O ENSINO POR PROJECTO: DESIGN, EXECUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM MODELO IMPLEMENTADO EM CURSOS DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO MINHO

Rosa Maria Vasconcelos[1], *Sílvia Monteiro*[2]

Abstract —This paper presents the implementation of a teaching methodology model on project engineering education on University of Minho. This methodology usually follows an interdisciplinary approach, relating and reflecting on contents in order to solve a specific problem. Taking as a theoretical approach cooperative learning or peer learning, this teaching methodology has taken particular relevance for the operationalization of the guidelines of Bologna Declaration developed in Europe, which particularly emphasizes students learning. It is described tutors and students' work, from the design stage through to implementation and project evaluation, highlighting the strengths and difficulties associated with this new model of teaching and learning.

INTRODUÇÃO

As alterações no sistema de ensino superior nas últimas décadas têm influenciado profundamente as metodologias de ensino utilizadas. As instituições de ensino em Portugal, universitárias e politécnicas, aumentaram de forma significativa o seu número de alunos e a sua oferta formativa, o que implica uma adaptação e esforço contíguo de todas as partes envolvidas neste processo. A universidade e seus colaboradores são confrontados com um público mais heterogéneo e os próprios alunos, no seu processo de integração, necessitam de estar preparados para lidar com este novo ambiente de ensino e aprendizagem.

A passagem de um modelo de aprendizagem centrado no docente, para um modelo centrado no aluno, factor preponderante na implementação do processo de Bolonha, apresenta-se como aspecto essencial para o sucesso do mesmo. Deste modo, a universidade deve conceber e organizar a formação de modo a proporcionar o desenvolvimento de competências técnicas e científicas, mas também transversais, que num modelo de ensino centrado no aluno demonstram ser indispensáveis. Concepções mais recentes sobre a aprendizagem apontam que aquilo que o aluno aprende é mais determinado por aquilo que ele próprio faz do que por aquilo que faz o professor (Almeida 2002, 2007; Biggs, 1999; Rosário et.al., 2000). O aluno desempenha, assim, um papel fundamental na sua aprendizagem, valorizando-se a sua capacidade de iniciativa e envolvimento na aprendizagem (Almeida, 1993), sendo que o professor representa ou deve representar um elemento facilitador neste processo de ensino e aprendizagem.

A aprendizagem cooperativa

Na concepção da aprendizagem centrada no aluno, o "trabalho de grupo" é entendido nalgumas correntes pedagógicas actuais como de grande relevância na aprendizagem. A aprendizagem cooperativa ou colaborativa *(peer learning, cooperative learning*), assente na cooperação e interacção dos pares, tem como um dos objectivos contribuir para o sucesso académico dos alunos, sendo que este é atingido através da centração dos esforços na cooperação. A "Aprendizagem Cooperativa por Projecto" favorece as aquisições curriculares e, ao mesmo tempo, promove competências sociais, como a capacidade de comunicação, o trabalho em equipa, a gestão de conflitos e a tomada de decisões. Contudo, uma das vantagens mais aludidas na literatura passa pelo aprender fazendo, ligando a teoria à prática e aprendendo a partir da resolução de problemas e da confrontação de pontos de vista, com base nas situações e nos recursos existentes (Castro & Ricardo, 1994).

Esta metodologia assente na partilha permite aos alunos traçar planos de trabalho e desenvolver actividades que facilitem uma aprendizagem significativa. As interacções entre alunos acabam por criar um ambiente de trabalho propício ao empenho e criatividade, ajudando-os a identificar lacunas nos seus conhecimentos e a entenderem como a nova informação se relaciona com conceitos mais amplos e inclusivos (Novack, 1985).

1 Rosa M. Vasconcelos, Conselho de Cursos de Engenharia da Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal, rosa@det.uminho.pt

2 Sílvia Monteiro, Conselho de Cursos de Engenharia da Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal, sílvia@cce.uminho.pt

DESIGN, EXECUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM MODELO IMPLEMENTADO EM CURSOS DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO MINHO

De seguida, apresentamos um modelo concreto de implementação da metodologia de ensino por projecto na unidade curricular de Projecto Interdisciplinar I do 1º ano de engenharia têxtil (2º semestre). São descritos os resultados de aprendizagem que foram definidos para esta unidade curricular, bem como as fases, calendarização e metodologia de avaliação.

Tema do Projecto		"Design e concepção de um fio utilizado em produtos para crianças"
Resultados de Aprendizagem	**Competências transversais**	<u>Desenvolvimento de competências de gestão de projectos:</u> i) fazer a planificação do projecto ii) definir objectivos SMART (Specific, Measurable, Achievable, Realistic, Timely) iii) gerir reuniões iv) tomar decisões v) cumprir regras <u>Desenvolvimento de capacidades pessoais e interpessoais:</u> i) comunicação interpessoal ii) respeito e atenção pelas opiniões dos outros iii) explicar ideias e problemas complexos de forma acessível <u>Desenvolvimento de competência de trabalho em equipa:</u> i) divisão de tarefas ii) comunicação dentro do grupo iii) resolução de conflitos iv) negociação/processos de decisão v) importância do indivíduo e do grupo vi) gestão papéis diferentes/estilos diferentes num grupo vii) feedback construtivo <u>Desenvolvimento de capacidade de comunicação:</u> i) comunicação escrita: relatórios, ordem de trabalho, actas da reunião, folhas de trabalho ii) comunicação oral: apresentações na equipa, apresentações na turma <u>Gestão do tempo</u>

	Competências técnicas	Análise Matemática: i) analisar funções vectoriais ii) calcular extremos de funções de duas variáveis iii) aplicar o software *MATLAB* como auxiliar para estudar funções iv) calcular áreas e volumes usando integrais duplos e triplos Materiais e Processos Têxteis I: i) analisar os factores que influenciam a processabilidade dos materiais têxteis ii) optimizar os processos Química II: i) reconhecer a estrutura, as propriedades e a nomenclatura de algumas famílias de compostos orgânicos ii) compreender os mecanismos de polimerização por adição e de polimerização por condensação. Física A: i) aalisar as leis de Newton através da apresentação de casos ilustrativos no dia-a-dia ii) solucionar problemas de acção de forças e momentos de forças actuantes num corpo rígido, quer em repouso quer em movimento

Fases e Calendarização do Proje	16/03/09	Definição dos objectivos do trabalho, planeamento, metodologia
	09/05/08	Entrega de relatório intercalar
	21/06/08	Disponibilização de relatório final no portal do grupo, após correcção pelo tutor
	23/06/08	Entrega de relatório corrigido pelo tutor
	26/06/08	Entrega de relatório final e disponibilização no portal do grupo, para avaliação inter-pares
	03/07/08	Apresentação dos projectos

Avaliação do Projecto	Avaliação Contínua: A avaliação contínua é realizada pelo tutor que regista e avalia o desempenho do grupo e de cada membro considerando os seguintes parâmetros: i) assiduidade e pontualidade nas reuniões programadas ii) preparação das reuniões iii) relevância das questões apresentadas iv) atitude nas reuniões (respeito pelo tempo próprio e dos outros, atitude assertiva ou competitiva,..) v) empenho demonstrado na realização do trabalho vi) capacidade de resolução de problemas e dificuldades vii) progresso realizado no trabalho viii) cumprimento dos prazos estabelecidos ix) manutenção dos registos de trabalho de grupo e individual Da avaliação contínua deverá constar uma classificação para o grupo e para cada participante considerado individualmente. A avaliação do relatório final e apresentação: Realizada por um júri de 3 docentes, um presidente e dois vogais entre os quais o tutor do grupo. Após a apresentação do relatório, os membros do júri colocam as questões que pretendam ver esclarecidas pelos membros do grupo, procurando avaliar:

	i) o domínio das várias componentes do trabalho por todos os membros do grupo; ii) o grau de consenso dos membros do grupo no que respeita às conclusões apresentadas; iii) a qualidade do relatório: - fundamentação teórica e rigor; - capacidade de reflexão e análise crítica - capacidade de síntese - clareza e correcção da linguagem - apresentação e organização iv) a clareza e rigor da apresentação - clareza na exposição - capacidade de síntese e de organização da informação - rigor e pertinência da informação <u>Autoavaliação e Heteroavaliação:</u> Cada grupo, após a apresentação pública do trabalho, procede à sua auto-avaliação. Esta deverá constituir uma classificação única atribuída a todos os membros do grupo. A heteroavaliação é realizada pelos outros grupos e tem lugar após a apresentação e defesa do relatório final. Incide sobre o relatório final, sua apresentação e defesa. A média das heteroavaliações obtidas pelo grupo corresponderá à sua classificação na componente de heteroavaliação. Todos os membros do grupo obterão a mesma classificação. A heteroavaliação e a autoavaliação incidirão sobre os parâmetros definidos até duas semanas antes da apresentação dos relatórios finais, em reunião convocada para o efeito pelo Director de Curso e com a participação de todos os tutores e grupos de trabalho. <u>Avaliação Final:</u> Classificação final = (ACx2+AA+HA+RADx2)/6 AC – Classificação obtida na avaliação contínua AA – Classificação obtida na autoavaliação HA – Classificação obtida na heteroavaliação RDA – Classificação obtida no relatório final, apresentação e defesa

De um modo geral, podemos descrever o Projecto como um trabalho realizado em equipa pelos alunos, tendo em vista a resolução de um problema inicialmente proposto. A resolução deste problema pode, e normalmente implica, um conjunto de conhecimentos interdisciplinares, estimulando os alunos a acederem a conhecimentos provenientes de diversas unidades curriculares, integrando-as e dando-lhes sentido de modo a chegarem a uma solução final. Este processo implica, desde logo, uma elevada capacidade de auto-gestão do grupo, no sentido de cumprir objectivos específicos e prazos previamente estabelecidos. Seguidamente, iremos descrever concretamente os passos essenciais para a implementação da metodologia de ensino por Projecto (Powell & Weenk, 2003; Guedes, Lourenço, Filipe, Almeida & Moreira, 2007) e a experiência de terreno no desenvolvimento desta metodologia.

Na primeira fase do Projecto, os tutores começam por analisar e definir conjuntamente os "Resultados de Aprendizagem" pretendidos, integrando conteúdos de diversas áreas disciplinares. Seguidamente, é definido o tema/problema geral a apresentar aos alunos, sendo também estabelecidas as etapas e os prazos do trabalho, assim como outros aspectos formais, nomeadamente em relação aos recursos necessários, periodicidade das reuniões e metodologias de avaliação. Alguns aspectos relevantes devem ainda ser considerados nesta fase, particularmente o tempo disponível para a execução do projecto, matérias relevantes e/ou os materiais e recursos disponíveis. Toda esta informação é organizada em documentos de apoio a disponibilizar aos tutores e alunos, servindo de suporte e orientação ao longo da execução do Projecto. Ao longo da aprendizagem, em que os alunos estão envolvidos na solução do problema, importa ter em conta dois importantes aspectos: (i) o funcionamento dos grupos, enquanto equipas de trabalho, e (ii) a relação e o acompanhamento dos tutores com os grupos. Relativamente ao funcionamento no seio do grupo, são definidos vários papéis que cada um dos membros terá que desempenhar, rotativamente, ao longo da execução do Projecto (Nota: poderão ser definidos outros papéis para além dos apresentados, variando em função do número de elementos do grupo): (i) presidente – gere as reuniões e representa o grupo; actua como líder do grupo; prepara as reuniões; estabelece a ordem de trabalho e planifica as reuniões; (ii) secretário – é responsável pela comunicação escrita do grupo (ordem de trabalhos, actas, dossier); (iii) gestor do tempo – gere o tempo durante as reuniões; (iv) questionador – tem um papel crítico, questiona as decisões tomadas, as implicações e as consequências do trabalho feito; (v) sintetizador – sintetiza as conclusões mais importantes e recorda as responsabilidades de cada membro até á próxima reunião. Estes papéis são importantes sobretudo para formalizar processos que tendencialmente se tornam informais (podendo isto dificultar o funcionamento eficiente do grupo), explicitar o trabalho, monitorizar o processo, cumprir prazos e tarefas e, de um modo geral, aprender a reunir. Nesta fase, o acompanhamento do tutor é essencial, sendo este concretizado através de reuniões periódicas com os alunos, do preenchimento de fichas de acompanhamento e da avaliação de relatórios intercalares. O tutor apresenta uma função importante no acompanhamento do grupo, sobretudo em termos de incentivo e apoio ao grupo e de verificação das aprendizagens. Por último, a avaliação do Projecto integra várias componentes: as competências técnicas, as competências transversais, o processo de desenvolvimento do trabalho, o produto obtido (e apresentado perante um júri e restantes colegas), bem como o contributo de cada membro da equipa. Trata-se, assim, de um processo complexo que procura, acima de tudo, valorizar e ter em consideração os progressos dos alunos em termos de desenvolvimento de vários tipos de competências e respeitar e diferenciar, simultaneamente, os alunos em função do investimento individual. Conjugam-se, deste modo, sistemas de auto-avaliação e de hetero-avaliação (inter e intragrupos) com a avaliação dos tutores.

Powell e Weenk (2003), reportados ao *Project-Led Engineering Education*, apontam um conjunto de benefícios desta metodologia de ensino-aprendizagem, sustentados na experiência de divulgação e implementação desta metodologia em diversos países. Um dos aspectos apontados como mais positivos pelos autores relativamente à metodologia de ensino por Projecto, tem que ver com o nível de motivação que incute nos alunos. Tendo por base um problema semi-aberto, e podendo ser inter-disciplinar, esta metodologia dá espaço ao aluno para fazer e defender opções ao longo do trabalho, envolvendo-se no seu próprio problema e solução, e permitindo ao aluno sentir a relevância das competências práticas que necessita desenvolver.

De forma concreta, o Projecto permite ao aluno aprender, pensar e comportar-se como um profissional de engenharia. Esta motivação surge igualmente ressaltada como oportunidade de estímulo a aprender e a aprender de modo independente e eficiente, num ritmo mais rápido e uniforme, desenvolvendo nos alunos a capacidade para identificar prioridades e a competência para planear em função de prazos e de recursos. De referir, ainda, que a promoção e o desenvolvimento destas competências mais transversais, ou também designadas de *soft skills*, reflecte-se, a médio prazo, no desenvolvimento das competências mais técnicas, *hard skills*, nomeadamente na maior rapidez de aquisição das mesmas.

Os indicadores de sucesso da metodologia de ensino por Projecto podem ser avaliados em resultados a curto e longo prazo. Para os professores, estes indicadores incluem os esforços no estudo e envolvimento dos alunos nas horas de contacto com os tutores, os resultados intermédios dos projectos e os resultados nos testes e exames, concretizando-se no envolvimento nas interacções, na apreensão do currículo, nas competências de comunicação, de trabalho em equipa e na progressão mais rápida nos conteúdos de aprendizagem. Da nossa experiência, os ganhos da metodologia de ensino-aprendizagem aqui apresentada, em curso nos Cursos de Engenharia da Universidade do Minho, extravasam os alunos e estendem-se também aos professores e à instituição, como um todo. Importa acrescentar que a inovação tecnológica dos

nossos dias obriga a um esforço constante na inventariação de novos problemas e busca de novas soluções. Para acompanhar esta evolução, os futuros profissionais de engenharia necessitam de estar bem preparados, com uma boa formação assente, não apenas no desenvolvimento de competências científicas e tecnológicas, mas também de competências transversais. Um processo de aprendizagem centrado no aluno e na sua capacidade de inovar, com desafios constantes, e acreditando na capacidade de estes se adaptarem a novas realidades, dará um enorme contributo ao seu sucesso académico, assumido este em sentido amplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, L. S. (1993). Rentabilizar o ensino-aprendizagem escolar para o sucesso e o treino cognitivo dos alunos. In L. S. Almeida (Ed.). *Capacitar a escola para o sucesso*. Vila Nova de Gaia: Edipsico.

Almeida, L. S. (2002). Factores de sucesso/insucesso no ensino superior. In Actas do Seminário *"Sucesso e insucesso no ensino superior português"* (pp. 103-119). Lisboa: Conselho Nacional de Educação.

Almeida, L. S. (2007). Transição, adaptação académica e êxito escolar no ensino superior. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación,* 14 (2), 203-215.

Biggs, J. B. (1999). *Teaching for quality learning at University. What the student does.* London. Society for Research into Higher Education & Open University Press.

Castro, L. B., & Ricardo, M. C. (1994). *Gerir o trabalho de projecto: um manual para professores e formadores*. Lisboa: Texto Editora.

Guedes, M. G., Lourenço, J. M., Filipe, A. I., Almeida, L., & Moreira, M. A. (2007). *Bolonha: Ensino e Aprendizagem por Projecto*. Lisboa: CentroAtlantico.pt.

Novak, J. D. (1985). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Universidad.

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

Rosário, P., Almeida, L. Guimarães, C., Faria, A., Prata, L., Dias, M., & Nuñez, C. (2000). As abordagens dos alunos à aprendizagem em função da área académica: Uma investigação na Universidade do Minho. In A. P. Soares, A. Osório, J. V. Capela, L. S. Almeida, R. M. Vasconcelos, & S. Caires (Orgs.), Actas do Seminário *Transição para o Ensino Superior.* Braga: Universidade do Minho, Conselho Académico.