

Implementation of Industrial Engineering and Management Projects in Interaction with Companies

Rui M. Lima¹, Dinis Carvalho¹, Rui M. Sousa¹, Diana Mesquita²

¹ Centro Algoritmi, Department of Production and Systems, School of Engineering, University of Minho, Guimarães, Portugal

² Research Centre on Child Studies, University of Minho, Braga, Portugal

Email: rml@dps.uminho.pt, dinis@dps.uminho.pt, rms@dps.uminho.pt, diana@dps.uminho.pt

Abstract

Active learning strategies have gained relevance in the context of Higher Education Institutions. This growing relevance is due to the fact that there is evidence that these strategies, in addition to being more appealing, are also more effective, resulting in deeper learning. In the context of active learning, one of the most used approaches in Engineering Education is the Problem and Project-Based Learning (PBL). Although there are many publications about PBL in Engineering Education, it is not common to find work that systematically describes the process of implementing these experiences. In addition, there are not many examples of PBL in interaction with companies, neither in Engineering Education in general, nor in Engineering Education in Industrial Engineering and Management (IEM). Thus, this article intends to describe in a systematic way a PBL approach in interaction with companies, which has been applied since 2005, in the Integrated Master in Industrial Engineering and Management (MIEGI) of the University of Minho, Portugal. This description, although it has some chronological references, will be fundamentally focused on the project that runs from September 2017 till the end of January 2018. In this way, it is intended to serve as a reference for other teachers who wish to implement projects inspired in this model.

Keywords: Project-Based Learning; Active Learning; University-Business Cooperation; Engineering Education.

Implementação de Projetos de Engenharia e Gestão Industrial em Interação com Empresas

Rui M. Lima¹, Dinis Carvalho¹, Rui M. Sousa¹, Diana Mesquita²

¹ Centro Algoritmi, Department of Production and Systems, School of Engineering, University of Minho, Guimarães, Portugal

² Research Centre on Child Studies, University of Minho, Braga, Portugal

Email: rml@dps.uminho.pt, dinis@dps.uminho.pt, rms@dps.uminho.pt, diana@dps.uminho.pt

Abstract

As estratégias de aprendizagem ativa têm vindo a ganhar relevância no contexto das Instituições de Ensino Superior (IES). Esta relevância crescente deve-se ao facto de existirem evidências de que estas estratégias, para além de serem mais apelativas, também são mais efetivas resultando em aprendizagens mais profundas. No contexto da aprendizagem ativa, umas das abordagens mais utilizadas na Educação em Engenharia é aquela baseada em problemas e projetos (PBL - Problem and Project-Based Learning). Embora existam muitas publicações sobre PBL na educação em engenharia, não é comum encontrar trabalhos que descrevam de forma sistemática o processo de implementação dessas experiências. Além disso, não existem muitos exemplos de PBL em interação com empresas, nem na Educação em Engenharia em geral, nem na Educação em Engenharia e Gestão Industrial. Sendo assim, este artigo pretende descrever de forma sistemática uma abordagem de PBL em interação com empresas, que vem sendo aplicada desde 2005, no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) da Universidade do Minho, em Portugal. Esta descrição, embora tenha algumas referências cronológicas, será fundamentalmente centrada no projeto a decorrer desde setembro de 2017 e que terminará em finais de janeiro de 2018. Desta forma, pretende-se que venha a servir de referência para outros professores que pretendam implementar projetos inspirados neste modelo.

Keywords: Project-Based Learning; Active Learning; University-Business Cooperation; Engineering Education.

1 Introdução

As instituições de ensino superior têm vindo a desenvolver práticas educacionais inovadoras baseadas em estratégias de aprendizagem ativa (Bonwell & Eison, 1991; Christie & de Graaff, 2017), porque estas se têm mostrado eficazes para lidar com perfis de estudantes em permanente mudança, contribuindo para a melhoria da aprendizagem (Freeman et al., 2014; Prince, 2004). Estas estratégias primam pela criação de experiências significativas de ensino e aprendizagem, que potenciam o desenvolvimento de competências com estudantes mais autónomos, cooperativos e motivados.

Os engenheiros, no âmbito das suas atividades profissionais, lidam com uma ampla gama de tipos de problemas que requerem competências técnicas, específicas da sua área de especialidade, e transversais, que podem ser mobilizadas em diversos contextos profissionais. As competências transversais são reconhecidas como igualmente relevantes para a prática de engenharia, podendo destacar-se, entre outras, o trabalho em equipa, comunicar em diferentes contextos, e lidar com situações incertas e imprevisíveis (Cai, 2013; Jackson, 2012; Lima, Mesquita, Rocha, & Rabelo, 2017).

Nesta linha de desenvolvimento dos cursos de ensino superior, o curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) da Universidade do Minho, implementou a partir de 2005, um modelo de aprendizagem baseada em projetos (PBL), inspirada na abordagem PLEE - "Project Led Engineering Education" (Powell, 2004; Powell & Weenk, 2003). Esta foi uma aposta alicerçada no objetivo de criar contextos de aprendizagem que contribuíssem para aumentar a motivação dos estudantes, o desenvolvimento de competências técnicas sólidas e simultaneamente um leque de competências transversais necessárias para o desempenho da profissão de Engenharia e Gestão Industrial. Desde o início do processo de implementação de PBL que houve uma aposta forte na implementação de projetos com empresas no 7º semestre do MIEGI (de 10 semestres) (Lima, Dinis-Carvalho, Sousa, Arezes, & Mesquita, 2017). Esta aposta cria um perfil específico nos estudantes do curso que lhes permite encarar com competência a interação com empresas, com o

ambiente fabril e com os mais diversos intervenientes. Nestes projetos, as equipas de estudantes procuram desenvolver, com acompanhamento dos professores, uma solução para um ou mais problemas reais colocados por empresas, mas que terão que estar relacionados com os resultados de aprendizagem do semestre 7.

Este artigo pretende descrever de forma sistemática uma abordagem de PBL em interação com empresas, que vem sendo aplicada desde 2005, no MIEGI da Universidade do Minho, em Portugal. Esta descrição, embora tenha algumas referências cronológicas, será fundamentalmente centrada no projeto a decorrer desde setembro de 2017 e que terminará em finais de janeiro de 2018. Desta forma pretende-se que venha a servir de referência para outros professores que pretendam implementar projetos inspirados neste modelo.

2 Contexto curricular

O Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) da Universidade do Minho, no que diz respeito ao currículo formal (explícito ao nível do plano de estudos, por exemplo), destaca-se desde 2005 pela existência de projetos interdisciplinares. Atualmente, para além do projeto final de mestrado (10º semestre), o currículo do MIEGI apresenta projetos interdisciplinares em três momentos do curso, especificamente no 1º, 7º e 8º semestres. Estes projetos, para além da sua abordagem interdisciplinar, caracterizam-se pela relação com a prática profissional de Engenharia, através de problemas para os quais as equipas de estudantes têm de encontrar soluções durante o semestre com apoio dos conteúdos das unidades curriculares e dos respetivos docentes e tutores.

Apesar dos três projetos interdisciplinares presentes no curso partilharem dos mesmos princípios, importa referir que se diferenciam do ponto de vista operacional, considerando as especificidades do contexto. A título de exemplo, o projeto do 1º semestre coloca ênfase na relevância das ciências de base (e.g. Cálculo, Química Geral, etc.) na Engenharia, a partir de um problema relacionado com a sustentabilidade (Fernandes, Mesquita, Flores, & Lima, 2014; Lima, Dinis-Carvalho, Flores, & Hattum-Janssen, 2007).

O projeto do 7º semestre, foco do estudo apresentado neste artigo, coloca ênfase no *practicum*, isto é, no desenvolvimento de um projeto interdisciplinar em interação com empresas. Tratando-se de um projeto de 7º semestre, a natureza das disciplinas envolvidas evoca conhecimento da especialidade de Engenharia e Gestão Industrial, nomeadamente Gestão Integrada da Produção (GIP), Organização de Sistemas de Produção II (OSP2), Sistemas de Informação da Produção (SIP), Simulação (SIM) e Estudo Ergonómico dos Postos de Trabalho (EEPT). De referir que, do ponto de vista curricular, o projeto é uma disciplina (Projeto Integrado em Engenharia e Gestão Industrial II – PIEGI2) e, dessa forma, tem carga horária associada para acompanhamento das equipas de projeto. A Figura 1 ilustra a organização formal do currículo do projeto do 7º semestre.

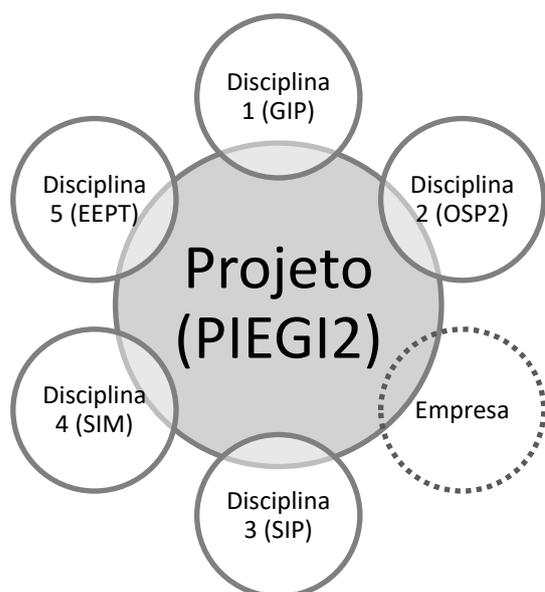


Figura 1: Modelo PBL do semestre 7 – interação projeto, disciplinas, agentes externos (empresas)

Em termos gerais, o projeto envolve a análise e diagnóstico do sistema de produção da empresa associada a cada equipa de estudantes e o desenvolvimento de propostas de melhoria considerando os problemas identificados. Até ao momento, foram realizadas nove edições do PIEGI2, tendo sido envolvidas 20 empresas, mais de 40 equipas, e mais de 300 estudantes. A este respeito, o projeto destaca-se como sendo uma das experiências mais significativas ao longo da formação inicial dos estudantes do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (Mesquita, 2015).

A investigação realizada ao longo dos últimos anos demonstra, ainda, a importância destes projetos na aprendizagem dos estudantes, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de competências técnicas (Lima, Dinis-Carvalho, et al., 2017) e transversais (Lima, Mesquita, & Flores, 2014) que, quando desenvolvidas no mesmo contexto, potenciam a aprendizagem dos estudantes, considerando a sua relevância com a prática de Engenharia.

3 Implementação

A implementação do projeto em interação com empresa (PIEGI2, 7º semestre) tem início dois meses antes do início das aulas e do contacto com os estudantes (Figura 2). Isto significa que por volta do dia 15 de julho a equipa de professores reúne e o coordenador do projeto debate com os restantes colegas as empresas a contactar e convidar para o projeto. Normalmente são empresas com as quais alguns dos professores da equipa já têm interação e relações de confiança baseadas em projetos desenvolvidos anteriormente. Sempre que possível mantêm-se as mesmas de um ano para o outro porque isso facilita a interação e o entendimento do tipo de projeto que permite satisfazer simultaneamente aos seus interesses e os resultados de aprendizagem esperados para o semestre. Nos últimos anos, também têm surgido outras que se propõem para este projeto, porque dele tiveram conhecimento através de profissionais da própria organização ou de professores do curso. A fase de planeamento inicial exige alguma carga de comunicação e eventualmente de visitas às instalações empresariais, principalmente por parte do coordenador de projeto. Nesta fase será necessário esclarecer com clareza os objetivos do projeto para a universidade e encontrar entendimentos que permitam despertar o interesse e identificar oportunidades de ganhos que poderá ter com o trabalho a desenvolver pelas equipas de estudantes. Esta é uma fase da maior importância em termos de alinhamento de expectativas. Estas expectativas deverão ser geridas ao longo de todo o projeto, para garantir uma avaliação de sucesso por parte de todos os intervenientes. O mesmo se passa em relação aos estudantes, a partir do momento em que se inicia a interação com os mesmos. Nessa fase inicial de contactos, define-se como recomendável uma visita semanal das equipas às instalações e a definição de elementos de contacto das empresas. Não tem sido norma definir nenhum apoio monetário aos projetos, mas tem sido costume estas possibilitarem, quando existem condições para tal, a utilização da sua cantina.

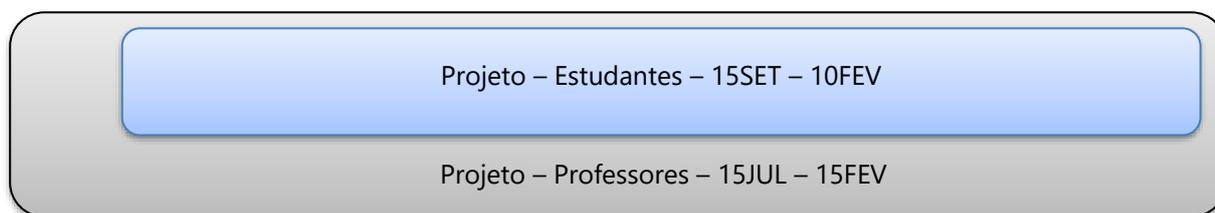


Figura 2. Relação entre o projeto dos professores e o projeto dos estudantes

O projeto a desenvolver pelos estudantes tem como objetivo genérico a análise e melhoria (de parte) do sistema produtivo de uma empresa, considerando fundamentalmente as seguintes áreas: Lean (disciplina de OSP2), planeamento e controlo de produção (GIP) e respetivos sistemas de informação (SIP), estudo ergonómico de postos de trabalho (EEPT) e simulação (SIM). O sistema produtivo será analisado considerando fundamentalmente os seguintes requisitos: (i) caracterização e classificação do sistema produtivo, (ii) avaliação de desempenho, (iii) identificação de desperdícios, (iv) identificação das principais funções e técnicas de

planeamento e controlo de produção (PCP) e sua integração, (v) identificação de fluxos de informação de planeamento e controlo da produção, (vi) caracterização da ergonomia e do ambiente físico das estações de trabalho. A simulação é utilizada fundamentalmente para avaliar soluções alternativas apresentadas pelas propostas de melhoria.

Este projeto é fundamentalmente composto por três fases, conforme ilustrado na Figura 3, nomeadamente: (i) reconhecimento do contexto da empresa (semana 2), (ii) análise e diagnóstico do sistema produtivo (semana 11) e (iii) apresentação de propostas de melhoria (semana 17). A meio da fase de análise e diagnóstico, na semana 6, realiza-se a primeira apresentação formal do ponto da situação do projeto.



Figura 3. Fases do projeto

No ano letivo 2017/18, o projeto teve início no dia 10 de setembro com uma apresentação inicial aos estudantes. Durante esta semana eles tiveram que criar equipas com cerca de 10 elementos e selecionar as empresas, em coordenação com os professores. No final da semana, no dia 15 de setembro, foi realizada uma breve apresentação dos vários projetos aos estudantes por parte de representantes das empresas (Figura 4). Depois da apresentação, realizou-se a primeira reunião de cada equipa com o(s) representante(s) da empresa onde iriam realizar o projeto. Nesta reunião esclareceram-se dúvidas e marcou-se a primeira visita para a semana seguinte. No final da segunda semana os estudantes começaram a discutir com os professores um plano visual inicial do projeto.



Figura 4. Apresentação inicial de projeto com participação de representantes das empresas

Até ao final da semana 11 as equipas deverão terminar a fase de análise e diagnóstico. Na realidade, todas as equipas terão, já nesta fase algumas propostas de melhoria a apresentar. Outras propostas ainda estarão em desenvolvimento e continuarão em estudo até ao final do projeto. As equipas estarão em momentos diferentes no final desta fase por diversas razões contextuais: a empresa, o(s) problema(s) definido(s), o número e qualidade das interações com a empresa, a motivação e empenho dos elementos das equipas e o apoio dos professores. Durante esta fase as equipas terão que aplicar os conceitos, métodos e ferramentas que vão sendo apresentados nas várias disciplinas de apoio ao projeto.

Na fase final, as equipas deverão desenvolver as propostas de melhoria para os problemas identificados. Durante esta fase, as equipas têm liberdade para proporem à equipa de professores que o foco das propostas se centre em problemas específicos em que a empresa tenha mais interesse. Desta forma pretende-se criar projetos mais coerentes e reais, contribuindo para uma maior identificação de estudantes, professores e profissionais com os resultados finais do projeto.

Depois de realizarem a apresentação final do projeto na universidade, os estudantes terão ainda a responsabilidade de realizar uma apresentação final na empresa para discutirem os resultados de projeto.

A avaliação do projeto baseia-se em três apresentações e dois relatórios escritos (Fernandes, Flores, & Lima, 2012; Lima, Mesquita, Fernandes, Marinho-Araújo, & Rabelo, 2015). As três apresentações são: a) estado do projeto; b) de análise e diagnóstico; e c) final. Os pesos são, respetivamente, 5%, 5% e 10%. O relatório de análise e diagnóstico tem um peso de 20% e o relatório final (8000 palavras) sob a forma de artigo tem um peso de 50%. Deve notar-se que os relatórios são complementados por blogs com descrições semanais e complementos ao relatório. A distinção individual de estudantes dentro de cada equipa é realizada por avaliação pelos pares (intra-equipa).

A edição deste ano conta com a colaboração das seguintes empresas: Continental ITA, Leoni, Rembalcom, Firmago, Gewiss, Sonicarla, que atuam em áreas muito distintas, nomeadamente: metalomecânica, têxteis e confeção, cablagens elétricas para a indústria automóvel, telas para pneus para a indústria automóvel, material elétrico e filme estirável para embalagem. Esta diversidade enriquece a experiência dos estudantes e dos professores envolvidos, e ainda permite que nas apresentações finais os profissionais fiquem a conhecer a realidade de outras empresas e possam partilhar experiências.

4 Organização das Equipas de Estudantes e de Professores

4.1 Equipas de Estudantes

Nos projetos organizados ao longo dos anos, o principal fator de decisão que determina a dimensão das equipas tem sido a restrição relativa aos seis (6) espaços de equipa disponíveis. Inicialmente as equipas tinham 6 a 7 estudantes mas, devido ao aumento do número de estudantes, nos últimos dois anos a dimensão das equipas tem variado entre 9 e 11 elementos. Embora sejam equipas de elevada dimensão, isto também permite aumentar a dimensão dos projetos. Tem sido natural que as empresas criem oportunidades para que as equipas criem 2 a 3 subgrupos para trabalhar problemas complementares. Sendo assim, a constituição das 6 equipas deste ano encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3: Equipas de projeto

Equipa	Elementos	Empresa
G1	11	Gewiss
G2	10	Rembalcom
G3	11	Sonicarla
G4	11	Firmago
G5	9	Leoni
G6	11	Continental ITA

Cada uma das equipas ocupa um espaço próprio que pode utilizar durante todo o semestre. Durante os períodos definidos no horário para acompanhamento (sexta-feira entre as 13:00 e as 17:00), os professores deslocam-se ao espaço e reúnem com cada equipa durante cerca de 15 minutos. A Figura 5 representa um momento de acompanhamento de um professor a uma das equipas.



Figura 5: Acompanhamento de projeto no espaço da equipa

As equipas de projeto organizam-se de diferentes formas, também influenciada, pelos tutores (ver secção 4.2) de cada equipa. As equipas 1, 4, 5 e 6 estão a implementar desde o início um processo de gestão baseado no Scrum (Sutherland, 2014). Apresentando este framework de forma muito resumida, pode-se dizer que as equipas se organizam com um Scrum Master (gestor de projeto), um Product Owner (representa o cliente) e os elementos da equipa. Além disso, caracteriza-se pela realização de ciclos curtos nos quais se desenvolvem partes do projeto que podem ser avaliadas pelo Product Owner. Durante os ciclos deverão realizar reuniões rápidas frequentes em que atualizam quadros visuais de gestão e de indicadores. Nem todas estas quatro equipas estão a utilizar os mesmos quadros, nem a realizar as mesmas reuniões. Além disso, as outras duas equipas têm vindo a desenvolver quadros de gestão inspirados nos quadros de Kanban do Scrum. Na Figura 6 podem ver-se duas imagens de quadros Kanban de uma equipa em duas semanas consecutivas.

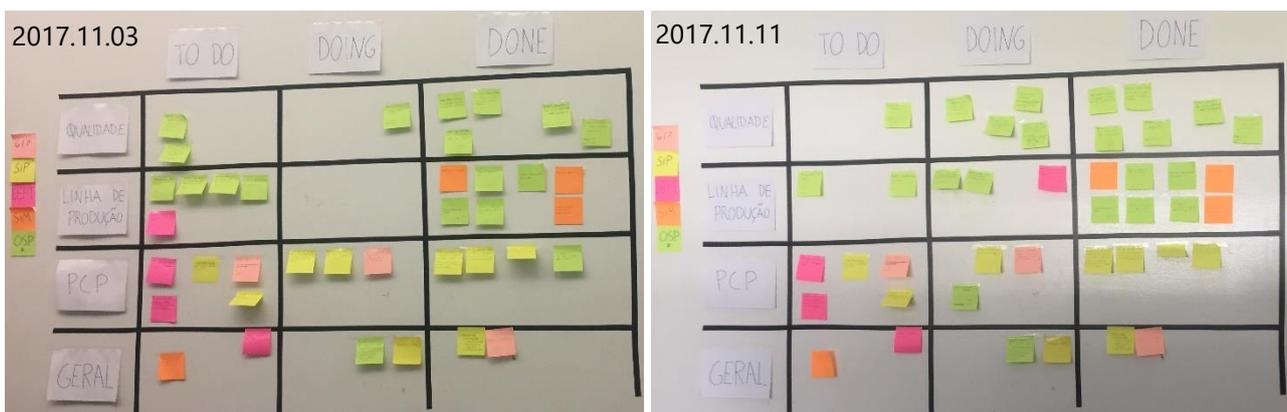


Figura 6: Quadros de Kanbans de gestão de projetos de uma das equipas, em duas semanas consecutivas.

4.2 Equipa de Professores

A equipa de professores é constituída por todos os docentes das unidades curriculares do semestre (Figura 1) e é por isso determinada pela distribuição de serviço docente, que, na Universidade do Minho, é definida em meados do ano letivo anterior. Em linhas gerais, pode dizer-se que esta equipa assegura: (i) coordenação de todo o projeto, (ii) acompanhamento das equipas de estudantes e (iii) tutoria das equipas de estudantes.

A coordenação do semestre é assegurada maioritariamente pelo professor coordenador do projeto e envolve, entre outros aspetos, a condução da reunião de arranque do projeto (secção 3), a elaboração do designado

guia de projeto de aprendizagem (documento facultado aos estudantes, que contém toda a informação inerente ao funcionamento do projeto, desde os objetivos de aprendizagem até ao modelo de avaliação), a organização/gestão dos momentos de avaliação (e.g. apresentações, entregas de relatórios e recolha das avaliações dos professores), etc. Em termos de serviço docente, todo este trabalho é contabilizado com 15h (1h por semana) na unidade curricular PIEGI2 (Figura 1).

O acompanhamento das equipas de estudantes, cabe a pelo menos um docente de cada unidade curricular e funciona nos moldes descritos na secção 4.1. As horas despendidas em acompanhamento são contabilizadas no serviço docente através da unidade curricular PIEGI2. Portanto, além da hora semanal para o coordenador do projeto, a carga horária de PIEGI2 é de facto dividida pelos docentes que asseguram o acompanhamento das equipas de estudantes.

Alguns professores desempenham o papel de tutor de uma ou mais equipas de estudantes. Se necessário, pode integrar a equipa de professores, um (ou mesmo mais do que um) docente que não leciona qualquer unidade curricular do semestre, para desempenhar apenas esse papel. Nas primeiras edições do PIEGI2 era designado um por equipa mas, com o passar dos anos, caminhou-se no sentido de se ter mais do que uma equipa com o mesmo tutor. Na edição 2017/18, três professores de unidades curriculares do semestre (OSP2, GIP e SIP) asseguram a tutoria das 6 equipas de estudantes (2 equipas cada), que inclui a primeira visita à empresa. Depois, em linhas gerais, o tutor deve efetuar a constante monitorização da equipa de estudantes de modo a assegurar que o trabalho desenvolvido vai ao encontro dos objetivos delineados, através de uma metodologia de gestão de projetos (conforme referido na secção 4.1, em 2017/18 quatro equipas estão a usar a metodologia Scrum). O tutor não deve propor soluções técnicas para os problemas com que a equipa lida na empresa, mas sim encaminhar (se necessário) a equipa na direção mais adequada. Cabe ainda ao tutor discutir os resultados da avaliação pelos pares, ajudar na gestão de eventuais conflitos, e, na medida do possível, procurar acompanhar o desenvolvimento individual de competências (sobretudo no caso de estudantes com maiores dificuldades). Em termos de serviço docente, o trabalho de tutoria é contabilizado com 0,5 horas semanais por equipa (sem estar associado a uma unidade curricular em particular).

5 Discussão

Todas as equipas desenvolveram uma análise geral sobre o processo de planeamento e controlo de produção, da organização fabril (geral ou de parte do sistema de produção) e das condições ergonómicas em alguns postos de trabalho. Na sequência desta análise, as equipas estabeleceram, em conjunto com as empresas, os seguintes objetivos principais:

- Alteração de layout e modo operativo de uma célula de montagem para aumento da flexibilidade, melhoria do balanceamento e do tempo de ciclo.
- Alteração de layout e do processo de auditoria final de controlo de qualidade do produto, para diminuição das deslocações e melhoria das condições de trabalho por diminuição do tempo dentro da sala de controlo (elevada temperatura).
- Aplicação de 5Ss, normalização do trabalho e gestão visual para postos de trabalho específicos.
- Desenho de um sistema de referência genérica de artigos, para redução do número de referências e da carga de gestão.
- Desenvolvimento de programas de apoio à gestão da produção, em Excel VBA.
- Melhoria de sistema de sugestões para aumento da motivação dos funcionários.
- Melhoria de processos de mudança de máquinas por aplicação de SMED (Single Minute Exchange of Die). Em alguns casos, com propostas de sistemas de alimentação direta de ferramentas a máquinas.
- Criação de sistemas de medição do OEE (Overall Equipment Effectiveness).
- Alteração profunda de processos logísticos internos, com apoio à criação de processos de movimentação entre pisos.
- Alteração da forma de organização de armazéns internos.
- Alteração de processos de fluxo interno para melhoria do fluxo e redução de desperdícios.
- Mapeamento de processos, identificação de problemas e redução de tempos de percurso.

Verifica-se assim uma diversidade considerável de áreas de atuação, dependentes, naturalmente, do contexto de cada empresa.

6 Considerações Finais

A implementação de projetos PBL em interação com empresas, como o PIEGI2 do 7º semestre do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) da Universidade do Minho (Portugal), visa, acima de tudo, proporcionar aos estudantes o contacto com a realidade empresarial e com tudo o que isso acarreta (problemas reais, comunicação com a empresa, trabalho em equipa, gestão de projetos, etc.).

Em termos práticos, a implementação deste tipo de projetos tem vários requisitos, nomeadamente: (i) uma equipa de docentes (que vai assegurar todo o desenrolar do projeto, incluindo o acompanhamento e a tutoria das equipas de estudantes), (ii) um conjunto de empresas (que vai proporcionar o contexto real de estudo) e (iii) um conjunto de salas de projeto (para que as equipas de estudantes possam ter o seu espaço próprio permanente).

No entanto, o esforço que a equipa de docentes tem que desenvolver para colocar em funcionamento este tipo de projetos semestrais nem sempre é reconhecido pelos pares da academia. Sintoma disso é o frequente questionamento, aquando da definição do serviço docente, da necessidade de contabilização de carga horária para a coordenação do projeto e para a tutoria de equipas de estudantes. Contudo, o feedback francamente positivo que tem sido transmitido não só pelas empresas como pelos estudantes, indica que o PIEGI2 foi, e é, uma aposta bem-sucedida. Assim, os autores acreditam que este artigo contém informação importante que pode ser usada como guia por aqueles que pretendam implementar projetos similares nas suas instituições.

7 Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pelos projetos COMPETE-POCI-01-0145-FEDER-007043 e FCT-UID-CEC-00319-2013, de Portugal.

8 Referências

- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Washington DC: ERIC Clearinghouse on Higher Education.
- Cai, Y. (2013). Graduate employability: a conceptual framework for understanding employers' perceptions. *Higher Education*, 65, 457–469. doi:10.1007/s10734-012-9556-x
- Christie, M., & de Graaff, E. (2017). The philosophical and pedagogical underpinnings of Active Learning in Engineering Education. *European Journal of Engineering Education*, 42(1), 5-16. doi:10.1080/03043797.2016.1254160
- Fernandes, S., Flores, M. A., & Lima, R. M. (2012). Student Assessment in Project Based Learning. In L. C. d. Campos, E. A. T. Dirani, A. L. Manrique, & N. v. Hattum-Janssen (Eds.), *Project Approaches to Learning in Engineering Education: The Practice of Teamwork* (pp. 147-160). Rotterdam, The Netherlands: SENSE.
- Fernandes, S., Mesquita, D., Flores, M. A., & Lima, R. M. (2014). Engaging students in learning: findings from a study of project-led education. *European Journal of Engineering Education*, 39(1), 55-67. doi:10.1080/03043797.2013.833170
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. doi:10.1073/pnas.1319030111
- Jackson, D. (2012). Testing a model of undergraduate competence in employability skills and its implications for stakeholders. *Journal of Education and Work*. doi:10.1080/13639080.2012.718750
- Lima, R. M., Dinis-Carvalho, J., Flores, M. A., & Hattum-Janssen, N. v. (2007). A case study on project led education in engineering: students' and teachers' perceptions. *European Journal of Engineering Education*, 32(3), 337 - 347.
- Lima, R. M., Dinis-Carvalho, J., Sousa, R. M., Arezes, P. M., & Mesquita, D. (2017). Development of Competences while solving real industrial interdisciplinary problems: a successful cooperation with industry. *Production journal*, 27(spe), 1-14. doi:10.1590/0103-6513.230016
- Lima, R. M., Mesquita, D., Fernandes, S., Marinho-Araújo, C., & Rabelo, M. L. (2015, 6-9 July 2015). *Modelling the Assessment of Transversal Competences in Project Based Learning*. Paper presented at the Fifth International Research

Symposium on PBL, part of International Joint Conference on the Learner in Engineering Education (IJCLEE 2015 - IRSPBL 2015), San Sebastian, Spain.

- Lima, R. M., Mesquita, D., & Flores, M. A. (2014, 31/05/2014 - 03/06/2014). *Project Approaches in Interaction with Industry for the Development of Professional Competences*. Paper presented at the Industrial and Systems Engineering Research Conference (ISERC 2014), Montréal, Canada.
- Lima, R. M., Mesquita, D., Rocha, C., & Rabelo, M. (2017). Defining the Industrial and Engineering Management Professional Profile: a longitudinal study based on job advertisements. *Production journal*, 27(spe), 1-15. doi:10.1590/0103-6513.229916
- Mesquita, D. (2015). *O currículo da formação em engenharia no âmbito do processo de bolonha: desenvolvimento de competências e perfil profissional na perspectiva dos docentes, dos estudantes e dos profissionais*. (Doutoramento em Ciências da Educação, especialidade em Desenvolvimento Curricular), Universidade do Minho, Braga. (<http://hdl.handle.net/1822/40379>)
- Powell, P. C. (2004). Assessment of team-based projects in project-led education. *European Journal of Engineering Education*, 29(2), 221-230.
- Powell, P. C., & Weenk, W. (2003). *Project-Led Engineering Education*. Utrecht: Lemma.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Sutherland, J. (2014). *Scrum - a arte de fazer o dobro de trabalho na metade do tempo*. São Paulo, Brasil: Leya.