

APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA: PROJECTOS E EQUIPAS INTERDISCIPLINARES

José Dinis Carvalho^{*1}, Rui M. Lima², Sandra Fernandes³

^{1,2}Universidade do Minho, Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia - Guimarães, Portugal

³Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia - Braga, Portugal

Email: ¹dinis@dps.uminho.pt, ²rml@dps.uminho.pt, ³sandra@dps.uminho.pt

RESUMO

Este artigo descreve uma experiência de aprendizagem centrada em projecto, onde equipas compostas por alunos de diferentes cursos de engenharia cooperam na resolução de um problema real proposto por uma empresa. Esta experiência de aprendizagem perfeitamente enquadrada na estrutura curricular dos cursos que participaram no projecto, envolveu em média mais de 10 ECTS por aluno, resultando numa capacidade superior a 1700 horas.homem por equipa. Neste projecto inovador de aprendizagem, além de se fomentar o desenvolvimento eficaz de competências técnicas e competências transversais como trabalho em equipa, liderança e comunicação, foi fomentado também o espírito de empreendedorismo e de inovação. Os aspectos mais relevantes do projecto são o facto de se tratar de um problema real e multidisciplinar, tratado por equipas multidisciplinares de alunos, resultando em soluções técnicas de grande qualidade para a melhoria da competitividade.

1. INTRODUÇÃO

As competências mais valorizadas pelos empregadores de engenheiros nem sempre coincidem com as competências valorizadas pelos gestores do ensino superior em Engenharia. Tem-se notado que os empregadores valorizam competências como capacidade de comunicação e de trabalhar em equipa, capacidade de gerir e liderar equipas, capacidade para resolver problemas, espírito de iniciativa e consciência comercial. Ora estas competências, embora muito valorizadas pelos empregadores (Targetjobs 2007) são muitas vezes desvalorizadas nas nossas universidades, não fazendo parte dos objectivos de aprendizagem da maioria das unidades curriculares. Para que essas competências sejam adquiridas pelos alunos é necessário que se crie um ambiente propício ao seu florescimento, ambiente esse que está longe de existir.

No sentido de criar, no ensino universitário de Engenharia, um ambiente com condições propícias ao desenvolvimento dessas competências transversais, diversos cursos da Escola de Engenharia da Universidade do Minho têm vindo a adoptar metodologias activas de “ensino/aprendizagem centradas em projectos interdisciplinares” (Carvalho e Lima, 2006; Lima *et al.*, 2007). Com esta motivação e com um certo movimento de mudança, reforçado pelo espírito da Declaração de Bolonha, adquiriu-se experiência nesta metodologia de aprendizagem em várias das suas vertentes. Esta metodologia centrada em projecto, de acordo com as definições de Powell & Weenk (2003) ou Helle *et al.* (2006), procura enfatizar o trabalho em equipa, a resolução de problemas interdisciplinares e a articulação teoria/prática,

através da realização de um projecto que culmina com a apresentação de uma solução/produto a partir de uma situação real, relacionada com o futuro contexto profissional.

Tendo por base a experiência adquirida e no sentido de se explorarem novos caminhos no desenvolvimento do campo do saber da aprendizagem em Engenharia, docentes de vários departamentos da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, resolveram criar, no ano lectivo de 2007/2008, uma experiência piloto baseada nos princípios da metodologia de aprendizagem centrada em projectos interdisciplinares, com equipas interdisciplinares de alunos integrando diferentes áreas de conhecimento. Neste caso, cada equipa envolvida no projecto é composta por alunos de diferentes cursos que dão o seu contributo nas suas áreas técnicas específicas. Para além destes princípios orientadores, procurou-se valorizar, ainda, na execução dos referidos projectos, uma componente de *Inovação* e de *Empreendedorismo*.

Com este projecto procura-se desenvolver competências de trabalho em equipa entre elementos tecnicamente heterogéneos, aproximando este ambiente ao ambiente de projecto industrial. Além disso, para este projecto, definiu-se como requisito a exploração de soluções para problemas que exigissem a aplicação integrada de diversas áreas do conhecimentos da Engenharia. Esta característica conduz à necessidade, reforçada pela participação de diferentes cursos, dos elementos das equipas identificarem pontos de influência e interacção entre áreas disciplinares. As equipas terão ainda que fazer o enquadramento no mercado do produto em estudo e definir objectivos que o tornem mais competitivo, contribuindo para o desenvolvimento do negócio.

Neste artigo descreve-se um processo de aprendizagem com objectivos de desenvolvimento de competências de inovação e empreendedorismo. Assim, apresenta-se uma visão do desenvolvimento deste tipo de competências no âmbito do mundo universitário e de propostas de estratégias de aprendizagem utilizadas. Estas estratégias foram desenvolvidas numa determinada direcção no âmbito deste projecto, sendo necessário mostrar a organização do processo e os resultados obtidos pelas equipas de alunos. Conclui-se o artigo com a avaliação do processo e com considerações finais sobre o mesmo.

2. PROJECTOS NA APRENDIZAGEM PARA O EMPREENDEDORISMO

O desenvolvimento de competências de aprendizagem pressupõe a aplicação de conhecimentos técnicos em contextos aplicativos, que podem ser produzidos de forma mais académica ou mais próxima da realidade profissional. Alguns exemplos de formação universitária com aproximação à experiência profissional têm resultado fundamentalmente de estágios profissionais em anos finais de formação. Nesta abordagem perde-se a possibilidade de desenvolver a aprendizagem em simultâneo com o próprio conhecimento profissional. Alguns autores têm descrito exemplos que exploram esta vantagem através de estágios nos primeiros anos (Katajavuori, Lindblom-Ylänne and Hirvonen (2006)), ou com projectos próximos da realidade profissional (Lima *et al.* (2007); Harrison, Macpherson and Williams (2007); Helle *et al.* (2007); Okudan and Rzasa (2006)).

A aprendizagem baseada em projectos está centrada na aplicação de conteúdos técnicos para o desenvolvimento de um produto final (Helle, Tynjälä and Olkinuora (2006); Powell and Weenk (2003)). Nesta metodologia de aprendizagem é necessário “saber fazer”, i.e. é necessário aplicar conhecimentos em contextos práticos, logo é uma metodologia intrinsecamente ligada ao desenvolvimento de competências técnicas e transversais. Segundo Helle, Tynjälä and Olkinuora (2006), Powell and Weenk (2003) e Lima *et al.* (2007), algumas

das principais competências transversais desenvolvidas pelos alunos são: gestão de tempo; gestão de projectos; comunicação inter-pessoal e autonomia.

Considerando o empreendedorismo no sentido mais alargado de "enterprising person" descrito por Gibb (2002), pp. 259, é necessário contribuir para o desenvolvimento de comportamentos caracterizados por criatividade, iniciativa, capacidade de tomar decisões e liderar, e ainda pela capacidade de fazer coisas de uma forma diferente. Estas características só podem ser medidas num determinado contexto, pelo que deverão ser desenvolvidas como competências para o empreendedorismo. Reforçando esta ideia, algumas das competências referidas por Varela and Bedoya Arturo (2006), e por Martinez, Mora and Vila (2007) são: criatividade; autonomia; capacidade de tomar decisões com informação escassa; capacidade de resolução de problemas; capacidade de planear, coordenar e organizar.

O tipo de competências desenvolvidas na aprendizagem baseada em projectos e descritas como requeridas por empreendedores têm um relacionamento muito estreito. Na realidade, projectos abertos, bem planeados e acompanhados, poderão servir para desenvolver competências de empreendedorismo. Gibb (2002) e Blenker and Dreisler (2006) descrevem esta metodologia como uma das utilizadas para o desenvolvimento de currículos para o empreendedorismo. Blenker and Dreisler (2006) apontam ainda a necessidade de difundir estes conteúdos por todos os cursos e departamentos, promovendo o desenvolvimento da criatividade e de soluções inovadoras através de actividades interdisciplinares.

Nos cursos de Engenharia pressupõe-se capacidade para formar alunos capazes de desenvolver produtos ou sistemas, com características técnicas adequadas à função para a qual são projectadas. Assume-se ainda que os Engenheiros são capazes de operacionalizar e manter em funcionamento sistemas que integram pessoas e tecnologia. Por tradição, a formação dos Engenheiros está muito direccionada para a demonstração das suas capacidades técnicas de forma muito fragmentada e descontextualizada do mundo profissional. Numa aproximação entre a formação e o mundo profissional Harrison, Macpherson and Williams (2007) relatam uma experiência de desenvolvimento de projectos de aprendizagem em energia hidroeléctrica envolvendo alunos de engenharia de diversos cursos. Assim, criaram-se grupos com alunos de 4 cursos de Engenharia, nomeadamente: Electrotécnica, Mecânica, Civil e Química. Estes alunos tiveram oportunidade de seleccionar um de três projectos: Energia Hidroeléctrica, Fornecimento de Água Potável e Microsistemas. Os autores centram a sua análise no projecto mais concorrido que foi o de projectar uma Central de Energia Hidroeléctrica, com grupos de 6 a 7 elementos compostos por um número equilibrado de elementos de cada um dos seguintes cursos de Engenharia: Electrotécnica, Mecânica e Civil. As equipas de maior sucesso foram as que funcionaram com um líder de projecto com as funções de gestor de projecto, desde que este apresentasse um visão global dos objectivos e das actividades de projecto. Este projecto teve uma carga equivalente a um terço de um semestre e foi avaliado de forma positiva por alunos, docentes e equipas de acreditação. Os autores resumem os seguintes aspectos como fundamentais para o sucesso deste tipo de experiência: os alunos dos diferentes cursos devem sentir a utilidade da sua contribuição o que foi possível com este projecto; deve evitar-se um desequilíbrio no número de alunos de cada curso para evitar marginalização de elementos mais isolados; devem envolver-se docentes de todas as áreas disciplinares para dar um apoio adequado ao projecto.

O relacionamento de diversos departamentos e cursos num único projecto aberto cria condições para o desenvolvimento de um espírito de empreendedorismo e para o desenvolvimento de soluções inovadoras. Esta ideia é reforçada por Blenker and Dreisler

(2006), pp. 51, num trabalho em que apresenta um conjunto de passos para a formação universitária em empreendedorismo.

“The decisive premises [for entrepreneurial culture] are that there exist demands and challenges from the surroundings, and that the inter-disciplinary cooperation between departments and between faculties functions in constructive ways.”

3. O PROJECTO PIEI

A experiência de aprendizagem que é apresentada neste artigo foi denominada por Projecto Integrado de Empreendedorismo e Inovação. É integrado porque é multidisciplinar, sendo que, para ser levado a cabo é necessário integrar várias áreas do conhecimento. Além disso é integrado porque reúne à volta do mesmo projecto “especialistas” (ou aspirantes a especialistas) de diferentes áreas da Engenharia, à procura de soluções integradas para os problemas. O termo empreendedorismo foi incluído porque neste projecto é incluída alguma formação sobre esse tema (colaboração preciosa da TecMinho) e o espírito empreendedor é incentivado ao longo do projecto. A inovação é um aspecto central no projecto pois o desafio do projecto passa principalmente pelo criação de soluções alternativas inovadoras para tornar o produto em causa mais competitivo.

3.1 Equipas de alunos no projecto

O projecto de aprendizagem, com a designação *Projecto Integrado de Empreendedorismo e Inovação* (PIEI), contou com a participação voluntária de 24 alunos de três cursos diferentes, sendo 8 alunos do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), 8 alunos do Mestrado Integrado em Engenharia de Polímeros (MIEP) e 8 alunos do Mestrado Integrado em Engenharia Electrónica Industrial e de Computadores (MIEEIC). Estes alunos foram agrupados, aleatoriamente, em quatro equipas multidisciplinares, contendo cada uma delas dois elementos pertencentes a cada um dos cursos envolvidos.

O peso do projecto em ECTS (*European Credit Transfer System*) não é igual para os 3 cursos por questões de organização interna de cada curso. Neste projecto contribuem as seguintes Unidades Curriculares (UC) em cada um dos cursos:

- ✓ MIEGI – Projecto Integrado I (5 ECTS), Sistemas de Informação para a Produção (disponibilizando 2,5 ECTS para o projecto), Simulação (disponibilizando 2,5 ECTS para o projecto) e Gestão Integrada da Produção (disponibilizando 2,5 ECTS para o projecto). O número de ECTS atribuídos para o projecto resulta num total de 12,5 ECTS.
- ✓ MIEP - Unidade Curricular Integradora 7 com 9 ECTS.
- ✓ MIEEIC - Projecto I e Projecto II contribuindo com 10 ECTS para o projecto.

Considerando que cada ECTS equivale a 28 horas de trabalho, resulta que cada equipa dispõe de 1764 horas.homem de capacidade em recursos humanos para levar a cabo o projecto. No ponto de vista dos projectos levados a cabo por alunos de Engenharia, trata-se claramente de um projecto de grandes dimensões, onde os problemas de gestão tem um papel importante no desempenho.

3.2 Organização do projecto

Todo o trabalho de preparação foi iniciado no semestre anterior pela equipa de coordenação. Essa equipa de coordenação tinha a seguinte composição:

- ✓ 10 docentes - incluindo os docentes envolvidos em unidades curriculares de apoio ao projecto e tutores das equipas de alunos;
- ✓ 3 investigadores para apoio pedagógico;
- ✓ 2 especialistas em aspectos de empreendedorismo (TecMinho); e
- ✓ 2 representantes da empresa PROHS

Este projecto começou a ser apresentado aos alunos no semestre anterior (ano lectivo 2006/2007 - 2º semestre) tendo sido seleccionados os alunos e criado todas as condições físicas e organizacionais para o projecto. No primeiro dia do semestre do projecto (ano lectivo 2007/2008 – 1º semestre) o projecto foi apresentado aos alunos e as equipas começaram a trabalhar. A cada equipa foi atribuída uma sala de projecto onde podiam trabalhar em grupo e manter todos o material do projecto. Foi também atribuído a cada equipa um tutor que acompanhava e apoiava a equipa nos aspectos de organização e gestão de projecto e da própria equipa, havendo reuniões formais com o tutor numa base semanal. Ao longo do semestre havia vários pontos de controlo (ver tabela 1) para que toda a equipa de coordenação pudesse acompanhar o estado do andamento de cada uma das equipas e dos seus projectos.

Tabela 1 – Pontos de Controlo

| Data | Ponto de Controlo |
|-------------|---|
| Semana 1 | Apresentação formal do mini-projecto |
| Semana 3 | Tutorial Alargado |
| Semana 6 | 1ª Apresentação formal do andamento do projecto |
| Semana 8 | Tutorial Alargado |
| Semana 11 | 2ª Apresentação formal do andamento do projecto |
| Semana 13 | Tutorial Alargado |
| Semana 14 | Entrega: Relatório final versão preliminar (máximo de 60 páginas) |
| Semana 15 | Os docentes entregam lista de comentários/sugestões sobre relatório |
| Semana 16 | Entrega: Relatório final (máximo de 70 páginas) + Protótipos |
| Semana 17 | Apresentação e Discussão |
| Semana 19 | Entrega de Poster e Artigo |

A figura do Tutorial Alargado foi criada como forma de por frente a frente cada uma das equipa de alunos com toda a equipa de coordenação para resolver possíveis problemas de forma integrada.

Foi entrega a todos os alunos envolvidos um documento designado “guia do projecto PIEI” com informação relevante para o projecto, tal como:

- ✓ Composição da equipa de coordenação, suas funções e respectivos contactos telefónicos e de e-mail.
- ✓ Composição de todas as equipas de alunos constando nomes e respectivos contactos de telefone e de e-mail.
- ✓ Descrição detalhada dos objectivos do projecto
- ✓ Lista das competências a adquirir com o projecto. Aqui são incluídas as competências técnicas associadas às unidades curriculares de apoio ao projecto e as competências transversais resultantes do projecto PIEI.

- ✓ Descrição detalhada do método de avaliação com os pesos de cada ponto de controlo, as avaliações dos pares, bem como o peso do projecto em cada uma das unidades curriculares envolvidas.
- ✓ Descrição dos recursos físicos e informáticos disponibilizados para o projecto

3.3 Objectivos para as equipas

O projecto atribuído às equipas de alunos é um desafio apresentado por uma empresa, PROHS, que se dedica ao fabrico de Equipamento Hospitalar e de Esterilização com a marca JSM¹. O desafio da empresa é obter propostas de melhoria para um Esterilizador de Bancada (ver figura 1) e respectivo sistema de produção. O esterilizador de bancada é utilizado em pequenos consultórios médicos e deverá ser colocado sobre uma bancada. De acordo com a percepção da empresa o *design* actual tem influenciado de forma negativa a comercialização do produto. Além disso, devido à sua estrutura complexa, à utilização alargada de aço inoxidável e aos componentes electrónicos utilizados, o produto tem um custo final elevado. A empresa tem como principais objectivos:

- Diminuição de custos dos componentes e do processo de produção
- Alteração do Design.



Figura 1. Aspecto do esterilizador de bancada.

Para atingir estes objectivos será necessário analisar o esterilizador de bancada e o respectivo sistema de produção e posteriormente desenvolver propostas de melhoria. As propostas de melhoria podem incluir:

- ✓ Alteração do *design* do produto.
- ✓ Reorganização dos componentes na estrutura por forma a simplificar a montagem e a manutenção.
- ✓ Substituição do sistema de aperto
- ✓ Substituição de componentes metálicos por componentes em polímeros
- ✓ Alteração do sistema electrónico de controlo do ciclo de esterilização
- ✓ Melhoria do sistema de fabrico e montagem simplificando o fluxo produtivo.
- ✓ Redução dos custos de produção.
- ✓ Melhoria do sistema de informação para a produção
- ✓ ...

¹ <http://www.jsmonteiro.pt/>

3.4 Resultados atingidos pelas equipas

As equipas chegaram a soluções muito interessantes, tanto no que diz respeito à apreciação dos docentes como na apreciação dos representantes da empresa. As propostas cobriram um vasto espectro de aspectos associados ao produto. Todas as equipas propuseram alterações no aspecto externo do esterilizador, dessas propostas pode ver-se na figura 2 as duas propostas mais apreciadas pela empresa.

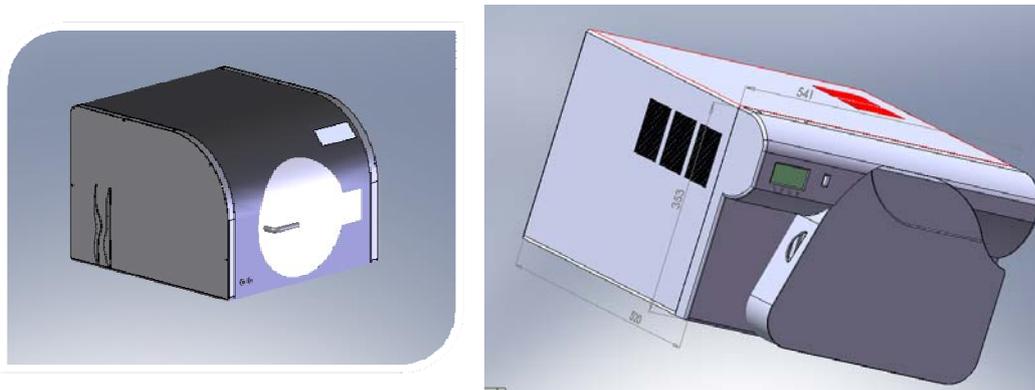


Figura 2. Duas propostas de aspecto exterior.

No ponto de vista de simplicidade de montagem e de manutenção, a proposta mais atractiva pressupõe a montagem dos principais módulos directamente no chassis. Esta solução foi bastante apreciada pela empresa (ver lado esquerdo da figura 3).

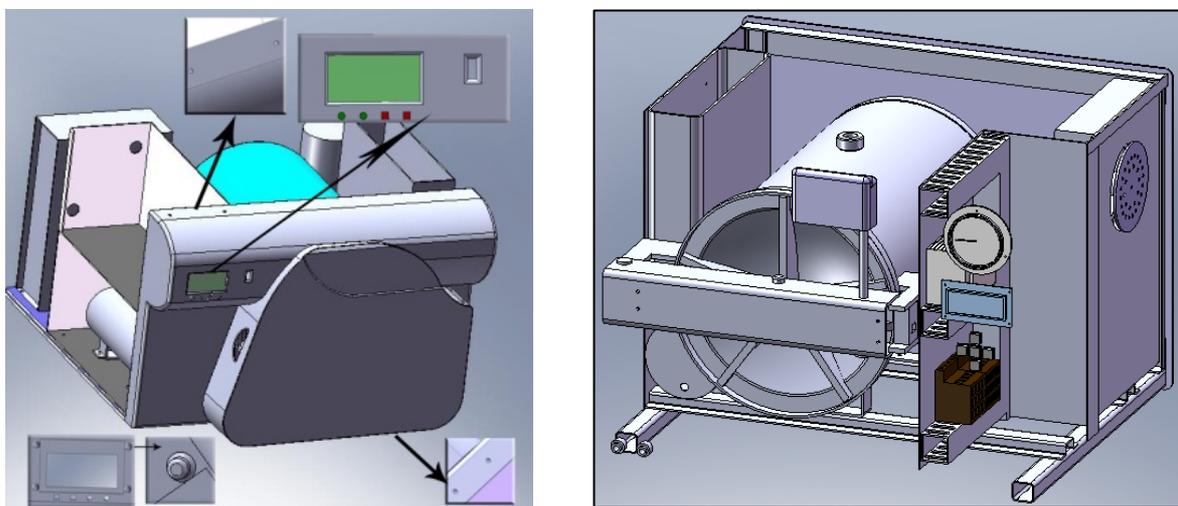


Figura 3. Dois exemplos de propostas de montagem.

Todas as equipas propuseram a substituição de grande parte dos componentes metálicos por componentes em polímeros, com soluções de fabrico cujos custos por peça para baixos volumes de produção resultavam mais atractivos do que os custos actuais. A laminação manual e RTM (*Resin Transfer Molding*) são dois exemplos desses processos. O uso de poliestireno de alto impacto e o terpolímero poli(acrilonitrila-butadieno-estireno) ou ABS, são exemplos de materiais propostos pelas equipas. Essas soluções resultavam também em menores custos de montagem e redução de peso do produto final. Alguns exemplos de

componentes propostos pelas equipas para serem construídos em materiais poliméricos são apresentados na figura 4.

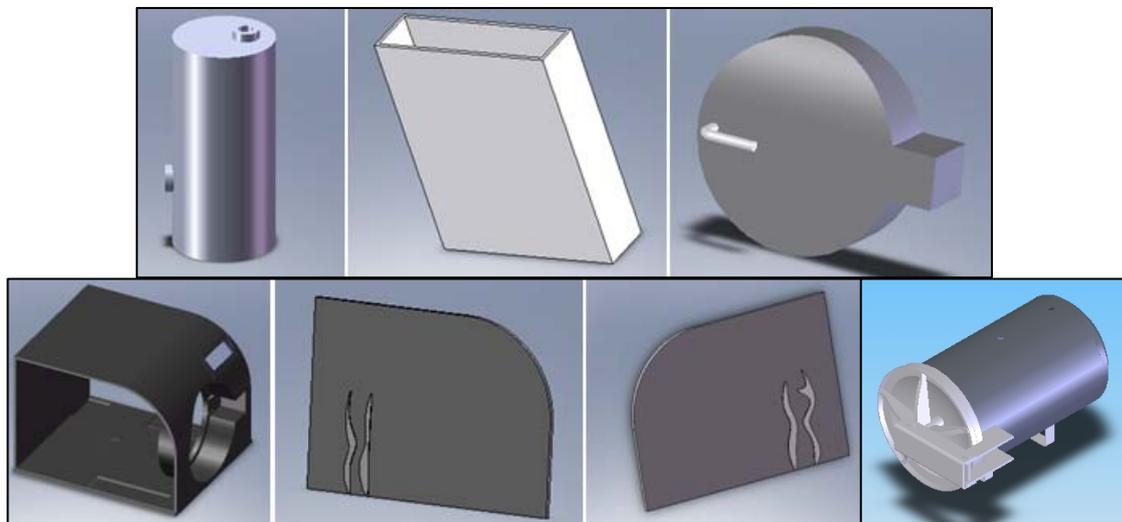


Figura 4. Alguns exemplos de componentes em materiais poliméricos.

As soluções propostas para a substituição do isolamento da câmara de esterilização foram em geral propostas mais eficazes em termos de desempenho e mais fáceis de montar. No ponto de vista do controlo electrónico do ciclo de esterilização, as propostas passaram tanto pelo desenvolvimento de uma placa dedicada como pelo uso de um microprocessador em substituição do autómato existente. O uso de sistemas de fecho automáticos e interfaces mais amigáveis foram também propostas típicas.

No ponto de vista de organização do sistema produtivo algumas propostas foram apresentadas no sentido de se criar uma célula de montagem com melhorias significativas em termos de tempos de percurso, tempos de processamento e produtividade. Estas melhorias reflectiam-se claramente na redução dos custos de produção, um dos objectivos do projecto. Um exemplo de uma célula de produção proposta é apresentado na figura 5.

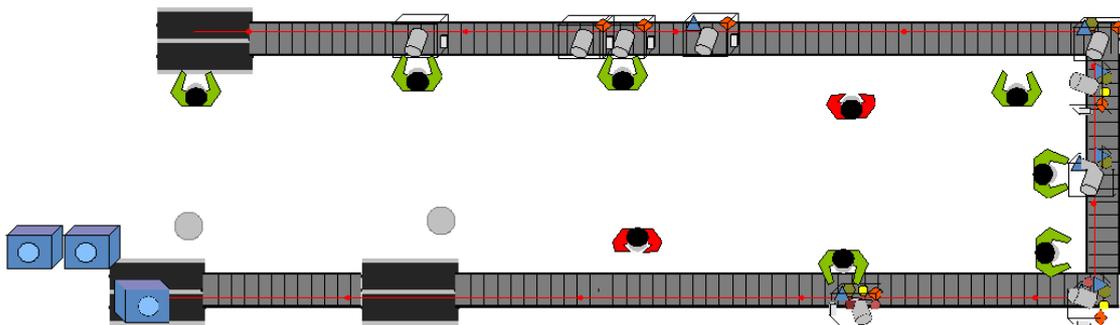


Figura 5: Célula em U.

Em termos globais, as melhorias conseguidas no produto e no processo, variam de equipa para equipa mas os ganhos típicos previstos nestes projectos foram os seguintes: Melhorias no aspecto exterior do esterilizador; interfaces mais amigáveis com o utilizador; aparelho mais fácil de operar; mais fácil acesso aos diferentes módulos (ponto de vista da manutenção);

maior simplicidade nas operações de montagem; redução dos custos em 30%; redução do peso em 30%.

4. BALANÇO DA EXPERIÊNCIA

O balanço do projecto aqui apresentado baseia-se principalmente nas percepções dos alunos que estiveram envolvidos no projecto e dos representantes da empresa que o acompanharam e apoiaram. A recolha de dados, relativamente às percepções dos alunos sobre a experiência PIEI, foi baseada nos comentários apresentados nos relatórios finais dos grupos e por entrevistas a dois grupos aleatórios que participaram no projecto, que foram realizadas uma semana após a conclusão do projecto.

4.1 Percepções dos Alunos do PIEI

O aumento da **motivação dos alunos** foi um dos aspectos mais ressaltados. Em primeiro lugar, deve-se ter em conta que os alunos que participaram neste projecto inscreveram-se voluntariamente o que, *a priori*, demonstra alguma motivação intrínseca e desejo de enfrentar novos desafios em termos de aprendizagem. Para além deste factor, os alunos referem que o trabalho em equipa, por oposição ao trabalho individual, proporciona uma maior interdependência entre os elementos do grupo e conseqüente motivação para a aprendizagem. Neste sentido, os alunos sentem-se comprometidos com a equipa, tornando-se responsáveis pelo sucesso do projecto e pelos resultados obtidos. Assim, a ideia de um aluno desistir ou de falhar torna-se cada vez mais improvável.

“Se fosse um trabalho individual, eu desistia, porque só me prejudicaria a mim. Por ser um trabalho em equipa, motivou-me. Sei que tenho de fazer porque senão vou prejudicar os outros.”

Aluno do Grupo 2

A participação em **equipas multidisciplinares** e o contacto com outras áreas de Engenharia constituiu, sem dúvida, uma das maiores vantagens da participação dos alunos no projecto PIEI. Alguns excertos dos relatórios finais dos alunos evidenciam estas conclusões.

“Ao nível do trabalho em grupo, este projecto permitiu a interacção com alunos de outros cursos, o que aumentou a capacidade de trabalho em grupo e o promoveu o aumento do conhecimento de alguns conteúdos até então desconhecidos.”

Relatório Final do Grupo 1

“Foi um enorme prazer participar neste projecto pioneiro, com o qual muito se aprendeu e essencialmente tirou-se partido do facto de se trabalhar com áreas de engenharia diferentes.”

Relatório Final do Grupo 3

“Este trabalho permitiu a interacção grupal entre diferentes cursos. Apesar de cada curso trabalhar na sua área, foi visível o trabalho em equipa, nomeadamente ao nível do design do esterilizador em que os de electrónica e os de polímeros tiveram de trocar ideias onde se encaixaria e o espaço que ocupariam os componentes. As alunas de Gestão Industrial foram as que necessitaram do apoio dos restantes colegas de grupo para a elaboração da lista de materiais, do sistema produtivo, da simulação no Arena e os custos finais.”

Relatório Final do Grupo 4

O facto de se tratar de um **produto real** torna o projecto ainda mais aliciante e próximo da realidade profissional, o que agrada bastante aos alunos. O contacto com as empresas, com os técnicos que lá trabalham, aproxima o projecto de uma situação real, deixando de ser um mero exercício académico. Neste caso, dado que o produto é real, existe sempre a possibilidade de implementação das propostas estudadas pelos alunos, o que é um factor de enorme motivação e estímulo para estes.

“O facto de ser um produto real dá ânimo. Sabemos que a empresa a seguir pode adoptar o nosso trabalho.”

Aluno do Grupo 3

“Podemos visitar a empresa e melhorar coisas. Caso contrário, o projecto nunca sairia do papel.”

Aluno do Grupo 2

“Conclui-se que o contacto com a realidade das empresas e a concepção dos seus produtos, permitiu perceber como é positivo uma aprendizagem deste tipo.”

Relatório Final do Grupo 1

Os alunos realçam o contributo do projecto PIEI para a aquisição e desenvolvimento das **competências técnicas** da sua área de especialização mas também um conjunto de **competências transversais**. Ao nível das competências técnicas, os alunos conseguem compreender melhor os conceitos e teorias abordados nas aulas, em virtude da sua aplicação directa no projecto.

“Os conhecimentos obtidos nas diversas disciplinas, permitiram também que houvesse a capacidade para analisar os pontos fracos e sugerir possíveis melhorias, que permitam a criação de um produto com um melhor desempenho no mercado.”

Relatório Final do Grupo 1

“O PIEI permitiu aprofundar melhor alguns conhecimentos técnicos como, por exemplo, os ‘kanbans’, devido à aplicação prática das coisas.”

Aluno do Grupo 3

Durante o projecto, foi possível desenvolver também competências de resolução de problemas (ex: não deixar o trabalho no impasse), gestão de equipas (ex: assumir a liderança do grupo), relacionamento interpessoal (ex: lidar com a divergência de opiniões), empreendedorismo (ex: capacidade de criar e inovar) e de comunicação oral e escrita (ex: realizar apresentações formais e escrever relatórios).

“Sinto que fiquei mais empreendedor. Percebemos melhor o que é ser empreendedor. (...) Fizemos coisas que em projectos normais não faríamos, por exemplo, os estudos de mercado.”

Aluno do Grupo 3

“Os aspectos positivos foram o desenvolvimento de competências transversais que serão importantes para o futuro, conhecimento de outras áreas de trabalho e dos seus diferentes métodos. As formações dadas pela TecMinho ajudaram a desenvolver competências paralelas ao projecto tais como a capacidade de análise de mercado, venda do produto e alargamento do conhecimento sobre patentes.”

Relatório Final do Grupo 4

No que diz respeito às principais **dificuldades sentidas**, houve alguns grupos que tiveram de lidar com situações de conflitos, o que constituiu também um processo de aprendizagem para muitos deles. De facto, alguns alunos aperceberam-se do quanto é importante o bom funcionamento da equipa para o sucesso do projecto.

“Se eu reiniciasse hoje o projecto, a primeira coisa que fazia era uma jantar com a equipa, coisa que para mim era impensável quando comecei este projecto. Percebi que é muito importante haver um bom relacionamento entre os elementos da equipa.”

Aluno do Grupo 3

“Desde início, o grupo apresentou algumas divergências de opiniões, o que é normal. Mais grave foi quando essas divergências de opiniões começaram a afectar o relacionamento entre os elementos do grupo. Tudo foi ultrapassado dentro dos possíveis e incidiu-se no objectivo principal para desenvolver o melhor projecto possível.”

Relatório Final do Grupo 3

“Durante o projecto enfrentaram-se diversas dificuldades, desde a coordenação de horário entre os diferentes cursos representados no grupo, a elaboração de um projecto sem esquecer as competências técnicas de cada unidade curricular, ter de trabalhar de acordo com matéria que se ia aprendendo nas aulas e seleccionar o que seria mais relevante para as diversas apresentações, etc.”

Relatório Final do Grupo 4

4.2 Percepções dos Representantes da Empresa ProHS

Nesta análise, procurou-se conhecer, ainda, o balanço efectuado pelos representantes da Empresa envolvida no projecto. Foi entrevistado o Director Geral da Empresa ProHS e um Engenheiro Mecânico que acompanhou o desenvolvimento dos projectos.

De uma forma geral, a empresa ProHS está bastante satisfeita com a sua participação no projecto PIEI, considerando que é uma experiência a repetir num futuro próximo.

“Não estava à espera de resultados e de trabalhos tão interessantes. (...) A nível pessoal, eu já me comprometi, com a Universidade e com os alunos, para desenvolver um produto daqueles, dado que estão lançadas as bases para isso.”

Director Geral da ProHS

“O balanço é bastante positivo. Os trabalhos trouxeram soluções que nós se calhar já andávamos atrás há oito anos! Refiro-me ao contributo dado pela área de Polímeros, dado que não temos aqui técnicos dessa área de especialização. Foi uma novidade.”

Engenheiro Mecânico da ProHS

No que diz respeito ao papel das Universidades no contexto empresarial, os representantes da ProHS argumentam que uma articulação estreita entre estas duas realidades só pode trazer vantagens para ambos os contextos. Por um lado, é importante para os alunos contactarem com a realidade profissional de uma empresa, o que facilitará a sua futura integração e socialização no mercado de trabalho. Por outro lado, as empresas necessitam de *know how* especializado, que acompanhe os avanços tecnológicos e a evolução dos processos, sendo para isso favorável existir um diálogo e interacção entre empresas e universidades. Um relacionamento próximo, quer entre a empresa e a universidade, quer entre professores e alunos, ajuda a facilitar o processo.

“Se a universidade se colocar num nível superior, não resultará. Os docentes ao colocarem-se ao mesmo nível da empresa, vão contribuir para que a pessoa que esteja na empresa consiga mais facilmente ajudar o aluno a estar também ao mesmo nível da empresa. Porque eu também notei que entre professores e alunos não havia grande distanciamento e isso facilita.”

Director Geral da ProHS

Outro aspecto importante mencionado pelos representantes da ProHS foi a relevância deste tipo de projectos, em contexto de empresa, para a formação e crescimento profissional dos alunos. Estes projectos permitem que os alunos desenvolvam um conjunto de competências que são altamente valorizadas e procuradas pelos empregadores, nomeadamente, a capacidade de adaptação e flexibilidade, capacidade de resolução de problemas, tomada de decisão, responsabilidade, capacidade de iniciativa, assunção de risco, proactividade, etc. O desenvolvimento de iniciativas como o projecto PIEI constituem espaços privilegiados para que os alunos adquiram e desenvolvam estas competências.

“Em primeiro lugar, o que eu procuro num funcionário, seja um Engenheiro ou não, é que seja uma pessoa séria. Que seja uma pessoa competente. E que queira apostar na empresa. (...) A capacidade de resolução de problemas e de adaptação a novas situações é fundamental. Eu posso ter dois tipos de Engenheiros: um que faz um trabalho perfeito, espectacular, muito profissional; e outro, que faz o trabalho não tão perfeito como o outro, mas que me faz aquilo que eu quero e que preciso naquele momento... O que é que eu quero dizer com isto? É que não interessa que seja um Engenheiro perfeito e que saiba tudo e mais alguma coisa, se depois não é capaz de resolver um problema ou de se adaptar a uma nova situação.”

Director Geral da ProHS

Durante a fase de realização do projecto PIEI, a empresa ProHS deparou-se com algumas dificuldades, sobretudo, no que diz respeito à disponibilidade de tempo para dar resposta às solicitações dos alunos e dos responsáveis pelo projecto. Fornecer informação atempadamente, preparar as visitas dos alunos à empresa, responder às questões colocadas pelos diferentes grupos, foram os principais problemas sentidos durante o desenvolvimento do projecto.

“A falta de disponibilidade foi a principal dificuldade. Havia sempre um atraso na entrega de documentos. (...) Já trabalhamos com outras Faculdades, mas nunca tivemos tantos grupos, tantas ideias, tudo ao mesmo tempo. Não foi muito fácil de gerir isso. (...) Mas as visitas à empresa foram muito importantes para os alunos, senti que houve uma evolução. Quantas mais vezes vinham à empresa, melhor percebiam as coisas.”

Engenheiro Mecânico da ProHS

Por fim, a empresa demonstrou interesse em realizar uma última sessão de contacto com os alunos, no sentido de lhes demonstrar as propostas que foram adoptadas posteriormente na empresa, como resultado dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos.

5. CONCLUSÕES

De um modo geral, pode concluir-se que os alunos conseguiram cumprir com os objectivos propostos para o projecto, desenvolvendo competências técnicas associadas às unidades curriculares do curso e um conjunto alargado de competências transversais, tais como a capacidade de trabalho em equipa, a capacidade de iniciativa e de resolução de problemas. Neste sentido, os resultados obtidos foram de encontro à motivação inicial da equipa responsável pela coordenação do projecto.

A avaliação desta experiência, segundo a opinião dos alunos e dos representantes da empresa, foi bastante positiva.

Os alunos destacam o trabalho numa equipa multidisciplinar e a consequente oportunidade de interagir com alunos de outros cursos, adquirindo conhecimentos de outras áreas profissionais que não a sua, como um dos aspectos mais positivos desta experiência. A aplicação prática dos conteúdos e a proximidade com a realidade profissional constituem alguns dos motivos que justificam a elevada motivação e empenho dos alunos durante o projecto.

A visão dos representantes da empresa envolvida neste projecto foi também bastante encorajadora, realçando a contribuição inovadora dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos. As equipas de alunos, pelo facto de serem multidisciplinares, conseguiram alcançar soluções integradas, o que foi extremamente valorizado na perspectiva da empresa.

Esta experiência será repetida para o próximo ano lectivo onde participarão, além dos cursos que participaram nesta experiência, o curso de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. A integração de mais áreas de conhecimentos é vista por nós como uma mais valia na procura de soluções integradas para a resolução de problemas reais.

Em jeito de conclusão podemos dizer que é precisamente nesta dinâmica de procura de estratégias/soluções para os problemas que a aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares e com equipas tecnicamente heterogéneas se assume como uma mais valia para a formação, pessoal e profissional, dos futuros Engenheiros.

REFERÊNCIAS

- Blenker, P. and Dreisler, P. (2006). Entrepreneurship Education at University Level -- Contextual Challenges. Working Papers in Economics, Tallinn University of Technology, School of Economics & Business Administration. **21**(151): 43-62.
- Carvalho, D., & Lima, R. M. (2006). Organização de um Processo de Aprendizagem Baseado em Projectos Interdisciplinares em Engenharia. Paper presented at the XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE'2006), Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Gibb, A. (2002). "In pursuit of a new 'enterprise' and 'entrepreneurship' paradigm for learning: creative destruction, new values, new ways of doing things and new combinations of knowledge." *International Journal of Management Reviews* **4**(3): 213-269.
- Helle, L., Tynjälä, P. and Olkinuora, E. (2006). Project-based learning in post-secondary education – theory, practice and rubber slings shots. *Higher Education*, **51**(2), 287-314.
- Harrison, G. P., Macpherson, D. E. and Williams, D. A. (2007). "Promoting interdisciplinarity in engineering teaching." *European Journal of Engineering Education* **32**(3): 285 - 293.

- Helle, L., Tynjälä, P. and Olkinuora, E. (2006). "Project-Based Learning in Post-Secondary Education - Theory, Practice and Rubber Sling Shots." *Higher Education* **51**(2): 287-314.
- Helle, L., Tynjala, P., Olkinuora, E. and Lonka, K. (2007). "'Ain't nothin' like the real thing'. Motivation and study processes on a work-based project course in information systems design." *British Journal of Educational Psychology* **77**(2): 397-411.
- Katajavuori, N., Lindblom-Ylänne, S. and Hirvonen, J. (2006). "The Significance of Practical Training in Linking Theoretical Studies with Practice." *Higher Education* **51**(3): 439-464.
- Lima, R. M., Carvalho, D., Flores, M. A. and Van Hattum-Janssen, N. (2007). "A case study on project led education in engineering: students' and teachers' perceptions." *European Journal of Engineering Education* **32**(3): 337 - 347.
- Martinez, D., Mora, J.-G. and Vila, L. E. (2007). "Entrepreneurs, the Self-Employed and Employees amongst Young European Higher Education Graduates." *European Journal of Education* **42**(1): 99-117.
- Okudan, G. E. and Rzasa, S. E. (2006). "A project-based approach to entrepreneurial leadership education." *Technovation* **26**(2): 195-210.
- Powell, P. C. and Weenk, W. (2003). *Project-Led Engineering Education*, Lemma.
- Varela, R. and Bedoya Arturo, O. L. (2006). "Modelo Conceptual de Desarrollo Empresarial Basado en Competencias. (Spanish)." *Estudios Gerenciales* **22**(100): 21-47.
- TargetJobs. (2007). Know what engineering employers want. Retrieved 2007/12/30, from http://targetjobs.co.uk/engineering/articleview-39s_10a_2303.aspx.