



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.  
ISBN 85-7515-371-4

## ORGANIZAÇÃO DE UM PROCESSO DE APRENDIZAGEM BASEADO EM PROJECTOS INTERDISCIPLINARES EM ENGENHARIA

**José Dinis A. Carvalho** – dinis@dps.uminho.pt

Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Produção e Sistemas  
Campus de Azurém  
4800-058 – Guimarães - Portugal

**Rui M. Lima** – rml@dps.uminho.pt

Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Produção e Sistemas  
Campus de Azurém  
4800-058 – Guimarães - Portugal

**Resumo:** *O acordo de Bolonha trouxe para a ribalta a necessidade de alterar os processos de ensino / aprendizagem dos cursos universitários de Engenharia das instituições dos países europeus. Este acordo estabelece algumas directrizes claras do ponto de vista organizacional e pedagógico que se podem resumir na necessidade de centrar a aprendizagem em alunos cada vez mais autónomos. Neste artigo descreve-se a organização de um processo de aprendizagem baseado em projectos interdisciplinares na Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho. A organização deste processo está relacionada com a organização da equipa de coordenação como uma equipa de projecto, com o planeamento integrado do processo de aprendizagem entre as disciplinas e os docentes de um semestre e com a avaliação dos alunos baseada nas competências que se espera que eles adquiram com uma grande ênfase em avaliação formativa e em avaliação contínua. A organização deste processo funcionou de forma satisfatória tendo permitido que as equipas de alunos concluíssem os seus projectos, que o desempenho fosse bom e que aumentasse a autonomia, empenho e satisfação dos alunos.*

**Palavras-chave:** *Aprendizagem baseada em Projectos Interdisciplinares, Organização de processos de aprendizagem, Project Led Education (PLE).*

### 1. INTRODUÇÃO

As preocupações com a qualidade do ensino/aprendizagem nunca estiveram, nas universidades portuguesas, tão na ordem do dia como acontece hoje. Este acordar para o problema surge através do já sobejamente famoso processo de Bolonha. O processo de Bolonha surge felizmente como uma ajuda de enorme importância para suportar as mudanças que há muito são necessárias para que o processo de aprendizagem seja mais eficiente e mais

eficaz nas nossas universidades. As ambições de Bolonha podem ser descritas da seguinte forma:

*“A Declaração de Bolonha preconiza um Ensino Superior tão marcante e atractivo para o mundo como o são as tradições e culturas europeias e acentua a necessidade de estabelecer, até 2010, um Espaço Europeu de Ensino Superior, coerente, compatível, competitivo e atractivo para estudantes europeus e de países terceiros”* (MCTES, 2005)

O Processo de Bolonha implica uma mudança de paradigma educacional e, portanto, uma nova tipologia de educação académica, privilegiando a aquisição e desenvolvimento de competências pelo envolvimento activo dos alunos no processo de aprendizagem. De acordo com este modelo, que privilegia a aprendizagem activa (Johnson *et al.* 1991), as metodologias aplicadas devem traduzir-se em actividades activas, cooperativas e participativas. De acordo com Simão (2002) deve dar-se ênfase à resolução de problemas, criando um ambiente propício ao desenvolvimento de capacidades e competências transversais. Este modelo contraria o ensino tradicional que é claramente centrado no professor e onde o aluno tem um papel bastante passivo. Além disso, conforme referido atrás, passa a fazer parte dos objectivos da aprendizagem não apenas o saber técnico (*hard skills*) mas também o saber estar (*soft skills*), que diz respeito a competências relacionadas com outras capacidades importantes para a eficiência das organizações, como por exemplo, a capacidade de comunicação, de trabalhar em equipa, de liderança e de criatividade.

No sentido de tirar partido desta onda de mudança tão necessária nas nossas comunidades, a reitoria da Universidade do Minho tem promovido e financiado projectos piloto orientados a novos paradigmas de aprendizagem através de um programa de melhoria da qualidade de ensino. Esta postura da reitoria motivou um conjunto de docentes da Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial, a submeter para financiamento o processo de ensino / aprendizagem, referenciado neste artigo e que segue os princípios da Aprendizagem Baseada em Projectos Interdisciplinares (“Project-Led Engineering Education”) apresentada em Powel e Weenk (2003).

Este artigo apresenta o modelo de organização e planeamento adoptado para o projecto de aprendizagem em causa, descrevendo segundo o nosso ponto de vista, as condições de base necessárias para se poder avançar para uma iniciativa deste género, a forma como a equipa de coordenação se deve organizar, o modo como pode ser planeado todo o processo, como propomos que deva ser dado início ao semestre e como pode ser definido um sistema de avaliação eficaz.

## **2. PRESSUPOSTOS**

### **2.1 Envolvimento da Instituição**

No nosso entender, o processo de mudança de paradigma de ensino/aprendizagem, ao nível do que é apresentado neste artigo, é praticamente impossível sem o envolvimento da instituição. Há um conjunto de novas necessidades que sem o apoio da instituição tornariam o processo numa missão impossível. São necessários novos espaços, novos recursos, algum apoio pedagógico e até algum apoio moral para suportar todos os obstáculos que nas primeiras experiências é preciso ultrapassar.

Em termos de espaços, é fundamental que sejam disponibilizadas pequenas salas para que cada grupo tenha o seu “quartel general” onde passam grande parte do seu tempo levando a cabo o projecto e onde mantêm os seus materiais, os seus registos, etc..

Em termos de recursos, para cada grupo, é necessário pelo menos um quadro, alguns biombos, um computador com ligação à Internet e alguns cacifos para arrumar material.

Em termos de apoio pedagógico, é muito vantajoso ter alguém sem responsabilidade de docência e com conhecimentos pedagógicos, que possa acompanhar o processo, dar formação aos alunos sobre trabalho em equipa e monitorizar o andamento dos trabalhos em termos do impacto na motivação e aprendizagem dos alunos.

Finalmente, como o processo pode ser bastante exigente e tumultuoso para pessoas inexperientes, se o envolvimento da instituição não se fizer sentir ou pior ainda, se for um envolvimento negativo, o processo acabará certamente por ruir.

Para o nosso projecto, obtivemos apoio financeiro da Reitoria da Universidade do Minho para a aquisição dos recursos físicos necessários como biombos e quadros, e também apoio financeiro para suportar um bolsheiro para ajudar a gerir o processo e dar apoio pedagógico. Tivemos também apoio pedagógico por parte do Conselho de Cursos de Engenharia durante todo o processo. Finalmente, importa também referir o apoio do Departamento de Produção e Sistemas que disponibilizou espaço e recursos informáticos para todos os grupos.

## **2.2 Formação dos docentes**

A passagem de um modelo de ensino/aprendizagem tradicional, centrado no docente e em disciplinas muito bem compartimentadas, para um modelo de ensino/aprendizagem baseado em projectos não é tarefa fácil. É importante dizer-se que se trata de um desafio complexo e cheio de obstáculos a serem travados durante bastante tempo. Um dos requisitos fundamentais para a sua implementação é, na nossa opinião, a formação da maior parte dos docentes envolvidos. Sem essa formação um projecto deste tipo muito dificilmente terá sucesso.

Muito do que estava estabelecido e normalmente aceite no ensino tradicional deixa de ter grande valor neste novo paradigma. Enquanto que no sistema tradicional o docente era o centro do processo, no ensino/aprendizagem baseada em projectos, a posição de relevo passa a ser assumida pelo aluno. É o aluno que lidera e gere o seu processo de aprendizagem. Ora esta mudança não é possível sem docentes com formação adequada. Essa formação passa por várias vertentes como sejam nos conceitos de aprendizagem baseada em projectos, no trabalho em equipa, na condução de reuniões, em liderança, na gestão de projectos, em novas metodologias de avaliação, nas metodologias de aprendizagem activa, etc..

Pela nossa experiência na implementação deste paradigma de aprendizagem, integrando todo o semestre num único projecto, é fundamental que a maioria dos docentes não só tenha formação nas vertentes descritas acima como também acreditem e estejam motivados para o levar a cabo.

## **2.3 Alunos**

O público-alvo desta nova metodologia de ensino/aprendizagem são os alunos que frequentam o primeiro ano, do segundo semestre, da Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial. Pode ser importante iniciar experiências piloto logo desde cedo, como é o caso dos alunos do primeiro ano, pois são alunos ainda abertos a novos paradigmas. Os alunos mais velhos estão normalmente muito aculturados ao paradigma tradicional e resistem mais facilmente à mudança. É frequente que os alunos, de anos mais avançados, tenham medo em ter mais trabalho se mudarem para paradigmas de aprendizagem centrados no aluno. Esta resistência pode ser aceitável pois sentem o conforto de um sistema que conhecem e sabem como sobreviver nele.

Nas duas edições deste projecto, os alunos responderam em geral de uma forma bastante positiva desde o primeiro minuto até ao fim do processo. Os resultados dos inquéritos da primeira edição podem ser consultados em Lima *et al.* (2005)

### **3. ORGANIZAÇÃO DA EQUIPA DE COORDENAÇÃO**

A equipa de coordenação é o motor de todo o processo e por isso, quer a sua composição quer o seu modelo de organização e gestão acabam por desempenhar o papel principal. O sucesso ou insucesso de um projecto de ensino/aprendizagem deste tipo é fortemente dependente da capacidade desta equipa.

No caso particular do projecto apresentado neste artigo, a equipa de coordenação é composta por todos os docentes envolvidos no ensino das disciplinas do semestre, pelos tutores dos grupos, pelo director de curso da licenciatura e por especialistas que forneceram apoio pedagógico. Na génese do modelo de organização desta equipa esteve o próprio modelo de aprendizagem baseado em trabalho de equipa para desenvolvimento de projectos interdisciplinares.

#### **3.1 Trabalho em equipa**

Todos os elementos da equipa de coordenação trabalharam em equipa na realização de tarefas necessárias ao arranque do projecto de ensino e posteriormente na implementação do projecto. No decorrer do processo foram surgindo propostas inovadoras ao nível do processo pedagógico, da avaliação da aprendizagem dos alunos e da avaliação do próprio processo que resultam de uma abordagem construtiva face à controvérsia, conflitos e diversidade de opiniões. A obtenção de melhores resultados nestas condições também foram referidos por Murray and Lonne (2006) em situações de trabalho em equipa. A título de exemplo pode dizer-se que se partilharam salas durante as aulas de acompanhamento do trabalho dos grupos de projecto. O espírito de equipa que se criou conduziu a confrontos de ideias mas também à partilha das responsabilidades e dos resultados obtidos.

Outro aspecto que foi considerado positivo nesta forma de trabalho foi o da similitude entre o processo de organização do ensino e o de organização da aprendizagem. Isto permitiu, por um lado, fazer com que os docentes passassem por dificuldades semelhantes às dos alunos e, por outro lado, que os alunos verificassem que era possível organizarem-se de uma forma semelhante. Esta forma de organização não é comum na Universidade em que, por norma, os docentes se isolam em torno das suas disciplinas.

O principal problema encontrado foi o da dificuldade de coordenação entre os docentes. Em determinados casos houve diferenças de interpretação que conduziram à transmissão de mensagens conflituosas para os alunos. Estes problemas levaram à necessidade de esclarecimento de funções dentro da equipa de forma a evitar que diferentes docentes respondessem a um mesmo assunto que não estivesse perfeitamente clarificado perante os alunos.

#### **3.2 Reuniões**

Para gerir o processo do trabalho em equipa é necessário criar condições de comunicação e registo que permita aos elementos da equipa irem construindo um determinado produto. Neste caso era necessário planear o semestre, monitorizar o seu andamento e concluir com a avaliação dos alunos e do processo. Assim, no trabalho desta equipa estavam incluídas reuniões semanais de planeamento, antes do arranque do semestre e que se iniciaram 45 dias antes do arranque. Este planeamento consistiu em: definir o projecto que os alunos tinham que realizar; definir aspectos pedagógicos das disciplinas, tais como programas e o seu inter-relacionamento e a metodologia de avaliação; criar o plano conjunto de aulas e pontos de controlo do projecto. Durante o semestre realizaram-se reuniões quinzenais para monitorização do processo com o objectivo de identificação de possíveis problemas e

implementação de medidas correctivas, nomeadamente: alunos com menor rendimento; falta de recursos; correcção do planeamento; planeamento de novas actividades. Na fase final do semestre realizaram-se reuniões quinzenais para planeamento da avaliação final e lançamento de notas finais, em conjunto por parte de todas as disciplinas.

### **3.3 Apoio Pedagógico**

A formação dos docentes dos cursos de Engenharia não compreende, na maior parte dos casos, os aspectos pedagógicos dos processos de ensino / aprendizagem. No entanto, o grupo envolvido neste projecto teve, na sua totalidade, formação em Aprendizagem baseada em Projectos Interdisciplinares. Além disso, alguns dos docentes tiveram formação noutras áreas do conhecimento associado à educação. A formação nestas áreas mostrou-se importante no planeamento do processo e na definição da metodologia de avaliação. Para além da formação dos docentes directamente ligados ao processo de ensino, também considerámos importante pedir apoio de docentes e investigadores da área da educação que adicionaram experiência e conhecimento científico. Estes elementos da educação trouxeram o conhecimento específico para o planeamento e avaliação do processo de ensino / aprendizagem, que ajudaram a criar actividades de formação dos alunos em trabalho em equipa, a especificar correctamente as competências de aprendizagem e a definir a avaliação do processo.

As competências que os alunos devem adquirir ao longo do semestre, tanto ao nível das disciplinas como do projecto, devem ser especificadas de forma que seja perceptível aquilo que se espera dos alunos. A partir desta informação é possível definir a metodologia de avaliação mais adequada. Os elementos da educação foram importantes na visão crítica sobre a especificação das competências específicas das disciplinas e na construção da especificação das competências transversais associadas ao projecto.

Este processo foi executado pela primeira vez no ano lectivo de 2004/05 e repetido no ano lectivo seguinte. Se se assumir que existe a necessidade de avaliar qualquer processo de ensino / aprendizagem relativamente aos seus objectivos então as edições iniciais de um processo inovador ainda necessita mais de avaliação. Neste caso realizou-se a avaliação do processo, com base na percepção dos participantes, com dois objectivos principais: analisar o processo e os resultados de aprendizagem e discutir as implicações para a sua melhoria.

Este estudo foi realizado através da recolha de dados junto dos alunos e docentes, no fim do semestre, através de questionários compostos por questões abertas, relacionadas com as seguintes categorias: experiências de aprendizagem mais significativas; aspectos mais e menos positivos do projecto; dúvidas e dificuldades e formas de superação; adequação do projecto; sugestões de melhoria.

Os resultados da avaliação foram em geral positivos, tendo sido realçados os aspectos relacionados com o trabalho em equipa, capacidades de comunicação, percepção do perfil profissional, inter-relacionamento entre a teoria e a prática e aumento da motivação. Como aspectos mais vezes descritos como menos positivos podem referir-se a necessidade de melhoria do processo de avaliação dos alunos e aspectos de falta de coordenação. Estes aspectos serviram para alterar algumas características do processo de uma edição para a outra, nomeadamente: clarificação da processo de avaliação e da forma de distinção entre elementos da equipa de alunos; pequenas alterações na orgânica da equipa de coordenação com clarificação de papéis para evitar discursos contraditórios; planeamento dos momentos de avaliação de modo a, tanto quanto possível, evitar sobreposições numa mesma semana.

## **4. PLANEAMENTO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM**

A qualidade do planeamento de um projecto deste tipo é crucial para o seu sucesso. Um planeamento ineficiente pode pôr em causa todo um semestre e a conseqüente frustração dos alunos e docentes. Apesar disso, esse pode não ser o maior problema. O problema maior resultante de uma experiência fracassada é o descrédito que passa a ser dado a este tipo de metodologia e a sua implementação futura pode ficar definitivamente posta em causa. Por estas razões é de vital importância que o planeamento de todo o processo seja levado a cabo com rigor e empenho.

### **4.1 Espaços**

A tipologia de espaço adequada para suportar a aprendizagem baseada em projectos é bastante diferente da tradicional. Para que os grupos levem a cabo o seu projecto com bom desempenho, entendemos como fundamental que cada grupo tenha o seu espaço próprio de trabalho. Esse espaço que o grupo chama de seu, onde passam muito tempo e onde mantém os materiais e os registos associados ao projecto, é importante para ajudar a criar o espírito de equipa. Sendo assim, durante a fase de planeamento é importante conseguir junto da instituição a cedência destes espaços. É frequente o recurso a biombos para criar vários espaços relativamente pequenos dentro das salas existentes. Em cada um desses espaços é importante também incluir alguns recursos como cacifos, quadros, mesas, cadeiras e se possível um computador com ligação à Internet.

### **4.2 Documentos**

Nos processos de ensino / aprendizagem a qualidade da informação fornecida aos alunos é um dos parâmetros de avaliação da qualidade do processo. Vieira *et al.* (2002) reforçam esta ideia associando a qualidade do processo de formação, entre outros, à transparência, isto é, à definição explícita dos pressupostos, objectivos, metodologia de ensino / aprendizagem e parâmetros de avaliação para o processo de formação. A informação fornecida pode classificar-se como sendo de índole organizacional ou de índole pedagógica. Sendo ambos os tipos de elevada importância, é nos documentos associados ao primeiro que se vai centrar a descrição aqui apresentada por estar mais directamente relacionado com o tema deste artigo. Pode, no entanto, referir-se que os documentos de índole pedagógica sofreram alterações relativamente a anos anteriores motivadas por alterações no número de horas de contacto, mudanças de ênfase do tipo de aprendizagem de forma a tornar-se mais centrada no aluno e também devido ao aumento da actividade dos alunos baseada no planeamento e execução de um projecto interdisciplinar.

Os documentos de índole organizacional das disciplinas estão formalmente definidos pela Universidade do Minho e mantiveram-se neste processo, nomeadamente: dossier de disciplina, sumários, programa detalhado, pautas de classificação e relatório final. Para além destes, a equipa de coordenação criou documentos públicos e privados. Foram considerados documentos privados documentos relacionados com a organização da própria equipa de coordenação e documentos que contenham conteúdos que se espera que os alunos desenvolvam no decorrer do projecto. Os principais documentos públicos criados pela equipa de coordenação relacionados com o projecto foram: o “Guia do Projecto de Aprendizagem” fornecido aos alunos com todos os detalhes do processo.

#### 4.2.1 Guia do projecto de aprendizagem

O Guia do Projecto de Aprendizagem é o documento de referência, dos docentes e dos alunos, para o planeamento e controlo do processo de ensino / aprendizagem descrito neste artigo.

Este documento tem uma secção introdutória com um enquadramento teórico e histórico e com uma descrição das disciplinas de apoio directo ao projecto. Esta secção é seguida de duas secções de apresentação dos elementos envolvidos no projecto, isto é com apresentação da equipa de coordenação e dos alunos. Neste projecto participam todos os alunos que estejam inscritos em todas as disciplinas de apoio directo ao projecto.

Na quarta secção do guia faz-se uma descrição do projecto que é proposto aos alunos, apresenta-se o título, descreve-se a sua relevância e especificam-se os objectivos de forma bastante aberta.

Para que se perceba com detalhe o que se pretende do semestre, do ponto de vista da aprendizagem, apresentam-se em seguida, de forma detalhada, as competências que os alunos devem adquirir. Estas competências referem-se tanto às competências técnicas, específicas de cada disciplina, como às competências transversais, que estão relacionadas com todas elas e com o projecto.

A sexta secção é a de calendarização do processo de ensino / aprendizagem, i.e. de todo o semestre. Apresenta-se o horário semanal base e o plano do semestre com todas as aulas de todas as disciplinas e com indicação de todos os momentos de avaliação. Finalmente descrevem-se os pontos de controlo do projecto e as suas datas de entrega.

A metodologia de avaliação é apresentada na secção sete e nas duas secções seguintes apresentam-se outros recursos do projecto: recursos físicos, como as salas de projecto e o equipamento disponível; recursos electrónicos, i.e. plataformas de eLearning utilizadas pelas disciplinas e pelo projecto para apoio à gestão do processo de ensino / aprendizagem.

#### 4.2.2 Documentos de avaliação

Foram criadas algumas folhas com um resumo da avaliação pelos pares que se realizou várias vezes durante o semestre. Esta folha, ilustrada na Figura 1, apresenta o total de pontos que cada aluno recebeu dos seus colegas de equipa relativamente a cada um dos seis parâmetros. Além disso, apresenta um gráfico de pontos com a média desses valores para cada elemento. Os elementos que tiverem um valor médio acima da média do grupo terão uma classificação final superior à nota de grupo e em caso contrário terão uma classificação final inferior.

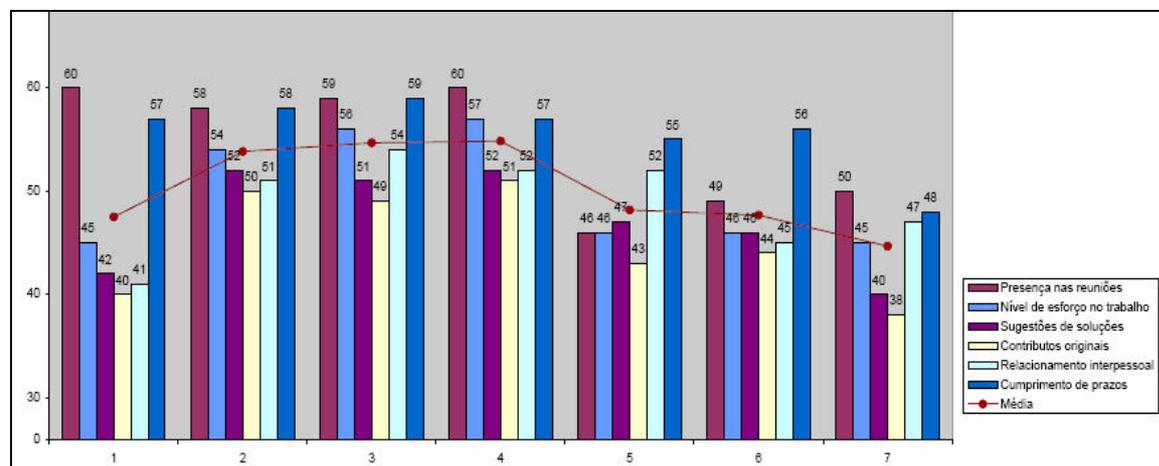


Figura 1: Exemplo de gráfico de avaliação pelos pares de uma equipa de sete alunos

No final do semestre, após a discussão dos trabalhos constrói-se uma folha resumo de todas as classificações obtidas pelos alunos, na avaliação contínua das disciplinas e no projecto. É importante que as classificações sejam apresentadas de forma integrada para reforçar a importância do projecto e da interdisciplinaridade do processo.

### **4.3 Planeamento das aulas, avaliações e pontos de controlo**

A definição dos planos das aulas, os planos das avaliações para as diferentes disciplinas e os pontos de controlo do projecto é um processo de extrema relevância para uma iniciativa deste género. É necessário tomar precauções relativamente aos momentos de avaliação das disciplinas pois são momentos aos quais os alunos tendem a dar bastante importância e dedicar menos tempo e energia às tarefas do projecto. Será conveniente que os responsáveis pelas disciplinas definam sistemas de avaliação que não requeiram dos alunos muito tempo de preparação. Também se deve evitar semanas onde coexistam momentos de avaliação de várias disciplinas e pontos de controlo do projecto.

Os pontos de controlo do projecto servem para que a equipa de coordenação conheça o estado do andamento dos projectos dos vários grupos por forma a incluir medidas de correcção aos grupos que estejam com problemas. Pela nossa experiência, os nossos alunos do primeiro ano, porque não sabem gerir projectos desta dimensão, poderiam chegar a um momento da vida do projecto cuja reparação seria impossível. Embora sendo difícil definir um número óptimo de pontos de controlo, para os nossos alunos e pela nossa experiência, entendemos que um ponto de controlo de 3 em 3 ou 4 em 4 semanas é aceitável.

### **4.4 Papel dos tutores**

Foi identificada a necessidade de manter uma grande proximidade com as equipas de alunos de forma a monitorizar o andamento do projecto. Esta necessidade pode existir em qualquer nível de aprendizagem, mas será mais evidente no primeiro ano e em edições iniciais deste tipo de processo de ensino / aprendizagem. Resolveu-se então estabelecer um papel de *tutor* para alguns docentes da equipa de coordenação que lhes permitisse uma maior aproximação dos alunos. O tutor é um docente, que pode estar ligado a uma disciplina ou não, com a função principal de acompanhar o processo de gestão do projecto e da equipa de alunos. Para implementar estas funções foi atribuído um tutor a cada equipa de alunos e estabelecida uma hora semanal de reunião tutorial.

No processo de gestão o tutor deve discutir as principais dúvidas dos alunos relativamente a caminhos alternativos e ajudar a tomar decisões em determinados momentos de impasse. A comparação entre actividades planeadas e executadas também pode ajudar os alunos a controlar o seu trabalho. O tutor pode ainda ajudar o grupo a organizar-se, procurando que eles clarifiquem os seus papéis dentro do grupo, tanto nas reuniões formais como nas actividades do projecto e que assumam o controlo e a responsabilidade dos seus actos.

A identificação de problemas de funcionamento dos grupos é mais facilmente realizada pelo tutor do grupo. O tutor deve tanto quanto possível remeter a resolução do problema para o interior do grupo, ajudando a estabelecer formas de resolução de conflitos. No entanto, em casos mais radicais o tutor pode ter que actuar de forma mais directa para que o grupo não se desmembre. De qualquer forma, o grupo deve sempre assumir a responsabilidade pelo projecto e pelos seus actos como equipa. Isto significa que a falha de um elemento afecta-o individualmente e afecta todo o grupo, logo é da responsabilidade de todos a resolução do

conflito. Assim sendo, o tutor deve apoiar o grupo a recuperar elementos com dificuldade de integração e com desempenho académico mais baixo.

Dentro da equipa de coordenação os tutores têm papéis especiais na apresentação de problemas das equipas de alunos, de alunos individualmente, na transmissão de mensagens acerca do projecto que a equipa queira enviar e na distinção individual dos alunos dentro da equipa.

#### **4.5 O projecto a atribuir aos alunos**

O projecto a desenvolver pelos alunos deve estar bem enquadrado com os objectivos de aprendizagem das disciplinas associadas ao projecto (PSC – *Project Supporting Courses*) (Powel e Weenk 2003). Como o curso de licenciatura onde aplicamos o projecto foi definido com base no paradigma tradicional de ensino, foi necessário encontrar projectos que se adequem às disciplinas existentes no semestre em causa.

O semestre objecto desta iniciativa é o segundo semestre do primeiro ano da licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial, onde constam as disciplinas: Elementos de Engenharia de Produção e Sistemas, Elementos de Microinformática, Física II, Analise Matemática II, Linguagens de Programação e Química Geral.

O projecto atribuído aos alunos, no ano lectivo de 2005/2006, teve o seguinte tema: Projecto de um sistema de transformação de biomassa florestal. O objectivo passava, em primeiro lugar, por especificar um produto obtido através da transformação da biomassa florestal, com o maior rigor e detalhe que for possível, de acordo com as competências definidas para cada uma das disciplinas do semestre. Em segundo lugar era também necessário especificar um sistema produtivo para produzir esse produto. O sistema produtivo poderia ter ênfase em qualquer processo da cadeia de valor desse produto. Poderia ter ênfase na recolha da biomassa florestal, no seu processamento, na sua distribuição, no uso de biomassa para a produção e energia eléctrica, etc.. Os projectos que temos proposto aos alunos foram sempre relacionados com a energia e o ambiente por ser este um tema de enorme importância actual para um país muito dependente de energia externa e por se tratar de um interessante gerador de emprego para as comunidades locais.

### **5. ARRANQUE DO PROCESSO**

A forma como o semestre é iniciado deve ser pensado com antecedência para que a mensagem que pretendemos passar aos alunos esteja, desde o primeiro minuto, condizente com os objectivos de aprendizagem para o semestre. A primeira semana de aulas é tradicionalmente uma semana que os docentes usam para se apresentarem aos alunos e explicarem o modo de funcionamento da disciplina. Muitos alunos não comparecem na primeira aula pois sentem que recuperarão essa informação nas semanas seguintes.

No modelo que adoptamos, é importante que todos os alunos estejam presentes desde o primeiro instante. Para isso, e enquanto a cultura não está marcada, é necessário fazer chegar a mensagem que eles devem forçosamente estar presentes.

#### **5.1 Apresentação do projecto e formação de grupos**

Na primeira aula da primeira semana é apresentado o projecto aos alunos. Nesta primeira sessão, temos presentes todos os docentes envolvidos, o director do curso e o director do departamento para dar um carácter formal ao evento. São apresentados os objectivos do projecto, o modo de funcionamento, o plano global do semestre e o sistema de avaliação.

Esta primeira sessão é também usada para a formação dos grupos. Deve haver algum cuidado e preparação para que os grupos sejam formados de acordo com algumas regras elementares (Oakley *et al.* 2004). Deve, por exemplo, evitar-se que sejam os próprios alunos a decidirem de forma autónoma a formação dos grupos (Millis e Cottell 1998). Pela nossa experiência é necessário evitar que os últimos a chegar e/ou os ausentes formem um grupo. Qualquer que seja a técnica usada, os grupos devem ser o mais heterogéneo possível.

## **5.2 Formação em trabalho em equipa**

Nessa primeira semana começamos por incluir uma formação em trabalho de equipa. Essa formação, dada por especialistas da área, incluiu técnicas de condução de reuniões de trabalho, aspectos sobre a liderança, gestão de conflitos, a criatividade, a motivação, os fenómenos de grupo e outros aspectos relacionados com o trabalho em equipa. Este conhecimento é fundamental para que os alunos compreendam os fenómenos do trabalho em equipa e conheçam as ferramentas para que possam levar a cabo o projecto com relativa eficiência. Também é incluída alguma formação em fundamentos de gestão de projectos e em algumas ferramentas de suporte de apoio à gestão do projecto.

## **5.3 Mini-projecto**

O mini-projecto, levado a cabo pelos grupos na primeira semana de aulas, faz parte da formação em Aprendizagem Baseada em Projectos. Este mini-projecto pretende ser uma experimentação rápida do que se espera que aconteça durante o semestre. No final da primeira semana, na sexta-feira de tarde, é o culminar deste mini-projecto, sendo que os grupos devem fazer uma apresentação pública sobre os resultados do mini-projecto. O tema do mini-projecto do ano lectivo a que se refere este artigo, teve como objectivos a construção de uma página WEB do grupo onde constam os objectivos e outra informação relevante que entretanto foi recolhida sobre o projecto para o semestre. Nesta página também pode constar decisões que o grupo entretanto tomou respeitante aos caminhos que pretendem tomar em relação ao projecto principal.

## **5.4 Ferramentas de *e-learning***

Todo o processo é suportado com ferramentas de *e-learning* em várias vertentes. As disciplinas são apoiadas por ferramentas de *e-learning* no que diz respeito à disponibilização de conteúdos, fóruns de discussão e listas de distribuição de correio electrónico. No que diz respeito ao projecto e ao trabalho em equipa, é usada uma ferramenta de *e-learning*, especialmente projectada para este tipo de modelo de aprendizagem. Esta ferramenta, denominada *Abdon*<sup>1</sup>, permite que cada um dos vários grupos comunique entre si, faça a gestão da sua informação, mantenha registo das reuniões e outros assuntos, bem como a sua avaliação interna. Num outro nível, temos os docentes e tutores, com acesso à informação de todos os grupos e onde podem também comunicar entre eles e disponibilizarem informação para os grupos.

---

<sup>1</sup> <http://abdon.dsi.uminho.pt/>

## 6. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Uma estrutura organizacional pura orientada à aprendizagem por projectos interdisciplinares baseia-se na implementação de um projecto para o qual contribuem várias disciplinas. Neste tipo de estrutura os alunos são classificados em função do desempenho no projecto e das competências obtidas dessa forma. No caso descrito neste trabalho a estrutura organizacional continua a ser baseada em disciplinas, sendo necessário classificar os alunos em cada uma das disciplinas. O processo de aprendizagem baseado na implementação de um projecto requer uma metodologia de avaliação que permita conciliar a aprendizagem baseada no projecto com a estrutura das disciplinas. Um processo de avaliação tem duas funções, uma função sumativa (Tyler (1949)) para estabelecimento da nota final e uma função formativa (Bell and Cowie (2001)) para apoio à aprendizagem e reguladora do próprio processo. Neste modelo de aprendizagem a avaliação formativa ganha uma importância extra porque os alunos vão criando a sua própria imagem do conhecimento de forma progressiva com base nas actividades que vão realizando no projecto. Os pontos de controlo do projecto descritos anteriormente têm esta função formativa, porque muitos deles não têm nenhum peso previsto na classificação final, tendo a única função de dar “feedback” aos alunos. As próprias disciplinas têm mecanismos de avaliação contínua baseada na presença, participação e testes de pequena duração.

A classificação final do aluno em cada disciplina ( $N\_Final$ ) tem dois componentes de peso idêntico, um relacionado com a classificação final no projecto ( $N\_PRJ$ ), baseada no produto final do projecto, e outro relacionado com a classificação resultante da avaliação contínua da disciplina ( $N\_AC$ ). Em qualquer um destes componentes está determinada uma nota mínima de 40% para poder ser aprovado a qualquer disciplina.

$$N\_Final = N\_AC \times 0.5 + N\_PRJ \times \frac{FC_1 + FC_2}{2} \times 0.5 \quad (1)$$

De acordo com Powell (2004) o projecto deve ser classificado fundamentalmente pelo seu resultado final, com base por exemplo num relatório, num protótipo e numa discussão final. No processo aqui descrito a classificação de grupo no projecto resultará da avaliação final do seguinte conjunto de elementos, que constituem o produto final:

1. Relatório (50%).
2. Protótipos (20%).
3. Apresentação (10%).
4. Discussão Final (20%).

A classificação de projecto de cada aluno será obtida a partir da nota de grupo no projecto da forma indicada no segundo factor da equação (1). Esta nota, individual, obtém-se pela aplicação de factores de correcção individuais (FC) dentro do grupo, cuja média será igual a 1.0, de forma que a média das notas dos alunos dentro de um grupo seja igual à nota do grupo. O Factor de correcção individual da nota de grupo depende de factores de avaliação do professor (FC1) e factores de avaliação pelos pares (FC2), ambos com o mesmo peso. O factor FC1 resultará da percepção do trabalho desenvolvido ao longo do semestre e da discussão final do produto. Este factor será proposto pelo tutor do grupo e será da responsabilidade da equipa de coordenação. O factor FC2 resultará de processos de avaliação pelos pares, que serão efectuados a partir de “avaliações por parâmetros” discutidos com os alunos.

A classificação resultante da avaliação contínua da disciplina resultará de componentes do trabalho de projecto e poderá ter componentes resultantes de uma avaliação de conteúdos não abrangidos pelo projecto. Uma disciplina de apoio directo ao projecto (PSC) terá a sua

metodologia de avaliação definida de tal forma que o peso de referência da avaliação contínua de conteúdos directamente relacionados com o trabalho de projecto seja superior a 80%.

## 7. CONCLUSÕES

Não é possível, hoje em dia, continuar a aceitar o papel do Ensino Superior como um mero adicionador de conhecimentos teóricos e científicos. Actualmente, concebe-se a aprendizagem como um processo activo, cognitivo, construtivo, significativo, mediado e auto-regulado (Beltran, 1996). Com os resultados obtidos na implementação deste processo de aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares podemos concluir que esta metodologia fornece uma resposta adequada ao desafio conceptual colocado pelo processo de Bolonha aos cursos de Engenharia das instituições de Ensino Superior portuguesas. De uma forma geral, estamos convictos que esta poderá ser uma resposta adequada sempre que se sentir a necessidade de implementar processos de aprendizagem activa.

Num sistema de aprendizagem baseado em projectos interdisciplinares, os alunos integram e aplicam os conhecimentos de diversas áreas disciplinares num projecto comum, onde desempenham um papel central na sua própria aprendizagem. Trata-se, portanto, de uma metodologia que dá ênfase ao trabalho em equipa, à resolução de problemas, à articulação teoria/prática, culminando com a apresentação de uma solução/produto a partir de uma situação real, articulada com o futuro contexto profissional (Powell & Weenk, 2003). Este modelo é de extrema importância para os futuros Engenheiros, que desta forma, desde os primeiros passos da sua formação, relacionam várias áreas disciplinares para construir soluções integradas. Além do mais, fazem-no trabalhando em equipa, adquirindo competências de gestão de projectos, de negociação de conflitos e de construção cooperativa de resultados (produto) relevantes. Foi possível verificar, ao longo deste processo, que os alunos desenvolvem capacidades de defesa das opções tomadas perante situações ambíguas, aumentando dessa forma as suas capacidades de pensamento crítico.

Os resultados da avaliação do impacto desta experiência na aprendizagem dos alunos comprovam um claro aumento da sua motivação durante todo o semestre, contrariamente ao que seria no ensino tradicional, visto que se encontram activamente envolvidos num projecto que constantemente os desafia e obriga a uma procura de soluções para os vários problemas com que se deparam, à medida que o projecto vai avançando.

A implementação de uma edição deste processo e o planeamento, arranque e gestão de uma boa parte das actividades de outra edição permitiu-nos validar este modelo de organização de processo. Aplicando este modelo, é possível conceber, planear, controlar e concluir um projecto de implementação de um processo de ensino / aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares. A avaliação fortemente positiva do processo por parte dos alunos, dos docentes e da instituição permite-nos afirmar que o modelo de organização também contribuiu de forma positiva para este resultado. Decorrente dos pontos abordados neste artigo pode-se realçar os seguintes aspectos relacionados com a organização: trabalho em equipa dos docentes, para o qual contribuiu a existência dos mesmos referenciais quanto ao modelo de ensino/aprendizagem fornecida pela formação, e permitiu abordar problemas mais complexos de forma criativa, inovadora e cooperativa; planeamento detalhado e controlo apertado das actividades do semestre, de forma a fornecer as condições necessárias, pedagógicas e estruturais, para que os alunos atinjam os resultados pretendidos; apoio institucional, que permitiu alterar a estrutura do semestre e criar espaços adequados ao trabalho em equipa; selecção de um projecto aliciante para todos os envolvidos de forma a aumentar a motivação e o empenho no planeamento de actividades de ensino e na aquisição das competências de aprendizagem.

Os processos de aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares colocam desafios pedagógicos e organizacionais, com a necessidade de integração de conteúdos e elementos heterogéneos, que devem ser tratados de forma sistemática. Desse ponto de vista pretende-se continuar a contribuir para a evolução destes processo com a criação de dispositivos de avaliações do impacto sobre a aprendizagem dos alunos e com a especificação de processos de gestão organizacional.

## 8. AGRADECIMENTOS

A todos os elementos das equipas de coordenação das duas edições do processo descrito neste artigo: Anabela Alves, Assunção Flores, Carlos Tavares, Dinis Carvalho, Elisabete Cardoso, Francisco Moreira, Gaspar Machado, Guilherme Pereira, Luís Rebouta, Natascha Hattum, Paulo Martins, Rui M. Lima, Rui M. Sousa, Sandra Fernandes, Senentxu Mendez, Sílvia Pereira Lima, Susana Costa.

À Reitoria da Universidade do Minho pelo financiamento fornecido, às instituições académicas pelo apoio fornecido e ao Departamento de Produção e Sistemas pelos recursos próprios disponibilizados.

## 9. REFERÊNCIAS

- Bell, B. and Cowie, B. (2001). "The characteristics of formative assessment in science education." *Science Education* **85**(5): 536-553.
- Beltran, J. (1996). Concepto, desarrollo y tendencias actuales de la Psicología de la Instrucción. in J. Beltran y C. Genovard (Eds.). "Psicología de la Instrucción: variables y procesos básicos". Madrid: Síntesis/Psicología. Vol 1, 1996, pp. 19-86.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., & Smith, Karl A. (1991). *Active learning: Cooperation in the college classroom*. Edina, MN: Interaction Book Company.
- Lima, R. M., Carvalho, D., Flores, M. A. and Hattum, N. V. (2005). Ensino/aprendizagem por projecto: balanço de uma experiência na Universidade do Minho, in VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia (B. D. Silva and L. S. Almeida), Braga - Portugal, Centro de Investigação em Educação (CIEd) do Instituto Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 1787-1798.
- MCTES (2005) "Espaço Europeu de Ensino Superior: O Processo de Bolonha", Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, [http://www.mctes.pt/?id\\_categoria=12&id\\_item=1029&action=2](http://www.mctes.pt/?id_categoria=12&id_item=1029&action=2)
- Millis B. J. e Cottell P. G. Jr. (1998) *Cooperative learning for higher education faculty*, Phoenix: Oryx Press;
- Murray, M. H. and Lonne, B. (2006). "An innovative use of the web to build graduate team skills." *Teaching in Higher Education* **11**(1): 63-77.
- Powell, P. C. (2004). "Assessment of team-based projects in project-led education." *European Journal of Engineering Education* **29**(2): 221-230.
- Powel, P. e Weenk, W. (2003) *Project-Led Engineering Education*, Lemma Publishers, Utrecht, ISBN 90591157 4
- Simão, J., Santos, S., Costa, A. (2002). *Ensino Superior: uma visão para a próxima década*. Trajectos Portugueses. Gradiva.
- Tyler, R. W. (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*, Chicago, University of Chicago.
- Vieira, F., Gomes, Á., Gomes, C. A., Silva, J. L., Moreira, M. A., Melo, M. D. C. and Albuquerque, P. B. (2002). *Concepções de Pedagogia Universitária: Um Estudo na*

Universidade do Minho. Braga, Universidade do Minho, Centro de Estudos em Educação e Psicologia: 141.

Oakley B., R.M. Felder, R. Brent, and I. Elhajj, "Turning Student Groups into Effective Teams." *J. Student Centered Learning*, 2(1), 9–34 (2004).

### ***The organization of an educational process based on project led engineering education***

*The Bologna process brought to the spotlight the need to redesigning the teaching / learning procedures in engineering degrees across European universities. This agreement establish some clear guidelines in the organizational and pedagogic point of view that can be summarized as the need of focusing the teaching process in more and more autonomous students. In this article we describe the organization of a learning process based on interdisciplinary projects in the industrial management and engineering degree at the Minho University in Portugal. The organization of this process is related to the organization of a coordination team as a project team, with the learning process integrated planning, and with students evaluation based on the skills obtained during the process. The organization of this process resulted in good way allowing the teams to finish their projects, with good performance and with increased students' autonomy, engagement and satisfaction.*