

PROJECTOS PARA A APRENDIZAGEM NA ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Anabela Alves, Francisco Moreira, Rui Sousa, Rui M. Lima
Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia da Universidade do Minho,
[anabela, fmoreira, rms, rml]@dps.uminho.pt

Resumo

Este artigo apresenta e relaciona os diferentes tipos de projectos desenvolvidos pelos alunos do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial no âmbito da sua aprendizagem. Normalmente, estes projectos são desenvolvidos em contextos diferentes: i) na universidade, sob a forma de projectos interdisciplinares semestrais de grande dimensão, com base na estratégia *Project Led Education* (PLE), e ii) em empresa, sob a forma de projecto em empresa, para desenvolvimento da dissertação de mestrado. PLE é uma das metodologias de aprendizagem activa/cooperativa que tem vindo a ser introduzida em alguns cursos de engenharia da Universidade do Minho. O projecto em empresa recorre frequentemente a uma estratégia de investigação baseada em pesquisa-acção, onde o aluno assume um papel activo, participativo e interventivo na vida da empresa. Este artigo mostra que o PLE pode promover a iniciação à investigação aplicada, baseada na estratégia de pesquisa-acção, permitindo ao aluno desenvolver competências valorizadas pelas empresas. Nesse sentido espera-se que empresa possa beneficiar da aprendizagem do aluno, transformando-se a experiência tácita da empresa em conhecimento explícito.

INTRODUÇÃO

A trajetória académica dos alunos do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), do Departamento de Produção e Sistemas da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, enreda-se de forma recorrente na modalidade de projecto. A primeira experiência de projecto ocorre no primeiro ano e, de forma intencional, logo nos primeiros dias de contacto dos alunos com a nova realidade de aprendizagem universitária. Volvidos 5 anos, o término da experiência universitária faz-se igualmente através de um projecto semestral individual. No entanto, estes projectos possuem índole própria e são, sobretudo, desenvolvidos em contextos diferentes. Ao longo do percurso académico os alunos realizam outros projectos, cuja dimensão e natureza podem variar significativamente. O projecto do primeiro ano é realizado na sua totalidade em contexto universitário; é realizado em equipa (5 a 7 alunos) e desenvolvido no âmbito de uma metodologia de aprendizagem activa *Project-Led Education* (PLE) bem definida, com estrutura própria e toda uma equipa de docentes. Esta equipa prepara o projecto e monitoriza o respectivo andamento, incluindo o desempenho das equipas de alunos. Este projecto possui igualmente meios financeiros, humanos e materiais alocados semestralmente. O projecto semestral individual é normalmente realizado em contexto empresarial, sendo designado como projecto em empresa, e apesar de ser conduzido individualmente (havendo o apoio de um docente, ou, extraordinariamente, dois docentes universitários), pode igualmente

estar integrado num contexto de equipa. O projecto em empresa está contemplado no plano de estudos do MIEGI sob a forma de opção, sendo recorrentemente a modalidade escolhida pela maioria dos alunos finalistas. O acesso a esta modalidade de dissertação pressupõe a aprovação prévia de um plano de trabalhos onde se inclui a metodologia de investigação. A definição prévia da metodologia é no entanto de difícil operacionalização já que é realizada numa fase muito prematura do projecto. O contexto industrial do projecto em empresa requer que o aluno assuma um papel pró-activo e seja capaz de efectuar não só análise crítica mas também avaliação de impacto das acções propostas ou implementadas, como suporte à validação científica e justificação económica e empresarial.

Este artigo analisa e objectiva a relação entre o desenvolvimento destas duas abordagens de projectos, corroborando os possíveis benefícios do modelo de aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares adoptados no MIEGI, para o desenvolvimento do projecto em empresa. Adicionalmente faz um paralelismo entre a metodologia genérica pesquisa-acção e os projectos de análise de sistemas de produção desenvolvidos pelos alunos do MIEGI.

Este artigo estrutura-se em 4 secções. Depois da introdução é realizada na secção 2 uma breve revisão de literatura sobre metodologias de aprendizagem e de investigação, realçando apenas a aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares (PLE), a aprendizagem baseada em projectos (PBL) e a estratégia de investigação pesquisa-acção. Na secção 3 apresentam-se os projectos levados a cabo pelos alunos do MIEGI no âmbito do PLE e do projecto em empresa, discutem-se e comparam-se estas duas abordagens e faz-se uma operacionalização da pesquisa-acção para o caso da investigação realizada pelos alunos do MIEGI. Por último, na secção 4, apresentam-se algumas recomendações finais.

METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM E DE INVESTIGAÇÃO

APRENDIZAGEM ACTIVA E COOPERATIVA

O processo de Bolonha trouxe a necessidade de mudar as práticas de ensino-aprendizagem devido à alteração do número de horas de contacto docente-aluno e à nova concepção do processo de aprendizagem centrado no aluno. Desta forma, adoptam-se metodologias diferentes que permitem que o aluno tenha uma intervenção participativa e activa, promovem a retenção de informação a longo prazo, desenvolvem a capacidade de analisar e resolver problemas, estimulam o interesse pelos conteúdos programáticos e motivam para uma investigação mais profunda (Woods et al., 2000, Felder et al., 2000, Rugarcia et al., 2000). Estas metodologias são designadas de metodologias de aprendizagem activa/cooperativa. Este cariz de cooperação surge da necessidade dos alunos trabalharem em equipas para concretizarem projectos pois são estas, trabalho em equipa e em projectos, também competências necessárias à formação actual de um engenheiro. Estas competências fazem parte de um conjunto, ditas competências

transversais ou “soft”, procuradas pelos futuros empregadores dos engenheiros em formação. Outras não menos importantes são, por exemplo, a facilidade de comunicação oral e escrita. Esta foi apontada como sendo a mais procurada pelas principais empresas num estudo realizado nos Estados Unidos por Beichner (2000), mas também em Portugal como mostra o trabalho de Mesquita et al. (2008).

A aprendizagem activa recorre a vários métodos para que os alunos adquiram, além das competências técnicas, as competências transversais referidas. Dois deles são a aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares (*Project-Led Education* - PLE) e a aprendizagem baseada em Problemas (*Problem Based Learning* - PBL). Estas têm objectivos similares mas a sua implementação é diferente, nomeadamente, na necessidade de trabalho em equipa. Segundo Grunefeld e Silén (2000) o trabalho em equipa é um requisito fundamental no PLE mas não o é no PBL. Segundo Powell e Weenk (2003), PLE é um método de aprendizagem onde os alunos organizados numa equipa resolvem projectos abertos e de grande dimensão. Cada projecto envolve normalmente diversas unidades curriculares ligadas por um tema. Com a conclusão do projecto espera-se que os alunos adquiram competências a usar na prática profissional.

PBL também é o acrónimo para *Project-Based Learning* (PBL), ou aprendizagem baseada em Projectos, que acomoda os dois métodos referidos. Segundo Smith e Dodds (1997, *in* DeFillippi, 2001) a aprendizagem baseada em projectos refere-se à teoria e prática de realizar tarefas com problemas reais em projectos temporários para atingir objectivos de desempenho e facilitar a aprendizagem individual e colectiva. Segundo DeFillippi (2001) esta estratégia baseia-se na aprendizagem de acção *action learning* que assume que as pessoas aprendem de uma forma mais eficaz quando trabalham em problemas reais que ocorrem no próprio local de trabalho.

METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO

Saunders et al. (2007) argumentam que a metodologia de investigação fornece a teoria de como a investigação deve ser conduzida, enquanto que os métodos de investigação reportam-se às técnicas e ferramentas usadas para obter e analisar os dados. Quanto à natureza da própria investigação, Gibbons et al. (1994), bem como Saunders et al. (2007), referem que a investigação fundamental direcciona-se no sentido da compreensão pura dos fenómenos e respectivos resultados, não procurando ou verificando existência de aplicação prática. A expansão do conhecimento bem como o conhecimento de princípios universais deriva naturalmente deste tipo de investigação. Investigação aplicada considera de importância primordial a possibilidade de melhoria do conhecimento e dos próprios processos quando considerados de forma particular e de relevância prática. Nesse sentido, os resultados da investigação reportam-se a soluções particulares para problemas concretos.

Segundo Saunders et al. (2007) a filosofia de investigação incorpora importantes pressupostos de como o investigador percepção o mundo, como a forma de percepção da realidade condiciona a escolha da estratégia de investigação e dos métodos de investigação que se usam nessa mesma estratégia. De acordo com estes autores a investigação assemelha-se às diversas camadas de uma cebola: a casca corresponde às filosofias de investigação e o núcleo às técnicas e ferramentas de recolha e análise de dados. Existem camadas que medeiam estas duas secções, nomeadamente, as camadas referentes à abordagem e à estratégia de investigação, assim como a referente ao horizonte temporal a que a investigação se reporta. Esta classificação está representada na Figura 1.

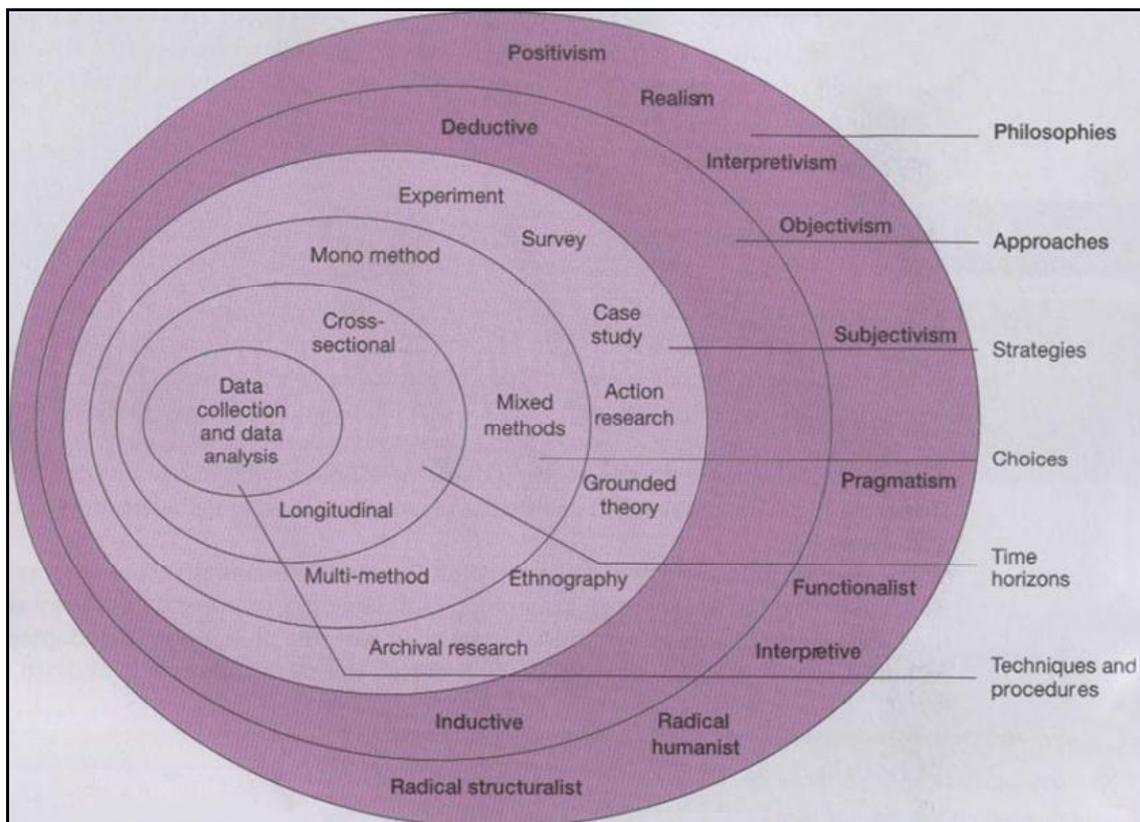


Figura 1. “The research onion”. Fonte: Saunders, Lewis e Thornhill (2007).

A estratégia *action research* ou pesquisa-acção desenvolvida por Kurt Lewin (1946, in DeFillippi, 2001) é uma estratégia que se assemelha à *action learning* anteriormente referida. DeFillippi (2001) considera PBL uma matiz da estratégia pesquisa-acção, abordando esta relação e outras práticas que recorrem quer ao conceito de aprendizagem, quer ao conceito de acção, numa edição especial da revista “*Management Learning*”. A aprendizagem surge como um processo iterativo de investigação e acção para implementar o que foi aprendido. Os dois conceitos estão de facto relacionados e possuem relevância acrescida no contexto da formação e exercício da engenharia. Outros autores, como Raelin (1997, 2000, in DeFillippi, 2001) falam ainda em práticas reflectidas, *reflective practices*, e descrevem-nas como um meio através do

qual os participantes percebem o significado da sua experiência no projecto. Adicionalmente, tentar articular e perceber o sentido da experiência do projecto permite documentar a experiência, o que se pode traduzir em conhecimento partilhado.

Segundo Gilmore (1986, *in* O'Brien, 2001), a metodologia pesquisa-acção pode ser definida como:

“Action research...aims to contribute both to the practical concerns of people in an immediate problematic situation and to further the goals of social science simultaneously. Thus, there is a dual commitment in action research to study a system and concurrently to collaborate with members of the system in changing it in what is together regarded as a desirable direction. Accomplishing this twin goal requires the active collaboration of researcher and client, and thus it stresses the importance of co-learning as a primary aspect of the research process.”

Reason e Bradbury (2001, *in* Bradbury e Reason, 2003) complementam:

“...a participatory, democratic process concerned with developing practical knowing in the pursuit of worthwhile human purposes, grounded in a participatory worldview. It seeks to reconnect action and reflection, theory and practice, in participation with others, in the pursuit of practical solutions to issues of pressing concern to people. More generally it grows out of a concern for the flourishing of individual persons and their communities.”

Segundo Susman (1983, *in* O'Brien, 2001), a estratégia pesquisa-acção baseia-se na observação, análise e participação no quotidiano onde existe o problema. O'Brien (2001) descreve a natureza cíclica do processo pesquisa-acção, como mostra a Figura 2.

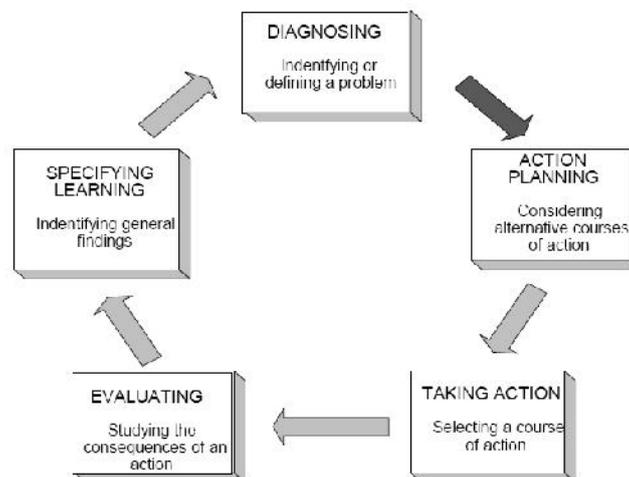


Figura 2. Passos da Pesquisa-Ação. Fonte: adaptada de Susman (1983, *in* O'Brien, 2001).

Este processo inclui 5 etapas: diagnóstico, planeamento de acções, desenvolvimento das acções, avaliação e aprendizagem. Na primeira etapa é necessário identificar ou definir o problema e recolher os dados do mesmo. Segue-se o planeamento de acções a desenvolver, devendo incluir-se acções alternativas. Na etapa seguinte é necessário escolher e avaliar o impacto das diversas acções. O ciclo está concluído após a identificação dos principais resultados e a sua tradução em

objectos formais e específicos de aprendizagem. Se o problema não estiver resolvido ou tiverem sido levantadas novas questões de investigação, como resultado da Pesquisa-Ação anterior, haverá lugar a nova iteração até que se verifique resolução do(s) problema(s).

Normalmente, existem muitas dúvidas relativamente às estratégias de estudo de caso (Stake, 1995) e de pesquisa-ação, nomeadamente se são ou não iguais, ou se numa determinada situação se deve aplicar uma ou outra. Embora existam 3 tipos de estudos de caso: instrumental, intrínseco e colectivo, em nenhum deles é referido o papel do investigador como participante na acção, nem a colaboração deste com os membros do sistema na efectivação das alterações introduzidas. No entanto, parece ser possível dizer que estratégia pesquisa-ação pode assumir-se como uma extensão do estudo do caso pois a empresa estudada no âmbito da pesquisa-ação é um caso.

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJECTOS INTERDISCIPLINARES VS PROJECTOS EM EMPRESA

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJECTOS INTERDISCIPLINARES

Na Universidade do Minho, e desde o ano lectivo 2004/2005, um grupo alargado de docentes e de investigadores tem aplicado uma nova metodologia de aprendizagem, baseada em projectos interdisciplinares semestrais de grande dimensão (PLE), ao 1º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI). A aplicação desta metodologia resulta da reestruturação dos cursos superiores induzida pelo processo de Bolonha, e, em particular na Universidade do Minho, de directivas de instâncias superiores da instituição no sentido da promoção de modelos alternativos de ensino. Esta metodologia de aprendizagem é baseada no modelo *Project-Led Education* (PLE) de Powell e Weenk (2003), que congrega grande parte das unidades curriculares que compõem um semestre em engenharia, adaptado para o MIEGI (Lima et al., 2007). Essencialmente, esta metodologia pretende que o aluno passe a ser o objecto central de todo o processo de aquisição de conhecimento, transferindo-lhe a responsabilidade de desenvolvimento de competências técnicas. Esta transição é conseguida através de projectos aliciantes, que constituem desafios na sociedade contemporânea, possuem natureza interdisciplinar e têm uma dimensão considerável. O trabalho em equipa surge portanto como única solução possível para levar a bom termo o desafio proposto. Este tipo de trabalho, por sua vez, compromete e responsabiliza o aluno perante os seus pares, o que promove o empenho individual. Esta metodologia pretende também desenvolver capacidades de pesquisa, pensamento crítico, bem como capacidade de comunicação e de relacionamento interpessoal.

O PLE no MIEGI acabaria por ser disseminado aos últimos anos do curso, em anos lectivos subsequentes à sua introdução inicial. A Tabela 1 lista os diversos projectos desenvolvidos no âmbito da metodologia PLE, no MIEGI, nos últimos 5 anos. A gestão destes projectos é da

responsabilidade de uma equipa de docentes, tutores e investigadores de educação que se tem mantido homogénea ao longo dos anos. A dimensão e as características únicas destes projectos permitem enquadrá-los na definição de projecto do PMBOK Guide (PMI, 2004), como é realçado em Lima et al. (2009a) onde se apresenta a forma de gestão deste tipo de projectos.

Tabela 1. Projectos Interdisciplinares no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial.

Ano Lectivo	Ano do curso	Tema
2004/2005	1	Projecto de um Sistema de Produção de Biodiesel
2005/2006	1	Especificação de um Sistema de Transformação de Biomassa Florestal
	4	Projecto de um Sistema de Produção de Brinquedos em Madeira
	5	Análise e Propostas de Melhoria do Sistema de Produção da Empresa Moldartpóvoa
2006/2007	1 (S1)	Especificação de um Sistema de Produção de Pilhas De Combustível
	1 (S2)	Turismo Espacial
	5	Análise e Propostas de Melhoria do Sistema de Produção da Empresa Blaupunkt
2007/2008	1	Especificação de um Sistema de Produção de Dessalinização de Água do Mar
	4	Análise e Propostas de Melhoria do Sistema de Produção da Empresa PROHS/JSM
	4	Projecto de um Sistema de Produção de Brinquedos em Madeira
2008/2009	1	Especificação de um Sistema Produtivo para Produção de Baterias de Carros Eléctricos
	4	Análise e Propostas de Melhoria do Sistema de Produção de 5 Empresas: Petrotec; ETMA; Blaupunkt; Actaris; Texal
	4	Projecto de um Sistema de Produção

Os projectos interdisciplinares do 1º ano do MIEGI são essencialmente projectos de engenharia, neste caso de concepção de um produto e do respectivo sistema de produção. No sentido de facilitar a gestão do projecto é fornecido às equipas de alunos um modelo geral de projecto em engenharia, representado na Figura 3. A utilização deste modelo permite articular as fases do projecto com os pontos de controlo estipulados para a realização do mesmo e uma melhor monitorização do progresso do grupo.

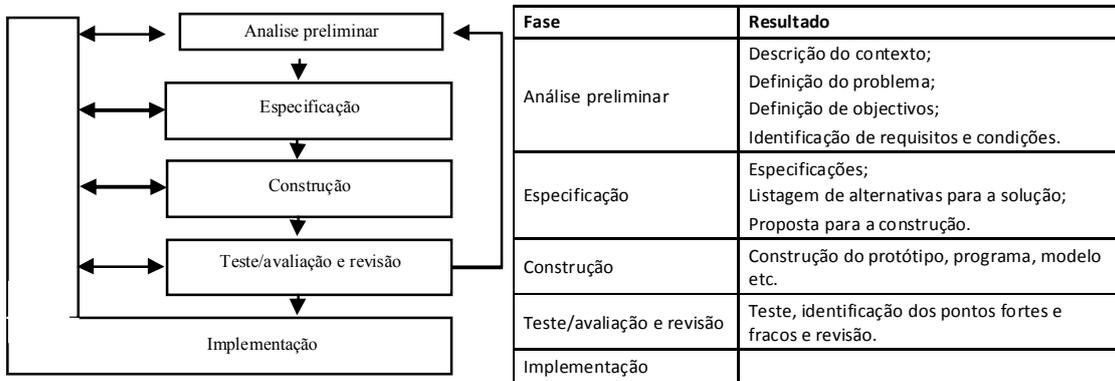


Figura 3. Modelo Geral de Projecto em Engenharia. Fonte: adaptada de Van den Kroonenberg (1992).

Alguns dos projectos PLE do 4º e 5º ano são realizados em colaboração com empresas, sendo permitido aos alunos efectuar algumas visitas à empresa e ter acesso a documentação interna, para análise dos produtos e da forma organizacional da empresa. Este primeiro contacto com a indústria é muito importante pois os alunos beneficiam de uma aprendizagem diferente (Lima et al., 2009b). Porém as condições em que este contacto se desenrola são distintas daquelas que se verificam quando os alunos estão na empresa a efectuar a dissertação de mestrado (e.g. o acesso a espaços e a documentos é limitado e restrito).

PROJECTOS EM EMPRESA

Com a reformulação do plano de estudos, para adaptação a Bolonha, o MIEGI passou a incluir uma dissertação de mestrado que se realiza em regime *full-time*, durante todo o 2º semestre do 5º ano do curso. Esta dissertação é realizada individualmente pelos alunos do 5º ano numa empresa e sob supervisão de um orientador da instituição e outro da empresa. Em alternativa, os alunos podem igualmente optar por realizar a dissertação na própria instituição, embora esta opção tenha sido preterida, na maior parte dos casos, em favor da primeira alternativa. A dissertação é realizada, portanto, essencialmente num contexto industrial, sob a forma do anteriormente referido projecto em empresa. As empresas são convidadas a propor temas relevantes nas áreas afins ao MIEGI. A escolha dos temas é realizada durante o primeiro semestre do 5º ano, de tal forma que após escolhido o tema de investigação, os alunos iniciam uma revisão da literatura afecta ao tema, no âmbito da unidade curricular de Metodologias de Investigação. Após terminarem o 1º semestre, vão trabalhar para a empresa, em regime *full time*, propondo soluções e avaliando o impacto das possíveis implementações. Normalmente, nesse

contexto integram uma equipa de trabalho e participam activamente nas diversas actividades da empresa. A Tabela 2 apresenta um conjunto de exemplos de projectos desenvolvidos no contexto dos projectos de dissertação em empresa.

Tabela 2. Projectos de dissertações MIEGI em empresa.

Produto da empresa	Tema
Componentes para automóveis (auto-rádios)	Projecto de Implementação do Nivelamento da Produção num sistema <i>Pull</i> para Clientes OEM
Controladores de caldeiras	Aumentar a Produtividade numa célula de Montagem de Controladores de Caldeiras
Fabrico e montagem de autocarros	Análise, Simplificação e Implementação de Processos para uma Secção de Acabamentos
Caldeiras e esquentadores	Reconfiguração de Sistemas de Produção Orientados ao Produto - Estudo de um Caso Industrial
Caldeiras e esquentadores	Desenvolvimento de um Sistema de Informação para Dispositivos Anti-Erro
Componentes para automóveis (estofos)	Integração de Procedimentos para a Melhoria da Gestão do FMEA de Processo numa Empresa de Estofos para a Indústria
Componentes para automóveis (estofos)	Proposta de Sistema de Balanceamento e Gestão de Células de Fabrico de Capas para Estofos de Automóveis
Caixas multiplicadoras (indústria eólica)	Implementação do Módulo de Gestão de Produção SAP no Fabrico de Caixas Multiplicadoras
Componentes para automóveis (auto-rádios)	Redefinição de Procedimentos de Integração para Planeamento da Produção e Redefinição de Processos de Gestão de Produtos em Fim de Vida na Indústria de Auto-rádios
...	...

Na proposta do plano de trabalhos é obrigatório definir a metodologia de investigação e esta definição, na fase inicial, não é fácil. Alguns orientadores dos projectos acima têm incentivado o recurso à estratégia pesquisa-acção como é o caso do primeiro e do segundo projecto apresentados na Tabela 2, cujos resultados foram publicados em Afonso e Alves (2009) e Oliveira e Alves (2009), respectivamente. Outros têm optado pelo estudo de caso e outros, simplesmente, não especificam nenhuma metodologia.

ANÁLISE CRÍTICA

A introdução de uma nova metodologia de aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares, em determinados semestres do percurso académico de um aluno MIEGI, constitui uma mudança significativa relativamente ao modelo de ensino centrado no professor. A experiência dos autores na orientação de projectos em empresa e os estudos realizados na averiguação das competências requeridas pelas empresas, nomeadamente, o estudo já referido de Mesquita et al. (2008), mostram que a metodologia PLE fornece aos alunos competências e atitudes mais adequadas às necessidades destas. A Tabela 3 apresenta uma comparação entre PLE e projecto em empresa, baseada num conjunto de características/ itens. Algumas destas características assumem um carácter eventual no projecto em empresa (e.g. o trabalho em equipa) que pode tornar-se prática comum no contexto profissional.

Tabela 3. Caracterização das metodologias PLE e projecto em empresa.

Características/ itens	PLE	Projecto em Empresa
Contexto	Académico	Industrial
Objectivo	Aprendizagem	Aprendizagem em ambiente profissional; satisfação de objectivos empresariais;
Papel do aluno	Activo e responsável pela sua aprendizagem	Pró-activo e responsável pela sua aprendizagem
Competências transversais	Análise crítica	Análise crítica
	Comunicação oral e escrita	Comunicação oral e escrita

Componente de investigação	Média (com excepções pontuais ao nível dos PLEs dos últimos anos do curso)	Elevada
Trabalho em equipa (cooperativo)	Obrigatório	Eventual
Constituição da equipa	Formação homogénea	Eventualmente formada por profissionais de diferentes especialidades
Supervisão	Interdisciplinar; académica; direccionada ao grupo (tutoria)	Interdisciplinaridade reduzida; académica e industrial; direccionada ao aluno
Periodicidade da supervisão	Semanal	Variável (dependente do orientador e do aluno)
Execução do projecto	Equipa	Individual Eventualmente em equipa
Avaliação	Resultados da equipa	Resultados do aluno
Estratégia de investigação	Estudo de caso (4º e 5º ano)	Estudo de caso;
	...	Pesquisa-acção; ...

Conforme ilustrado na última linha da Tabela 3, a metodologia de investigação pode ser também um ponto comum, identificando-se duas estratégias em uso no MIEGI: i) estratégia de estudo de caso e, fundamentalmente, ii) pesquisa-acção. Basicamente, os alunos do 4º e 5º ano desenvolvem algo semelhante aos estudos de caso intrínsecos (Stake, 1998) ao realizar PLE em empresas, onde o estudo é desenvolvido porque se pretende compreender em profundidade uma determinada situação. Porém, normalmente a estratégia não é formalmente seguida pois os alunos ainda não tiveram formação em Metodologias de Investigação - unidade curricular do plano de estudos do 5º ano do MIEGI - ou, caso tenham tido, o programa não chegou a abordar esta estratégia detalhadamente.

O PLE estimula ainda o desenvolvimento de protótipos e eventualmente produtos concretos, o que vai de encontro à realidade dos projectos em ambiente industrial. Desta forma, ainda que não intencionalmente, estas duas modalidades de projecto, exploram formas comuns de desenvolvimento do trabalho, que certamente trazem benefícios aos alunos (sinergias).

A grande maioria dos projectos em empresa que decorrem do percurso académico dos alunos do MIEGI posiciona-se na investigação aplicada, uma vez que resultam essencialmente de problemas reais de uma empresa em particular. A presença da investigação advém

vulgarmente da natural urgência de encontrar soluções particulares. Esta actividade expande-se no tempo de forma contínua ou intermitente dada a competição sistemática e dinâmica entre os actores dos diversos sectores industriais. Esta dinâmica resulta em melhorias sucessivas de produtos e processos, permitindo alternâncias de sucesso das empresas e ciclos de maior ou menor desempenho económico.

A iniciação dos alunos nos conceitos de aprendizagem e acção numa fase inicial da sua formação em engenharia é possível e pode ter um impacto significativo no seu percurso académico, que seria importante objectivar e quantificar. O aluno não é um mero observador mas sim um interveniente activo no desenrolar da acção, sendo responsável por gerir, planear, medir e executar acções que alterem a realidade industrial. Estes conceitos poderão igualmente ter um impacto no percurso profissional ao desenvolver competências e práticas reflectidas que ajudam a transformar, a experiência tácita em conhecimento explícito, permitindo documentar a experiência e o conhecimento partilhado.

Embora reconhecendo que a estratégia pesquisa-acção pode ser usada de forma recorrente em projectos em empresa, esta estratégia é muito genérica. No sentido de apoiar melhor os alunos a realizar projectos em empresa, considera-se necessário operacionalizar esta estratégia, vocacionando-a para o tipo de projectos normalmente realizados no MIEGI, ou seja, a análise de sistemas de produção.

OPERACIONALIZAÇÃO DA PESQUISA-ACÇÃO NO MIEGI

Uma grande parte dos projectos realizados por alunos do MIEGI envolve a análise de um sistema de produção. Esta análise deverá permitir caracterizar a forma de organização e gestão da produção da empresa, caracterização essa que pode servir diferentes objectivos, nomeadamente: i) documentação dos processos de produção e de descrição da empresa, ii) clarificação de objectivos, métodos e modelos utilizados, iii) identificação de possíveis pontos de intervenção no processo, iv) melhoria do sistema de produção e, v) implementação de novos sistemas de gestão integrada da produção.

O processo de análise começa pela caracterização inicial da empresa, dos seus recursos de produção e principais produtos, através de um diagnóstico. Este é o ponto de partida para operacionalizar a estratégia de investigação, estabelecendo, em cada etapa da pesquisa-acção, o que se deve fazer, nomeadamente: que documentos é necessário recolher, que tipo de entrevistas devem ser efectuadas, quais os comportamentos a assumir e que indicadores devem ser medidos no âmbito específico do projecto e análise do sistema de produção.

Scholten (2007) propõe uma série de actividades de preparação anteriores ao processo de análise do sistema de produção: recolha de dados; delimitação da fronteira; selecção de intervenientes; programação das actividades; preparação de entrevistas; processamento de

informação; resultados da análise. Basicamente estas primeiras actividades estão incluídas na fase de diagnóstico, Figura 4.

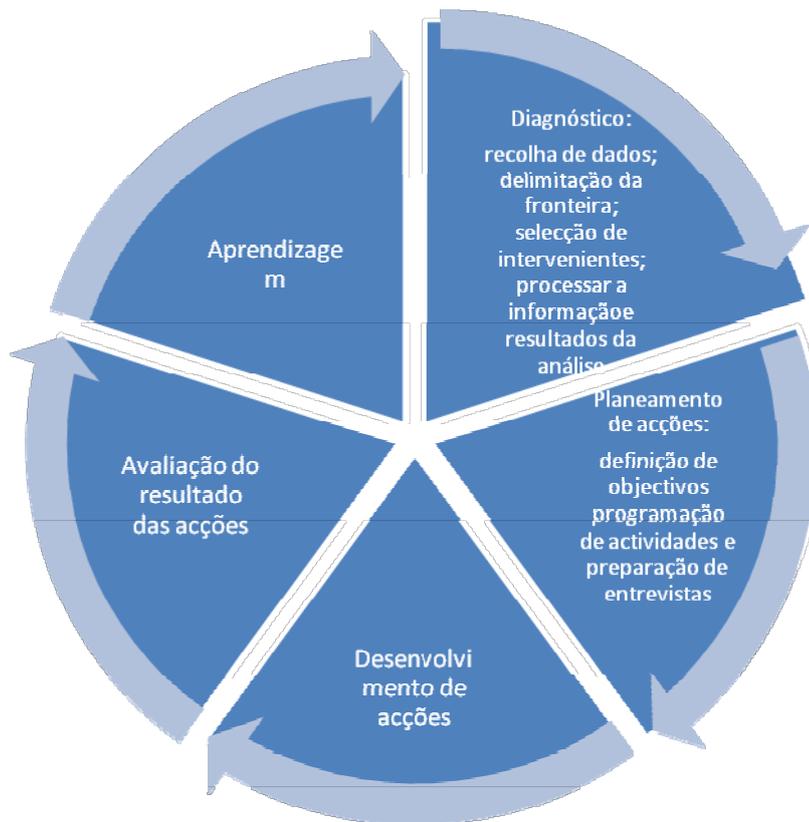


Figura 4. Pesquisa-ação adaptada aos projectos do MIEGI.

Adicionalmente tem-se a identificação das características e dos indicadores de desempenho da empresa como resultado da etapa diagnóstica, e o modelo do sistema organizacional da empresa, que pode ser de acordo com a norma ISA-95 (ISA-95, 2007). Este modelo ajuda a compreender a complexidade do sistema da empresa, os seus processos de produção e respectivos recursos. Desta actividade de análise resultam também o conhecimento dos fluxos de produção, que ajudarão a perceber o sistema de produção. Entrega-se nesta etapa um relatório com as principais conclusões, pontos de intervenção e problemas identificados. Além disso também se deverá especificar um conjunto de actividades de verificação do estado do sistema face aos pontos de intervenção.

Em todas as etapas são construídos formulários para recolha de notas, para o resumo das entrevistas, para relatórios intermédios sobre a situação actual e situação futura desejada, entre outros. Por exemplo, na Tabela 4 apresenta-se um formulário para recolha de notas. Este exemplo refere-se à recolha de dados sobre os objectivos e medidas de desempenho da empresa. Este será um dos aspectos iniciais que deverá ser tratado nestes projectos. Neste caso específico considera-se necessário recolher informação sobre o tipo de medidas de desempenho que a

empresa utiliza e/ou pretende utilizar, a importância atribuída e as metas existentes. O mesmo se aplica aos paradigmas de gestão de produção e que permitem perceber o posicionamento da empresa do ponto de vista das abordagens conceptuais aplicadas no sistema de produção.

Tabela 4. Formulário para recolha de dados sobre objectivos da empresa.

	Descrição (com indicação de exemplos)	Relevância / prioridade	Comentários
Medidas de desempenho	Utilização de Recursos; Stock em curso de fabrico; Fiabilidade da programação	Indicar o interesse, a prioridade e as metas específicas, quando aplicável.	Comentários adicionais.
Paradigmas de gestão da produção	JIT / Lean; Agile; TOC; MRP/ERP		
Qualidade e Rastreabilidade	Certificação; Regulamentos; Manuais; Exigências		

A análise incluída no diagnóstico deve terminar com o planeamento de acções no sentido de obter propostas concretas e justificadas, se possível economicamente, para o sistema de produção. Tais propostas devem ser implementadas com a colaboração activa e participativa dos membros da empresa. Se necessário, o investigador dá formação aos colaboradores para obter destes uma participação bem sucedida. Estas propostas podem conter aspectos relacionados com a informação sobre os artigos, a organização dos recursos de produção, a forma de gestão dos recursos humanos, os processos de planeamento e controlo de produção e medidas de desempenho. Após o desenvolvimento das acções necessárias para a implementação de propostas como a formação aos colaboradores e a aquisição de material, é necessário avaliar os resultados dessas acções. Para isso, torna-se necessário medir novamente os indicadores de desempenho e construir uma tabela de comparação de situação antes e após projecto. A aprendizagem resulta deste processo iterativo, quer as propostas tenham conduzido a um melhor desempenho do sistema ou não. Caso estas não obtenham o sucesso esperado inicia-se uma nova iteração do ciclo da estratégia pesquisa-acção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foram apresentados os diferentes tipos de projectos desenvolvidos pelos alunos do MIEGI no âmbito da sua aprendizagem durante o mestrado e que podem fazer parte da vida profissional de um engenheiro industrial. Embora o modelo de ensino centrado no professor permaneça como referência de ensino no MIEGI, a implementação do PLE tem sido possível e conseguida. Os autores consideram que o PLE traz diversas vantagens aos alunos, não só na realização dos projectos em empresa, mas também a nível do seu futuro profissional. Adicionalmente, permite-lhes adquirir competências transversais requeridas pelas empresas aos profissionais de engenharia.

A pesquisa-acção é uma estratégia de investigação usada recorrentemente no projecto em empresa, que o PLE pode ajudar a promover, inculcando nos alunos uma atitude pró-activa,

responsabilidade pela sua aprendizagem e desenvolvimento de capacidades de trabalho em equipa, análise crítica e de comunicação oral e escrita, entre outras.

Como trabalho futuro pretende-se continuar a adequar as estratégias genéricas de investigação às necessidades específicas dos projectos desenvolvidos pelos alunos do MIEGI, para os orientar na obtenção de melhores e mais rápidos resultados para os seus trabalhos. Adicionalmente, seria interessante objectivar e quantificar o impacto no percurso académico e profissional da iniciação dos alunos nos conceitos de aprendizagem e acção numa fase inicial da sua formação em engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, C. e Alves, A. (2009) "Implementation of the pull levelling project in a car radio assembly firm", In 3rd International Conference on Integrity, Reliability and Failure IRF'2009 Porto, 20-24 July 2009
- Beichner, R. (2000) "Student-Centered Activities for Large Enrollment University Physics (SCALE-UP). Proceedings of the Sigma Xi Forum "Reshaping Undergraduate Science and Engineering Education: Tools for Better Learning," Minneapolis, MN.
- Bradbury, H. e Reason, P. (2003) "Action Research - An Opportunity for Revitalizing Research Purpose and Practices" Qualitative Social Work, Sage Publications, London, Vol. 2(2): 155-175.
- DeFillippi, R. J. (2001) "Introduction: Project-based Learning, Reflective practices and Learning" Management Learning, vol. 32, n. 1, pp. 5-10
- Felder, R. M., Woods, D. R., Stice, J. E. e Rugarcia, A. (2000) "The future of Engineering Education II. Teaching methods that work" Chemical Engineering Education 34(1): 26-39 Disponível em <<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/>>.
- Gibbons, M., C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott e M. Trow (1994). The new production of knowledge: Dynamics of science and research in contemporary societies, Sage publications.
- Gilmore, T., Krantz, J. e Ramirez, R. (1986) "Action Based Modes of Inquiry and the Host-Researcher Relationship," Consultation 5.3, 161.
- Grunefeld, H. e Silén, C. (2000) "Problem based Learning compared to Project organized Learning" Disponível em <<http://www.utwente.nl/itbe/owk/publicaties/docenten/doc00-39.pdf>>. Acesso em 2007-05-30
- ISA-95 (2007). Sp95, enterprise/control integration committee. Retrieved 2008/07/07, from <http://www.isa.org/mstemplate.cfm?section=home&template=/TaggedPage/getStandards.cfm&MicrositeID=285&CommitteeID=4747>

- Lewin, K. (1946) “Action Research and minority problems”, *Journal of Social Issues*, vol. 2, n.º 4, pp. 34-46
- Lima, R. M., Carvalho, D., Sousa, R. M. e Alves, A. (2009a) “Management of Interdisciplinary Project Approaches in Engineering Education: a case study”, In *First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education*, Guimarães, 21-22 July
- Lima, R. M., Fernandes, S., Mesquita, D. Sousa, R. M. (2009b) “Learning Industrial Management and Engineering in Interaction with Industry”, In *First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education*, Guimarães, 21-22 July
- Lima, R., Carvalho, D., Flores, M. A. e 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
- Mesquita, D., Lima, R. M. e Pereira, G. (2008) “Engenharia e Gestão Industrial em Portugal: Uma visão da procura profissional”. In *Livro de actas do 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2008)*, Maputo - Moçambique.
- O'Brien, R. (2001) “Um exame da abordagem metodológica da pesquisa ação [An Overview of the Methodological Approach of Action Research]”. In Roberto Richardson (Ed.), *Teoria e Prática da Pesquisa Ação [Theory and Practice of Action Research]*. João Pessoa, Brazil: Universidade Federal da Paraíba. (English version) Disponível em: <URL:<http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>> Acesso em 24-10-2008
- Oliveira, Ana Raquel e Alves, Anabela C. (2009) “Operating modes in manufacturing cells – An Action Research study” in *Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Manufacturing & Logistics Systems and Symposium on Group Technology and Cellular Manufacturing (GT/CM 2009)*, (Eds.) Mitsuo Gen, Gursel A. Suer, Hark Hwang, Kap Hwan Kim, Katsuhisa Ohno and Shigeru Fujimara – February 16-18, Kitakyushu, Japan, pp. 107-115.
- PMI – Project Management Institute (2004) “A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)” Third edition, PA: Project Management Institute
- Powell, P. C., e Weenk, W. (2003). *Project-led engineering education*. Utrecht: Lemma.
- Raelin, J. A. (1997) “A model of Work-based Learning”, *Organization Science*, vol. 8, n.º 6, pp. 563-578
- Raelin, J. A. (2000) “Work-Based Learning: the new frontier of Management Development” Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Reason, P. e Bradbury, H. (2001) “The Handbook of Action Research” (eds), Sage, London/Thousand Oaks, CA.
- Rugarcia, A., Felder, R. M., Woods, D. R. e Stice, J. E. (2000) “The future of Engineering Education I. A vision for a new century” *Chemical Engineering Education* 34(1): 16–25. Disponível em <<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/>>.

- Saunders, M., Lewis, P. e Thornhill, A. (2007) “Research methods for Business Students”
Fourth Edition, Prentice-Hall
- Scholten, B. (2007). The road to integration: A guide to applying the isa-95 standard in
manufacturing: ISA.
- Smith, B. e Dodds, R. (1997) “Developing managers through Project-based Learning”
Aldershot/Vermont: Gower
- Stake, R. E. (1995) “The Art of Case Study Research”, Sage publications
- Stake, R. E. (1998) “Cases studies” In The landscape of qualitative research theories and issues,
Eds. Lincoln, Y. e N. Denzin, Sage publications, pp. 86-108
- Susman, G. I. (1983) “Action Research: A Sociotechnical Systems Perspective” ed. G. Morgan,
London: Sage Publications, 102
- Van den Kroonenberg, H. H. e Siers, J. (1992). Methodisch Ontwerpen [Methodical Design].
Culemborg: Educaboek.
- Woods, D. R., Felder, R. M., Rugarcia, A. e Stice, J. E. (2000) “The future of Engineering
Education III. Developing critical skills” Chemical Engineering Education 34(2): 108–117
Disponível em <<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/>>.