

CONTRIBUTO PARA UMA ABORDAGEM PRÁTICA DA FÍSICA EM ENGENHARIA, BASEADA NO TRABALHO DE PROJECTO

João Vinhas*, António Neto**

* Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do
Instituto Politécnico de Viseu, Viseu – Portugal

** Universidade de Évora, Évora – Portugal, Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência

jvinhas@estv.ipv.pt

aneto@uevora.pt

Resumo – O trabalho aqui apresentado configura apenas uma parte, ainda que significativa, de um projecto de investigação mais vasto, realizado no âmbito de uma tese de doutoramento em ciências da educação, sob o título “ O Ensino e a Aprendizagem da Física em Engenharia: um estudo de caso no Ensino Politécnico”. O desenho metodológico adoptado baseou-se numa metodologia de investigação de natureza qualitativa, assumindo-se como um estudo híbrido, misto de estudo de caso com investigação-acção.

A presente comunicação, descreve, em concreto as inovações didácticas introduzidas nas aulas práticas de uma unidade curricular da área da Física, leccionada a cursos de Engenharia. Esta estratégia pedagógica abandonou o recurso a protocolos escritos pelo professor e introduziu a realização de trabalhos laboratoriais com base em projectos propostos e executados por grupos de alunos. A recolha e a análise de dados de investigação basearam-se na apreciação dos projectos, na observação do desempenho laboratorial dos alunos, na avaliação dos relatórios e nas prestações relativas às apresentações/discussões finais dos trabalhos. De salientar igualmente o registo das opiniões dos alunos a partir de entrevista individual. As opiniões manifestadas foram claramente favoráveis, confirmando a evolução detectada pelo docente na aquisição de determinadas competências por parte dos alunos.

1. INTRODUÇÃO

O Ensino Superior em Portugal tem vindo nos últimos anos a ser objecto de um ambicioso processo de reestruturação, à semelhança do que tem sucedido, com maior ou menor profundidade, nos restantes países signatários da Declaração de Bolonha (Einem,1999). A ideia da criação de um Espaço Europeu de Ensino Superior foi pela primeira vez formalmente apresentada na Declaração da Sorbonne (Allègre *et al*, 1998), afirmando o desejo político de ir para além de uma união estabelecida num patamar meramente económico. A educação e o conhecimento foram reconhecidos como vitais para o desenvolvimento da Europa. As diferenças entre os sistemas de Ensino Superior nos vários países da União Europeia eram consideráveis. Tinha chegado o momento de criar mecanismos que viessem a permitir a convergência dos diversos sistemas de ensino, facilitando a mobilidade de estudantes e de docentes, no sentido de tornar efectivo o intercâmbio

do conhecimento e de experiências, promovendo a inovação e a aquisição de competências. No dealbar desta nova realidade surge também como paradigma emergente o facto de considerar o estudante como figura central do processo de ensino e de aprendizagem, dando ênfase ao trabalho realizado e ao progresso alcançado pelo aluno, ao desenvolvimento de competências e à preparação adequada para um futuro desempenho profissional. Este objectivo envolve uma significativa e complexa mudança nas mentalidades e atitudes, fazendo apelo ao envolvimento e motivação de estudantes e de professores. Efectivamente, o processo de Bolonha pretende ver reconhecido que a aprendizagem activa do aluno fora do espaço sala de aula é significativamente mais importante e determinante do que a que resultaria do ensino tradicional, muitas vezes em jeito de monólogo e pouco dado a interacções, tal como referem Neto, Williams e Carvalho (2009). No entanto, há que ter em linha de conta que os alunos ingressam no ensino superior após um percurso de doze ou mais anos, no decurso do qual a sua autonomia pouco terá sido estimulada. Também, no que respeita aos professores, seria importante que recebessem alguma formação, que lhes permitisse ajustar as suas metodologias de ensino aos novos desafios. O contexto pedagógico afigura-se nuclear neste processo, nomeadamente no que se relaciona com a adopção de metodologias de ensino e de aprendizagem inovadoras e dinâmicas. Um desafio igualmente importante que emana do processo de Bolonha prende-se com a aprendizagem ao longo da vida, atraindo para o sistema de Ensino Superior novos públicos, com características próprias, já inseridos no mercado de trabalho, mas a necessitarem de qualificação. Este, como referem Correia e Mesquita (2006), constitui condição imprescindível para o crescimento económico sustentado, para a melhoria da qualidade do emprego e para a coesão social, no nosso país.

Nos últimos anos, a necessidade de quadros com formação superior na área da Engenharia, nomeadamente em Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial, tem vindo a fazer-se sentir com especial premência, não apenas em Portugal, mas também em diversos países. Esta procura do sector industrial impõe, necessariamente, por parte das instituições responsáveis pela formação dos futuros engenheiros, uma reflexão e esforço, no sentido de ajustar as suas estratégias face aos perfis que actualmente caracterizam os alunos que buscam um futuro nesta área (Irandoost, 2000). O papel destinado ao Engenheiro no seu desempenho profissional diário tem vindo a sofrer importantes modificações e relativamente ao universo dos alunos, são notórias as diferenças vocacionais, situação que não se restringe ao nosso país (Clausen, Hagen, Hasleberg e Aarnes, 2003). Os jovens que ingressam no primeiro ano dos cursos de Engenharia provêm de diversas áreas de formação, apresentando, conseqüentemente, distintos níveis de conhecimentos, nomeadamente em Física e Matemática, para além de uma débil noção sobre o funcionamento de alguns dispositivos e de uma quase inexistente falta de aptidão e competência na vertente experimental (Vinhas, Silva e Paiva, 2002). Contudo, este desfasamento entre a preparação anterior ao ingresso e a necessária ao sucesso no Ensino Superior não é exclusivo dos cursos de Engenharia, fazendo-se sentir em outras áreas (Universidade de Lisboa, 2010).

2. O ESTUDO DE FÍSICA EM ENGENHARIA

O trabalho aqui apresentado fez parte integrante de um projecto de investigação mais alargado, realizado no âmbito de uma tese de doutoramento em Ciências da Educação. A investigação desenvolvida decorreu na Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Viseu, Portugal, no ano lectivo de 2007/08. Nele participaram alunos da unidade curricular de Mecânica I, integrante dos planos de estudos do primeiro ano, primeiro semestre, das licenciaturas em Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial. É importante referir que a leccionação das unidades curriculares dos citados cursos é baseada, no que respeita à definição dos tempos lectivos, numa abordagem que não separa formalmente, nem compartimenta, as aulas teóricas das aulas teórico-práticas. Deste modo, os alunos são distribuídos por diversos turnos (turmas) que frequentam aulas designadas por integradas. Em consonância com os conteúdos programáticos e tentando utilizar estratégias consideradas mais adequadas, os fundamentos de ordem teórica e teórico-prática são abordados de forma interligada. Apenas se estabelece separação no que tem a ver com as aulas que envolvem a realização de trabalhos experimentais, totalmente executados pelos alunos. A docência de cada turno é assegurada na sua totalidade por um único professor. Os alunos que participaram no referido projecto de investigação estavam inscritos em dois dos cinco turnos disponibilizados nesse ano lectivo, para a unidade curricular de Mecânica I.

O programa da unidade curricular de Mecânica I está sobretudo baseado no estudo da Mecânica Newtoniana. A natureza abstracta e contra-intuitiva dos conceitos que envolve e ainda o complexo formalismo que a acompanha poderão responder pelas grandes dificuldades que os alunos apresentam no seu estudo (Neto, 1998). O contacto, ao longo dos anos, com os diversos grupos de alunos que têm vindo a iniciar os seus estudos de Engenharia Mecânica e, mais recentemente de Engenharia e Gestão Industrial, na Escola Superior de Tecnologia de Viseu tem-nos permitido detectar e compreender alguns comportamentos que os caracterizam, em particular os traumas e dificuldades de aprendizagem nesta área. As vocações e conseqüente encaminhamento dos alunos para as áreas tecnológicas têm vindo, ao longo dos anos, a ser percentualmente em menor número, contrastando com as necessidades cada vez mais prementes do sector, no que tem a ver com pessoal altamente qualificado. Com uma forte quota-parte na situação, surge, na opinião dos alunos, a Física, por eles vista como uma miscelânea de fórmulas mais ou menos estranhas, por vezes de difícil aplicação, sobretudo quando se trata da realidade quotidiana, a par de conceitos muitas vezes de difícil compreensão, em contraponto a uma lógica de pensamento natural e espontâneo, desenvolvida ao longo da vida. Para cúmulo, a cada momento em Física se faz sentir a presença da não menos mal-amada Matemática (Menegotto e Filho, 2008). Apesar de tal cenário menos optimista relacionado com a motivação intrínseca dos alunos para a Engenharia, as perspectivas de um futuro com diversas saídas a nível profissional, em conjunto com a elevada selectividade imposta em determinadas áreas, fazem com que um considerável número de alunos repense as suas opções e decida, ainda assim, ingressar na formação em

Engenharia. Deste modo compreende-se que, no que tem a ver com a dimensão afectiva e motivacional, entre para os cursos de Engenharia um número elevado de alunos com níveis de auto-estima reduzidos, face a um anterior percurso académico menos brilhante e igualmente receosos perante o desafio que constitui o novo mundo ao qual acabam de chegar. Como sublinha Taveira (2000), são diversos os factores que interferem no relacionamento dos estudantes com o ambiente no qual passam a estar inseridos, quando ingressam no Ensino Superior. Relativamente às dificuldades de aprendizagem que evidenciam, deve referir-se a fragilidade do seu conhecimento da língua portuguesa, reflectindo-se na dificuldade com que se exprimem oralmente e por escrito, assim como a dificuldade que manifestam na compreensão e elaboração de textos. A nível conceptual, a sua formação não lhes permite, na maior parte dos casos, interpretar situações relativamente simples, nomeadamente algumas que fazem parte das suas vivências quotidianas. Competências cognitivas e metacognitivas tornadas essenciais não se encontram, por outro lado, devidamente desenvolvidas. No que respeita à resolução de problemas, as dificuldades surgem inicialmente na interpretação do próprio enunciado, continuam na explanação do raciocínio, muitas vezes não sustentado conceptualmente, mas sim em vãs tentativas de comparação com situações aparentemente semelhantes, que terminam na incapacidade de resposta a nível do suporte matemático e, também, na quase ausência de reflexão crítica face aos resultados obtidos (Peduzzi e Peduzzi, 2005). Os trabalhos de índole experimental, desde que simples, despertam neles, pelo contrário, significativamente maior interesse, ainda que manifestem pouco à vontade no laboratório, talvez devido à escassa experiência que terão tido no ensino secundário, nesse âmbito. A curiosidade e o gosto de executar não são devidamente acompanhados pela análise e tentativa de compreensão dos fenómenos observados, algo que se procura estimular, evitando o mero registo e descrição da observação. A formação laboratorial no ensino de Física é de reconhecida importância, sobretudo quando direccionada no sentido da realização experimental, da análise e interpretação dos dados obtidos e da promoção do trabalho de grupo (Etkina, Murthy e Zou, 2006).

3. A COMPONENTE LABORATORIAL EM MECÂNICA I

A questão central que se encontra na base deste trabalho de investigação prendeu-se com a identificação e caracterização de aspectos que poderão, de forma determinante, condicionar o desenvolvimento de competências em Física, a nível do primeiro ano do ensino superior de Engenharia, num período marcado por significativas mudanças, em particular as que decorrem da implementação do Processo de Bolonha. Dada a complexidade da questão em causa, individualizaram-se diversas questões consideradas relevantes. Uma delas será objecto de análise neste trabalho e prende-se com o impacto causado pelas novas estratégias introduzidas na componente laboratorial da unidade curricular de Mecânica I, no desenvolvimento de competências de investigação, de interacção em grupo e de comunicação.

Em termos metodológicos o estudo realizado baseou-se numa metodologia de investigação de carácter qualitativo, constituindo-se como um estudo híbrido, misto de estudo de caso com investigação-acção, para o qual foram unidades de análise os dois turnos (turmas) em que o professor-investigador leccionou a unidade curricular de Mecânica I. Os referidos turnos eram constituídos, em considerável maioria, por alunos que frequentavam pela primeira vez o primeiro ano.

Supportada na informação recolhida e devidamente analisada a partir da bibliografia consultada, uma primeira fase comportou a condução de inquéritos (por questionário) dirigidos aos alunos, no sentido de identificar as principais dificuldades de diversa índole, envolvidas no processo de aprendizagem.

Tendo em conta as dificuldades diagnosticadas, foi implementada uma fase de intervenção dirigida, envolvendo estratégias de compensação adequadas, suportadas pela utilização de materiais didácticos apropriados, executados e usados em situações chave, promovendo a troca de ideias e estimulando a discussão, a pesquisa bibliográfica e o recurso a meios multimédia e procurando tornar a resolução de problemas num desafio interessante e partilhado. A reestruturação da componente experimental inseriu-se igualmente na globalidade da intervenção.

A realização de trabalhos, testes e entrevistas aos alunos procurou detectar e caracterizar indicadores de mudança, avaliando os progressos registados na aprendizagem e procurando compreender as transformações ocorridas nas atitudes dos alunos.

A componente laboratorial da unidade curricular de Mecânica I foi estruturada tendo por base uma metodologia que envolveu o trabalho por projecto. Como refere Lopes (2004), embora constitua uma modalidade de trabalho já existente há bastante tempo, a sua utilização tem sido residual. Esta forma de orientação da aprendizagem dos alunos confere-lhes uma considerável iniciativa e autonomia e permite a aquisição de competências de nível elevado. No caso concreto deste estudo, esta estratégia englobou a realização de cinco trabalhos experimentais por cada um dos grupos de trabalho constituídos, em cada um dos dois turnos de alunos envolvidos nesta investigação. Os grupos de trabalho eram integrados na sua maioria por três alunos. Os temas dos trabalhos experimentais encontravam-se relacionados com cada um dos capítulos respeitantes ao programa da unidade curricular: Cinemática do Ponto Material, Dinâmica do Ponto Material, Impulso e Momento Linear, Trabalho e Energia e Cinemática e Dinâmica da Rotação. Os alunos não dispunham de protocolos previamente elaborados pelo docente, tiveram apenas acesso aos temas que se pretendia que explorassem e foi-lhes mostrado o material existente no laboratório de Física. Tinham, no entanto, a possibilidade de trazer material do exterior, que julgassem interessante utilizar. Numa primeira fase os grupos de alunos tiveram que elaborar, para cada trabalho experimental, um projecto escrito que submeteram à análise do professor. Após a referida análise o professor debateu com cada grupo os diversos projectos apresentados transmitindo-lhe o correspondente *feedback*. O docente procurou que fossem os alunos a reflectir sobre as respostas para as questões que lhes colocou, no sentido de serem eles próprios a encontrar a solução mais adequada para cada caso.

A título de exemplo apresenta-se em seguida uma proposta de um dos grupos de trabalho, incluindo os correspondentes comentários por parte do docente, para um trabalho prático no âmbito do estudo da Dinâmica do Ponto Material. O grupo de trabalho recorreu à utilização de um dispositivo existente no laboratório constituído por um veículo que desliza sobre um carril rectilíneo, movido por um sistema de acção gravítica, associado a um sensor e a um sistema de aquisição de dados, que regista o movimento do veículo, como se pode observar na Figura 1. A partir da informação recolhida, o programa de tratamento de dados possibilita a obtenção de curvas referentes à posição, velocidade e aceleração do movimento do veículo, bem como disponibiliza outras funções que podem ser utilizadas no estudo desse movimento.

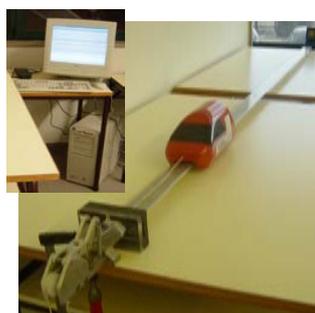


Figura 1 – Dispositivo existente no laboratório de Física

A proposta apresentada, conforme se pode observar na Figura 2, tinha por objectivo o estudo do movimento do veículo em função da alteração de diferentes condições experimentais, como por exemplo o valor da massa propulsora.

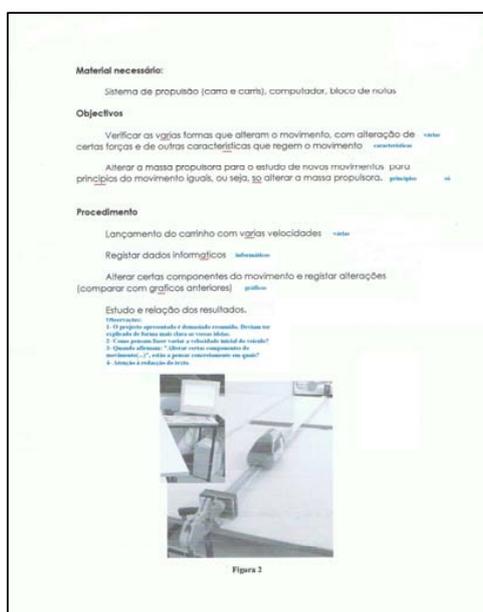


Figura 2 – Projecto apresentado por um dos grupos de alunos e relativo ao estudo da relação entre forças e movimentos

A análise que o professor-investigador efectuou dos diversos projectos experimentais teve por base quatro vertentes: estrutura do projecto e objectivos, clareza da linguagem, originalidade e possibilidade de execução do projecto. Para cada uma destas vertentes atribuiu as seguintes classificações de cariz qualitativo: A- Muito Bom; B – Bom; C – Suficiente e D – Insuficiente. Estas classificações também serviram de mote para o debate tido com os alunos acerca dos projectos.

Em relação à estrutura e objectivos procurou o professor-investigador analisar a forma como os alunos esquematizaram o projecto, definiram os objectivos a alcançar, seleccionaram o material necessário e planificaram a experiência. Na Figura 3 evidencia-se a classificação dos projectos quanto à respectiva estrutura e definição de objectivos.

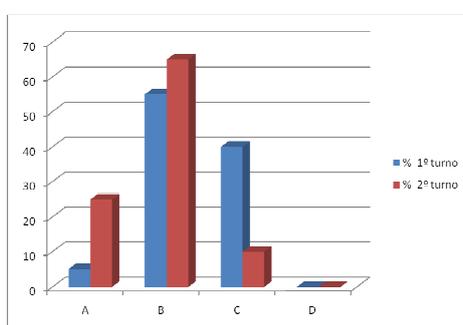


Figura 3 – Projectos - distribuição percentual da classificação quanto à estrutura e objectivos

Em ambos os turnos o desempenho dos alunos em relação à estrutura e formulação de objectivos do projecto foi maioritariamente bom. De destacar alguns alunos que efectivamente atingiram um patamar mais elevado, particularmente no 2º turno.

Outro aspecto bastante importante, que foi também observado e se encontra ilustrado na Figura 4, prendeu-se com a utilização da linguagem escrita.

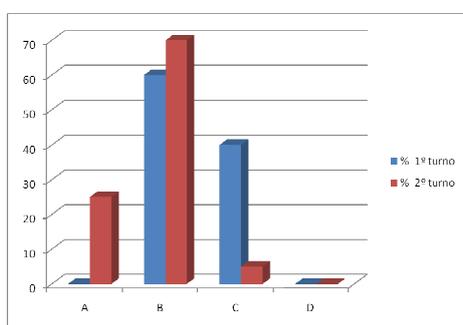


Figura 4 – Projectos – distribuição percentual da classificação quanto à correcta utilização da linguagem escrita

Conforme se pode verificar através da Figura 4, também neste item a maioria dos alunos atingiu uma boa prestação. De salientar, principalmente em relação ao 1º turno, algumas debilidades de linguagem que urgia ultrapassar. Este tipo de estratégia utilizada na componente experimental revelou-se igualmente como um teste à capacidade dos alunos em planificarem experiências com alguma criatividade, evidentemente limitada pelo material disponível no laboratório. A Figura 5 apresenta a distribuição da classificação dos projectos quanto à sua originalidade.

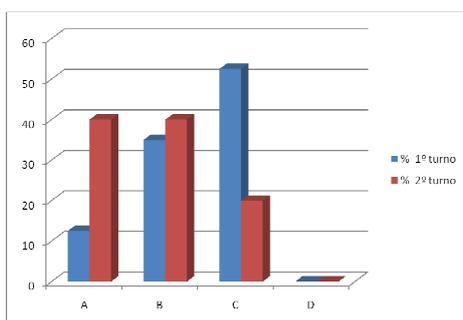


Figura 5 – Projectos – distribuição percentual quanto à classificação da originalidade da proposta

No que se refere à criatividade das propostas de projectos apresentadas destaca-se que uma razoável percentagem delas atingiu o nível mais alto da classificação.

Um quarto aspecto que foi igualmente apreciado esteve relacionado com a possibilidade de execução dos projectos apresentados. Os alunos tinham conhecimento prévio do material existente e da possibilidade de trazerem de casa objectos de uso corrente que pretendessem incluir nas experiências. Face a estas condicionantes o professor-investigador avaliou a exequibilidade dos projectos, tal como se pode observar na Figura 6.

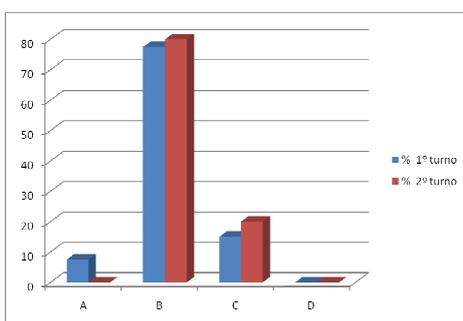


Figura 6 – Projectos – distribuição percentual da classificação quanto à sua exequibilidade

Neste ponto analisado há que referir que a grande maioria dos projectos garantia à partida uma boa viabilidade de execução, com um ou outro aspecto a necessitar de algum ajustamento. Estes ajustamentos foram na sua maioria pensados e levados a cabo pelos próprios elementos dos grupos, com reduzida intervenção por parte do docente. Em síntese, pode afirmar-se que os alunos de ambos os turnos tiveram uma razoável a boa prestação na elaboração dos seus projectos de índole experimental.

Em relação às opiniões manifestadas nas entrevistas sobre a elaboração dos projectos experimentais, deve sublinhar-se que a quase totalidade dos alunos se referiu de forma muito favorável a esta estratégia da componente experimental. Realçaram o interesse na elaboração dos projectos e a sua influência benéfica na execução laboratorial. Destacam-se algumas observações:

A8: “ *Está bem sermos nós a fazer o projecto. Obriga a estar dentro dos assuntos. A própria execução prática torna-se mais simples e perceptível.*”

A19: “ *É ótimo porque a experiência é criada por nós. Idealizamos algo que conseguimos fazer. A execução no laboratório torna-se mais agradável.*”

B10: “ *Fazer o projecto é importante porque será uma preparação para o futuro. Com o guião era tipo receita. O projecto ajudou também na realização do trabalho porque já estávamos dentro dos assuntos.*”

Mas também foram transmitidas opiniões menos favoráveis:

A5: “ *Em relação ao projecto acho bom e mau. Para um aluno com boa preparação a Física sim, agora para mim que só tenho Física até ao 9º ano é bem mais difícil.*”

B5: “ *O projecto pode ser complicado por falta de hábito. No entanto obriga a pensar e fica-se mais à vontade para realizar a experiência.*”

Apresenta-se em seguida na Figura 7 e para cada um dos dois turnos os resultados obtidos na avaliação, sob a forma de uma média, para cada um dos temas de trabalhos executados experimentalmente.

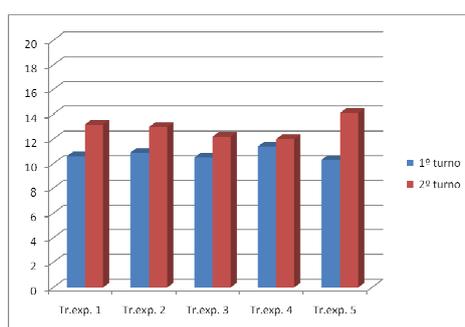


Figura 7 – Relatórios: média das classificações por tema de trabalho experimental

A partir da análise desta figura pode concluir-se facilmente que, em média e para qualquer um dos cinco tipos de trabalhos experimentais, os resultados obtidos pelos alunos do 2º turno foram superiores.

Na Figura 8 apresenta-se a distribuição percentual das classificações obtidas nas apresentações e discussões dos trabalhos experimentais.

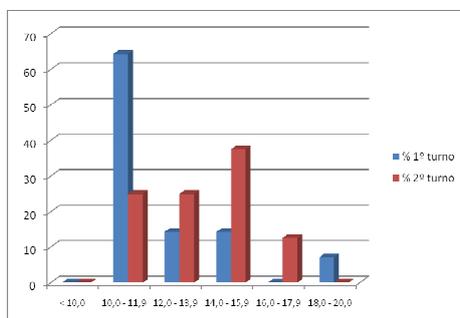


Figura 8 – Distribuição percentual das classificações das apresentações e discussões públicas dos trabalhos experimentais

Com base na observação desta figura pode concluir-se que os resultados obtidos pelos alunos do 2º turno foram melhores que os dos seus colegas do 1º turno. Conforme já referido, foram realizadas entrevistas individuais aos alunos dos dois turnos com que o professor-investigador desenvolveu este trabalho de investigação. As entrevistas não foram de carácter obrigatório, pelo que compareceram no horário previamente definido com cada aluno, aqueles que entenderam ou tiveram a possibilidade de estar presentes. Realizaram-se vinte e nove entrevistas, respeitantes a quinze alunos do 1º turno e catorze alunos do 2º turno. Foram previamente elaborados o guião e o protocolo das entrevistas e posteriormente efectuou-se a correspondente análise de conteúdo. Relativamente à questão ligada à componente laboratorial da unidade curricular de Mecânica I, o professor-investigador solicitou aos alunos que se pronunciassem acerca da metodologia utilizada nas aulas práticas. De salientar a adesão manifestada pelos alunos de ambos os turnos relativamente à elaboração do projecto e à execução experimental, salientando que se tratou de uma estratégia válida em virtude de serem os próprios a reflectirem, a conceberem e realizarem as experiências, assumindo a perspectiva defendida por Etkina, Murthy e Zou (2006).

4. CONCLUSÕES

A componente experimental deve assumir um papel de grande relevo no processo de ensino e aprendizagem da Física. Este facto surge com uma maior importância no estudo efectuado, em virtude de envolver alunos de Engenharia e também por se tratar de alunos do Ensino Superior Politécnico, em que se pretende adoptar uma orientação no domínio tecnológico que confira aos estudantes, entre outras, competências para a resolução de problemas concretos e com aplicação prática. Associando este ponto de vista com o que o modelo de Bolonha preconiza, em que os alunos devem ser estimulados a efectuar o seu próprio trabalho de pesquisa e a terem um papel importante na construção da sua estrutura conceptual e na aquisição das suas próprias competências, não havia mais lugar para uma concepção de componente experimental de contornos

clássicos, com trabalhos práticos bem definidos e devidamente enquadrados por guiões a serem seguidos passo a passo. A ideia lançada rompeu com a abordagem clássica, adoptando uma estratégia fortemente baseada numa aprendizagem por projecto. Ao ter sido proposto que a partir de cinco temas comuns, cada um dos grupos elaborasse um projecto de trabalho experimental para cada tema, procurou-se que os alunos desenvolvessem algumas competências de investigação, de interacção em grupo e de comunicação, que aliás continuaram a promover nos debates de projecto, nas execuções laboratoriais, na redacção dos relatórios e nas apresentações e discussões dos trabalhos. As opiniões dos alunos em relação a esta estratégia são na sua quase totalidade muito favoráveis, com uma ou outra crítica de permeio, como é possível perceber a partir também da análise de conteúdo das entrevistas. Como resultado das observações, dos registos do professor-investigador e dos materiais elaborados pelos estudantes foi possível reconhecer que ocorreu uma evolução na aquisição de competências por parte dos alunos, tal como Lopes (2004) perspectiva. Em relação aos projectos apresentados e apesar das limitações existentes ao nível laboratorial, há que salientar o trabalho de pesquisa de uma boa parte dos grupos. No decurso dos debates acerca dos vários projectos registou-se uma boa interacção entre os elementos que constituíam os grupos, a qual também foi possível observar no decurso do desempenho laboratorial. Relativamente ao desempenho laboratorial, foi possível observar que os alunos se envolveram com mais entusiasmo e demonstraram que sabiam o que tinham que executar e como proceder, resolvendo um ou outro problema técnico inesperado. Um vincado contraste em relação à atitude passiva que em anos anteriores era perfeitamente perceptível, ao limitarem-se a seguir protocolos que muitas vezes não tinham sido estudados previamente. No que respeita aos relatórios também foi possível registar que existiram progressos ao nível do tratamento e apresentação de dados, bem como da sistematização de conclusões. Contudo não foram tão significativos como noutras vertentes da componente experimental. Para tal também contribuíram as dificuldades que muitos alunos apresentaram na expressão escrita. As apresentações e discussões tiveram igualmente um contributo de algum realce no que concerne ao desenvolvimento de competências de comunicação. Deve também destacar-se que o estudo efectuado constituiu um testemunho de que é possível a efectiva existência de acções de carácter pedagógico ao nível do Ensino Superior. Os docentes podem e devem intervir, no sentido de criar condições para que os alunos possam melhorar o respectivo processo de aquisição de competências. Esta investigação ocorreu num contexto específico, com alunos do primeiro ano de Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial do Ensino Superior Politécnico, mas algumas das suas conclusões serão generalizáveis a outros contextos e com outros alunos.

5. BIBLIOGRAFIA

Allègre, C., Berlinguer, L., Blackstone, T. and Ruettgers, J.(1998). Sorbonne – Déclaration conjointe. Disponível em <http://www.ccisp.pt/documentos/bolonha/outros/Sorbonne.pdf> (15/05/2009)

- Clausen, T., Hagen, S., Hasleberg, H. e Aarnes, J. (2003). Recruiting- engineering students from vocational schools. *Proceedings of 6th UICEE Annual Conference on Engineering Education*. Cairns, Austrália. Disponível em http://teora.hit.no/dspace/bitstream/2282/547/1/Recruiting_engineering.pdf (10/09/10)
- Correia, A. e Mesquita, A. (2006). *Novos públicos no ensino superior – Desafios da sociedade do conhecimento*. Lisboa: Sílabo.
- Einem, C. et al. (1999). Joint declaration of the European Ministers of Education. Disponível em http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/bologna_declaration.pdf (10/05/2009)
- Etkina, E., Murthy, S. e Zou, X. (2006). Using introductory labs to engage students in experimental design. *American Journal of Physics*, 74(11), November. 979-986. Disponível em <http://www.science.mcmaster.ca/~isci/Documents/engageexperimentallabs.pdf> (25/06/11)
- Irandoost, S. (2000). International dimensions. A challenge for European engineering education. *The Many Facets of International Education of Engineers*, J. Michel (ed) Balkema, Rotterdam. Disponível em <http://www.eng.metu.edu.tr/pages/SEFI/viskas/sefi85.pdf> (12/09/10)
- Lopes, J. (2004). *Aprender e ensinar Física*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. Fundação para a Ciência e a Tecnologia.
- Menegotto, J. e Filho, J. (2008). Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7 N.º.2* Disponível em http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART2_Vol7_N2.pdf (02/10/10)
- Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em Física: conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Neto, P., Williams, B. e Carvalho, I. (2009). Cultivating Active Learning during and outside class. *Proceedings of SEFI 2009 Annual Conference*, Roterdão, Holanda. Disponível em <http://www.sefi.be/wp-content/abstracts2009/Neto.pdf> (15/09/10)
- Peduzzi, L. e Peduzzi, S. (2005). Sobre o papel da resolução literal de problemas no Ensino da Física: exemplos em Mecânica. In M. Pietrocola (Org.) *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC.
- Taveira, M. (2000). Sucesso no ensino superior: uma questão de adaptação e de desenvolvimento vocacional. In J. Tavares e R. Santiago (org) *Ensino superior. (In)sucesso académico*. Porto: Porto Editora Lda., 50-72
- Universidade de Lisboa - Gabinete de Garantia da Qualidade (2010). *Preparação escolar dos alunos do 1.º ano da Universidade de Lisboa. A perspectiva dos docentes*. Disponível em http://www.opest.ul.pt/pdf/prepescolar_UL.pdf (15/11/10)
- Vinhas, J., Silva, C. e Paiva, J. (2002). Increasing retention through freshmen's repositioning towards introductory Physics in a Mechanical Engineering course. *Proceedings 3rd Conference Physics Teaching in Engineering Education*. Leuven, Bélgica.