Fatores Críticos num Processo de Aprendizagem Baseada em Projetos: Perceções de Estudantes de 1º Ano de Engenharia

Luiz Carlos de Campos[+], Rui M. Lima[#], Anabela Alves[#], Diana Mesquita[#], Francisco Moreira[#], Bárbara Campos[+]

[+]Pontifical Catholic University of Sao Paulo, Brazil
[#]Department of Production and Systems, School of Engineering, University of Minho, Guimarães, Portugal

Email: lccampos@pucsp.br; rml@dps.uminho.pt; anabela@dps.uminho.pt; diana@dps.uminho.pt; fmoreira@dps.uminho.pt; bcoc1980@gmail.com

Abstract

This paper presents the students' perceptions about the interdisciplinary project implemented in the first year of the Integrated Master's degree in Industrial Engineering and Management (IEM) at the University of Minho, Guimarães, Portugal. This project was supported by four curricular units (UCs): General Chemistry (GC); Calculus (C); Introduction to Industrial Engineering (IIE) and Computer Programming 1 (PC1). In order to collect data on the perceptions of students regarding their participation and motivation on 2011/2012 edition, a questionnaire with 46 closed items and 3 open questions was developed and applied to 35 students and the results discussed on a final workshop. Based on the results of the research, the final workshop shows that the students recognize the benefits of Project Based Learning (PBL) as a learning methodology, its contribution and motivation to development of competences and skills for future career and the importance of teamwork. However, the findings showed that the roles of teachers and tutors must be reviewed as well as the grade's weight of project related with UCs. Furthermore, students also pointed out some additional constraints during the project, namely: time required for the project; the integration of UCs' contents in the project and the effort put in the project and its impact in final grades.

Palavras-Chave: Educação em Engenharia; Aprendizagem Baseada em Projetos Interdisciplinares (PBL); Perceção dos Alunos.

1 Introdução

Os problemas mundiais no século XXI estarão relacionados com o aumento da população mundial que deverá ser da ordem de oito bilhões de pessoas. Os grandes desafios serão como atender aos suprimentos de água, alimentação e energia para atendimento dessa população, além da manutenção da saúde da população e da preservação do meio ambiente; das mudanças climáticas; da sustentabilidade e da preservação da biodiversidade do planeta (King, 2007). As soluções para esses problemas passam necessariamente, pela profissão de engenharia. Esses problemas exigirão dos profissionais de engenharia competências transversais e habilidades associadas ao conhecimento técnico específico para solução de problemas reais, rotineiros da profissão. Neste contexto, o engenheiro precisa estar preparado adequadamente para trabalhar com novas tecnologias, produtos e processos, num ambiente multidisciplinar onde não se pode prescindir das suas responsabilidades sociais, éticas e ambientais. No entanto, os cursos tradicionais de engenharia, na maioria das escolas de engenharia, são estruturados de uma maneira em que os conhecimentos estão compartimentados em disciplinas estanques, não dando conta das demandas em razão da multidisciplinaridade da formação exigida do engenheiro e não atendem as expectativas do mercado de trabalho, da formação profissional, das empresas e da sociedade (Manrique, Dirani & Campos, 2010). Desse modo, novas formas e metodologias de educação em engenharia devem ser adotadas. A formação de um novo profissional de engenharia está exigindo das escolas de Engenharia uma mudança total e efetiva, com o estabelecimento de um modelo de educação mais dinâmico. Essa transformação passa, além de uma revisão curricular, pela formação, treinamento e avaliação dos docentes envolvidos nesse desafio de mudanças de paradigma, de acordo com Campos et al. (2012); Campos, Dirani & Manrique (2011); Fernandes, Flores & Lima (2010). Segundo Powell & Weenk (2003), a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) preenche alguns dos principais requisitos nessa nova forma de preparação dos profissionais de engenharia. De acordo com Rodrigues (2011) o desenvolvimento de projetos interdisciplinares possui os seguintes objetivos: promover a aprendizagem centrada no aluno; fomentar o trabalho em equipe; desenvolver o espírito de iniciativa e criatividade; desenvolver capacidades de comunicação; desenvolver o pensamento crítico e relacionar conteúdos interdisciplinares de forma integrada. Moreira et al. (2009) acrescentam outros objetivos: aumentar a motivação e autonomia dos alunos; desenvolver competências em alunos e professores para trabalhar em equipe e dar relevância à aprendizagem dos conteúdos do curso.

A aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares (Project-Based Learning - PBL) está alinhada com as principais tendências da educação em engenharia atualmente (National Academy of Engineering, 2005) e as primeiras propostas desta metodologia de aprendizagem podem ser encontradas nas ideias progressistas de John Dewey (1916),

desenvolvidas posteriormente por Kilpatrick (1918) através do livro "O Método de Projeto". No Ensino Superior, o PBL ganhou dimensão e visibilidade com as experiências desenvolvidas, a partir do início dos anos 70 no norte da Europa, nomeadamente em cursos de Engenharia da Universidade de Aalborg, Dinarmarca (Graaff & Kolmos, 2007; Kolmos, Graaff & Du, 2009).

Powell & Weenk (2003) propuseram uma abordagem de aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares, o Project Led Education (PLE), que está baseada em um projeto apoiado por algumas disciplinas (unidades curriculares) do semestre acadêmico, desenvolvida por equipes de estudantes. Todas as equipes trabalham com o mesmo tema do projeto, a fim de criar condições para que a avaliação seja semelhante para todas as equipes. O projeto deve ser aberto o suficiente para permitir várias soluções diferentes, possibilitando-se assim o desenvolvimento de iniciativa do aluno e sua capacidade de tomar decisões com informações incompletas/redundantes/distorcidas. Essas equipes devem ter o tamanho suficiente para atender às dificuldades tanto do projeto como da equipe de coordenação. Estas condições são importantes para o desenvolvimento de competências transversais, tais como trabalho em equipe, liderança, gerenciamento de projetos e comunicação (van Hattum-Janssen & Mesquita, 2011).

O presente trabalho baseia-se nos dados obtidos numa pesquisa com uma abordagem qualitativa e quantitativa realizada pela equipe de coordenação do projeto implementado no ano letivo 2011/12, denominado "Recolha e Separação do Petróleo Resultante de Derrames no Mar" (Alves et al., 2012b). Para tanto, foi realizada uma análise e discussão dos fatores críticos identificados, no sentido de contribuir para a melhoria dos projetos de aprendizagem interdisciplinares a serem realizados nas futuras edições.

2 PBL no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial no 1º ano

O PBL tem sido implementado no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial no 1º ano (MIEGI1) desde 2004/05, portanto a edição de 2011/12 é a nona edição. Neste capítulo faz-se uma breve descrição do funcionamento de edição estudada neste artigo.

2.1 Unidades curriculares de apoio ao projeto

As unidades curriculares (UC) de apoio ao PBL têm sido quase sempre as mesmas ao longo das várias edições: Introdução à Engenharia e Gestão Industrial (Departamento de Produção e Sistemas), Programação de Computadores (Departamento de Sistemas de Informação), Química Geral (Departamento de Química) e Cálculo C (Departamento de Matemática). Além destas unidades curriculares, o MIEGI1 no 1º semestre tem ainda Engenharia Econômica que não integra o projeto por opção dos docentes envolvidos nessa UC.

2.2 Fases do processo PBL

O processo PBL é implementado por uma equipe coordenadora que integra os docentes das unidades curriculares, os tutores e as investigadoras do Instituto de Educação. O processo PBL envolve 5 fases: organização, preparação, início, execução e finalização (Lima et al., 2011). A primeira fase pode ocorrer 3 meses antes do início do semestre e serve para identificar temas para o projeto e recursos para o projeto. A 2ª fase envolve a definição e especificação do tema do projeto, o calendário do projeto com a definição de pontos de controle e modelo de avaliação. Desta fase resulta um documento, que será fornecido aos alunos no início do semestre, com as informações relevantes sobre o projeto e como este vai decorrer - o guia de aprendizagem. A 3ª fase começa com a apresentação do projeto aos alunos, a formação das equipes e o primeiro desafio - realização do projeto-piloto, apresentado ao fim da primeira semana de aulas. A fase 4 é de execução e muito trabalho onde são realizadas as seguintes atividades: apresentações, relatórios, tutoriais alargados, tarefas, testes, reuniões tutoriais, feedback às equipes que vão decorrendo de acordo com o plano estabelecido. A fase 5 consiste na compilação das notas do trabalho das equipes e realização do workshop final para discutir o processo de aprendizagem.

2.3 Tema do projeto da edição 2011_2012

O tema do projeto da edição de 2011_2012 foi a "Recolha e separação do petróleo resultante de derrames no mar". Todos os anos escolhe-se um tema que possa despertar interesse nos alunos e ao mesmo tempo incutir-lhes responsabilidade social pelas questões ambientais. Assim, normalmente é relacionado com o ambiente e com problemas do mundo real. O tema do projeto deve ser cativante, motivador e constituir um desafio quer para os alunos quer para os docentes para que o interesse no projeto se mantenha do princípio ao fim deste. A seleção do tema é, sem dúvida, um elemento muito importante a ser considerado na fase de organização (Moreira et al., 2011). A descrição do projeto e dos seus objetivos são apresentadas na sessão inicial da fase 3 do processo e no guia de aprendizagem.

2.4 Equipes de trabalho e tutores

Na apresentação inicial na fase 3 são formadas as equipes de alunos com 6 a 8 membros cada. A cada equipa é atribuído um tutor, normalmente um docente do Departamento de Produção e Sistemas. A cada equipe é também atribuído um espaço com uma mesa, cadeiras e armários numa sala que será partilhada por outras equipes do 1º ano. As equipes organizam o espaço e o trabalho de forma livre marcando reuniões formais e informais de acordo com o plano de cada equipe. Também estabelecem com o tutor a forma de acompanhamento deste através do agendamento de reuniões, partilha de pastas, entre outras. As equipes devem ainda avaliar-se através de avaliação entre pares, utilizando-se para isso critérios definidos pela equipe de coordenação ou por elas próprias. Esta avaliação entre pares é obrigatória e entra como um fator de correção na avaliação individual de cada aluno. Com esta avaliação pretende-se evitar que alguns alunos fiquem na "sombra" dos outros, ou que sejam aprovados à custa dos seus colegas.

2.5 Fases e pontos de controle do projeto das equipes

A fase 3 marca o início do trabalho para as equipes. O projeto piloto é apresentado ao fim de uma semana de aulas e isso exige das equipes uma organização num período curto: aprenderem a conhecer-se, trocar contatos, divisão de tarefas, pesquisa sobre o tema, organização e partilha da informação recolhida, preparar a apresentação para os docentes, entre outras. Ao mesmo tempo estão num espaço que lhes é totalmente novo e diferente e devem lidar com todas as emoções desta nova vida que está iniciando. O trabalho de equipe requer uma coordenação e integração assim como comunicação e gestão de conflitos e as equipes aprendem isso de uma forma rápida e eficaz.
O projeto é, depois, levado a cabo pelas equipes de acordo com o plano dos pontos de controle (milestones). A edição de 2011_2012 teve 7 pontos de controle ao longo do semestre consistindo em apresentações, relatórios, tutoriais alargados, entrega de protótipos, poster e teste final sobre o projeto. O progresso no projeto e competências de equipe e individuais são monitorizados nestes pontos de controle, sendo dado feedback por cada docente a cada equipe, oralmente ou por escrito, às entregas e apresentações dos alunos.

3 Metodologia

A pesquisa realizada baseia-se no instrumento de recolha de dados utilizados para fazer a avaliação final do projeto. A aplicação deste instrumento (inquérito por questionário) é realizada no início do workshop final, momento em que o projeto já terminou e onde se espera que os alunos reflitam e discutam abertamente sobre o que correu bem, o que não correu bem e o que poderia ser melhorado. Os resultados permitem-nos, assim, conhecer as perceções dos alunos em relação às diversas dimensões associadas à aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares e encontrar pontos de melhoria a serem considerados nos anos seguintes.
O inquérito por questionário é composto por duas partes que prevê uma abordagem mista, isto é, quantitativo e qualitativo, com vista a permitir uma compreensão integrada das perceções dos alunos. A primeira parte é composta por 46 questões fechadas (afirmativas) envolvendo as seis dimensões envolvidas no projeto, nomeadamente: (1) o tema do projeto; (2) as aprendizagens e competências desenvolvidas; (3) o trabalho em equipe; (4) o papel dos professores e tutores no processo; (5) análise e avaliação no PBL e (6) o PBL como metodologia de aprendizagem. Para cada afirmativa (questões fechadas) os alunos selecionaram, a partir de uma escala variando de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), o seu nível de concordância relativamente à afirmativa apresentada (Likert, 1932). A segunda parte é composta por 3 questões abertas com o objetivo de identificar os aspetos positivos, menos positivos e sugestões de melhoria no âmbito da abordagem de aprendizagem adotada. Considerando o objetivo deste estudo, a organização e análise dos resultados obtidos, a partir das respostas às questões fechadas do inquérito por questionário, foram realizadas por dimensões e por questões de cada dimensão, tendo-se como referência a construção de um intervalo de confiança para a média das ponderações selecionadas pelos alunos na escala de 1 a 5. O objetivo de construir esses intervalos foi obter limites, em relação à média, que possam ser tolerados, como se fossem limites de um controle estatístico do processo. Na construção do intervalo de confiança por tema, consideramos o desvio padrão das médias e para o caso do estudo por questão, consideramos o desvio padrão de todas as ponderações dos grupos, segundo Bussab e Morettin (2004). Contudo, as informações recolhidas nas respostas dos alunos às questões abertas revelam-se igualmente fundamentais para a discussão e reflexão dos resultados obtidos.

4 Identificação e Discussão dos Fatores Críticos

Nesta seção serão apresentados os resultados das questões fechadas referentes ao inquérito por questionário preenchido pelos alunos, dando particular ênfase às dimensões que apresentam fatores críticos e que, nesse sentido, merecem uma análise mais aprofundada. Foram considerados fatores críticos os itens de resposta com valores muito inferiores à média. Para consolidar a discussão também se recorreu às respostas dadas pelos estudantes nas questões

abertas incluídas na segunda parte do inquérito por questionário, bem como à revisão da literatura que nos permite uma interpretação e compreensão destes resultados.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para cada um dos itens relacionados com as dimensões PBL que foram analisadas. Neste trabalho consideramos duas situações para análise e discussão. A primeira delas diz respeito aos itens que obtiveram uma pontuação entre 3,0 e 3,5 (de 60% a 70% do valor máximo). Nesses casos entendemos que a percepção dos alunos deva ser considerada como um ponto de alerta para a coordenação do projeto, apesar de não revelar maior preocupação. Na segunda situação estão os itens com pontuação abaixo de 3,0 (menor que 60% da pontuação máxima) e que devem ser considerados pontos de preocupação pela coordenação no sentido de buscar as causas e as necessidades de implementações de ações corretivas visando à melhoria do processo. Verifica-se que em algumas dimensões existem um ou mais itens com um valor relativamente baixo comparado com os demais ou cujas médias resultaram em valores muito díspares. As dimensões onde foram encontradas essas discrepâncias entre os grupos foram: trabalho em equipe, o papel dos docentes e tutores e a avaliação no PBL. Estes itens foram considerados "fatores críticos" e nas seções seguintes encontram-se as suas análises detalhadas tentando explorar as razões e significados dessas ocorrências e, consequentemente, quais estratégias possam ser pensadas e adotadas com vista à melhoria do processo para as próximas edições. A seguir, é feita uma avaliação e discussão mais aprofundada sobre as possiveis causas dessas discrepâncias.

4.1 Dimensão: Trabalho em equipe

Na aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares o trabalho em equipe assume uma importância significativa, não só porque é uma demanda para alunos (Alves et al., 2012a), mas também para os professores (Fernandes et al., 2012). No que diz respeito ao trabalho em equipe dos alunos, o desenvolvimento do projeto requere uma interação contínua entre os elementos da equipe e destes com as atividades, os processos e os objetivos do projeto. De acordo com Powell and Weenk (2003:33), o trabalho em equipe ocupa cerca de 40% a 50% da atividade de aprendizagem dos alunos. Assim, o trabalho em equipe, fazendo parte da aprendizagem dos alunos, providencia a oportunidade para que possam desenvolver um conjunto de competências que, noutros contextos não é possível, e que se revelam fundamentais à sua prática profissional, tais como: comunicação, relacionamento interpessoal, gestão de conflitos, negociação, liderança, etc. Neste sentido, o trabalho em equipe é um processo complexo, uma vez que o resultado do projeto depende do desempenho da equipe (Alves et al., 2012a). Todas as equipes têm uma dinâmica própria. Por exemplo: determinadas estratégias de motivação podem funcionar com uma equipe e não funcionar com outra. Portanto, a gestão das equipes e a coordenação dos alunos é um aspeto prioritário no PBL (Aquere et al., 2012).

Considerando-se os resultados da dimensão em análise, verifica-se que o item "realização de reuniões formais durante o projeto" pelo valor que apresenta, (2,6), é considerado um fator crítico. Os valores agregados dos itens das várias dimensões, associados aos grupos, foram obtidos pela média das respostas dos componentes dos grupos.

Conforme ilustrado na Figura 1, existem dois grupos G4 e G5 com valores agregados de (2,0) e (2,2), respetivamente, em que a perceção dos estudantes pode ser considerada negativa, uma vez que os resultados obtidos são inferiores ao valor médio da escala de classificação para este item, ou seja, (2,6).

Tabela 1: Resultados globais dos questionários PBL no MIEGI1

Dimensão	Critério	Resultado (média)	Média na dimensão
(1) Tema do Projeto	Relevância do tema para o futuro profissional	**3,6**	**3,8**
	Tema interessante e motivador	**3,3**	
	Projeto aberto é um desafio	**4,2**	
	Adequado tendo em a aprendizagem das UCs	**3,9**	
	Articulação das UCs bem conseguida	**3,7**	
	Orgulho pelo projeto construído	**4,2**	
(2) Aprendizagens e Competências desenvolvidas	Compreensão das disciplinas	**3,8**	**4,0**
	Aplicação em situações reais	**4,1**	
	Autonomia	**4,0**	
	Competências de comunicação	**3,7**	
	Competências de gestão de projetos	**4,1**	
	Dar feedback e desenvolvimento de espírito crítico	**4,0**	
	Iniciativa e criatividade através dos protótipos	**4,1**	
(3) O trabalho em equipa	Motivação pela aprendizagem	**3,8**	**3,7**
	Preferência por trabalho em grupo	**3,5**	
	Papel ativo no grupo	**4,2**	
	Importância da existência de papéis formais no grupo	**3,3**	
	Realização de reuniões formais	**2,6**	
	Importância das competências de relacionamento interpessoal	**4,3**	
	Partilha de tarefas dentro do grupo	**4,0**	
	Resolução de conflitos e encará-los positivamente	**3,9**	
(4) O papel dos professores e tutores no processo	Disponibilidade dos docentes	**4,2**	**4,0**
	Apoio técnico dos docentes	**4,1**	
	Expectativas em relação aos docentes	**4,0**	
	Expectativas em relação ao tutor	**3,6**	
	Tutor não deve ser um docente da UC	**2,6**	
	O papel do tutor é indispensável	**3,6**	
(5) Análise e Avaliação no PBL	Menor nº de milestones	**2,9**	**3,2**
	Clareza do feedback dado pelos docentes	**3,7**	
	Avaliação pelos pares como instrumento adequado para a avaliação do trabalho da equipa	**3,3**	
	Resultado da avaliação pelos pares reflete o desempenho de cada elemento da equipa	**3,1**	
	Leitura e compreensão dos critérios de avaliação presentes no Guia do Aluno	**3,9**	
	Avaliação dos relatórios de outros grupos como útil e importante para a aprendizagem	**3,8**	
	Teste final ajudou para a apresentação final	**2,9**	
	Classificação final do projeto deveria ser igual para todos os elementos do grupo	**2,3**	
	O peso do projeto deveria ser maior do que o peso das UCs na avaliação final	**2,1**	
	Satisfação perante os resultados obtidos no projeto	**3,9**	
(6) PBL como metodologia de Aprendizagem	Facilidade de integração e socialização na Universidade	**4,0**	**4,0**
	Contribui para reduzir o abandono e insucesso	**3,5**	
	Impacto positivo na relação com docentes / departamento	**4,1**	
	Bem organizado	**4,0**	
	Informação do Guia do Aluno útil e suficiente	**3,7**	
	Moodle como ferramenta adequada para a comunicação com os docentes e entrega de documentos	**4,2**	
	Requer trabalho em equipa dos docentes	**4,2**	
	Informação regular por parte da coordenadora	**4,2**	
	Importância do papel das investigadoras no apoio ao trabalho em equipa	**3,7**	

O item “realização de reuniões formais durante o projeto” está associado precisamente à gestão da equipe e à sua forma de organização. Considerando as respostas às questões abertas, importa considerar que o trabalho em equipe é mencionado frequentemente pelos alunos como um dos aspetos mais positivos do projeto. A título de exemplo, um aluno refere: “Penso que o aspeto mais positivo desta experiência foi o desenvolvimento interpessoal, a capacidade de trabalhar com pessoas que não conhecemos e saber lidar com todos os problemas que vão aparecendo ao longo do desenvolver do projeto.”

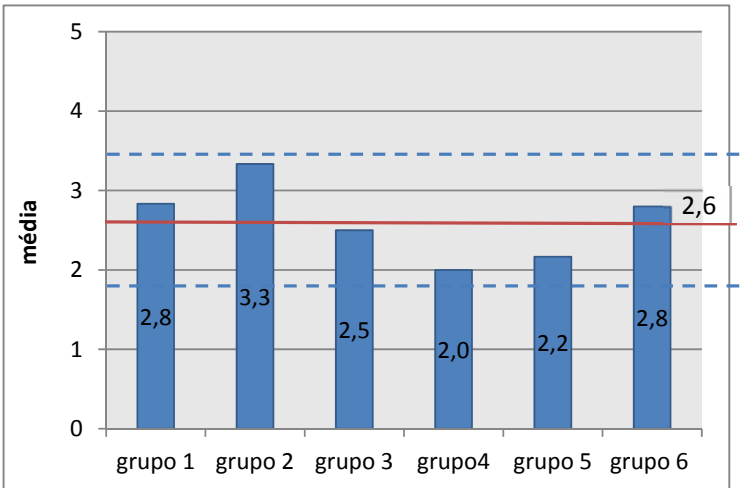

Figura 1: Resultados do item “Realização de reuniões formais durante o projeto”.

4.2 Dimensão: Papel dos docentes e tutores

O papel dos docentes e dos tutores assume no PBL uma configuração distinta da abordagem de aprendizagem considerada “tradicional”, baseada no pressuposto de que o tutor será um facilitador do processo de aprendizagem e, como tal, tem de acompanhar o desempenho dos alunos, dar feedback às atividades realizadas, comunicar de forma mais próxima com o aluno e com outro grau de envolvimento perante as suas dúvidas e questionamentos. Em Fernandes et al. (2009, pp. 93) pode encontrar-se a seguinte descrição relativa ao papel do tutor que é um bom exemplo do papel de facilitador relativo aos aspetos de desenvolvimento do projeto: “o tutor deve promover a discussão relativamente às formas de desenvolvimento do projeto e, em alguns casos, apoiar o processo de tomada de decisão. Nesta função os alunos, devem compreender que são responsáveis pelas suas decisões e que as devem defender com argumentação sólida”. Esta mudança do papel dos professores requer uma postura diferente, que “inclui um conjunto de competências e atitudes que estão relacionadas, sobretudo, com os processos de interação que se estabelecem, quer entre o grupo e o tutor, quer entre tutores e equipe de coordenação. A adesão ao projeto, a capacidade de trabalho em equipe e de relacionamento interpessoal, a disponibilidade e comunicação emergem, neste contexto, como aspetos necessários para qualquer candidato a tutor” (Fernandes et al., 2009, pp. 111).

Analisando a dimensão “Papel dos docentes e tutores” três itens são analisados e discutidos, em função das discrepâncias apresentadas em alguns grupos, todos eles referentes ao papel do tutor: 1) “O desempenho do tutor correspondeu às expectativas”; 2) “O tutor não deve ser docente de uma UC”; 3) “O papel do tutor é indispensável”.

Os resultados do item “O desempenho do tutor correspondeu às expectativas” estão ilustrados na Figura 2. Conforme ilustrado, os resultados obtidos pelos grupos são extremos. Por um lado os grupos G1, G3, G4 e G6 atribuem pontuações muito favoráveis, e em sentido contrário os grupos G2 e G5 atribuem níveis de concordância muito baixos. Aqui também existem dois grupos G2 e G5 com valores agregados de (2,0) e (1,8), respetivamente, em que a perceção dos estudantes pode ser considerada negativa, uma vez que os resultados obtidos são inferiores ao valor médio da escala de classificação para este item, ou seja, (3,6).

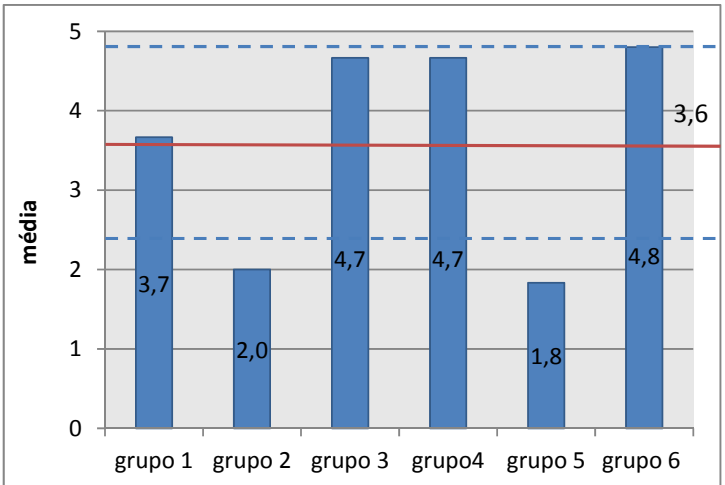

Figura 2: Resultados do item "O desempenho do tutor correspondeu às expectativas".

Os resultados no critério "O tutor não deve ser docente de uma UC" estão ilustrados no gráfico da Figura 3. Conforme ilustrado o resultado global médio é de 2,6. Este resultado confirma a perceção geral de que os alunos prefeririam ter tutores que não são simultaneamente docentes das UCs de apoio direto ao projeto. No entanto, mais uma vez se pode verificar que dois dos grupos (G3 e G6) têm opinião fortemente contrária e são altamente favoráveis há existência de docentes que também efetuem tutoria. Estes grupos não tiveram um tutor docente e provavelmete entenderam que os tutores docentes ajudaram seus grupos tutorados. No entanto, sugere-se que a particularidade da escolha dos tutores deve ser revista com uma única forma para todos os grupos, evitando-se assim esta desconfiança por parte dos alunos e preservando um modelo único de apoio a todas as equipes de trabalho.

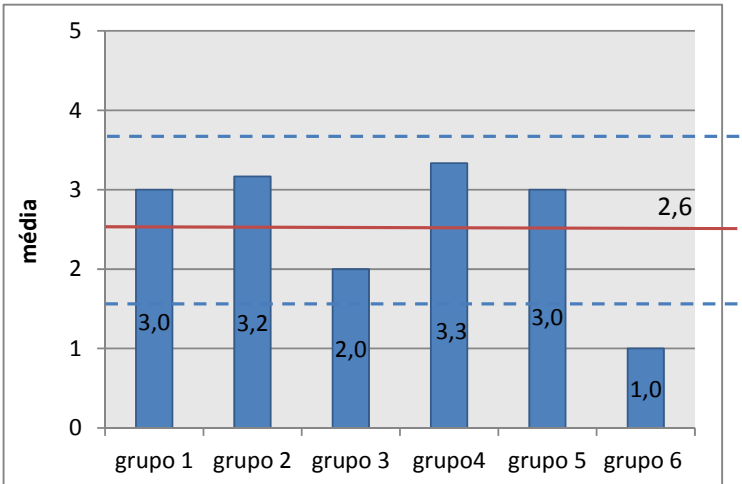

Figura 3: Resultados do item "O tutor não deve ser docente de uma UC".

Os resultados do ítem "O papel do tutor é indispensável" estão ilustrados na Figura 4. Como mostra a figura, os resultados obtidos pelos grupos G2 e G5 são os menos favoráveis. Nesses grupos os valores agregados de (2,7) e (2,3), respetivamente, mostram que a perceção dos estudantes pode ser considerada negativa, uma vez que esses resultados são inferiores ao valor médio da escala de classificação para este item, ou seja, (3,6). Estes resultados apresentam alguma similitude com os resultados reportados acima para o item "O desempenho do tutor correspondeu às expectativas" (ver Figura 2). A partir desses resultados deve ser averiguada a possibilidade de experiências de tutoria, com docentes de outras UCs que não apoiam o projeto e que satisfaçam a real necessidade do papel do tutor na equipe. Esses resultados também devem levar a coordenação do projeto a refletir sobre alguns pontos que merecem uma análise mais aprofundada por parte dos membros que participam do processo, ou seja, docentes e investigadores educacionais. As questões a serem levantadas devem contemplar as seguintes reflexões: 1) como entender e atender a percepção dos alunos sobre o papel dos tutores no desenvolvimento do projeto? 2) As

necessidades dos alunos no projeto, a nivel técnico, devem ser mais fortes do que aquelas relativas ao nivel de gestão e de trabalho em equipe? Até que ponto os diferentes perfis dos professores influenciam o seu papel como tutor e/ou facilitador da aprendizagem?

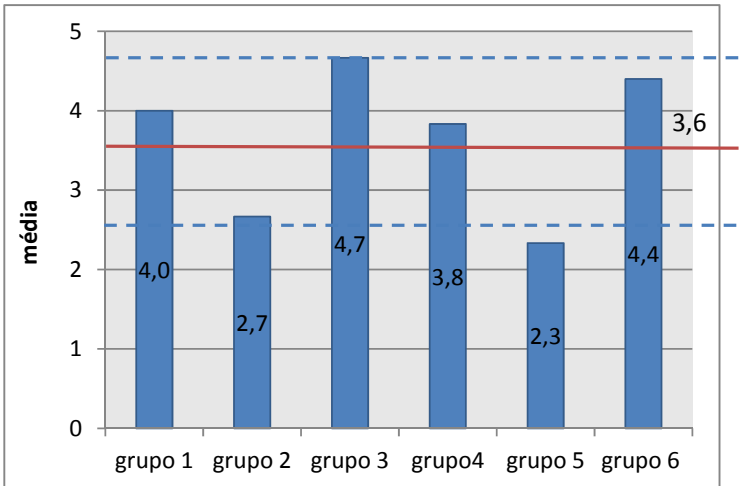

Figura 4: Resultados do item "O papel do tutor é indispensável".

4.3 Dimensão: Avaliação no PBL

Na dimensão "Avaliação no PBL" os seis itens avaliados foram: "O número de pontos de controle durante o projeto deve ser menor" que está associado à carga dos alunos no projeto; "Avaliação dos pares é adequada para avaliação do trabalho em equipe" e "A avaliação pelos pares reflete o empenho de cada elemento", ambos associados ao mecanismo de gestão da equipe que é utilizado ao longo do projeto; "Teste final ajudou na preparação da apresentação final" e "A classificação obtida no projeto deveria ser igual para todos os elementos do grupo" referem-se à componente individual da avaliação; "O peso do projeto deveria ser maior que o peso das UCs na avaliação final do aluno" que está associado à interdisciplinaridade e à dependência existente entre o projeto e a disciplina, Fernandes et al. (2011).

Os resultados no item "O número de pontos de controle durante o projeto deve ser menor" estão na Figura 5. Como indicado na figura a média global dos grupos, para esse item, foi (2,9) sendo os resultados individuais, exceto para o G5, relativamente uniformes e inferiores à média da dimensão, que foi (3,2), vide Tabela 1.

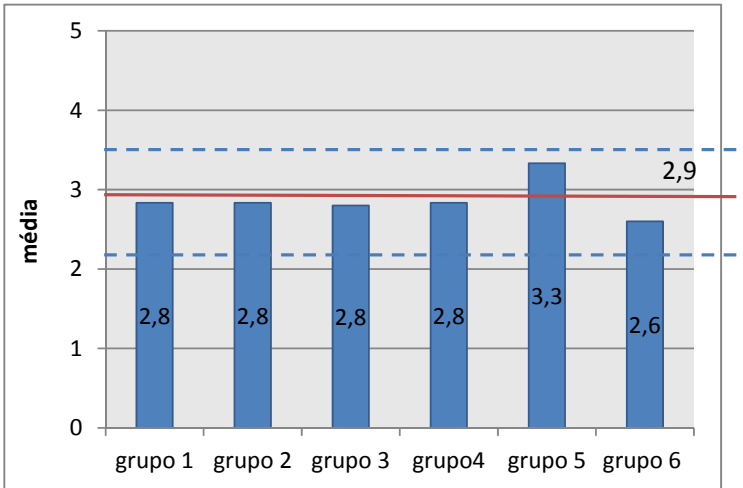

Figura 5: Resultados do item "O número de milestones durante o projeto deve ser menor"

Relativamente ao item “A avaliação dos pares é adequada para avaliação do trabalho em equipe” os resultados estão ilustrados na Figura 6a. Os resultados obtidos mostram que para os grupos G1, G2, G3 e G5 são ligeiramente superiores ou próximos à média da dimensão, (3,2) e ao resultado global para esse item, (3,3), mas os grupos G4 e G6 apresentam resultados relativamente baixos, (2,5) e (2,8), respectivamente.
Os resultados para o item “A avaliação pelos pares reflete o empenho de cada elemento” estão ilustrados no na Figura 6b. Como mostra a figura, o resultado global dos grupos, para esse item, foi (3,1) evidenciando-se resultados menos positivos (2,2) e (2,6), respetivamente, para os grupos G4 e G6.

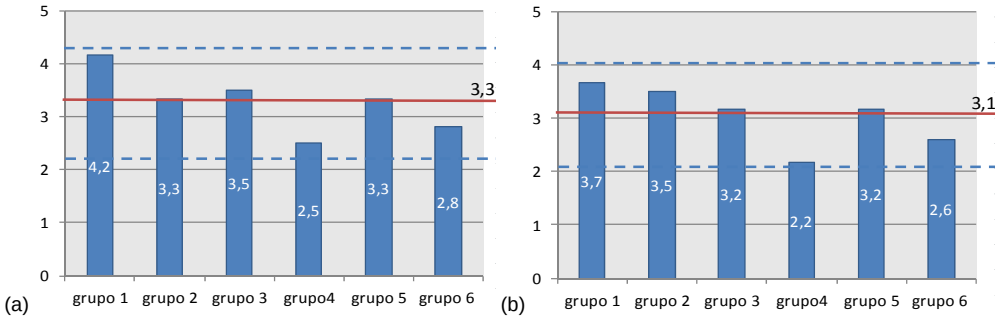

Figura 6: Resultados dos seguintes itens: (a) “Avaliação dos pares é adequada para avaliação do trabalho em equipe”; (b) “A avaliação pelos pares reflete o empenho de cada elemento”.

Os resultados para o item “O teste final ajudou na preparação da apresentação final” estão ilustrados na Figura 7a. Os resultados neste item são relativamente modestos com valor médio global (2,8) e mesmo preocupantes para os grupos G3 e G4 (2,3), cujos valores são inferiores ao valor médio da dimensão (3,2), ver Tabela 1. No critério “A classificação obtida no projeto deveria ser igual para todos os elementos do grupo” os resultados se encontram ilustrados na Figura 7b, e parecem apontar para uma clara evidência de que os grupos, em geral, concordam com a diferenciação da atribuição das respetivas classificações individuais, indexando a classificação à respetiva contribuição/esforço individual do aluno no projeto. Neste item parece existir uma forte convição por parte dos alunos de que a classificação obtida deve contemplar a efetiva participação de cada elemento dentro da equipe. Estes resultados estão alinhados com os pressupostos da equipe de coordenação na elaboração do sistema de avaliação PBL em vigor, que inclui elementos de diferenciação individual. Nesta análise destaca-se o grupo G6 cujo resultado (1,2) é francamente categórico relativamente à discordância a esta questão.

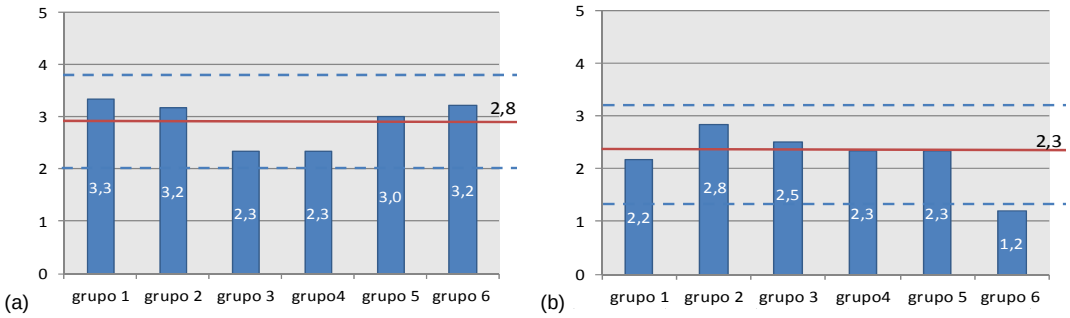

Figura 7: Resultados dos seguintes itens: (a) “Teste final ajudou na preparação da apresentação final”; (b) “A classificação obtida no projeto deveria ser igual para todos os elementos do grupo”

Os resultados para o item “O peso do projeto deveria ser maior que o peso das UCs na avaliação final do aluno” estão ilustrados na Figura 8. Os resultados neste item são os mais baixos de toda análise realizada, para todos os itens e todas as dimensões, com valor médio (2,1). Os resultados coerentemente baixos evidenciam uma preocupação que deve ser analisada pela coordenação do projeto ao nível das classificações individuais e na forma como estas se repercutem nas respetivas classificações finais das várias UCs.

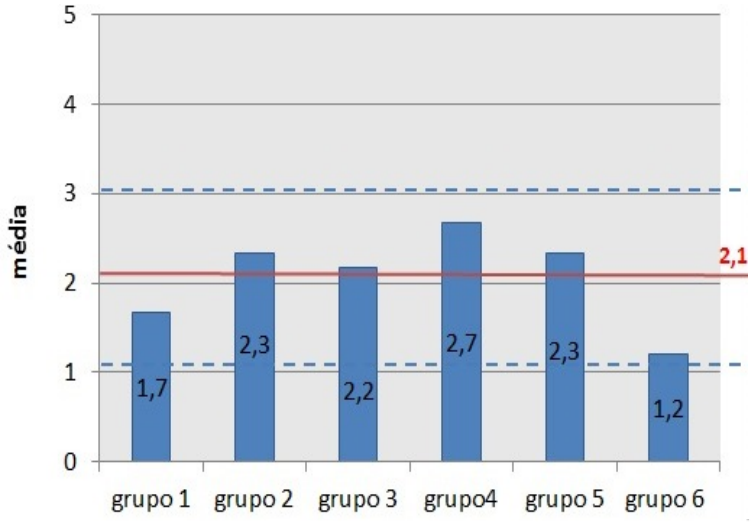

Figura 8: Resultados do item "O peso do projeto deveria ser maior que o peso das UCs na avaliação final do aluno".

5 Considerações Finais

Todas as equipes de alunos do primeiro ano concluíram os seus projetos. Apesar de alguma variação na qualidade dos trabalhos, naturalmente aceita, pode-se constatar que os objetivos de aprendizagem propostos foram alcançados. A qualidade dos trabalhos esteve dentro dos padrões aceitáveis e desejáveis, conciliando a dimensão do trabalho, a aprendizagem e os objetivos pré-determinados.

As tarefas foram todas realizadas e cumpridas dentro dos prazos estabelecidos pela coordenação, o que mostra que os alunos desenvolveram bem a atividade de competência relativa a gestão do tempo no projeto.

Deve ser destacado o papel determinante da coordenação do projeto, das pesquisadoras educacionais, dos professores e dos tutores na produção dos resultados. Apesar das reclamações de alguns grupos quanto ao papel de seus tutores e principalmente do apoio esperado, pode-se considerar que as suas atividades foram cumpridas de acordo com o planejado.

As sugestões de melhoria apresentadas pelos alunos devem ser analisadas criticamente pela equipe de coordenação de projeto do Departamento de Produção e Sistemas da Escola de Engenharia da Universidade do Minho e implementadas na medida de suas necessidades e pertinências.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado por projetos da Fundação para a Ciência e Tecnologia – FCT - Portugal com as seguintes referências: SFRH/BD/62116/2009 e PEST-OE/EME/UI0252/2011.

Referências

Alves, A. C., Mesquita, D., Moreira, F., Fernandes, S. (2012a). *Teamwork in Project-Based Learning: engineering students' perceptions of strengths and weaknesses*, Paper presented at the International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2012): Organizing and Managing Project Based Learning Challenges, São Paulo – Brasil, pp. 23-32.

Alves, A., Moreira, F., Lima, R., Sousa, R., Carvalho, D., Mesquita, D., Fernandes, S., van Hattum-Janssen, N. (2012b). "Project Based Learning in first year, first semester of Industrial Engineering and Management: some results." Proceedings of the ASME 2012 International Mechanical Engineering Congress & Exposition – IMECE2012, Houston, Texas, USA.

Aquere, A. L., Mesquita, D., Lima, R. M., Monteiro, S. B. S., & Zindel, M. (2012). Coordination of Student Teams focused on Project Management Processes. *International Journal of Engineering Education, 28*(4), 859-870.

Bussab, W. O; Morettin, P. A. *Estatística básica*. Saraiva. 5 ed. São Paulo, 2004.

Campos, L. C., Manrique. A. L. & Dirani, E. A. T. (2012). "Aprendizagem Baseada em Projetos: uma nova abordagem para a Educação em Engenharia". In: Desafios da Educação em Engenharia: vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições. COBENGE 2011, Blumenau, SC, Brasil. ABENGE/EDIFURB. p. 135-141. – ISBN 978-85-64541-03-0

Campos, L. C.; Dirani, E. A. T.; Manrique, A. L. (Orgs.) (2011). EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA - Novas abordagens. 1. ed. São Paulo: EDUC - Editora da PUC-SP, v. 1. 280 p. ISBN 978-85-283-0429-9

Dewey, J. (1916). Democracy and Education: an introduction to the philosophy of education. New York: Free Press

Fernandes, S., Flores, M. A., & Lima, R. M. (2012). *A Aprendizagem baseada em Projetos Interdisciplinares no Ensino Superior: implicações ao nível do trabalho docente.* Paper presented at the International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2012): Organizing and Managing Project Based Learning Challenges, São Paulo - Brasil, 26-27 July, pp. 227-236.

Fernandes, S., Flores, M. A. & Lima, R. M. (2011). A Avaliação dos Alunos no Contexto de um Projeto Interdisciplinar. In: Campos, L.C.; Dirani, E.A.T.; Manrique, A.L. (Eds.) Educação em Engenharia: Novas Abordagens (pp 219-280). São Paulo, Brasil: EDUC- Editora da PUC-SP.

Fernandes, S., Flores, M. A. & Lima, R. M. (2010). A Aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares: avaliação do impacto de uma experiência no ensino de engenharia. Avaliação. 15(3), 59-86.

Fernandes, S., Flores, M. A., & Lima, R. M. (2009). A Tutoria no contexto do Project-Led Education (PLE): Potencialidades e Desafios. In A. M. V. Simão, A. P. Caetano & I. Freire (Eds.), *Tutoria e Mediação em Educação* (Secção Portuguesa da AFIRSE (Association Francophone Internationale de Recherche Scientifique en Education) ed., pp. 89-113). Lisboa: Educa.

Graaff, E. d., & Kolmos, A. (Eds.). (2007). Management of change: Implementation of problem-based and project-based learning in engineering. Roterdam: Sense Publishers.

Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. *Teachers College Record, 19*(4), 319-335.

King, D. (2007). Challenges of 21st Century. Scientific Adviser to UK Government, World Bank.

Kolmos, A., Graaff, E. d., & Du, X. (Eds.), (2009). Research on diversity of PBL practice in engineering education. Rotterdam: Sense Publishers.

Likert, Rensis (1932), "A Technique for the Measurement of Attitudes", Archives of Psychology 140: pp. 1-55.

Lima, R. M., Carvalho, D., Sousa, R. M., Alves, A., Moreira, F., Mesquita, D., & Fernandes, S. (2011). Estrutura de Gestão para Planejamento e Execução de Projetos Interdisciplinares de Aprendizagem em Engenharia. In L. C. d. Campos, E. A. T. Dirani & A. L. Manrique (Eds.), *Educação em Engenharia: Novas Abordagens* (pp. 87-121). São Paulo, Brasil: EDUC – Editora da PUC-SP.

Manrique, A. L.; Dirani, E. A. T.; Campos, L. C. "PBL em um curso de engenharia biomédica: a experiência da PUC/SP". PBL2010 International Conference – Problem-Based Learning and Active Learning Methodologies – São Paulo, SP, Brazil, 2010.

Moreira, F., Mesquita, D., van Hattum-Janssen, N. (2011). The importance of the Project Theme in Project-Based Learning: a Study of Student and Teachers Perceptions. In: Proceedings of the 3rd Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE '2011), Eds. Dinis Carvalho, Natascha van Hattum-Janssen and Rui M. Lima, Lisboa-Portugal, (CD-ROM). ISBN: 978-989-8525-05-5, pp. 65-71.

Moreira, F., Sousa, R., Leão, C. P.; Alves, A. C. & Lima, R. M. (2009). Measurement Rounding Errors in an Assessment Model of Project Led Engineering Education. International Journal of Online Engineering (iJOE). Vol. 5, Special Issue 2: "IRF'09", pp. 39-44.

National Academy of Engineering, (2005). "Educating the Engineer of 2020". Visions of Engineering in the new century. National Academy of Engineering. Washington, DC. The National Academies Press.

Powell, P., Weenk, W., (2003). Project-Led Engineering Education. Utrecht: Lemma.

Rodrigues, J. R. (2012). "Aprendizagem Baseada em Projetos: uma nova abordagem para a Educação em Engenharia" In: Desafios da Educação em Engenharia: vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições. COBENGE 2011, Blumenau, SC, Brasil. ABENGE/EDIFURB. p. 120-128. – ISBN 978-85-64541-03-0

van Hattum-Janssen, N. & Mesquita, D. (2011). Teacher perception of professional skills in a project-led engineering semester, European Journal of Engineering Education, 36(5), 461-472.