendo o curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial e seu funcionamento, foram sendo tomadas ao longo do tempo e nas quais participou o professor-investigador. O trabalho de investigação que se apresenta ao longo destas páginas surge, desse modo, no campo da aquisição de competências em Física, como mais um contributo inserido num vasto projecto que visa assegurar uma maior eficácia e um maior sucesso, num âmbito mais geral, a nível dos cursos leccionados pelo departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial.

Numa primeira fase, que teve início no ano lectivo de 1996/1997, efectuou-se uma análise pormenorizada dos conteúdos programáticos leccionados no Ensino Secundário, em áreas consideradas determinantes, tais como Física e Matemática. Estabeleceram-se contactos com colegas desse nível de ensino, para, em conjunto, se debaterem questões relacionadas com a formação dos alunos. Procurou avaliar-se quais seriam

os conhecimentos e competências prévios dos alunos que ingressavam no primeiro ano.

A partir do ano lectivo de 1998/1999, leccionaram-se aulas que procuraram focalizar a revisão de conteúdos relevantes que os alunos à partida mostravam não dominar. Outras medidas complementaram as anteriormente referidas. O recurso à colaboração de psicólogos permitiu realizar alguns seminários sobre métodos de estudo. Aumentou-se o número de turnos, originando a diminuição do número de alunos por turno e permitindo uma maior proximidade entre alunos e docentes, criando condições para que os alunos mais facilmente expusessem as suas dificuldades e dando a possibilidade aos docentes de individualizarem os seus contactos. Tendo como principais objectivos a aplicação de competências adquiridas no curso, o estímulo do trabalho em equipa, o aumento dos níveis de motivação e auto-estima, entendeu o departamento propor aos alunos a participação na Shell Eco-Marathon. Nesta competição procura promover-se a construção de veículos económicos que percorram a máxima distância com um consumo mínimo de combustível. No que respeita à constituição das equipas, exclusivamente integradas por alunos, o Departamento estabeleceu, entre outras, a regra que obrigatoriamente teriam de incluir alunos do primeiro ano. A participação nesta competição tem sido mantida ao longo dos anos, com resultados bastante interessantes. Convém, no entanto, realçar que, para além das marcas alcançadas, deve sobretudo sublinhar-se o facto de terem sido atingidos os principais objectivos delineados, tais como: a implementação e concretização de um projecto resultantes de um efectivo trabalho realizado pelos alunos, o desenvolvimento de competências de interacção em grupo e a aplicação

prática de todo um conjunto de conhecimentos entretanto assimilados pelos alunos.

Embora as medidas anteriormente referidas tivessem provocado alguma mudança na atitude dos alunos, as questões de fundo permaneciam sem grande evolução. O tempo médio para concluir o curso mantinha-se em valores excessivos, a percentagem de abandono ao nível do primeiro ano era considerável e, em particular, no que respeita às disciplinas das áreas de Física e Matemática, os alunos continuavam a ter índices de sucesso reduzidos. Tornava-se, por isso, imperioso implementar algo diferente. Foi o que começou a acontecer a partir do começo do ano lectivo de 1999/2000.

Entendeu-se necessário tentar mudar a atitude dos alunos que ingressavam no primeiro ano, logo desde o início deste seu novo percurso. Elaborou-se para o efeito, um questionário que pretendeu identificar quais as expectativas que os alunos tinham acerca do curso e quais pensavam ser as maiores dificuldades que iriam encontrar. No que se prende com o primeiro ponto, a análise das respostas indicou uma certa identificação do curso com veículos automóveis e maquinaria em geral. Já acerca do segundo ponto, detectou-se uma grande preocupação manifestada pelos alunos, relacionada com a possibilidade de não conseguirem ter sucesso em disciplinas de Física e Matemática. Este receio era de algum modo coerente com a insuficiente preparação que os alunos apresentavam nesses domínios.

Na linha do preconizado por Postic (1995), decidiu-se desenvolver esforços no sentido de adaptar as práticas pedagógicas às dificuldades que

os alunos apresentavam. A experiência entretanto acumulada permitia-nos acreditar nas capacidades dos alunos e, sobretudo, na possibilidade de obtenção de melhores resultados em tempos mais reduzidos, implementando medidas adequadas logo à partida.

Um conjunto de medidas de carácter geral foi pensado, com o objectivo de ser implementado, de forma concertada, em todas as disciplinas cuja leccionação era assegurada pelo Departamento. Essas medidas consistiram fundamentalmente no que a seguir se explicita:

1. abolição da separação clássica entre aulas teóricas e aulas teórico-práticas. Passou a adoptar-se um modelo integrado, tendo por objectivo que os alunos associassem de uma forma mais natural os fundamentos teóricos com a correspondente aplicação, visando um todo mais coerente.
2. atribuição da devida importância à frequência das aulas, implementando em todas as disciplinas um registo de presenças. Para poderem realizar prova de frequência e/ou de exame de época normal, os alunos passaram a ter a obrigatoriedade de assistir a 75% das aulas leccionadas.
3. reforço da componente laboratorial, quer através de pequenas demonstrações práticas ilustrativas, no decurso das aulas teórico-práticas, quer através de experiências, realizadas pelos alunos nas aulas práticas, com entrega obrigatória dos respectivos relatórios, com um número máximo de páginas definido e prazos devidamente referenciados.

4. uma crescente preocupação na preparação pedagógica dos docentes, traduzida na realização de *workshops* sobre o tema e na frequente partilha de vivências entre colegas, nomeadamente a nível das diferentes secções que constituem o Departamento.

No que tem a ver, em concreto, com as disciplinas das áreas de Matemática e Física, além das medidas de carácter geral referidas anteriormente, é importante destacar que se procuraram adoptar algumas estratégias próprias.

Abordando em primeiro lugar a área de Matemática, entendeu-se que se revestia de toda a importância os alunos terem a percepção da necessidade de estruturarem os seus conhecimentos, a partir de uma base sólida a nível teórico. A correcta aplicação dos conceitos apenas se torna possível, caso aqueles tenham sido devidamente compreendidos. Sendo o professor-investigador defensor da utilização de exemplos da vida diária para uma maior aproximação dos alunos à Matemática, não existem, do nosso ponto de vista, situações práticas que possam ser usadas com sucesso, caso os alunos não tenham adquirido previamente competências adequadas e estruturantes.

Face ao insucesso que, de uma forma geral, é comum em disciplinas da área de Matemática, pensamos que a utilização de aplicações de teor francamente abstracto e demasiado longínquas da realidade quotidiana em nada contribuem para vencer a fobia que os alunos assumem ter destas disciplinas.

Como resultado do diálogo e da reflexão mantidos nessa altura com colegas do Departamento de Matemática, responsáveis pelas disciplinas desta área, procurou-se implementar uma abordagem diferente, partindo de uma base constituída pelos conhecimentos prévios dos alunos e fazendo com que estes não se limitassem a mecanizar procedimentos, mas em que as aplicações efectuadas resultassem de uma verdadeira compreensão, consequência da formação de uma estrutura conceptual coerente. Para isso, fez-se então apelo à utilização de ligações mais profundas à realidade quotidiana, ao exemplo da tecnologia, evidenciando a importância do papel da matemática, nomeadamente mostrando as necessidades por ela supridas.

Procurou-se ainda assumir algumas medidas complementares, como por exemplo através da revisão curricular de alguns temas, permitindo uma mais fácil interacção com a Física, numa interdisciplinaridade proveitosa para ambas as áreas e da concretização de formas alternativas de ensino, com recurso à utilização de calculadoras gráficas e à leccionação de determinadas aulas em laboratórios de informática.

Deve, todavia salientar-se que, ocorriam e ainda ocorrem situações que nos mereceram e continuam a merecer grande preocupação. Tal como constata Buescu (2006), é muito preocupante o facto de haver estudantes que atingem o ensino superior revelando carências difíceis de imaginar e cometendo erros inaceitáveis em operações elementares de aritmética ou de cálculo algébrico. Estes factos têm, ao longo destes anos, continuado a ser uma realidade, constituindo-se como graves lacunas na formação prévia dos alunos, com natural reflexo no seu percurso académico, nomeadamente no ensino superior.

Outras intervenções tiveram então lugar conduzidas pelos docentes da secção de Física do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial. Em relação à área de Física, convém salientar que a maioria dos conteúdos programáticos abordados nas disciplinas eram e continuam a ser temas no domínio da Mecânica Newtoniana. As dificuldades apresentadas pelos alunos foram sempre notórias neste domínio e, em nosso entender, como resultado da natureza abstracta e não-intuitiva dos conceitos, bem como do formalismo algo complexo igualmente associado.

Uma análise incidente sobre o anterior percurso académico dos alunos situa os primeiros contactos com estes temas no terceiro ciclo do ensino básico, continuando uma grande parte dos alunos o seu estudo no ensino secundário. Como explicar então as dificuldades detectadas, sobretudo se as confrontarmos com o facto de esses mesmos alunos terem tido aproveitamento em disciplinas de Física?

A justificação para tal, na opinião do professor-investigador, passa pela estratégia errada com que os alunos procuram alcançar o sucesso, nomeadamente no que se refere à resolução de problemas. Em lugar de uma reflexão sobre as situações que lhes são colocadas, recorrendo à aplicação de conceitos e leis estudados, a opção passa frequentemente por tentativas de resolução seguindo uma lógica de comparação, procurando identificar padrões idênticos em problemas distintos. Sem dúvida que também é comum coexistirem concepções nos alunos resultantes do modo como interpretam determinados fenómenos que observam, com as adquiridas através de análise de índole científica e orientada, consequência do seu percurso académico. Esta coexistência conduz frequentemente a

situações envolvendo ideias antagónicas, com as quais os alunos têm enormes dificuldades em lidar. Conforme afirma Neto (1998) os alunos enfrentam um conflito entre duas formas distintas de observar o mundo: uma criada pela intuição e pelo senso comum, estruturada de uma forma lógica e natural e a outra abstracta, baseada numa lógica formal e não natural.

Face ao anteriormente exposto, procurou-se implementar nas aulas estratégias que envolvessem como ponto de partida as percepções reveladas pelos alunos. Com recurso a exemplos simples, muitas vezes constituindo o início da exploração dos diversos temas, tentou-se estimular a participação dos alunos, na medida em que, frequentemente, a interpretação por eles sugerida não correspondia à realidade física. Tendo por base essa interpretação, passo a passo e em conjunto, foram sendo encontradas outras explicações, à medida que certos conceitos eram revisitados ou introduzidos pela primeira vez.

No que refere aos exemplos de situações físicas simples e ilustrativas, dada a importância que atribuímos às questões de natureza prática, sempre que possível, estas foram utilizadas, quer envolvendo vivências do dia-a-dia, facilmente identificáveis, quer recorrendo a pequenas montagens experimentais. As actividades práticas realizadas com estas montagens, normalmente executadas pelos alunos, com resultados aparentemente óbvios face ao respectivo conhecimento tácito, surpreenderam inúmeras vezes, tal como era pretendido. Um exemplo sugestivo é o que pode ser observado na Figura 20, em que o trajecto mais curto não é efectivamente o mais rápido.

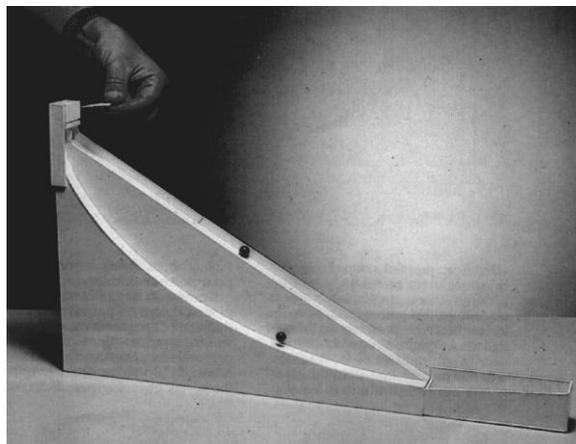


Figura 20 – Exemplo de montagem experimental

Para além destas demonstrações práticas de execução mais simples, realizadas no decurso das aulas teórico-práticas, há que referir que também os trabalhos laboratoriais mais elaborados, destinados a serem executados pelos alunos nas aulas práticas, foram idealizados com base em estratégias semelhantes: colocar os alunos perante ocorrências que os levassem a pensar e a questionar os motivos que estariam na base do que observavam e estimular a procura de respostas à luz dos conceitos e leis da Física.

Uma vertente que passou também a merecer a atenção do Departamento foi a relacionada com os primeiros contactos dos alunos do primeiro ano com a sua nova vivência no seio da instituição. Decidiu-se organizar um programa de recepção, com a designação de Começar de Novo, que tem vindo ao longo dos anos a sofrer algumas modificações, mas cuja essência se tem mantido inalterada.

O primeiro contacto formal entre os novos alunos e a instituição ocorre no acto da matrícula. Em todo esse processo os alunos são acompanhados por docentes do Departamento que procuram dar o apoio necessário. Concluída esta fase, os alunos são encaminhados para o secretariado do departamento, onde lhes é fornecida alguma documentação sobre a cidade, a instituição e o curso. Efectuam igualmente a respectiva inscrição nos turnos e tomam conhecimento do programa Começar de Novo. Procura-se também dar resposta a questões que possam colocar. Existe a intenção de promover um relacionamento inicial de grande afectividade, que permita criar um espírito de confiança com reflexos futuros.

O programa Começar de Novo tem claros objectivos de integração, divulgação e motivação. Em termos muito gerais e ao longo de três a quatro dias, os novos alunos participam em diversas actividades, tais como:

- apresentação do curso, do respectivo plano de estudos, programas e objectivos das diversas unidades curriculares, em sessão pública com a participação dos Directores de Departamento e Curso, dos restantes docentes e de alunos dos vários anos curriculares, representados igualmente ao nível da direcção do Núcleo de Alunos. No decurso da sessão, são premiados os alunos que, nos diversos anos curriculares, mais se distinguiram pelo seu desempenho académico, no ano lectivo anterior.

- realização de sessões sobre métodos de estudo, gestão de tempo, pesquisa e organização de materiais de apoio, trabalho de grupo, entre outros.
- visitas a empresas, onde frequentemente os novos estudantes encontram antigos alunos do curso, no desempenho das suas actividades profissionais. O diálogo que então se estabelece revela-se de enorme interesse para os novos alunos.
- eventos de carácter lúdico e desportivo que incentivam o espírito de grupo, como, por exemplo, *rally paper*, *karting* e encontro de futebol alunos-professores.

A avaliação deste programa de recepção tem vindo a ser efectuada ao longo dos anos, fundamentalmente com base em questionários. Os resultados dessa avaliação têm evidenciado a sua importância no estabelecimento de relações mais estreitas entre os novos alunos e entre estes e os restantes alunos e docentes, favorecendo o processo de integração e aumentando os níveis de cooperação entre os alunos.

No entanto, entendeu-se que se poderia enveredar por um projecto de índole sócio-pedagógica mais ambicioso, extensível a todo o ano lectivo, tendo por objectivo contribuir para a diminuição do abandono e o aumento da eficácia e do sucesso académico.

O denominado projecto GOIS foi implementado em 2002/2003 e funcionou durante esse ano lectivo a título experimental, para o primeiro ano do curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, num horário que

contemplava uma hora por semana. Tinha como principal objectivo ajudar os alunos a adquirir competências que lhes permitissem enfrentar com maior confiança os desafios que os esperavam no decurso do primeiro ano no ensino superior. Para tal, entendeu-se estabelecer três áreas primordiais: técnicas de estudo, gestão do relacionamento e leitura/interpretação.

Na sequência de entrevistas pessoais e estruturadas feitas à quase totalidade dos alunos do primeiro ano, cerca de cinquenta, seleccionou-se um grupo de quinze alunos que viriam a participar no projecto, juntamente com três docentes. Com base nas considerações de Fachada (2001), as variáveis analisadas, que constituíram os critérios de selecção, encontravam-se agrupadas em três categorias principais: sócio-demográficas, académicas e motivacionais. Existiu a preocupação de constituir um grupo heterogéneo.

No final de cada semestre realizaram-se entrevistas aos alunos participantes, com o objectivo de avaliar o trabalho desenvolvido e recolher sugestões sobre outros temas passíveis de ser abordados. A partir dos dados recolhidos nestas entrevistas, conforme referido por Silva, Vinhas e Paiva (2003), foi possível constatar que os alunos atribuíram grande importância ao projecto, tendo inclusive sugerido uma mais extensa abordagem das técnicas de estudo. Realçaram que, embora no início tivessem tido algumas dúvidas sobre a sua utilidade, à medida que as actividades foram avançando, foram reconhecendo o seu interesse e a motivação foi aumentando. Relacionaram, em particular, a influência que a participação no projecto teve no seu desempenho académico.

Em função do balanço positivo do seu primeiro ano de funcionamento, decidiu-se, no ano lectivo seguinte, alargar a participação no projecto GOIS a todos os alunos que frequentavam o curso pela primeira vez. Solicitou-se a colaboração dos colegas que leccionavam no departamento, tendo-se obtido respostas positivas de uma larga maioria. Promoveram-se algumas alterações na formação dos grupos de trabalho, tendo-se optado por integrar em cada grupo três a quatro alunos, acompanhados por dois professores. Os vários grupos tiveram o apoio e a partilha de experiência dos três docentes que tinham lançado o projecto no ano anterior. Ao longo do ano lectivo foram realizadas diversas reuniões para acertar estratégias e efectuar balanços pontuais, quer num âmbito mais alargado, envolvendo todos os docentes, quer isoladamente com os docentes integrantes de cada grupo de trabalho.

No que respeita ao trabalho desenvolvido e como principal inovação em relação ao ano anterior, implementou-se a ideia de cada grupo de alunos sugerir um pequeno projecto, a desenvolver ao longo dos dois semestres, preferencialmente relacionado com a engenharia, passível de ser executado, de modo a poder ser apresentado no final do ano lectivo.

Numa breve análise do que constituiu este segundo ano de funcionamento do projecto GOIS, deve realçar-se sobretudo a significativa diferença que se registou, no modo como os vários grupos foram realizando as suas actividades. Nos casos em que os alunos se encontravam motivados ou em que os docentes conseguiam estimular essa motivação, obtiveram-se resultados bastante interessantes, nomeadamente no que respeita aos projectos apresentados. Noutras situações, e dado que não existia uma

obrigatoriedade de os alunos comparecerem a essa actividade semanal extra-curricular, pura e simplesmente os grupos não funcionaram. Efectuado este balanço final decidiu-se, ainda assim, prosseguir com a terceira edição do projecto, liderado pelos docentes do grupo que, pelo seu trabalho, mais se destacou. Esta terceira edição veio a confirmar alguma desmotivação por parte de alguns docentes e alunos, pelo que se entendeu suspender o projecto, dado que não fazia sentido que ocorresse uma disparidade tão acentuada no funcionamento dos diferentes grupos.

Concluída a descrição dos diferentes projectos e estratégias, tanto os de carácter mais geral, como os dirigidos para áreas mais específicas, adoptados ao longo dos anos e considerando, nesse âmbito, a análise do desempenho dos alunos em Física, no período anterior à adequação do curso ao modelo de Bolonha, pode constatar-se que ainda existe um longo caminho a percorrer.

Embora, desde o ano lectivo de 2001/2002, como se pode observar na Figura 21, se tenha verificado uma tendência de subida da percentagem de alunos aprovados em relação ao número total de alunos inscritos em Física, essa percentagem situou-se sempre em valores inferiores a 30%, o que é manifestamente modesto.

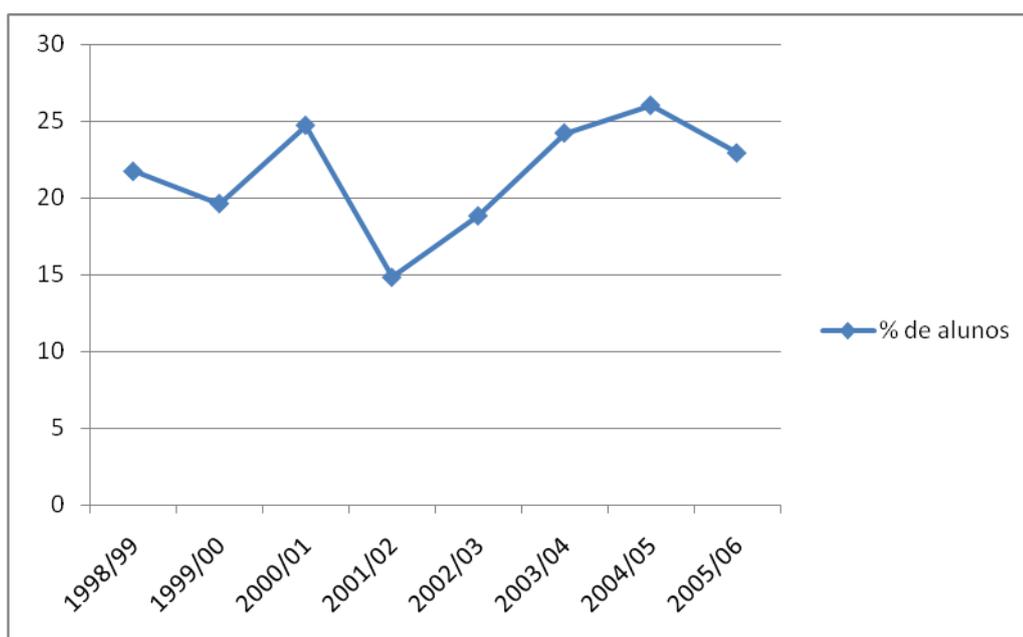


Figura 21 – Evolução da percentagem de alunos aprovados, em relação ao número total de alunos inscritos em Física

Todavia, um aspecto que nos parece de grande relevância e de constatação diária reside no facto de, no decurso da troca de opiniões que informalmente vai ocorrendo entre o professor-investigador e actuais e antigos alunos, se poder perceber que os estudantes começam a manifestar uma menor relutância em relação às disciplinas de Física. Ainda assim, conforme se pode observar na Figura 22, a percentagem de alunos que se submeteu a avaliação não sofreu variações significativas ao longo dos anos.

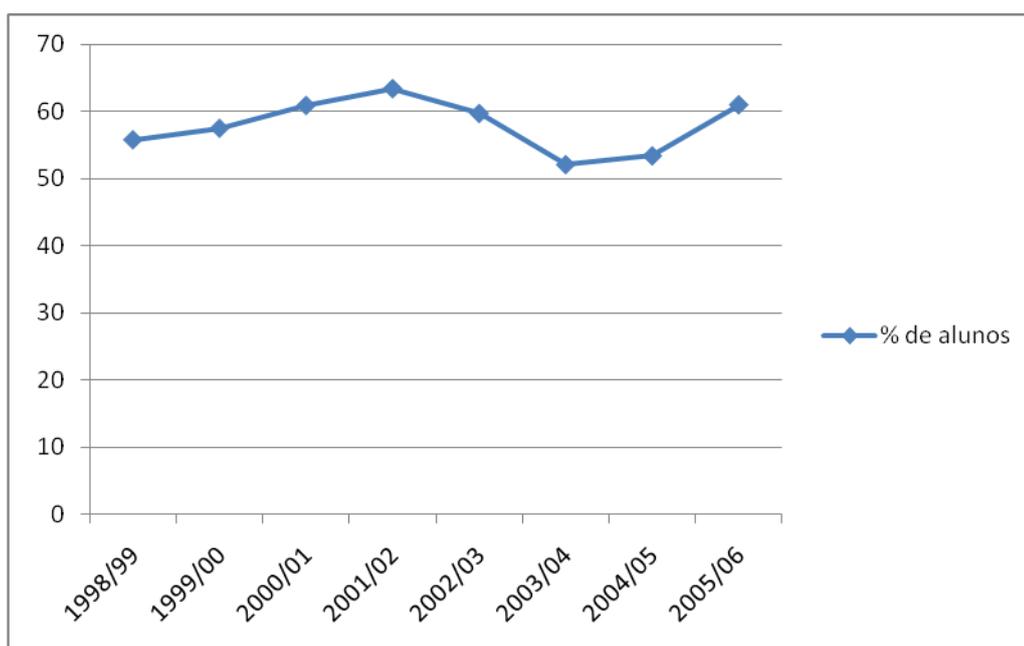


Figura 22 – Evolução da percentagem de alunos avaliados, em relação ao número total de alunos inscritos em Física

Torna-se premente melhorar estes resultados, recorrendo a novas estratégias que permitam aumentar a eficácia e o sucesso, numa fase de adaptação ao novo modelo que se procura implementar no Ensino Superior.

3.4. As componentes de trabalho em Mecânica I

Uma das grandes alterações que vieram a ser introduzidas no funcionamento dos cursos, segundo o modelo de Bolonha, prende-se com a forma como a distribuição das horas lectivas passou a ser considerada.

Tratando-se de cursos de 1º ciclo, a respectiva duração é de seis semestres, correspondentes a 180 unidades de crédito. Cada semestre corresponde a 840 horas de trabalho de um aluno, que serão repartidas pelas várias unidades curriculares.

De acordo com os princípios pedagógicos subjacentes a todo este processo, cada unidade curricular foi creditada em função das horas de trabalho do aluno, utilizadas para a realização dessa unidade, através dos denominados créditos ECTS, sigla resultante de *European Credit Transfer System*, tendo por objectivo harmonizar no espaço europeu os critérios para atribuição de unidades de crédito a uma disciplina. Este sistema de créditos considera a totalidade das horas de trabalho efectivo do aluno e não apenas as horas lectivas (European Commission, 2010).

Tendo em conta a adequação dos cursos em função das linhas orientadoras resultantes do processo de Bolonha, consideram-se como horas de contacto as horas utilizadas em sessões lectivas do tipo presencial, colectivas em sala de aula, laboratórios ou trabalhos de campo, ou individuais do tipo tutorial. Além destas horas de contacto existem outras horas de trabalho não presencial, utilizadas pelos alunos para a realização de actividades relacionadas com cada unidade curricular. À unidade curricular de Mecânica I correspondem seis créditos ECTS. No início do semestre o professor-investigador dialogou com os alunos acerca do significado dessa creditação e da importância das várias componentes de trabalho a ela associadas.

No Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da Escola Superior de Tecnologia de Viseu, conforme referido anteriormente,

não se considera desde há alguns anos a separação entre aulas teóricas e aulas teórico-práticas. Em função desta metodologia são as referidas aulas leccionadas de uma forma integrada, contribuindo para uma maior racionalização da forma como os vários temas são expostos, debatidos e aplicados, conduzindo igualmente a uma optimização da gestão do tempo.

Mais sentido fará a referida metodologia, no âmbito da distribuição horária pós-Bolonha, dado que se procura que o processo de formação esteja menos centrado no ensino e mais na aprendizagem, tal significando que se espera da parte do aluno um papel fulcral na aquisição de competências fundamentais para a sua formação. Ora, esta mudança de paradigma requer tempo, disponibilidade e capacidade de adaptação, de todos os elementos envolvidos no processo educativo. Relativamente às horas lectivas, integradas nas horas de contacto, houve uma redução face às existentes na estrutura dos cursos, anterior à adequação. Esta nova situação pressupõe uma planificação ainda mais cuidada e um aproveitamento minucioso dessas horas lectivas, para poderem ser lançadas as bases do trabalho que o aluno terá de prosseguir em período não presencial e de uma forma que lhe proporcione uma cada vez maior autonomia, particularmente na pesquisa, selecção e organização da informação. Claro que o papel do docente não se limita ao tempo lectivo e ao espaço físico da sala de aula ou do laboratório. O professor passa a ter, cada vez mais, a seu cargo componentes de orientação e de apoio que podem ir para lá das horas de apoio tutorial, com recurso às tecnologias da informação e da comunicação. No que diz respeito à unidade curricular de Mecânica I, as diversas componentes de trabalho que a integraram, encontram-se descritas no Quadro 4.

Quadro 4 – Componentes de trabalho da unidade curricular de Mecânica I

Componentes de trabalho presencial	
Actividade desenvolvida	Descrição
Aulas teóricas e teórico-práticas	Apresentação dos diferentes conteúdos programáticos, privilegiando o diálogo e consequente debate de ideias. Realização em conjunto com os alunos de experiências ilustrativas simples. Resolução de exercícios e problemas em grupo, em permanente interacção entre todos os participantes.
Aulas práticas	Realização dos trabalhos práticos previamente projectados.
Orientação tutorial	Espaço destinado a esclarecer assuntos abordados nas aulas teóricas e teórico-práticas, a colocar questões sobre trabalhos sugeridos pelo docente e a debater as várias propostas de projectos experimentais.
Avaliação	Provas escritas de frequência e exame, mini-testes, apresentação e discussão de trabalhos experimentais, qualidade de participação nas aulas, destinados a avaliar as competências adquiridas pelos alunos.
Componentes de trabalho não presencial	
Actividade desenvolvida	Descrição
Actividades orientadas pelo docente	Trabalhos realizados pelos alunos, sob proposta e orientação do docente, tais como a elaboração de projectos experimentais e a realização de trabalhos de casa.
Trabalho autónomo do aluno	Estudo, pesquisa e trabalho desenvolvidos por parte do aluno, sem intervenção directa do docente.

3.4.1. Aulas teóricas e teórico-práticas

A metodologia adoptada para a leccionação das aulas teóricas e teórico-práticas seguiu o modelo de aulas integradas que, conforme referido e pelas razões já apontadas, tem sido utilizado no seio do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial.

A partir desse modelo e em função dos dados recolhidos no questionário e nos pré-testes procurou, o professor-investigador implementar diversas estratégias que contribuíssem para uma efectiva aquisição de diferentes competências por parte dos alunos, fundamentais para a prossecução dos seus estudos e para um futuro desempenho a nível profissional.

Deste modo, o professor-investigador tentou fazer com que as aulas decorressem num ambiente de permanente interacção e diálogo entre o docente e os alunos e entre os próprios alunos. Para isso, construiu materiais de apoio adequados e utilizou estratégias de trabalho diversificadas que foram usadas de uma forma integrada para conseguir criar uma dinâmica própria, que contribuísse para o estímulo e envolvimento dos estudantes.

A apresentação dos assuntos, ponto de partida para o respectivo debate, a condução desse mesmo debate, a tentativa de formular conclusões, a resolução de exercícios e problemas foram efectuadas com recurso a materiais de apoio tão distintos como apresentações de diapositivos em *Power Point*, utilização do quadro, realização de

experiências simples abordadas de um ponto de vista fundamentalmente qualitativo, visualização de vídeos, resolução em grupo de questões, exercícios e problemas incluídos em colectânea elaborada e disponibilizada pelo docente ou de outros propostos pelos alunos e, sempre que possível, estabelecendo ligações às vivências quotidianas dos alunos, desejavelmente enquadrando aspectos relacionados directamente com a engenharia.

Um aspecto que, pela sua importância, deve ser destacado está ligado ao relacionamento que a maioria dos alunos tem com a Matemática. No caso em estudo, o professor-investigador teve oportunidade de verificar que os grupos de alunos com que trabalhou assumiram uma postura que, infelizmente, não divergiu da que tem vindo a registar ao longo dos anos. Efectivamente, em diversas situações em que diferentes actividades desenvolvidas implicaram a existência de competências mais sólidas em Matemática, a reacção dos alunos foi de um modo geral pouco favorável. Em alguns casos denotaram também imensas dificuldades ao lidar com situações em que os conhecimentos necessários no domínio da Matemática se situavam ao nível do terceiro ciclo do Ensino Básico.

O professor-investigador procurou colmatar algumas destas lacunas, recorrendo a exemplos de utilização de conceitos matemáticos aplicados a situações físicas, dentro de uma perspectiva que envolveu aspectos relacionados com o quotidiano. Deste modo, tentou fazer sentir aos alunos a efectiva necessidade da Matemática e apresentá-la de uma forma menos abstracta.

Utilização de diapositivos

Os diapositivos abrangeram a totalidade dos capítulos que constituíam o programa de Mecânica I. As ideias base que fundamentaram a sua planificação e elaboração assentaram em alguns aspectos considerados relevantes. Em primeiro lugar, os diapositivos deveriam e foram considerados pelos alunos como uma estrutura flexível, destinada a ser por eles completada, em função do seu próprio trabalho complementar.

Os diapositivos puderam indicar caminhos, mas nunca constituíram eles próprios o único caminho. Por esse motivo continham variadas situações destinadas à reflexão e discussão e questões cujas respostas eram procuradas numa interacção colectiva que integrava o professor-investigador.

Um outro aspecto que pretendeu promover a interactividade consistiu no considerável número de animações, simulações e vídeos que procuraram ilustrar situações e estimular a curiosidade sobre determinados temas. Em alguns casos era possível que os alunos acessem, a partir do diapositivo, a sítios da Internet onde poderiam utilizar eles próprios determinadas simulações disponibilizadas, fazendo variar valores de certas grandezas físicas e constatando a respectiva influência na simulação em causa.

A introdução de vídeos na apresentação de diapositivos, que ilustravam acontecimentos da vida real e pretendiam estimular os alunos para a sua interpretação com base em conhecimentos físicos, consistiu numa abordagem que se revelou bastante importante na construção da

estrutura conceptual dos alunos. Dado que se tratava de situações do quotidiano, os alunos possuíam muitas vezes visões próprias acerca da respectiva interpretação que não se revelaram coerentes à luz dos conceitos da Física. Foi extremamente interessante para o professor-investigador moderar os debates daí resultantes e que possibilitaram o despertar dos alunos para certas incoerências de raciocínio que, pouco a pouco, foram sendo reveladas. De realçar igualmente o entusiasmo com que alguns alunos defenderam os seus pontos de vista, enriquecendo algumas discussões.

Resolução de exercícios e problemas

Esta importante componente do estudo de Mecânica I teve necessariamente por parte do professor-investigador uma especial atenção. Vários motivos justificaram essa atenção. Por um lado, a experiência de anos leva a perceber que os alunos, embora muitas vezes possam ter ideias claras acerca dos conceitos envolvidos, apresentam enormes dificuldades em os aplicar em situações concretas. Este facto resulta em vários casos de uma interpretação do enunciado desajustada face ao que realmente se solicita que os alunos determinem.

Em simultâneo com estas lacunas ao nível da interpretação da Língua Portuguesa, surgem também imensas falhas em relação à expressão escrita. Frequentemente, torna-se possível constatar que os alunos não conseguem colocar por escrito as suas ideias, deturpando muitas vezes o que pretendem transmitir.

Um outro ponto que é motivo de preocupação prende-se com o facto de os alunos, em inúmeras situações, tentarem resolver exercícios e problemas por comparação.

Assim sendo, e para além da articulação integrada entre horas teóricas e horas teórico-práticas, entendeu o professor-investigador pôr em prática determinadas ideias tendo em mente promover outras atitudes nos alunos.

Ao longo dos anos foi sempre hábito fornecer aos alunos da disciplina de Física fichas de trabalho que reuniam sugestões de exercícios e problemas, sobre os vários temas do programa. Alguns desses exercícios e problemas propostos eram resolvidos nas aulas, ficando os restantes para os alunos resolverem em casa, sempre com a indicação de que também deviam procurar resolver outros, constantes das obras indicadas na bibliografia da disciplina.

Em várias ocasiões, diga-se que sem qualquer fundamento, os alunos argumentaram que os problemas das provas de avaliação apresentavam um grau de dificuldade mais elevado, do que os que haviam sido propostos nas fichas de trabalho.

Para que essa argumentação fosse definitivamente abandonada, foi elaborada uma colectânea de questões, exercícios e problemas, na sua esmagadora maioria seleccionados a partir das várias provas de avaliação de anos anteriores e em permanente actualização, situação que se manteve na actual unidade curricular de Mecânica I.

O professor-investigador entendeu manter neste estudo uma colectânea de questões, exercícios e problemas (Anexo 1 em CD-ROM), que disponibilizou aos alunos dos turnos que leccionou. No entanto, introduziu-lhe algumas modificações e procurou sempre estimular os alunos para a pesquisa de novos exercícios e problemas, quer na bibliografia fornecida ou noutras obras, bem como em sítios da Internet. Há que referir que muitos alunos não tinham e não têm hábitos de trabalho autónomo, tendo-se claramente ressentido do facto de no modelo de Bolonha o número de horas teóricas e teórico-práticas ter sido reduzido.

Na selecção dos exercícios e problemas da colectânea o professor-investigador teve em linha de conta as lacunas detectadas aquando da realização dos pré-testes. Continuou a ser sua preocupação fazer integrar na colectânea uma larga maioria de problemas originários de provas de avaliação anteriores, quer de Mecânica I, quer de Física que a antecedeu.

As modificações introduzidas na referida colectânea prenderam-se com os seguintes aspectos: inclusão de exercícios e problemas com dados em excesso e outros com dados em falta; introdução de propostas para a elaboração de enunciados de exercícios e respectiva resolução a partir de imagens fornecidas, ilustrativas de diferentes situações; recurso a problemas de síntese a requererem uma pesquisa bibliográfica e a implicarem a articulação de conhecimentos já devidamente estruturados.

A inclusão de exercícios e problemas com dados em excesso ou dados insuficientes procurou incentivar o aluno a reflectir de forma mais

cuidada sobre as situações, que lhe foram sendo colocadas. Em lugar de procurar seleccionar fórmulas que pudessem acolher os dados do enunciado e conduzir a um resultado, o aluno viu-se confrontado com a necessidade de pensar fisicamente a situação que lhe era proposta e de encontrar o caminho que deveria percorrer até à solução. Ao estudar cada exercício ou problema segundo este prisma, estaria apto a compreender quais os dados que efectivamente necessitava, sendo levado em determinados casos a excluir alguns, noutros a procurar colmatar a respectiva ausência.

Na opinião do professor-investigador foi mais um contributo para tentar evitar certos processos mecanizados, que alguns alunos demonstraram possuir. Os alunos devem aprender a pensar e compreender que cada situação proposta é diferente de todas as outras, que eles já possam ter analisado.

Esta estratégia acaba por ir de encontro ao que acabará por ser o dia-a-dia de um profissional de engenharia, que terá que resolver os desafios que lhe são propostos, sendo que para tal terá de seleccionar os dados que necessita.

Em relação à elaboração de enunciados de exercícios e posterior resolução, as dificuldades sentidas pelos alunos foram notórias. A própria liberdade que lhes foi conferida pela natureza do ponto de partida, imagens ilustrando uma determinada situação, em lugar de lhes proporcionar um amplo leque de opções, limitou ainda mais a sua capacidade criativa. Pretendia-se que os alunos pudessem raciocinar, tendo por base a sua

estrutura conceptual, imaginar uma situação compatível com a figura fornecida, compilar o conjunto de dados necessário, redigir o enunciado e finalmente resolver o exercício.

3.4.2. Orientação tutorial

Esta componente de trabalho presencial foi implementada na unidade curricular de Mecânica I, em moldes semelhantes aos considerados nas restantes unidades curriculares dos cursos assegurados pelo Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial. Considerou-se que deveria constituir algo mais do que as denominadas horas de atendimento no gabinete do docente.

Assim sendo, foram essas horas definidas no horário dos alunos e destinadas salas, onde o docente estaria presente para corresponder às solicitações dos alunos, não havendo lugar ao registo de presenças com carácter avaliativo, mas apenas estatístico. Para cada turno foram consideradas duas horas semanais de orientação tutória.

No caso concreto dos turnos cuja leccionação esteve a cargo do professor-investigador, as sessões de orientação tutória foram realizadas no laboratório de Física, que reúne igualmente condições para funcionar como sala de aula. Cada aluno teve inteira liberdade de gerir a utilização das referidas duas horas semanais, como entendesse ser de maior interesse. Os alunos puderam frequentar as sessões de orientação tutória de qualquer dos dois turnos e sem quaisquer restrições em relação ao tempo de permanência, nem ao tipo de participação que tivessem em mente. Tiveram

a possibilidade de pedir os esclarecimentos que julgassem necessários ou apenas de assistir ao debate de questões colocadas pelos colegas.

Conforme referido anteriormente, pretendeu o professor-investigador que estas horas de contacto constituíssem espaços geridos pelos alunos, destinados a esclarecer aspectos relacionados com temas apresentados nas aulas teóricas e teórico-práticas, a debater questões no âmbito de trabalhos sugeridos pelo docente, como por exemplo os trabalhos enviados para casa, que serão abordados mais em pormenor noutro ponto, a discutir as várias propostas de projectos experimentais, entre outros. Por iniciativa do professor-investigador, as sessões tutoriais continuaram a decorrer no período de frequências e exames, de modo que, nessa fase, os alunos pudessem continuar a ter este espaço de orientação, diálogo e esclarecimento de dúvidas.

A utilização do correio electrónico

Uma outra forma de contacto e também de orientação estabeleceu-se por intermédio do recurso à utilização do correio electrónico, tendo para o efeito sido criada uma conta para uso exclusivo no âmbito da unidade curricular de Mecânica I. Ainda que em anos anteriores, o professor-investigador já tivesse feito uso do correio electrónico, a fim de alargar as possibilidades de interacção com os seus alunos, procurou neste projecto estimular ainda mais a sua utilização por parte dos estudantes, não apenas para o envio e a recepção de documentos, mas também como mais um

canal de contacto destinado a poder responder a quaisquer questões que os alunos entendessem colocar. Desta forma foi possível esclarecer os alunos em relação a assuntos tão diversos como resolução de exercícios e problemas, situações relacionadas com a componente experimental, tanto na sua vertente de projecto como na elaboração dos respectivos relatórios, entre outros.

3.4.3. Actividades orientadas pelo docente

No que respeita à unidade curricular de Mecânica I, para além da orientação relativa à componente experimental com a correspondente elaboração de projectos experimentais, assunto que será abordado num ponto seguinte, deve sublinhar-se a introdução de uma nova estratégia que consistiu no envio semanal, por correio electrónico, de propostas de trabalho de casa. Estas propostas procuraram incidir sobre temas que, na óptica do professor-investigador, os alunos haviam demonstrado não ter ainda adquirido as necessárias competências, como resultado de observação e análise efectuadas nas aulas e/ou nas sessões de orientação tutorial.

Os trabalhos sugeridos tentaram igualmente que houvesse uma aproximação a situações na área de Engenharia e revestiram-se de diferentes vertentes, tais como questões, exercícios, problemas, propostas de formulação de exercícios a partir da imagem de uma situação, entre outros.

3.4.4. A componente laboratorial

A componente laboratorial respeitante à unidade curricular de Mecânica I foi constituída por duas vertentes. Uma delas consistiu na realização, no decurso das aulas teórico-práticas, de demonstrações simples de natureza fundamentalmente conceptual, em que o professor com a colaboração dos alunos procurou evidenciar aspectos julgados relevantes, relativos a alguns assuntos em estudo. A outra, mais elaborada e com uma intervenção de cariz marcadamente autónomo por parte dos alunos, englobou a realização de trabalhos experimentais idealizados, projectados e executados pelos diversos grupos de alunos, abrangendo os cinco grandes temas do programa: Cinemática do Ponto Material, Dinâmica do Ponto Material, Impulso e Momento Linear, Trabalho e Energia e Cinemática e Dinâmica do Corpo Rígido. A realização dos trabalhos práticos ocorreu em duas fases: uma primeira que envolveu a realização de trabalhos sobre os dois primeiros temas do programa e uma segunda que englobou os restantes três temas.

Tendo por objectivo a realização da componente prática de Mecânica I formaram-se, em cada um dos dois turnos, grupos de trabalho em grande maioria constituídos por três elementos. Exceptuaram-se duas situações, em que a distribuição dos alunos implicou a existência de um grupo de dois e de outro de quatro elementos.

A estrutura das aulas práticas dos turnos cuja leccionação esteve a cargo do professor-investigador assumiu um carácter marcadamente distinto face à estrutura que foi adoptada nos restantes turnos, nesse ano lectivo. Esta correspondia à estrutura que havia sido utilizada em anos

lectivos anteriores, quer na unidade curricular de Mecânica I, quer na sua antecessora, designada por Física, disciplina que fazia parte do plano de estudos do curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, o qual integrou a oferta formativa da Escola Superior de Tecnologia de Viseu até serem implementadas as alterações, que resultaram do processo de adequação a Bolonha.

Pretendeu-se modificar radicalmente a estrutura clássica adoptada para as aulas laboratoriais. Essa estrutura encontrava-se consideravelmente centralizada nos professores, responsáveis pela planificação e montagem das diferentes experiências a realizar pelos vários grupos de alunos. Os próprios docentes elaboravam os protocolos que os alunos deveriam seguir aquando da realização dos trabalhos práticos. Aos alunos cabia a tarefa da execução experimental conducente à recolha de dados, para posterior tratamento e reflexão, bem como a elaboração do correspondente relatório. Este relatório, que numa fase inicial era redigido a título individual, passou, posteriormente, a ser, também ele, fruto de um trabalho de grupo.

Os relatórios assim como o trabalho desenvolvido em aula constituíam as únicas referências no processo de avaliação da componente prática.

Nos últimos tempos, concretamente de há quatro anos lectivos a esta parte, julgou-se pertinente introduzir novo factor de avaliação, sendo exigido aos alunos que discutissem individualmente um dos trabalhos realizados, seleccionado através de um sorteio prévio integrado por todos os trabalhos práticos realizados. Nos últimos dois anos lectivos, entendeu-

se como uma mais-valia que os alunos fizessem uma apresentação do trabalho, a anteceder a discussão do mesmo.

Ainda que ao longo dos anos tivessem sido introduzidas as alterações referidas, entendeu o professor-investigador que existia a necessidade premente de reformular, de modo mais profundo, a estrutura da componente lectiva laboratorial de Mecânica I, tendo por objectivo permitir aos alunos um maior contributo ao nível de investigação, da criatividade e da aplicação de conceitos necessários para a compreensão dos diferentes conteúdos programáticos da unidade curricular. Em simultâneo, pretendeu-se que os alunos tomassem um contacto mais estreito com a realidade laboratorial, também no que respeita à concepção de um projecto de trabalho, envolvendo a sua planificação, respectiva execução, consequente recolha e análise de resultados, bem como a obtenção de conclusões e correspondente constatação da possível verificação das hipóteses formuladas. Entendeu-se igualmente que a componente laboratorial deveria constituir um estímulo no que respeita ao desenvolvimento nos alunos de capacidades ao nível da tomada de decisões, tanto na fase de projecto como no decurso da experimentação, bem como proporcionar-lhes a possibilidade de uma melhor integração e mais vincada interacção em termos de trabalho de grupo, não deixando de realçar a importância do contributo de natureza individual e o aspecto fundamental do trabalho autónomo. A introdução desta nova estrutura estabeleceu igualmente como objectivos a promoção de uma maior motivação nos alunos, assim como o aumento dos seus níveis de empenho, confiança e auto-estima.

Nesta nova abordagem metodológica foi abolida a utilização de experiências previamente definidas, concebidas e montadas pelos docentes, suportadas em detalhados protocolos escritos, que abordavam os conceitos físicos relacionados com cada trabalho prático e descreviam com minúcia os passos da realização experimental. Nos protocolos encontravam-se discriminadas quais as grandezas físicas a serem medidas, era transmitida uma orientação clara em relação à análise de dados a ser posteriormente efectuada e, de alguma forma, direccionavam-se as ideias dos alunos ao encontro das conclusões que importava retirar. Como consequência desta anterior estratégia, era possível observar que os alunos raramente preparavam convenientemente os trabalhos práticos a executar, limitando-se a seguir os protocolos de forma passiva, executando passo a passo as respectivas indicações.

Embora tratando-se de alunos a frequentar o primeiro ano do ensino superior, com reduzida experiência a nível laboratorial, o novo paradigma de ensino e aprendizagem apontou claramente para uma orientação distinta. Um novo desafio foi proposto aos alunos. Os diferentes grupos de trabalho teriam, para cada um dos cinco temas do programa, de idealizar, concretizar sob a forma de projecto e implementar experiências que evidenciassem claramente conceitos relacionados com esses temas, usando equipamento existente no laboratório de Física. Em determinadas situações puderam complementar o material existente com outro trazido do exterior, na condição de se tratar de material simples e disponível em casa. Os cinco temas propostos foram: movimento de projecteis, força e movimento, conservação/dissipação de energia, física das colisões e dinâmica da rotação.

A nova estrutura das aulas laboratoriais tinha como principal objectivo implementar uma estratégia de aprendizagem por projecto, apoiada na linha de pensamento de Guedes, Lourenço, Filipe, Almeida e Moreira (2007), procurando intensificar a actividade cognitiva dos alunos, tentando estimular a sua criatividade e o seu espírito de inovação, em simultâneo com a intenção de criar hábitos de pesquisa, de promover a interacção entre os estudantes e de os sensibilizar para a importância do trabalho em equipa, como potenciador do desempenho individual.

3.4.4.1. A elaboração de um projecto

Seguindo as directrizes definidas para a nova abordagem à componente laboratorial de Mecânica I, nos turnos leccionados pelo professor-investigador, os alunos foram informados no início do semestre do que se pretendia que fizessem nessa componente. Tomaram conhecimento acerca dos temas sobre os quais incidiriam as aulas práticas e contactaram com o material existente no laboratório de Física, em particular com os dispositivos experimentais de maior complexidade, alguns deles projectados e executados pelos docentes da área da Física, nas oficinas do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial.

Em seguida foram solicitados a distribuírem-se em grupos de três elementos, com uma ou outra excepção, conforme já referido em função do número total de alunos por turno, que teriam de realizar os trabalhos práticos. Deve esclarecer-se que, como regra de avaliação de Mecânica I, os alunos que haviam completado a componente experimental com sucesso, em ano lectivo anterior, sem no entanto terem obtido aprovação

nesta unidade curricular, estavam dispensados de realizar de novo a citada componente prática.

A cada um dos grupos formados e para cada um dos cinco temas do programa, foi solicitada a elaboração de um projecto de trabalho experimental. A elaboração dos projectos decorreu igualmente em duas fases: uma primeira respeitante aos projectos concebidos para os dois primeiros temas e uma segunda para os restantes três. No final de cada fase os diversos grupos teriam de entregar em suporte de papel ou enviar por correio electrónico os vários projectos desenvolvidos. Os alunos tiveram de idealizar que tipo de experiências pretendiam efectuar, procuraram clarificar objectivos, seleccionaram equipamentos necessários e esquematizaram montagens experimentais, para o que recorreram livremente a diversos meios de pesquisa ao seu alcance, desde livros publicados a documentos disponibilizados em diferentes sítios disponíveis na Internet.

Após a recepção dos diversos projectos, o professor-investigador efectuou a correspondente leitura e análise, tendo em seguida reunido com cada um dos grupos. No decurso das várias reuniões, procurou esclarecer algumas dúvidas em relação às propostas apresentadas e promoveu a discussão sobre determinados pontos que teriam necessidade de sofrer algumas alterações. Em certos casos essas alterações resultavam do facto de não ser possível, com o material disponível em laboratório, efectuar alguns procedimentos experimentais sugeridos, noutros porque seria possível simplificar certos passos experimentais sugeridos. Em qualquer situação o docente tentou sempre colocar mais questões do que fornecer

sugestões, sendo que a maior parte das correcções efectuadas nos projectos apresentados foram da autoria dos próprios alunos, quando confrontados com as dificuldades apontadas, após reflexão e discussão no seio do grupo, consequência da intervenção a título individual de cada elemento integrante da equipa.

3.4.4.2. O desempenho experimental

A montagem e execução das diversas experiências projectadas pelos alunos originaram o aparecimento de algumas dificuldades de ordem técnica, perfeitamente normais no âmbito laboratorial e que os diferentes grupos tiveram de enfrentar e ultrapassar. A maior parte dos estudantes já possuía algum contacto com o trabalho de natureza experimental, fruto das respectivas vivências no seu anterior percurso académico. No entanto, esse contacto resultou fundamentalmente da realização de experiências dirigidas com base em protocolos e/ou da observação de demonstrações de ordem prática realizadas por professores em espaço lectivo.

Como consequência desta nova estratégia os alunos colocaram em prática os seus próprios projectos, aplicaram conceitos, usaram material de laboratório por eles seleccionado e testado, interagiram em grupo, efectuaram uma gestão racional do tempo, tendo em vista alcançar os objectivos que se tinham proposto alcançar. A investigação destinada a procurar e encontrar respostas para as várias situações laboratoriais constituiu um importante contributo para a compreensão da Mecânica.

O professor-investigador, no decurso das realizações experimentais, procurou interagir com todos os grupos de trabalho. Tentou incentivar a

descoberta de soluções, dando num ou noutro caso algumas pistas que permitiram que os alunos encontrassem respostas no seio dos respectivos grupos, para as questões que colocavam. Coube-lhe igualmente promover a reflexão no decorrer da fase experimental e também sobre os resultados obtidos.

3.4.4.3. Relatórios

Cada grupo de trabalho, por cada experiência realizada, teve que apresentar um relatório final escrito. No início do semestre foi distribuída alguma informação acerca da elaboração de relatórios, nomeadamente no que tinha a ver com a respectiva estrutura. Foram definidos prazos de entrega rigorosos. Cada relatório tinha de ser obrigatoriamente entregue até uma semana após a execução laboratorial do trabalho. Estas regras tinham sido assim definidas para todos os alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial.

Os relatórios reflectiram diferentes aspectos do progresso efectivo dos alunos. O professor-investigador teve a possibilidade de avaliar em que medida alguns conceitos tinham sido efectivamente compreendidos, também podia aquilatar a aquisição de competências relacionadas com a análise de dados de carácter experimental e a capacidade de alcançar conclusões devidamente fundamentadas. Outros aspectos que foram tidos em conta nesta avaliação estiveram relacionados com o desempenho dos alunos ao nível da apresentação dos relatórios, da clareza da exposição e da capacidade de formularem sugestões e críticas, tendo em vista a optimização do trabalho prático realizado.

3.4.4.4. Apresentação e discussão públicas dos trabalhos experimentais

No final do semestre cada aluno teve de apresentar e discutir publicamente uma das experiências realizadas, seleccionada em função de um sorteio prévio, na presença e com a colaboração dos alunos de cada um dos turnos, efectuado cerca de quatro semanas antes, após a entrega de todos os relatórios. A estratégia a utilizar, bem como a estrutura da apresentação, não obedeciam a regras específicas, com a excepção do tempo de duração, que não podia exceder os vinte minutos, incluindo o período destinado a perguntas e respostas. As apresentações e consequentes discussões foram efectuadas perante um júri de dois docentes, sendo um deles o professor que leccionou o turno que o aluno frequentou. Os restantes alunos, independentemente do turno a que pertenciam, podiam assistir se assim o entendessem às apresentações dos colegas. Esta componente de avaliação foi comum a todos os alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial.

Os alunos tiveram então liberdade total para idealizarem a respectiva apresentação. Por esse motivo optaram por diferentes soluções para apresentarem os trabalhos: apresentação com recurso ao *Power Point*, apresentação com recurso ao *Power Point* e utilização do quadro, unicamente utilização do quadro como suporte, apresentação oral tendo por base o equipamento laboratorial e simples apresentação oral.

Constituiu este ponto uma actividade de significativa importância, dado que por um lado impôs aos alunos uma necessária reflexão sobre os conceitos envolvidos, os resultados obtidos e as conclusões expressas e por outro lado permitiu o desenvolvimento de competências relacionadas com a

análise, a síntese e a comunicação, como por exemplo a correcta utilização da linguagem e um comportamento adequado face a uma audiência.

No final de cada apresentação o júri presente conduziu a discussão a partir da formulação de algumas questões e correspondentes respostas. Embora os restantes alunos presentes pudessem ter usado da palavra e colocado as questões que entendessem como pertinentes, optaram por não o fazer.

3.4.5. A avaliação dos alunos

A avaliação na unidade curricular de Mecânica I abrangeu as diversas componentes do trabalho dos alunos, bem como a assiduidade e qualidade de participação nas aulas, que são consideradas também como fundamentais.

Desde o ano lectivo de 1999/2000 que o Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial decidiu incluir na avaliação de todas as disciplinas a assiduidade e a qualidade de participação como forma de motivar a frequência às aulas, tida como um dos factores determinantes para o sucesso académico dos alunos. A estas duas componentes foi decidido atribuir 10% da cotação total, para todas as disciplinas. A adequação ao modelo de Bolonha em nada alterou este procedimento.

A avaliação é um tema complexo e certamente que a distribuição percentual da pontuação atribuída a cada componente é necessariamente discutível. Antes do início de cada semestre, em reunião de todos os docentes que leccionam Mecânica I, tem existido sempre um ponto da ordem de trabalhos destinado à reflexão e discussão sobre as várias formas

de avaliação e a valorização a atribuir a cada uma delas. Em todas essas ocasiões tem havido abertura para efectuar as alterações que foram sendo sugeridas, resultantes da experiência que tem vindo a ser acumulada.

No ano lectivo em que decorreu este estudo, a distribuição de classificação pelos vários itens de avaliação foi a que se encontra discriminada no Quadro 5.

Quadro 5 – Avaliação na unidade curricular de Mecânica I

Componente de avaliação	Valor (%)
Prova escrita de frequência ou exame	58,5
Trabalhos práticos	18,0
Mini-testes	13,5
Assiduidade e qualidade de participação	10,0

As provas escritas decorreram no final do semestre, em período destinado para tal e incluíram prova de frequência, exame final e exame de recurso, não tendo sido permitido qualquer tipo de consulta.

A avaliação incidente sobre os trabalhos práticos contemplou os elementos com eles relacionados: projectos experimentais, execução laboratorial, relatórios elaborados e apresentação e discussão pública.

Os mini-testes foram como sempre facultativos, prática desde sempre seguida, inicialmente em Física, após a adequação mantida em Mecânica I. Caso o aluno optasse por não os realizar ou se a respectiva classificação não favorecesse a nota final do aluno, a percentagem desta componente de avaliação passava a ser adicionada à da prova escrita. Foram realizados três mini-testes ao longo do semestre, cada um deles incidindo sobre uma parte dos conteúdos programáticos de Mecânica I. Estes testes permitiram quer ao professor quer aos alunos efectuar mais uma avaliação intermédia da evolução na aquisição de competências.

Em qualquer das componentes da avaliação os alunos não podiam obter classificações inferiores a 9,0/20,0 valores, sob pena de ser excluídos.

3.5. Instrumentos de recolha de dados

Dadas as características do estudo efectuado, particularmente em relação às questões de investigação formuladas e aos objectivos que se pretenderam atingir, as principais fontes de informação a que se recorreu resultaram da observação directa e intensiva dos alunos, envolvendo igualmente a observação participante do professor-investigador, num processo que contou com a colaboração e a participação activas por parte dos alunos, condição fundamental para o desenvolvimento do projecto. De modo a poder efectuar-se a análise da evolução dos alunos ao nível da aquisição de determinadas competências, fez-se uso, ao longo do semestre,

de um conjunto de instrumentos que possibilitaram a recolha de dados sobre o desenvolvimento das competências em estudo e que se revelaram fundamentais na elaboração das estratégias consideradas necessárias para a evolução do processo.

Como refere Ferreira (2007), o instrumento de avaliação formativa mais adequado será um instrumento que permita dialogar com o aprendiz enquanto este efectua a sua aprendizagem. Salienta ainda que, porque interessa diagnosticar as dificuldades/erros no momento em que surgem e as suas causas, bem como verificar os êxitos conseguidos, a importância da utilização de instrumentos que se centrem mais no processo de aprendizagem, face aqueles que fornecem apenas informações sobre resultados de algumas aprendizagens feitas pelos alunos e acerca das dificuldades sentidas, após estas terem surgido.

Poderemos destacar, no decorrer do projecto, três fases que, embora distintas, necessariamente se interligaram, envolvendo a utilização de diversos instrumentos de recolha de dados. O Quadro 6 permite, de forma sistematizada, ilustrar essas fases, os instrumentos referidos e a respectiva finalidade.

Quadro 6 – Fases do projecto e instrumentos utilizados

Fase do projecto	Instrumentos utilizados	Finalidade
<i>Avaliação inicial</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Inquérito por questionário: - caracterização dos alunos - a Física na opinião dos alunos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Caracterizar o perfil dos alunos participantes no projecto, nomeadamente em relação ao seu percurso académico. Conhecer dados e registar opiniões acerca dos seus anteriores contactos com a Física.
<i>Intervenção</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Registo diário ● Realização de pré-testes ● Trabalhos efectuados em casa ● Debates e esclarecimento de dúvidas nas sessões tutórias ● Realização de mini-testes ● Projectos em grupo para a componente laboratorial ● Discussão em grupo dos diversos projectos ● Execução experimental dos projectos ● Relatórios ● Apresentação e discussão pública dos trabalhos experimentais ● Mensagens de correio electrónico 	<ul style="list-style-type: none"> ● Registrar toda a informação considerada pertinente, para o estudo em causa, resultante da interacção entre todos os participantes no projecto ● Identificar competências pré-existentes, relacionadas com cada capítulo do programa ● Permitir a análise da evolução de competências ● Favorecer a permuta de conhecimentos entre os alunos e estimular a discussão alargada de temas, que levem questões de resposta mais complexa, permitindo ao professor-investigador o contacto com determinados processos de análise e reflexão dos alunos ● Permitir que todos os intervenientes no processo possam analisar a evolução de certas competências e rectificar aspectos menos conseguidos ● Promover o trabalho em grupo, a investigação autónoma e a aprendizagem activa no exterior das aulas, possibilitando igualmente a obtenção de informação sobre a evolução dos alunos nesse âmbito ● Estimular debates que envolvam a apresentação e defesa de soluções idealizadas e a procura de alternativas, sempre que necessário, desenvolvendo competências a esse nível ● Permitir que os alunos possam implementar na prática os projectos elaborados, enfrentando alguns desafios de ordem técnica e adquirindo capacidades de iniciativa, de avaliação de informação, de gestão de recursos e tempo e da evolução da aquisição de competências em termos de aplicação prática de conhecimentos ● Identificar a aquisição de competências ao nível da aplicação prática de conhecimentos, utilização correcta de instrumentação, da análise de dados experimentais e da expressão escrita ● Estimular a aquisição de competências ao nível da comunicação e da argumentação ● Permitir um contacto estreito e constante entre os alunos e o professor, possibilitando o acompanhamento de trabalhos e a troca de informação e de orientação
<i>Avaliação final</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Entrevista estruturada individual ● Provas de avaliação escrita 	<ul style="list-style-type: none"> ● Conhecer as opiniões dos alunos acerca das diversas estratégias adoptadas e solicitar sugestões que, no seu entender, possam contribuir para promover o sucesso ● Reconhecer as competências adquiridas

3.5.1. Inquérito por questionário

O questionário foi preenchido pelos alunos na primeira aula do semestre. Com a utilização deste instrumento, pretendeu-se obter informações mais concretas acerca dos alunos que iriam frequentar os dois turnos da unidade curricular de Mecânica I, leccionados pelo professor-investigador e, conseqüentemente, participantes neste estudo.

No questionário eram consideradas duas vertentes principais: uma primeira relacionada com a caracterização do aluno, da qual constavam itens de identificação e anterior percurso académico; uma segunda especificamente dirigida para os anteriores contactos dos alunos com a Física. Nesta segunda vertente, procurou-se conhecer até que nível de ensino a Física teria sido estudada, conteúdos que despertaram maior interesse, como foram leccionadas as aulas e sobretudo registar as opiniões dos alunos acerca da Física e da preparação tida nessa área.

3.5.2. Registo diário

Ao longo do semestre, no decurso das aulas e sessões tutoriais, o professor-investigador efectuou o registo de diversos acontecimentos. Procurou reunir descrições pormenorizadas de intervenções dos alunos, da interacção entre eles e com o professor, registou estratégias utilizadas, ideias debatidas e reflexões que foram tendo lugar, bem como outros dados julgados importantes, para o trabalho em causa. Tal como refere Estrela (1994), o registo de incidentes críticos consiste numa descrição detalhada e precisa de um dado comportamento e da situação que lhe deu origem,

permitindo trabalhar de forma mais rigorosa e reduzindo a margem de subjectividade.

A observação efectuada foi essencialmente participante, uma vez que o professor-investigador integrava necessariamente o grupo em investigação, nele desempenhando um papel activo, registando posteriormente os acontecimentos em que tinha estado envolvido. No entanto, em determinados momentos, tornou-se possível ao investigador criar um certo distanciamento e observar as interacções produzidas.

3.5.3. Realização de pré-testes

O recurso à utilização de pré-testes teve como objectivo a recolha de dados que permitissem identificar algumas competências que os alunos já possuísem, relacionadas com cada capítulo do programa. Procurou-se, desta forma, contribuir para a caracterização do estado de partida dos participantes no estudo. É de realçar, neste ponto, a heterogeneidade dos alunos integrantes dos turnos envolvidos neste projecto, particularmente no que respeita aos seus anteriores percursos académicos ligados ao estudo da Física. Este facto foi tido em conta na elaboração dos pré-testes, para os quais foi assumida uma avaliação de competências, na generalidade ao nível do exigível no final do terceiro ciclo do ensino básico, pelo facto de integrarem os turnos alunos com esse nível de preparação em Física, conforme já referido anteriormente.

Os pré-testes foram realizados antes do início de cada um dos seis capítulos do programa. Cada pré-teste procurava avaliar competências dos alunos relacionadas com o capítulo que seria abordado em seguida. Todos

os pré-testes englobavam seis questões/exercícios de escolha múltipla, com cinco opções, uma das quais era necessariamente verdadeira.

3.5.4. Trabalhos efectuados em casa

Os alunos tinham à sua disposição, desde o início do semestre e em suporte informático, uma colectânea de questões, exercícios e problemas, elaborada pelo professor-investigador, abrangendo todos os capítulos do programa. Na componente teórico-prática das aulas era proposto aos alunos o trabalho de resolução de alguns desses itens. Ficava ao livre arbítrio dos alunos a resolução, fora dos tempos lectivos, das restantes sugestões da colectânea, existindo também a possibilidade de avançarem, eles próprios, nas aulas, com propostas de resolução de determinadas questões, exercícios ou problemas da colectânea ou de outras fontes.

As aulas teórico-práticas funcionaram com uma dinâmica em que os alunos interagiam entre eles e com o professor na procura de soluções para os desafios apresentados. Fruto da observação e reflexão sobre o trabalho desenvolvido nas aulas e das dúvidas colocadas pelos alunos, pôde o professor-investigador detectar assuntos que lhe pareceram suscitar mais dificuldades. Por esse motivo, foram propostas, semanalmente, fichas de trabalho, cujo conteúdo era particularmente dirigido no sentido de colmatar as referidas dificuldades. As questões, exercícios e problemas nelas sugeridos procuraram, sempre que possível, estabelecer uma estreita ligação com situações ligadas a temas de Engenharia. As fichas de trabalho eram enviadas por correio electrónico e de resolução facultativa. Os alunos podiam entregar as respectivas propostas de resolução pela mesma via, em mão própria nas aulas e/ou nas sessões de apoio tutorial. Em muitos casos a

resolução de alguns itens era discutida no decurso das sessões de apoio tutorial. O recurso ao correio electrónico para esclarecimento de dúvidas relacionadas com as fichas de trabalho foi igualmente muito utilizado pelos alunos. O professor-investigador, após a respectiva correcção, debatia, individualmente e em grupo, as propostas de resolução recebidas.

3.5.5. Debates e esclarecimento de dúvidas nas sessões tutórias

Conforme referido em ponto anterior, uma das alterações introduzidas pelo processo de Bolonha ocorreu na estrutura do horário semanal das unidades curriculares, ao implementar as denominadas sessões de apoio tutorial. É de realçar que a iniciativa e a dinâmica das sessões de apoio tutorial foi da inteira responsabilidade dos alunos. Verificou-se ser uma experiência enriquecedora para todos os intervenientes, dado que a liberdade existente permitiu diversificar as actividades, cujo leque abrangeu a totalidade das componentes afectas à unidade curricular. Realmente os alunos solicitaram a colaboração do docente em várias vertentes relacionadas com as actividades afectas à unidade curricular: esclarecimento de assuntos abordados nas aulas, apresentação e debate de questões relacionadas com os trabalhos sugeridos pelo docente, discussão em torno das propostas de projectos experimentais, entre outros.

Do ponto de vista do professor-investigador, estes espaços de contacto constituíram uma fonte de informação e um considerável conjunto de situações merecedoras de reflexão e passíveis de o orientar em acções subsequentes.

3.5.6. Realização de mini-testes

Desde o ano lectivo de 2002/2003 que a secção de Física do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial adoptou a realização de mini-testes, ao longo do semestre, nas disciplinas cuja leccionação tem vindo a assegurar. Com a transição para o modelo de Bolonha, entendeu prosseguir com essa estratégia, até porque tem sido um ponto que os alunos têm realçado como positivo.

Foram efectuados alguns ajustamentos ao longo dos anos, como o relativo ao número de mini-testes a realizar, inicialmente cinco, tendo actualmente esse número sido reduzido para três. Também se alterou ligeiramente a sua estrutura, na medida em que, inicialmente, eram constituídos por seis questões/exercícios de escolha múltipla com cinco opções, sendo uma delas necessariamente verdadeira, e, no novo formato, uma das questões/exercícios de escolha múltipla foi substituída por uma questão/exercício de resposta aberta. Conforme já foi referido, os mini-testes eram de natureza facultativa e, mesmo no caso de os alunos optarem pela sua realização, apenas eram contabilizados na classificação final, se disso tirassem benefício. Embora esta perspectiva seja discutível, entendemos que os alunos deverão ter em relação aos mini-testes uma atitude responsável e positiva, na medida em que um dos grandes objectivos passa pela compreensão das vantagens que advêm de assumirem um estudo continuado, com claros reflexos na avaliação de final de semestre. Essa atitude deve ser mais interiorizada que imposta. Tanto para os alunos como para o professor os mini-testes representam um

instrumento complementar importante na análise da evolução dos alunos, no processo de aquisição de determinadas competências.

3.5.7. Projectos em grupo para a componente experimental

Tal como já sublinhado anteriormente, uma das componentes da unidade curricular de Mecânica I que foi objecto de uma considerável reestruturação foi a componente laboratorial, distribuída entre demonstrações práticas mais simples nas aulas integradas e trabalhos experimentais mais elaborados nas aulas práticas.

Uma das alterações já salientadas prendeu-se com o abandono de protocolos previamente elaborados pelo professor e destinados a orientar os trabalhos práticos previstos para as aulas práticas. A utilização dos protocolos fazia com que inúmeras vezes os alunos não preparassem devidamente os trabalhos práticos, limitando-se a seguir os passos descritos, no decurso da execução das experiências.

A nova estratégia adoptada conduzia, como já referido em ponto anterior, a que cada grupo de trabalho elaborasse um projecto para cada trabalho experimental. Nesses projectos foram delineados objectivos, discriminado o material necessário e apresentado o planeamento da experiência. Os alunos efectuaram a entrega por escrito dos projectos, nos prazos acordados, quer em mão própria, quer através de correio electrónico. Além de constituírem uma importante fonte de informação sobre a evolução da aprendizagem dos alunos e sobre outras capacidades já referenciadas, competia ao professor-investigador validar cada um dos

projectos, em função da sua adequação aos objectivos pretendidos e à sua exequibilidade.

3.5.8. Discussão em grupo dos diversos projectos

Após a análise de cada projecto de trabalho experimental apresentado, o professor-investigador reuniu com cada um dos grupos de trabalho para, em conjunto, discutirem alguns pontos passíveis de serem clarificados ou eventualmente reformulados, nomeadamente quando as propostas apresentadas implicavam a utilização de meios técnicos inexistentes e de difícil obtenção, ou cuja execução podia ser otimizada com algumas alterações.

Procurou sempre o professor-investigador colocar questões e não sugerir modificações. Estas partiram sempre da iniciativa dos alunos, quando confrontados com dificuldades que, à partida, não tinham equacionado. É de salientar a qualidade da generalidade dos projectos, particularmente no que respeita à inovação e a adequação de objectivos, bem como a capacidade revelada pelos alunos na justificação das propostas apresentadas e na procura rápida de soluções alternativas, para as questões de ordem técnica colocadas pelo professor-investigador. As discussões tidas permitiram aquilatar das capacidades de argumentação, de criatividade e de aprendizagem autónoma, enquadradas no seio de um grupo.

3.5.9. Execução dos projectos

A implementação prática dos projectos das diversas experiências colocou os alunos perante variadas situações de ordem técnica, que

revelaram, entre outras, as suas capacidades de interacção em grupo, de iniciativa, de aplicação de conhecimentos, de utilização dos recursos existentes e de gestão de tempo.

O professor-investigador interagiu com os diversos grupos de trabalho, embora procurando sempre estimular a descoberta de soluções pelos alunos. Tentou, na medida do possível, fazer com que as questões que lhe eram colocadas fossem respondidas no seio do próprio grupo de trabalho. Disponibilizou mais pistas do que respostas. Colocou dúvidas que estimularam a reflexão. Registou informações importantes sobre a evolução dos alunos, no que diz respeito à aquisição de competências ao nível da aplicação prática de conhecimentos e da capacidade de ultrapassar dificuldades de ordem experimental, que entretanto iam surgindo.

A partir deste contacto estreito foi-lhe possível acompanhar a evolução dos estudantes no que se prende com a aquisição de competências ao nível da aplicação prática de conceitos, no manuseamento de equipamento laboratorial e na aquisição e tratamento de dados experimentais. Pode também constituir-se como observador privilegiado do comportamento dos alunos como membros activos de um grupo de trabalho e do modo como planearam, organizaram e geriram as diferentes fases da execução das diversas actividades laboratoriais.

3.5.10. Relatórios

Os grupos de trabalho tiveram de elaborar relatórios respeitantes a todos os trabalhos experimentais que realizaram nas aulas práticas. Os relatórios eram também fruto de um trabalho conjunto, cabendo a cada

grupo a entrega de um único relatório por cada trabalho experimental efectuado.

Os relatórios reflectiram diferentes aspectos do progresso efectivo dos alunos. O professor-investigador teve a possibilidade de avaliar em que medida alguns conceitos tinham sido efectivamente compreendidos, também podia aquilatar a aquisição de competências relacionadas com a análise de dados de carácter experimental e a capacidade de alcançar conclusões devidamente fundamentadas. Outros aspectos que foram tidos em conta nesta avaliação estiveram relacionados com o desempenho dos alunos ao nível da apresentação dos relatórios, da clareza da exposição e da capacidade de formularem sugestões e críticas, tendo em vista a optimização do trabalho prático realizado.

3.5.11. Apresentação e discussão pública dos trabalhos experimentais

Após a realização dos cinco trabalhos experimentais e entrega dos correspondentes relatórios, cada aluno teve de apresentar e discutir um dos trabalhos efectuados. As apresentações e discussões dos trabalhos experimentais permitiram ao professor-investigador observar competências relativas à comunicação e à capacidade de argumentação, assim como complementar a análise da participação de cada aluno no seio do seu grupo de trabalho.

3.5.12. Mensagens de correio electrónico

A utilização do correio electrónico teve início logo a partir da primeira semana de aulas. O professor-investigador forneceu aos alunos um endereço de correio electrónico, criado expressamente para a unidade

curricular de Mecânica I. Por sua vez, os alunos disponibilizaram os respectivos endereços. Recorrendo a este meio e servindo igualmente de teste ao seu correcto funcionamento, o professor-investigador começou por enviar o programa, objectivos, bibliografia e regras de avaliação da unidade curricular em causa.

Ao longo do semestre, o correio electrónico constituiu um meio de contacto utilizado inúmeras vezes. O professor-investigador a ele recorreu sempre que necessitou de transmitir informações, enviar sugestões de trabalhos, orientar actividades, esclarecer dúvidas colocadas pela mesma via, entre outros. Os alunos, além de o utilizarem para o esclarecimento de dúvidas e solicitarem orientação, também a ele recorreram para enviarem trabalhos, projectos de realizações experimentais e relatórios. Sobretudo criou uma ponte de contacto quase permanente entre os alunos e o professor, constituindo mais uma ferramenta que permitiu ao professor constatar a evolução dos alunos na aquisição de determinadas competências.

3.5.13. Entrevista estruturada individual

No final do semestre, o professor-investigador entrevistou individualmente os alunos dos dois turnos, com os quais trabalhou. Seguiu um guião previamente elaborado (Anexo 8) procurando abordar sistematicamente todos os pontos julgados relevantes, relacionados com a unidade curricular e as diversas estratégias adoptadas. Os diálogos tidos foram extremamente enriquecedores, na medida em que os alunos expressaram, de forma desinibida, as suas opiniões sobre os vários temas,

trocaram ideias com o professor, tendo em alguns casos avançado com sugestões, consideradas úteis para o futuro.

A análise de conteúdo das entrevistas efectuadas, revelou-se de considerável importância para a investigação desenvolvida, na medida em que permitiu retirar algumas conclusões que contribuíram para responder a determinadas questões de investigação.

3.5.14. Provas de avaliação escrita

Uma das componentes de avaliação dos alunos de Mecânica I consiste na realização de uma prova de avaliação escrita: prova de frequência, prova de exame de época normal ou prova de exame de época de recurso (Anexo 7).

Estas provas de avaliação foram elaboradas e corrigidas, como é habitual, pelos docentes que leccionaram os diversos turnos da unidade curricular aos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial.

Para o professor-investigador, o desempenho dos alunos que integraram este projecto de investigação permitiu reunir informação acrescida que, após correspondente análise e reflexão, possibilitou o reconhecimento de competências adquiridas e uma mais completa caracterização do percurso evolutivo dos alunos.

3.6. Calendarização das diversas actividades

As actividades que envolveram os alunos e o professor-investigador, no âmbito deste projecto de investigação, tiveram lugar no decurso do primeiro semestre do ano lectivo de 2007/2008. O Quadro 7 sintetiza as diversas actividades e os períodos em que decorreram, similares para ambos os turnos.

Quadro 7 – Períodos e actividades desenvolvidas

Período	Actividade desenvolvida
Setembro de 2007	Preenchimento do inquérito por questionário
Setembro a Dezembro de 2007	Realização de pré-testes antes do início de cada capítulo do programa
Setembro a Dezembro de 2007	Trabalhos para casa enviados semanalmente
Novembro de 2007	1º e 2º mini-testes
Dezembro de 2007	3º mini-teste
Novembro de 2007	Planificação de projectos destinados à componente laboratorial – 1ª fase
Novembro de 2007	Execução experimental dos projectos – 1ª fase
Novembro e Dezembro de 2007	Elaboração e entrega dos relatórios da componente experimental – 1ª fase
Dezembro de 2007	Planificação de projectos destinados à componente laboratorial – 2ª fase
Dezembro de 2007	Execução experimental dos projectos – 2ª fase
Dezembro de 2007 e Janeiro de 2008	Elaboração e entrega dos relatórios da componente experimental – 2ª fase
Janeiro de 2008	Apresentação e discussão dos trabalhos experimentais
Dezembro de 2007 e Janeiro de 2008	Entrevistas individuais
Janeiro e Fevereiro de 2008	Provas de frequência, exame de época normal e exame de época de recurso

É de salientar que se entendeu, devido a questões de ordem logística, dividir para todos os turnos a componente experimental afecta às aulas

práticas, em duas fases. Realizaram-se dois trabalhos experimentais na primeira fase e três na segunda.

No que diz respeito aos mini-testes, optaram os docentes da unidade curricular de Mecânica I por realizar três, o primeiro no início de Novembro, o segundo no final de Novembro e o terceiro em Dezembro de 2007, na última semana de aulas. Julgou-se desta forma dividir de forma equilibrada os conteúdos do programa abordados em cada mini-teste.

A apresentação e discussão pública dos trabalhos experimentais efectuaram-se no início de Janeiro de 2008 para possibilitar que os alunos dispusessem de mais tempo para a respectiva planificação e elaboração.

3.7. Tratamento dos dados

Em relação ao tratamento efectuado aos dados obtidos é importante sublinhar que assumiu uma natureza fundamentalmente qualitativa relativamente aos dados provenientes do registo diário e do recurso ao correio electrónico. No entanto, sempre que os dados o justificaram, efectuaram-se abordagens do ponto de vista quantitativo, tal como sucedeu no tratamento das respostas obtidas no inquérito por questionário, nos pré-testes, nos trabalhos de casa, nos projectos e trabalhos experimentais, nos mini-testes e nas entrevistas.

Embora se tenha procedido a análises estatísticas descritivas de grupo, assumindo cada um dos turnos como um todo, quando se julgou

pertinente foram referenciadas situações específicas individuais, respeitantes a alunos desses mesmos turnos.

As entrevistas realizadas com os alunos no final do semestre foram objecto de análise de conteúdo.