



Project-Based Learning

Implementação
no primeiro ano
de um curso
de Engenharia



Educação
Ciências, Engenharia
e Tecnologia

UMinho Editora

COORDENADORAS

Anabela Carvalho Alves
Sandra Raquel Gonçalves Fernandes

AUTORES

José Francisco Pereira Moreira
Rui Manuel Sá Pereira Lima
José Dinis Araújo Carvalho
Rui Manuel Alves Silva Sousa
Diana Isabel Araújo Mesquita
Natascha van Hattum-Janssen

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Manuela Martins

FOTO CAPA (descrição da foto)

Equipa de alunos na sala de projeto do PBL durante o apoio tutorial do tutor-aluno
Carla Rocha

DESIGN

Tiago Rodrigues

PAGINAÇÃO

Carlos Sousa | Bookpaper

EDIÇÃO UMinho Editora

LOCAL DE EDIÇÃO Braga 2021

ISBN digital: 978-989-8974-26-6

DOI: <https://doi.org/10.21814/uminho.ed.26>

Os conteúdos apresentados (textos e imagens) são da exclusiva responsabilidade dos respetivos autores.
© Autores. Esta obra encontra-se sob a Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0.

Project-Based Learning

Implementação no
primeiro ano de um
curso de Engenharia

A metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning* – PBL) é, pela sua natureza, uma metodologia que requer colaboração, envolvimento e participação ativa entre todos os intervenientes: alunos, docentes, investigadores, administrativos, gestores, entre outros. Desta forma, a implementação do PBL no MIEGI11, que começou como uma experiência, consolidou-se e permaneceu durante 18 edições consecutivas devido a esta colaboração e compromisso.

Este livro só existe porque esta implementação foi bem-sucedida tendo envolvido diversas pessoas de forma direta (e.g. alunos, docentes, tutores, investigadores) e de forma indireta (e.g. diretores de departamento, diretores de curso, colaboradores do departamento, formadores do PBL, pioneiros na implementação desta metodologia na Universidade do Minho), tendo contribuído para a formação de futuros profissionais de engenharia durante quase duas décadas.

Assim, os agradecimentos são mais que devidos a essas pessoas e nestas breves palavras reconhecemos o esforço de todas e agradecemos profundamente a sua colaboração e o seu compromisso!

A reformulação do Ensino Superior levou a uma mudança de atitude e mentalidade face à transmissão estática do conhecimento.

De facto, não se ensina como se ensinava há uns anos atrás. A transmissão de conhecimento e os meios para o fazer evoluíram. Passou-se de um ensino maioritariamente expositivo, em que o aluno era um espectador, para uma transmissão de conhecimento, em que o aluno tem parte ativa na aprendizagem. Esta mudança implica necessariamente o modo de estar em sala de aula, quer do professor quer do aluno.

O aluno em vez de ser ensinado é, então, estimulado a aprender por si sendo fundamental que lhe sejam proporcionadas ferramentas e meios para que possa atingir os objetivos a que um ensino superior de qualidade se propõe. O professor passa a ser o catalisador no processo de aquisição de conhecimento em que o aluno é o ator principal.

Este novo cenário do processo de aprendizagem implica não só uma definição muito clara dos objetivos e das competências a adquirir mas também uma reformulação das estratégias e das metodologias de ensino. Toda esta mudança no ensino/aprendizagem exige investigação, investigação em Educação em Engenharia, que tem vindo a ganhar força e reconhecimento. Mas ainda há um caminho a percorrer, ou melhor, a continuar a percorrer.

E são livros como este que nos ajudam a ir caminhando!

Quando se fala em *Project Based Learning* (PBL) em Portugal, salta-nos de imediato a referência do grupo da Universidade do Minho. A equipa tem já longos anos de experiência em PBL o que lhe permitiu melhorar, otimizar e inovar a metodologia de ensino/aprendizagem. É esta experiência adquirida ao longo destes anos que está relatada neste documento de forma a ser partilhada com a comunidade docente que também segue metodologias ativas de aprendizagem.

E, a partilha de novas estratégias, métodos e ferramentas de ensino/aprendizagem que promovem uma participação e aprendizagem ativas dos estudantes de engenharia, os nossos futuros engenheiros, são, sem dúvida, uma mais-valia para a sociedade.

E como em Engenharia, a elaboração de protocolos é algo bem conhecido, o leitor tem disponível no Apêndice 1 uma estrutura detalhada de atividades a serem seguidas na implementação de PBL. Só falta juntar os ingredientes e replicar!

Tenho o privilégio de conhecer os autores e de ter trabalhado com eles em diversas ações de ensino/aprendizagem. Ler atentamente o documento e escrever estas breves linhas foi algo que me deixou orgulhosa, enquanto presidente da SPEE, docente e colega!

Obrigada pela partilha!

11 maio 2021

Filomena Soares

Presidente da Sociedade Portuguesa para a Educação em Engenharia

Sumário	8
Índice de Figuras	12
Índice de Tabelas	17
Introdução	19
Parte I – Enquadramento do PBL nos cursos de Engenharia	21
1. Dos desafios profissionais às mudanças curriculares e pedagógicas na formação em Engenharia	23
1.1. Implementação do Processo de Bolonha	23
1.2. Ineficácia dos modelos tradicionais de ensino	25
1.3. Importância do desenvolvimento de competências	26
1.4. Necessidade de um processo de aprendizagem ativa	28
2. Mudanças a nível institucional, curricular e pedagógico	31
2.1. Contexto institucional, condições e apoios	31
2.2. Condições e apoio institucional	33
2.3. Mudanças a nível curricular	34
2.4. Trabalho pedagógico da equipa docente	36
3. <i>Project-Based Learning</i> (PBL) – princípios, tipologias e intervenientes	38
3.1. Princípios e características do PBL	38
3.2. <i>Problem vs Project-based Learning</i>	39
3.3. Tipologia de Projetos	42
3.4. Intervenientes no Processo	44
3.5. Monitorização e avaliação das aprendizagens	46
3.5.1. Processo de tutoria	46
3.5.2. Processo de avaliação	48
3.6. Em síntese... como implementar PBL?	52

Parte II – Planeamento e implementação de PBL no MIEGI11	55
4. Caracterização do contexto MIEGI11	57
4.1. Breve descrição do curso	57
4.1.1. Saídas profissionais	57
4.1.2. Reestruturação do curso	58
4.2. Ciclo de vida do projeto PBL no MIEGI	59
5. Primeira fase: preparação	62
5.1. Papel do coordenador, docentes e tutores	62
5.2. Atividades do coordenador do projeto	63
6. Segunda fase: definição	64
6.1. Organização da equipa de coordenação	66
6.2. Planeamento do projeto dos alunos	68
6.2.1. Definição do Projeto: problema <i>versus</i> tema8	68
6.2.2. Fases do projeto dos alunos e pontos de controlo	70
6.2.3. Papel do tutor	73
6.2.4. Formação de equipas de alunos e atribuição de tutores	74
6.2.5. Recursos materiais e informáticos	75
6.2.6. Apoio aos alunos	76
6.3. Modelo de avaliação	77
6.3.1. Nota individual de trabalho no projeto	79
6.3.2. Teste individual escrito sobre o projeto	86
6.4. Gestão da informação e da comunicação	87
6.4.1. Guia de projeto de aprendizagem e guia do tutor	88
6.4.2. Plano semestral, horário semanal e horário da primeira e segunda semana	90
6.4.3. Enunciado do projeto-piloto	94
6.4.4. Agenda e PowerPoint da apresentação de <i>kick-off</i>	94

6.4.5.	Modelos de grelhas para avaliação	96
6.4.6.	Instruções, modelos de relatórios e regras de referenciação bibliográfica	98
6.4.7.	Modelos para avaliação pelos pares	99
7.	Terceira fase: arranque	101
7.1.	Apresentação do projeto	101
7.2.	Ocupação das salas de projeto pelas equipas e atribuição de outros recursos	102
8.	Quarta fase: execução	104
8.1.	Gestão do projeto pelas equipas de alunos	104
8.1.1.	Fase inicial	104
8.1.2.	Fase intermédia	109
8.1.3.	Fase final	113
8.2.	Monitorização do andamento do trabalho das equipas e entrega de resultados	116
9.	Quinta fase: conclusão	121
9.1.	Organização da sessão de encerramento	121
9.1.1.	Plano da sessão	122
9.1.2.	Divulgação e discussão dos resultados dos alunos	124
9.1.3.	Questionário individual de avaliação	125
9.1.4.	Discussão em grupo de questões abertas	127
9.1.5.	Agradecimentos e entrega pelos alunos dos recursos utilizados	130
9.2.	Balanço global da sessão de encerramento	130
9.3.	Realização de outros questionários	131
9.3.1.	Avaliação dos tutores	132
9.3.2.	Avaliação do processo PBL pelos docentes	132
9.3.3.	Avaliação da experiência de tutoria	134

Considerações finais e trabalho futuro	137
Referências bibliográficas	140
Apêndices	149
Apêndice 1 – Estrutura detalhada de atividades	151
Apêndice 2 – Guia para apoio à avaliação pelos pares	152
Apêndice 3 – Lista de referências dos autores	155

Fig. 1	Testemunho de um recém-licenciado em engenharia num contexto profissional	28
Fig. 2	Tipologias de Projeto (Helle et al., 2006)	42
Fig. 3	Questões práticas na Avaliação	48
Fig. 4	Estrutura curricular do primeiro ano, primeiro semestre do MIEGI (Universidade do Minho, 2019)	59
Fig. 5	Escolas e departamentos envolvidos na docência das unidades curriculares do MIEGI11 (Alves & Eira, 2015)	59
Fig. 6	Estrutura de referência para o ciclo de vida do projeto – fases do projeto	60
Fig. 7	Número de atividades realizadas em cada fase do projeto (adaptado de Alves et al. (2019))	61
Fig. 8	Número de atividades a realizar no projeto por unidade curricular (adaptado de Alves et al. (2019))	63
Fig. 9	Lista de tópicos da agenda da primeira reunião da equipa de coordenação PBL	64
Fig. 10	Extrato da ata da primeira reunião do ano letivo 2017/18 realizada a 6 de setembro de 2017 durante a fase de definição	66
Fig. 11	Papéis dos membros da equipa de coordenação	68
Fig. 12	Tema e objetivos do projeto a desenvolver no contexto PBL na edição de 2016/17	70
Fig. 13	Ilustração de fases de projeto do ponto de vista das equipas de alunos	70
Fig. 14	Carta de motivação de uma aluna do 3º ano MIEGI para ser tutora do 1º ano	74
Fig. 15	Exemplo de metodologia de avaliação de IEGI	77
Fig. 16	Exemplo da metodologia de avaliação de Química Geral	77
Fig. 17	Componentes da avaliação do aluno na UC PIEGI1, edição 2017/18	78
Fig. 18	Extrato do ficheiro Excel com a nota individual do aluno no PIEGI1, edição de 2017/18	80
Fig. 19	Extrato do ficheiro Excel com as notas dadas pelas várias UCs às várias componentes de avaliação, edição de 2017/18	82
Fig. 20	Exemplo de preenchimento do ficheiro excel para avaliação pelos pares por um membro de uma equipa	85
Fig. 21	Capa do guia de projeto para os alunos do 1º ano do MIEGI, edição 2017/18	89
Fig. 22	Índice do guia de projeto para os alunos do 1º ano do MIEGI, edição 2017/18	90
Fig. 23	Plano semestral (exemplo da edição 2017/18)	91

Fig. 24	Plano para a primeira semana útil do PBL do primeiro ano do MIEGI (edição 2017/18)	93
Fig. 25	Horário para a primeira e segunda semana (edição 2017/18)	93
Fig. 26	Exemplo do enunciado do projeto-piloto da edição 2018/19	94
Fig. 27	Agenda para a apresentação de <i>kick-off</i>	95
Fig. 28	Extrato da apresentação de <i>kick-off</i>	96
Fig. 29	Extrato da grelha de aspetos técnicos das UCs para o relatório preliminar a fornecer às equipas de alunos	96
Fig. 30	Grelha para avaliação de relatórios no PIEGI1	97
Fig. 31	Grelha de avaliação das apresentações	97
Fig. 32	Capa do modelo do relatório	98
Fig. 33	Grelha para compilar os resultados de avaliação pelos pares de uma equipa de nove membros	99
Fig. 34	Resultado em gráfico de uma avaliação pelos pares de uma equipa de nove membros	100
Fig. 35	Espaço de projeto para equipa PBL	103
Fig. 36	Episódio de irresponsabilidade nas salas de projeto	104
Fig. 37	Cartaz motivacional de duas equipas da edição 2018/19	105
Fig. 38	Extrato de um diagrama de Gantt de uma equipa de alunos com as principais atividades a desenvolver para o projeto	105
Fig. 39	Exemplos de mecanismos das equipas para gerir, partilhar e divulgar informação	106
Fig. 40	Exemplo de duas tabelas com a rotatividade de papéis nas reuniões de trabalho	107
Fig. 41	Resultado de um teste Belbin dos membros de uma equipa apresentado como uma matriz de competência	107
Fig. 42	Exemplo de uma apresentação do projeto-piloto (primeiro ponto de controlo) de uma equipa da edição de 2016/17	108
Fig. 43	Exemplos de uma apresentação intermédia do andamento do projeto de uma equipa da edição 2016/17	109
Fig. 44	Equipas a trabalhar nas salas de projeto	110
Fig. 45	Equipas em visita e a fazerem experiencias nos laboratórios de Química	110
Fig. 46	Visitas realizadas pelas equipas a empresas da região	111

Fig. 47	Exemplo de duas salas de projeto com elementos de monitorização e controlo das atividades de projeto	111
Fig. 48	Exemplo de dois blogues e publicação no blog das atas das reuniões de trabalho de equipas na edição 2018/19	112
Fig. 49	Exemplo de um índice de um relatório preliminar de uma equipa da edição de 2017/18	112
Fig. 50	Extrato dos comentários ao relatório preliminar dado por uma equipa a outra equipa adicionado com os comentários de um docente de IEGI	113
Fig. 51	Exemplo do índice de um relatório final de uma equipa da edição de 2017/18	114
Fig. 52	Exemplos de duas apresentações públicas de duas equipas	115
Fig. 53	Exemplo de duas apresentações finais de duas equipas aos docentes e tutores	115
Fig. 54	Exemplos de maquetes de produtos e contentores realizados pelas equipas nas edições 2016/17 e 2017/18	116
Fig. 55	Exemplo de uma apresentação final da edição de 2018/19	116
Fig. 56	Exemplo de conteúdo do email enviado às equipas sobre o tutorial alargado	118
Fig. 57	Representação esquemática de um sistema de produção com todos os contributos das UCs da equipa WooChair (edição 2016/17)	119
Fig. 58	Síntese dos projetos desenvolvidos pelas equipas na edição de 2017/18	120
Fig. 59	Exemplo da agenda para o workshop do PBL_MIEGI 1º ano (edição 2011/12)	122
Fig. 60	Exemplo de apresentação para o workshop final	123
Fig. 61	Lista de sugestões da edição 2016/17 e sua implementação (ou não)	123
Fig. 62	Exemplo de um email enviado para os alunos para divulgar o workshop e apelar ao preenchimento do inquérito	124
Fig. 63	Extrato do questionário de avaliação individual do processo de metodologia PBL no MIEGI1 (edição 2018/19)	125
Fig. 64	Exemplo de opinião de três alunos de uma equipa da edição 2010/11 sobre os aspetos mais e menos positivos e sugestões de melhoria para o PBL	126
Fig. 65	Discussão em grupo de questões abertas em diferentes edições	128
Fig. 66	Exemplo de respostas às questões abertas (MIEGI11, ano letivo 2011/2012)	128
Fig. 67	Resultados da discussão aberta sobre alguns aspetos do PBL (edição 2017/18)	129
Fig. 68	Extrato do questionário de avaliação individual do tutor no MIEGI1 (edição 2018/19)	132

Fig. 69	Extrato do questionário de avaliação individual final do PBL pelos docentes (edição 2018/19)	133
Fig. 70	Extrato do questionário de avaliação da experiência de tutoria (edição 2018/19)	134

Tab. 1	Características do Trabalho Cooperativo (adaptado de Fontes & Freixo, 2004)	30
Tab. 2	<i>Milestones</i> do Projeto – Momentos, Modalidades e Funções da Avaliação	50
Tab. 3	Instrumentos de Monitorização e Avaliação do Processo de Ensino e Aprendizagem	51
Tab. 4	Pontos de controlo da edição 2017_18	71
Tab. 5	a) Exemplo de resultado de uma avaliação pelos pares; b) influência do FC na nota final individual de cada membro da equipa	86
Tab. 6	Principais ferramentas e tipos de documentos utilizados para a comunicação, partilha de informação e avaliação das equipas	88
Tab. 7	Estimativa do tempo gasto em atividades de apoio ao projeto	91
Tab. 8	Aspetos positivos, menos positivos e sugestões de melhoria dadas pelas equipas da edição de 2018_19	126
Tab. 9	Questionários usados para avaliar o processo PBL	131
Tab. 10	Lista de referências dos autores do livro sobre a implementação do PBL no MIEGI11	155

Introdução

Este livro apresenta a metodologia de *Project-Based Learning* (PBL) ou Aprendizagem baseada em Projeto, desde a sua fase de preparação até à sua implementação num curso de Engenharia. Nesse sentido, visa constituir-se como um recurso de apoio a todos os interessados em implementar PBL, nos seus contextos de ensino e de aprendizagem. Apresenta uma descrição detalhada das etapas e procedimentos necessários para a preparação, definição, arranque, execução e finalização do processo PBL, partindo da realidade de um contexto concreto, nomeadamente, o curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Portugal.

Fruto do conhecimento adquirido e da experiência consolidada, ao longo de vários anos, por parte da equipa de coordenação dos processos de PBL, uma equipa multidisciplinar de docentes e investigadores da área da Engenharia e da Educação, este livro sintetiza agora o resultado do trabalho desenvolvido ao longo de mais de 16 edições de PBL neste contexto.

O livro encontra-se organizado em duas partes.

A primeira parte refere-se a um enquadramento geral do PBL nos cursos de Engenharia, incluindo um conjunto de três capítulos. O capítulo 1 apresenta os desafios profissionais e as mudanças curriculares e pedagógicas na formação em Engenharia. O capítulo 2 descreve as condições e apoios institucionais necessários à implementação, com sucesso, da metodologia de PBL em contexto académico, abordando as mudanças necessárias a nível institucional, curricular e pedagógico. No último capítulo desta secção, capítulo 3, é efetuada uma descrição detalhada do conceito de PBL, os seus princípios e modelos, as vantagens e desafios, bem como as suas implicações quer ao nível dos intervenientes no processo (docentes, tutores e estudantes), bem como ao nível das estratégias de monitorização e avaliação do processo de ensino e de aprendizagem adotadas.

A segunda parte deste livro descreve, de forma detalhada, o planeamento e implementação de PBL no caso concreto do contexto do MIEGI, no 1.º semestre do 1.º ano (MIEGI11), estando organizada em seis capítulos. O capítulo 4 apresenta uma breve caracterização deste contexto, seguindo-se um conjunto de cinco capítulos que correspondem a cada uma das cinco fases do ciclo de vida de um projeto, neste caso, o projeto de implementação de PBL no MIEGI11. Neste sentido, o capítulo 5 explora a primeira fase referente à etapa da preparação. O capítulo 6 descreve a segunda fase que diz respeito à etapa da definição. O capítulo 7 aborda a terceira fase que

corresponde à etapa do arranque. O capítulo 8 analisa a quarta fase que diz respeito à etapa da execução do projeto. O capítulo 9 apresenta a etapa da conclusão.

O livro termina com um último capítulo referente às considerações finais, onde se apresenta uma visão global de todo o processo, segundo a perspectiva de vários intervenientes: estudantes, docentes, empregadores e investigadores.

Parte I – Enquadramento do PBL nos cursos de Engenharia

A primeira parte deste livro dedica-se ao enquadramento teórico-concetual do PBL nos cursos de Engenharia. Nesta secção, exploramos o perfil profissional e as competências que a profissão de engenheiro requer e de que modo é que os modelos de ensino e de aprendizagem adotados pelas instituições de ensino superior vão ao encontro das diretrizes europeias neste sentido. São também explorados os desafios ao nível institucional e as mudanças a nível curricular e pedagógico que esta (nova) abordagem requer para a sua efetiva implementação. No último capítulo desta secção, é efetuada uma descrição detalhada do conceito de PBL, os seus princípios e modelos, as vantagens e desafios, bem como as suas implicações quer ao nível dos intervenientes no processo (docentes, tutores, estudantes), bem como ao nível das estratégias de monitorização e avaliação do processo de ensino e de aprendizagem adotadas.

1. Dos desafios profissionais às mudanças curriculares e pedagógicas na formação em Engenharia

São vários os desafios que se colocam hoje em dia à formação em Engenharia. O mundo precisa cada vez mais de engenheiros. Os desafios da sociedade atual requerem soluções de engenho e criatividade. O crescimento da população mundial, a necessidade de conviver com cada vez menos recursos, a necessidade imperiosa de desenvolver formas de vida em harmonia com o ambiente, a necessidade de resolver o problema da energia e de fazer chegar a um maior número da população mundial os recursos básicos e qualidade de vida, são alguns dos grandes desafios que a humanidade enfrenta e que requerem soluções de engenharia.

As instituições de ensino de engenharia terão de ser atrativas para os jovens candidatos ao ensino superior, formando profissionais em engenharia com competências adequadas aos novos requisitos deste mundo em constante mudança. Os novos engenheiros devem ser capazes de rapidamente introduzir mudanças e conseguirem com essas mudanças ganhos de competitividade para as empresas. Os novos engenheiros devem ser capazes de criar nova cultura de criatividade e inovação nas empresas, sabendo tirar partido do trabalho em equipa, da diversidade de abordagens aos mesmos problemas, para desenvolver novos produtos e processos por forma a aumentar a competitividade.

1.1. Implementação do Processo de Bolonha

Consciente da importância do papel do Ensino Superior na construção da sociedade do futuro, a União Europeia desenvolveu e implementou o que é conhecido como o “Processo de Bolonha”, iniciado com a “Declaração da Sorbonne”, assinada em 1998 e reforçado com a Declaração de Bolonha, subscrita em junho de 1999 que defende a construção, num horizonte temporal de dez anos, de um Espaço Europeu de Ensino Superior coeso, harmónico, competitivo e atrativo.

“A Europe of Knowledge is now widely recognised as an irreplaceable factor for social and human growth and as an indispensable component to consolidate and enrich the European citizenship, capable of giving its citizens the necessary competences to face the challenges of the new millennium, together with an awareness of shared values and belonging to a common social and cultural space” (Bologna Declaration, 1999, p. 7)

O Processo de Bolonha implicou uma mudança de paradigma educacional e, portanto, uma nova tipologia de educação académica, privilegiando a aquisição e desenvolvimento de competências pelo envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem. De acordo com este modelo, que privilegia a aprendizagem ativa (D. W. Johnson et al., 1991), as metodologias aplicadas devem traduzir-se em atividades ativas, cooperativas e participativas. De acordo com Veiga Simão (2002), deve dar-se ênfase à resolução de problemas, criando um ambiente propício ao

desenvolvimento de capacidades e competências transversais. Além disso, passa a fazer parte dos objetivos da aprendizagem não apenas as competências técnicas (*hard skills*) mas também as competências transversais (*soft skills*), que dizem 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. Algumas destas competências transversais, como a capacidade de comunicar eficazmente e a capacidade de trabalhar em equipas multidisciplinares, estão listadas pela ABET (2011).

As competências de comunicação, de trabalho em equipa e de gestão de projetos são também referidas pela EUR-ACE (2008) como fazendo parte das competências a ser desenvolvidas durante o primeiro ciclo de estudos em engenharia (tipicamente, os primeiros três anos). Para o segundo ciclo de estudos, onde se enquadram os mestrados, a mesma publicação refere, além das competências transversais referidas para o primeiro ciclo de estudos, as competências de comunicação ao nível internacional e competências de liderança.

De acordo com vários relatórios e estudos acerca do mercado de trabalho para engenheiros, os empregadores valorizam competências transversais como a capacidade de comunicação, liderança, gestão de projetos e equipas, resolução de problemas, entre outros (ASME, 2012; Jollands, Jolly, & Molyneaux, 2012; Lima, Mesquita, Amorim, Jonker, & Flores, 2012; Lima, Mesquita, & Rocha, 2013; Santos, Simon, Guimarães, Amorim, & Vieira Junior, 2017; Swearengen, Barnes, Coe, Reinhardt, & Subramaniam, 2002).

A Aprendizagem baseada em Projetos surge, no contexto dos desafios decorrentes do Processo de Bolonha, como estratégia adequada à promoção de uma aprendizagem ativa, cooperativa, participativa e centrada no desenvolvimento de competências técnicas e transversais e no trabalho autónomo do aluno.

Começa a ser cada vez mais reconhecido que é importante introduzir atividades de engenharia, como projetos em equipa logo nos primeiros anos dos cursos, dessa forma os estudantes podem começar o mais cedo possível a compreender a essência da engenharia (National Academy of Engineering, 2005). Na mesma linha de raciocínio, o relatório da UNESCO (2010) sugere que os primeiros três anos de engenharia deveriam ser considerados como um curso de “pré engenharia” ou “engenheiro em treino”. De acordo com o mesmo relatório, os docentes de engenharia deveriam promover aprendizagem interdisciplinar nos primeiros três anos dos cursos de engenharia e explorar o uso de casos de estudo de sucessos e fracassos da engenharia.

Vários estudos foram publicados sobre a evolução da implementação do processo de Bolonha no Espaço Europeu de Ensino Superior e, em particular, no contexto dos cursos de Engenharia, discutindo os desafios e oportunidades das mudanças políticas, curriculares, pedagógicas e sociais que este movimento originou (Brauer, 2015; Case, 2017; Fátima & Abreu, 2007; Heitmann, 2005; Oliveira et al., 2012; Reinalda & Kulesza, 2019; Veiga, 2012; Veiga & Amaral, 2009).

1.2. Ineficácia dos modelos tradicionais de ensino

Um dos aspetos curiosos do sistema de ensino universitário, em particular nas escolas e faculdades de engenharia, é a forma como é assumido o papel do docente/educador nesse sistema. Em quase todas as profissões há uma formação prévia para que essa profissão possa ser exercida, mas essa regra não se aplica na generalidade dos docentes do ensino superior. Os docentes do ensino superior e em particular os docentes das escolas e faculdades de engenharia devem ser dos poucos profissionais que não são formados para exercerem a sua profissão. Este facto começa desde logo a ser um fator negativo nos modelos tradicionais de ensino/aprendizagem. O que acontece é que os docentes do ensino superior começam por naturalmente experimentar as mesmas metodologias que os seus professores usaram. Na maioria dos casos, replicam modelos muito baseados em aulas expositivas e muito centradas na habilidade do discurso coerente e apresentações claras, inspiradoras e motivadoras. Numa grande parte dos casos, esta habilidade não é fácil de ser conseguida e ter sucesso, especialmente agora com o acesso fácil a informação que está acessível nos telemóveis que os alunos acedem durante as aulas. O docente do ensino superior, que é uma das peças fundamentais no sistema de ensino, começa logo por ter de enfrentar um desafio enorme sem estar munido de um mínimo de ferramentas adequadas para o enfrentar.

As metodologias de ensino/aprendizagem tradicionalmente mais usadas nas escolas de engenharia são centradas em aulas expositivas. Neste tipo de aulas, sobretudo expositivas, normalmente lecionadas por professores com bom desempenho científico, o aluno é um mero expectador que tenta copiar para o papel parte dos conteúdos expostos. Nesta abordagem expositiva e centrada no professor, os alunos sentem enormes dificuldades em manterem-se atentos ao longo de toda a aula.

De acordo com Gibbs & Habeshaw (1992) verifica-se uma redução acentuada da atenção típica das aulas expositivas. Os alunos tendem a acompanhar e compreender a exposição do professor, durante os primeiros cerca de 15 minutos, mas depois disso a atenção declina acentuadamente para valores muito baixos durante o resto da aula. Muitas são as razões que levam os alunos a perderem a atenção na aula sendo as mais típicas o tom monótono da exposição, a pouca oportunidade de participação e interação, ou quando um dos passos da exposição não é bem compreendido. Na parte final da aula, existe um incremento da atenção sendo este facto relatado por um grande número de autores.

Sobre o mesmo assunto, de acordo com MacManaway (1970) cerca de 80% dos alunos afirmam que só conseguem estar atentos numa aula num máximo de 20 a 30 minutos. Nos trabalhos apresentados por Johnston & Calhoun (1969) é sugerido também que os alunos tendem a lembrar menos o que foi falado a meio da aula do que o que lembram do início e do fim. Este facto está em linha com a curva de atenção de Gibbs & Habeshaw (1992). De igual modo, McLeish (1970) sugere que os estudantes assimilam bastante menos depois dos primeiros 15 minutos da aula e que depois dos primeiros 30 minutos não só deixam de assimilar mais nada como até

podem esquecer o que memorizaram anteriormente. O comportamento dos alunos degrada-se ao longo da aula, não apenas na capacidade de prestar atenção mas também se degrada a capacidade de anotar os factos mais relevantes da aula (Lloyd, 1968). Além disso, em muitos casos os alunos perdem o interesse por estas aulas deixando de as frequentar, mesmo sendo estas lecionadas pelos professores com excelente currículo académico.

Os paradigmas tradicionais de ensino/aprendizagem, baseados em aulas expositivas, ainda bastante presentes em grande parte das instituições não servem de forma eficaz as necessidades e as expectativas que as comunidades têm em relação ao ensino superior. Estas metodologias estão associadas à designada aprendizagem passiva uma vez que o aluno assume uma posição passiva no processo de ensino/aprendizagem. Cabe nestes casos ao professor o papel ativo e central no processo. Neste caso é suposto que a aprendizagem do aluno se centre principalmente na assimilação do que é lido, do que é ouvido e do que é visto. Todas estas alternativas pressupõem uma atitude passiva do aluno.

Por outro lado temos abordagens onde o aluno está envolvido no processo de aprendizagem de forma ativa, discutindo, escrevendo e fazendo (Prince, 2004). Nestas abordagens de aprendizagem ativa, a eficácia na assimilação de conhecimento é muito maior. As pessoas recordam com muito mais facilidade o que discutiram, o que escreveram e o que fizeram porque essas atividades requerem mais energia e pressupõem muito mais envolvimento, concentração e dedicação. Além disso, no envolvimento ativo há um conjunto de acontecimentos associados à tarefa central que ajudam a consolidar todo um enquadramento global muito mais sólido e robusto sobre o tema objeto da aprendizagem. A retenção do conhecimento é por estas razões muito mais eficaz e duradouro na aprendizagem ativa do que o conseguido na aprendizagem passiva.

A aprendizagem ativa pode parecer, a um observador menos atento, uma abordagem pouco eficaz por ser lenta. Quando os alunos se envolvem numa qualquer tarefa de aprendizagem ativa, demoram o seu tempo a discutir, a tentar e a errar e, por isso, pode parecer uma desvantagem quando comparando com uma exposição clara levada a cabo em pouco tempo por um professor experiente.

1.3. Importância do desenvolvimento de competências

Felizmente, nem só de aulas expositivas vivem as nossas universidades e escolas. É justo referir que as práticas mais comuns usadas nos sistemas de ensino incluem componentes de aprendizagem ativa. Estas componentes podem ser identificadas em algumas aulas mais orientadas para a prática e em trabalhos em grupo e projetos. Nas aulas mais práticas é frequente que os alunos resolvam exercícios práticos baseados em metodologias, técnicas, regras e/ou procedimentos pré-definidos. Os problemas a serem resolvidos nestas aulas são problemas desenhados para serem resolvidos usando um determinado algoritmo ou técnica. Estes problemas são muito bem definidos, apenas com os dados necessários e com uma solução única e conhecida.

Estas aulas são tipicamente bastante mais frequentadas do que as aulas puramente expositivas, existindo a participação dos alunos e a interatividade. A relação entre aluno e docente é mais conseguida neste tipo de aulas pois a dimensão da turma é menor e é esperado que o docente acompanhe mais de perto e interaja com os alunos durante a resolução dos problemas.

Um dos aspetos negativos deste tipo de prática é que embora os alunos fiquem com a sensação que adquirem competências úteis para a sua profissão, numa grande parte dos casos apenas desenvolveram competências para a resolução de problemas que serão testados nos exames. Numa grande parte dos sistemas de ensino tradicionais, as competências mais valorizadas e avaliadas em testes e exames são tipicamente as competências dos níveis mais baixos da taxonomia de Bloom (1956). Essas competências de níveis mais baixos de uma escala de seis níveis incluem, por exemplo, a capacidade de memorizar factos, procedimentos e descrições; e a capacidade de descrever por outras palavras factos e conceitos; de interpretar e de extrapolar.

Embora as competências de mais baixo nível sejam as mais valorizadas nos sistemas de ensino, especialmente por serem mais fáceis de avaliar objetivamente, não são essas as mais valorizadas pelo mercado de trabalho. Esta é mais uma dimensão da incompatibilidade entre o contexto universitário e o contexto real.

Em muitos casos, um jovem é licenciado ou mestre em engenharia sem nunca ter resolvido um problema real ou desenvolvido um projeto real de engenharia. É depois nas empresas onde iniciam a atividade como engenheiros que adquirem competências associadas às suas profissões supervisionados e orientados por engenheiros mais experientes.

Como pensa um recém-formado engenheiro que se inicia na carreira de professor universitário? Como vê ele a atividade de professor?

É bastante natural que esse jovem docente de engenharia tenha sido um aluno com melhor desempenho académico que a maioria dos seus colegas de curso. Esse jovem docente muito provavelmente pertenceu a uma tipologia de aluno de engenharia que se deu mais ou menos bem com os modelos e práticas de docência a que esteve sujeito. Esse docente favorecerá tendencialmente o estilo de aprendizagem que melhor conhece e com o qual se identifica. Os seus alunos com mais tendências para outros estilos de aprendizagem não conseguirão bons desempenhos.

Não será difícil de aceitar que esse docente, não tendo tido nenhuma formação acerca dos aspetos pedagógicos e modelos de aprendizagem, se veja tentado a copiar as metodologias usadas pelos professores que teve, pelo menos dos que mais admirou, assumindo essas práticas como referência. Se esse jovem professor de engenharia foi formado numa escola de engenharia típica, então teve aulas expositivas monótonas, que grande parte dos seus colegas não assistia por não identificarem nenhuma mais-valia nisso. Este docente frequentemente acaba por aceitar que a falta de interesse dos seus alunos pelas aulas teóricas e expositivas seja algo natural associado

a uma qualquer característica particular da nova geração que não se interessa por nada que seja de facto importante.

Uma importante falha da maioria das escolas de engenharia é que grande parte do seu corpo docente, embora tendo experiência como docentes e investigadores, independentemente do seu mérito, têm pouca ou nenhuma experiência como profissionais de engenharia. Desta forma os estudantes de engenharia acabam por não ter acesso de facto à engenharia real que os espera e que espera deles. Aquelas que são as ênfases dadas pelos docentes podem não ser as ênfases requeridas pelo mercado, e as ferramentas apresentadas e examinadas pelos docentes podem não ser as ferramentas mais necessárias e mais úteis para esses futuros engenheiros. A Figura 1 apresenta um testemunho de um recém-licenciado em engenharia num contexto profissional.

Figura 1

Testemunho de um recém-licenciado em engenharia num contexto profissional.

Como jovem engenheiro industrial numa empresa fornecedora de componentes do ramo automóvel, foi-me dada a tarefa de determinar as quantidades ótimas para compra de aço. Achei uma tarefa simples uma vez que conhecia a fórmula da quantidade económica de encomenda. Para fazer o cálculo apenas precisava de conhecer a procura, o custo de fazer cada encomenda e o custo de posse unitário para o aço. Não foi nada difícil encontrar o valor da procura pelos registos de compras de aço dos últimos anos mas o mesmo não se passou com os outros dados. Quanto ao custo de fazer uma encomenda, dirigi-me à pessoa responsável pelas compras e perguntei-lhe qual era o custo de fazer uma encomenda de aço. Essa pessoa respondeu que não custava nada, era apenas necessário enviar um fax com a encomenda de aço para o fornecedor. Ora, para um custo tão baixo de encomenda, a fórmula dir-me-ia que deveria fazer encomendas muito pequenas de aço. Percebi rapidamente que o fornecedor, sendo de Itália, não me aceitaria encomendas tão pequenas de aço e com alguma frustração entendi que aquela fórmula tão limpa que me resolvia os problemas nos exercícios dos testes na universidade não me estava a resolver o problema que tinha pela frente na empresa.

Mas as aulas expositivas devem desaparecer dos nossos sistemas de ensino? A verdade é que não é bem assim. Uma boa apresentação expositiva no momento certo é extremamente eficaz. Muitos docentes são hábeis comunicadores conseguindo com clareza transmitir uma ideia, um conceito, um facto ou uma técnica. Não podemos apagar este valioso instrumento para a aprendizagem. É importante manter em mente que estes momentos de exposição, em que os alunos assumem um papel passivo, são extremamente eficazes, mas não podem ser o centro do processo de aprendizagem, antes sim mais uma ferramenta disponível para ajudar ao aluno a construir conhecimento e competências.

1.4. Necessidade de um processo de aprendizagem ativa

A aprendizagem ativa é tipicamente definida como sendo todo o tipo de instrução no qual o aluno está ativamente envolvido no processo de aprendizagem, refletindo sobre essa aprendizagem (M. Prince, 2004). Aprendizagem ativa pressupõe algum tipo de ação por parte do aluno que contribua para o desenvolvimento de alguma competência ou habilidade. A aprendizagem ativa é, assim, centrada no aluno, tendo este a responsabilidade de liderar o processo de aprendizagem ao seu próprio ritmo. Na aprendizagem ativa, o aluno tem a oportunidade de desenvolver competências de ordem mais elevada da taxonomia de Bloom como a análise, síntese e avaliação.

A aprendizagem ativa está intimamente relacionada com a aprendizagem colaborativa, sendo esta considerado por Felder and Brent (2006) como um subconjunto da aprendizagem ativa no qual os alunos interagem uns com os outros enquanto aprendem e aplicam os conteúdos. Associado a estas, está também a aprendizagem

cooperativa (forma de aprendizagem colaborativa) onde os alunos trabalham juntos num trabalho estruturado ou projeto em condições onde é assegurada a interdependência positiva, avaliação individual, interação periódica presencial, desenvolvimento e aplicação de competências interpessoais e autoavaliação regular do funcionamento do grupo. Adicionalmente, tem-se ainda a aprendizagem indutiva que consiste em introduzir conteúdos básicos mal a necessidade é estabelecida no contexto de atribuição de uma questão, problema ou projeto com solução aberta. Exemplos são: aprendizagem baseada em problemas e projetos, *guided inquiry*, *discovery learning*, entre outros (Felder & Brent, 2006).

Exige-se, hoje, aos profissionais de engenharia, sólidas competências técnicas interdisciplinares, sobretudo competências de comunicação e de gestão. As mudanças verificadas nos programas dos cursos de engenharia para atender a estas necessidades passam pelo uso de diferentes metodologias de ensino e de aprendizagem. Várias instituições de ensino superior têm adotado a aprendizagem baseada em projetos. Esta abordagem de projeto tem-se revelado eficaz ao estabelecer conexões interdisciplinares entre diferentes áreas de conhecimento, desenvolvendo, paralelamente, competências de gestão de projetos, autonomia e comunicação (Helle et al., 2006; Lima et al., 2007; Powell & Weenk, 2003).

A mudança de métodos de ensino convencionais centrados no professor para métodos de ensino mais centrados no aluno e a convicção de que os alunos constroem significados mais do que “recebem” conhecimentos dos professores, alterou a ênfase dos conteúdos, com implicações óbvias ao nível das práticas de ensino, aprendizagem e avaliação e todos os elementos estruturantes do currículo.

No que se refere aos princípios e pressupostos subjacentes às metodologias centradas na aprendizagem, também referidas por metodologias ativas, estas são um conjunto de estratégias de ensino e de aprendizagem que pressupõem um envolvimento ativo dos estudantes na aquisição de conhecimentos, competências e atitudes, levando-os a “fazer coisas e a pensar acerca das coisas que estão a fazer” (Bonwell & Eison, 1991).

Neste contexto, a aprendizagem é encarada como um processo dinâmico, em que o estudante participa ativamente na análise, compreensão, discussão e reflexão de uma ou várias atividades. É, de facto, o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem aquilo que melhor caracteriza este tipo de estratégias, como refere Prince (Prince, 2004) “*active learning is generally defined as any instructional method that engages students in the learning process. (...) The core elements of active learning are student activity and engagement in the learning process*”.

Dada a diversidade de metodologias de aprendizagem ativas e cooperativas existentes, sobretudo, no contexto do Ensino Superior, destaca-se a aprendizagem cooperativa como estrutura global de aprendizagem, na qual se inserem também outras metodologias, todas com o denominador comum de privilegiarem uma aprendizagem centrada no aluno, no trabalho em equipa e no desenvolvimento de competências (Johnson et al., 2014). As metodologias de aprendizagem cooperativas são claramente fraturantes com a aprendizagem tradicional, de tipo transmissivo e normativo,

assente numa estrutura competitiva. A aprendizagem cooperativa propõe metodologias alternativas de ensino-aprendizagem, baseadas na promoção e no desenvolvimento das competências sociais e na ação individual exercida em estruturas cooperativas no seio de pequenos grupos.

A aprendizagem cooperativa apresenta vantagens consideráveis no que se refere ao desenvolvimento de competências de trabalho em equipa e de relacionamento interpessoal (Felder & Brent, 2001; Johnson et al., 1991; Johnson & Johnson, 1994; Smith et al., 2005; Terenzini et al., 2001). Estas competências são particularmente relevantes no contexto do ensino de Engenharia, de acordo com os critérios de acreditação dos programas de Engenharia (ABET, 2011). Para Johnson e Johnson (1994), cooperar significa trabalhar para alcançar determinados objetivos, procurando-se resultados positivos para cada um e para todos os elementos do grupo. A aprendizagem cooperativa implementa-se utilizando trabalho de grupo em que os alunos trabalham juntos para melhorarem a sua própria aprendizagem e a de todos os elementos do grupo. Esta metodologia permite que os elementos dos grupos cooperativos tenham consciência de um destino comum (*salvamo-nos juntos ou afundamo-nos juntos*), que todos trabalhem para o sucesso do grupo de forma a que todos se esforcem para que se obtenham os melhores resultados (*os teus esforços beneficiam-me e os meus esforços beneficiam-te*), que reconheçam que o desempenho de cada um depende do desempenho de todos (*a união faz a força*), e ainda que juntos podem mais facilmente alcançar aquilo a que se propõem, festejando o sucesso individual e o sucesso coletivo do grupo.

Para que um grupo desenvolva um trabalho cooperativo é imprescindível que se tenham em conta as seguintes características (Fontes & Freixo, 2004), apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1
Características do Trabalho Cooperativo (adaptado de Fontes & Freixo, 2004).

Características	Grupo de Trabalho Cooperativo	Grupo de Trabalho Tradicional
<i>Interdependência</i>	– interdependência positiva	– não ocorre interdependência positiva
<i>Responsabilidade</i>	– responsabilidade individual	– não se assegura a responsabilidade individual
<i>Competências Cooperativas</i>	– aplicação de competências cooperativas	– as competências cooperativas podem ser espontaneamente exercidas
<i>Liderança</i>	– liderança partilhada e partilha de responsabilidades	– a liderança geralmente é feita por um aluno e as responsabilidades não são necessariamente partilhadas
<i>Contributo para o Êxito do Grupo</i>	– contribuição de todos os elementos para o êxito do grupo	– o êxito do grupo, por vezes, depende da contribuição de um ou de alguns dos elementos
<i>Papel do Professor</i>	– observação e <i>feedback</i> por parte do professor ao grupo	– o professor não observa o grupo ou fá-lo de uma forma esporádica. O desenvolvimento do trabalho faz-se normalmente fora da sala de aulas
<i>Avaliação do Grupo</i>	– o grupo avalia o seu funcionamento e propõe objetivos para melhorar.	– o grupo não avalia, de forma sistemática, o seu funcionamento.

A investigação empírica no âmbito da aprendizagem cooperativa tem revelado resultados positivos no que se refere às vantagens deste tipo de metodologia, nomeadamente em relação à melhoria dos resultados académicos dos alunos e também ao desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal (Prince, 2004).

2. Mudanças a nível institucional, curricular e pedagógico

De modo a compreender melhor o modo como esta mudança de paradigma centrado na aprendizagem ativa se desenvolve no contexto das instituições de Ensino Superior, esta secção apresenta um conjunto de reflexões sobre as mudanças exigidas a nível institucional, curricular e pedagógico.

2.1. Contexto institucional, condições e apoios

A mudança de paradigma educativo por parte das instituições de Ensino Superior exige um conjunto de adaptações e de respostas que são fundamentais para o êxito de qualquer iniciativa de melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem e da implementação de projetos de inovação curricular e pedagógica.

O processo de mudança de paradigma de ensino-aprendizagem, em termos mais profundos e a longo prazo, requerem o envolvimento da instituição. A realização de projetos interdisciplinares, por exemplo, pressupõe a interação e o envolvimento de professores de diferentes áreas disciplinares. Esse envolvimento, para ser sustentável e duradouro, deve ter o suporte institucional do ponto de vista da visão e dos objetivos educacionais, dos recursos materiais e humanos e da formação pretendida em Engenharia.

Para além das mudanças ao nível individual, que se centram na mudança do fundamento do curso, alterando objetivos, método de ensino, aprendizagem, avaliação e, ao mesmo tempo, a cultura institucional, vários autores sublinham as mudanças ao nível dos docentes, que exigem a cooperação entre colegas como elemento essencial (de Graaff & Kolmos, 2007; Kolmos, 1996; Kolmos & de Graaff, 2003). Para promover esta colaboração, reconhecida como prática bastante afastada da prática comum de muitos docentes no Ensino Superior, Kolmos e de Graaff (2007) defendem a instituição de uma cultura de interação de dependência mútua que pode ser realizada através de reestruturações organizacionais e mudanças administrativas de vários níveis. Smyth (2003) também salienta a importância da clarificação do conceito que está a mudança e a ligação entre as mudanças e os valores contextuais e os contextos institucionais. Ações de desenvolvimento profissional dos docentes, precisam, por isso, de ter em conta as mudanças de valores subjacentes à mudança da prática.

Apesar da missão das diversas instituições de ensino superior ter em comum a ênfase na melhoria do ensino e aprendizagem e o desenvolvimento de competências técnicas e transversais, as estratégias utilizadas para concretizar tal propósito são diversificadas e, muitas vezes, não incluem uma visão pedagógica que enquadra os processos de ensino e aprendizagem da instituição.

Na Europa, o processo de Bolonha avançou com recomendações em termos da preparação do aluno para a aprendizagem ao longo da vida e o uso de métodos de aprendizagem ativa, e de acordo com o parecer do Conselho Nacional de Educação em Portugal: “a adoção do sistema de ECTS pressupõem uma clara definição prévia dos saberes (conhecimentos, competências e atitudes) que se espera que os formandos adquiram e privilegia metodologias de aprendizagem ativa, cooperativa e participativa, rompendo com o ensino magistral e a mera transmissão de conhecimentos” (Parecer nº 3/2002 do CNE, p. 64).

A implementação destes pressupostos educacionais não significou para a maioria das instituições de ensino Superior, para já, o desenvolvimento de uma visão pedagógica institucional que traduza as exigências da declaração de Bolonha para ideias mais concretas quanto aos processos de ensino e aprendizagem ao nível da sala de aula.

A Universidade de Aalborg, na Dinamarca, constitui um exemplo de um contexto com uma visão pedagógica institucional muito clara no que se refere às abordagens centradas em PBL (Guerra et al., 2017; Kolmos, 1996).

Esta universidade começou com a aprendizagem em problemas e projetos desde a sua fundação nos anos 70 e defende uma abordagem institucional à aprendizagem preparada para os desafios da sociedade e centrada em reformas na sociedade, no mundo laboral e nas ideias pedagógicas inovadoras. Neste caso, e também nos casos das Universidades de Roskilde e de Maastricht, onde se implementou aprendizagem por problemas a partir da sua fundação, a visão pedagógica da universidade é o ponto de partida para a implementação da aprendizagem por projeto como método pedagógico.

No caso de Aalborg, a visão pedagógica institucional é considerada um dos princípios orientadores dos modelos PBL usados na universidade (Erik Graaff & Kolmos, 2007; Kolmos, 1996). Em primeiro lugar, a universidade criou uma estrutura de enquadramento para as abordagens de problema e de projeto, incluindo diretrizes para a criação de cursos, disciplinas e as abordagens pedagógicas a utilizar pelos docentes. Nesta visão educacional, a universidade compromete-se com um conjunto de princípios que incluem a orientação da aprendizagem por problemas e projetos, a integração de teoria e prática, a gestão participativa, o trabalho em equipa e o papel do feedback. Além disso, a Universidade de Aalborg desenvolveu objetivos específicos complementares como as competências de formular problemas, de autorreflexão, de metacognição e de colaboração. A Universidade de Aalborg defende uma implementação em toda a instituição e considera a implementação apenas ao nível das disciplinas como algo redutor, não se enquadrando bem na filosofia de aprendizagem por projeto ou problema. A universidade usa o PBL nos contactos com o exterior, como o governo, o mundo empresarial e entidades sociais e económicas e procura parcerias com estes *stakeholders*.

A visão institucional promovida pela Universidade de Aalborg e de outras instituições que fazem referências explícitas a abordagens de ensino e aprendizagem e que podem ser consideradas implementações de “cima para baixo”, facilitam a implementação e a

permanência de PBL numa instituição, mas não podem ser consideradas como condição *sine qua non*. Também existe a possibilidade de uma implementação de “baixo para cima”, onde a iniciativa de arrancar com projetos interdisciplinares em equipa é tomada pelos docentes, ao nível individual ou em grupo. Neste caso, o suporte institucional não começa com a visão pedagógica institucional, mas é baseado no apoio formal à iniciativa dos docentes. Este apoio pode existir em inclusão das ideias na visão institucional, apoio em termos de infraestrutura e planeamento, apoio para docentes, especialmente em termos de carga horária letiva necessária para o projeto, formação para docentes, apoio específico aos alunos, recursos humanos contratados e apoio em reestruturações curriculares.

2.2. Condições e apoio institucional

Há um conjunto de novas necessidades que, sem o apoio da instituição, tornam o processo numa missão mais complicada. É recomendável obter novos espaços, novos recursos, apoio pedagógico e até algum reconhecimento para suportar os obstáculos inerentes a um processo de mudança do modelo de ensino e aprendizagem.

Em termos de espaços, é fundamental que sejam disponibilizados espaços de projeto para que cada grupo possa montar o seu “quartel-general” e onde passam grande parte do seu tempo levando a cabo o projeto e onde mantém os seus materiais, os seus registos, etc... O acesso alargado aos espaços disponibilizados aos alunos, em termos de horário e autorização institucional, é imprescindível para uma dedicação incondicional das equipas de alunos ao trabalho de projeto. A disponibilidade de espaços para trabalhar em grupo e individualmente é fundamental para a execução do projeto. Com a implementação da Declaração de Bolonha e a mudança para uma aprendizagem mais centrada no aluno, as exigências ao ambiente físico também mudaram, mas nem sempre são consideradas e debatidas com profundidade, embora verifica-se em vários contextos uma preocupação com a facilitação de interação social promovida pela organização do espaço. O espaço pode servir de lugar para encontros potencialmente frutíferos, que são elementos centrais da construção de uma cultura científica (Jamieson et al., 2005). Oblinger (2006) fala, neste contexto, do poder da “pedagogia construída” (p. 1.1) a capacidade do espaço para definir como ensinar e aprender. Powell e Weenk (2003) consideram os espaços atribuídos às equipas essenciais:

“(...) the provision of a team room for each team stimulates and encourages student learning, especially in the first year of project work. We therefore strongly recommend that each student has the use of such a project room.” (Powell & Weenk, 2003, p. 97).

Estes autores recomendam que as equipas tenham acesso ilimitado aos seus espaços, com a responsabilidade de os manter em ordem. Para os docentes que mudam de um ensino tradicional para a aprendizagem por projetos, a mudança é múltipla, incluindo a interdisciplinaridade que exige uma colaboração bastante mais intensa com os colegas, a mudança de papel de docente para tutor, a avaliação de competências

técnicas bem como transversais, a gestão de trabalho em equipa pelos alunos e mudanças ao nível curricular em termos de resultados de aprendizagem específicos para o projeto. Um apoio pedagógico dedicado às questões de mudança docente pode facilitar bastante a transição dos docentes para a aprendizagem por projetos. Este apoio não é incidental, mas estrutural e pode consistir em diversas modalidades. Em primeiro lugar destaca-se a formação para tutores, para quem esta mudança de papel é uma novidade com que nem sempre estão à vontade. A organização de formação para alunos é igualmente relevante, uma vez que precisam de aprender a trabalhar de forma diferente e mudar de uma abordagem individual centrada no conhecimento para uma abordagem em equipa, centrada no desenvolvimento de competências técnicas e transversais.

O acompanhamento pedagógico não se limita a formação e apoios diretos, mas incide também na investigação e na avaliação, sempre com objetivo de melhorar o processo de aprendizagem dos alunos quer ao nível individual, quer ao nível da equipa. A investigação, quando realizada em equipas constituídas por investigadores da área das Ciências da Educação e docentes da Engenharia, pode-se tornar em SoTL (Scholarship of Teaching and Learning) (McKinney, 2007) que é sujeita a revisão por pares e que permita uma validade e reconhecimento mais amplo das abordagens usadas. van Hattum-Janssen e Fernandes (2010) identificaram diferentes campos de investigação relacionados com as experiências de aprendizagem por projeto, entre os quais os papéis dos docentes, o desenvolvimento de competências transversais, a ligação com a indústria, a avaliação da aprendizagem e o empreendedorismo. A colaboração entre docentes e investigadores desta forma obriga a uma reflexão contínua, que garante a atualização dos modelos, pressupostos e práticas da aprendizagem por projeto, salientando a necessidade de investigação em educação em engenharia.

Como o processo pode ser bastante exigente para pessoas inexperientes, se o envolvimento da instituição não se fizer sentir, poderá ser complicado manter a motivação e o empenho dos intervenientes diretos.

“Para o nosso projeto, 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.” (Carvalho & Lima, 2006, p. 1477)

2.3. Mudanças a nível curricular

Ao nível das entidades que garantem e coordenam o curso será necessário que seja dado suporte do ponto de vista conceptual e curricular, de forma que exista uma articulação adequada entre as áreas de conhecimento. Existem muitas variantes de implementação, que vão desde a realização de projetos em todos os semestres do curso à realização apenas em alguns semestres. Do ponto de vista da organização semestral, a interdisciplinaridade pode realizar-se através de um projeto com elevada carga do semestre articulado com poucas disciplinas, ou ser muito fragmentada do ponto de vista curricular e exigir um esforço elevado de interação entre os docentes de um

determinado semestre. Seja qual for o modelo operacional, as entidades responsáveis pelo curso e pelos recursos atribuídos ao curso devem estar por dentro do processo e dar apoio, tanto do ponto de vista curricular como dos recursos disponibilizados.

Na definição de competências técnicas, transversais e específicas para um projeto entra-se na tradução do *ideal curriculum* para o *formal curriculum*, como definido por Goodlad (1979). O currículo ideal diz respeito à filosofia em que se baseia o currículo e representa ideais quanto a valores e intenções. O currículo formal consiste numa transformação dos valores e intenções para documentos concretos como planos curriculares, sebentas, manuais e bibliografia utilizada. Estes documentos referem-se às competências a desenvolver pelos alunos. Goodlad (Goodlad, 1979) ainda distingue o *operational curriculum*, o *perceived curriculum* e o *experiential curriculum*, onde o operacional se refere àquilo que tem lugar na prática e nas outras situações de ensino e aprendizagem como o estudo individual e o trabalho em grupo. O currículo percebido representa a interpretação dos docentes, sendo o currículo experiencial baseado nas experiências dos alunos.

Acreditar numa aprendizagem mais profunda e nos princípios do construtivismo transaccional, da experiência como condição de aprendizagem significativa, como também diz o Kilpatrick no seu ensaio de 1918 sobre projetos de aprendizagem (Kilpatrick, 1918), é o pressuposto para os métodos de ensino e de aprendizagem. Isso implica em primeiro lugar uma aprendizagem ativa em que o aluno age e reage. Existe uma interação entre o aluno e o seu ambiente de aprendizagem. Em termos de valores em que se baseia um currículo ideal, para os docentes pioneiros é importante a interação ser um processo de uma equipa de alunos e um processo onde, ao mesmo tempo, todos os indivíduos têm uma responsabilidade individual para os seus processos de aprendizagem. A construção dos conhecimentos então é e deve ser um processo coletivo, que usufrui dos contributos e as interações entre todos os membros e simultaneamente um compromisso individual de avanço de aprendizagem.

Outro aspeto importante é a ligação à realidade profissional. Para alunos que entram num curso no Ensino Superior não é fácil visionar qual o futuro profissional que os espera depois de concluir o curso. Os planos curriculares dos dois primeiros anos dos cursos de engenharia incidem geralmente nas ciências de base como a Matemática, a Física e a Química, o que não contribui para uma imagem realista do futuro profissional de um engenheiro. A dificuldade em imaginar, de forma realista, a realidade profissional tem, segundo os docentes, uma influência negativa na motivação dos alunos para o curso. Por isso, era importante um método de ensino e aprendizagem que fornecesse algum contato mais realista com as possíveis atividades profissionais. O currículo ideal definido segundo os valores das pessoas que tomaram a iniciativa de implementar PBL resume-se então em objetivos, conteúdos e métodos que refletem interatividade, interdisciplinaridade, responsabilidade, competências transversais e uma ligação mais estreita com a realidade profissional de um engenheiro.

Traduzir este currículo ideal para o currículo formal significa um planeamento cuidadoso pensando nos valores para a implementação de PBL e como as vantagens

deste método podem ser aproveitadas até ao máximo. A organização curricular para projetos é diferente, segundo Morgan (1984). Não é baseado em unidades separadas de conhecimento, mas em unidades de conhecimento agregadas por temas e tópicos que as ligam e conseguem eliminar as fronteiras entre elas. Os temas, problemas ou questões em que um projeto está centrado permite relacionar todas as áreas envolvidas. Kysilka (1998) destaca a importância da integração curricular a explicar que a vida em si também não é separada em áreas diferentes e por isso uma separação disciplinar das experiências de aprendizagem não é indicada. Oportunidades e aprendizagens significativas devem ser as bases do currículo, o que implica uma mudança do papel do professor para alguém que gera ligações entre diferentes áreas disciplinares.

Nas instituições de ensino superior, o planeamento curricular é, muitas vezes, um exercício centrado não tanto no perfil de saída dos alunos mas antes na disponibilidade de docentes ligados a certas áreas disciplinares e o plano geral de um curso mostra bastante representatividade das áreas disponíveis e menos representatividade das competências exigidas pelo mercado de trabalho, dos interesses dos alunos e das necessidades da sociedade em geral de curto e/ou de longo prazo. O plano curricular acaba por ser um conjunto de disciplinas que podem ou não estar interligadas entre si e que responde às exigências de órgãos de acreditação internas e externas. O planeamento curricular para PBL não é possível desta forma e exige uma visão clara do perfil de saída dos alunos em termos das competências técnicas bem como competências transversais. Se a organização de todo o currículo for por projeto, o chamado *project orientation* (Helle et al., 2006), a organização curricular em temas, questões e problemas de menor e maior dimensão exige uma reflexão profunda quanto ao referencial usado para agrupar competências técnicas e transversais. Este agrupamento de temas e a sua sequenciação pode ter como base diferentes conceitos como semelhança dos conteúdos, complementaridade dos conteúdos, problemas profissionais, complexidade crescente, sectores industriais.

2.4. Trabalho pedagógico da equipa docente

A mudança de modelo de ensino e aprendizagem deve estar suportada com a força de vontade e convicção dos docentes relativamente à mais-valia da aprendizagem por projeto, e na motivação e entusiasmo pelo curso. Em conjunto, estes fatores criam as condições iniciais para uma experiência-piloto que pode servir como aprendizagem individual bem como coletiva.

As iniciativas de PBL podem ter início de diversas formas, desde uma mudança institucional profunda ou como resultado da interação entre um grupo de professores descontentes com o funcionamento das aulas, com o envolvimento dos alunos e/ou com os resultados de aprendizagem. Um aspeto fundamental é a necessidade de existir um grupo de professores envolvidos, com vontade e energia para mudar, e com espírito crítico, sejam levados a envolver-se na pesquisa de processos de aprendizagem inovadores. Nas últimas duas décadas, encontra-se uma série de referências

à aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares (PBL) na Educação em Engenharia (Guerra et al., 2017).

Embora as atividades de projeto tenham estado presentes na formação em Engenharia desde sempre, o PBL pretende colocar os alunos a resolver problemas próximos da realidade profissional e ampliar o nível de interdisciplinaridade, o desenvolvimento de competências transversais e a interação entre os alunos. Desta forma, o PBL transporta para o ambiente de aprendizagem a natureza das atividades de Engenharia baseadas no projeto de soluções para problemas reais. Como o modelo PBL tem semelhanças com as atividades de Engenharia e como existe alguma proximidade com atividades que os professores realizaram na sua própria formação e que poderão estar a desenvolver nas suas aulas, eles poderão, de forma natural, envolver-se com o processo de ensino e aprendizagem baseado em projetos interdisciplinares.

O envolvimento dos professores com um novo modelo de ensino-aprendizagem traz a necessidade de desenvolvimento profissional no sentido da aquisição de competências nas áreas da Educação em Engenharia, e em particular do PBL, através de formação e/ou investigação científica. Neste processo de mudança para um novo modelo de ensino-aprendizagem é importante criar uma ou mais equipas de professores com formação que poderão servir para disseminar o conhecimento dentro e fora da instituição garantindo a partilha de experiências e a aprendizagem organizacional. Smyth (2003) descreve a função do desenvolvimento académico nas mudanças pedagógicas nas instituições de Ensino Superior, referindo os valores e conceções dos docentes como parte da cultura institucional, e que deve ser tomada em conta no desenvolvimento académico.

A mudança de modelo de ensino e aprendizagem deve estar sustentada no desenvolvimento profissional dos professores, e será baseado na partilha de experiências, na reflexão dentro da equipa e na formação dos docentes. Esta formação deverá permitir que os docentes desenvolvam novas competências de ensino-aprendizagem em contexto profissional, que é fundamental na área de engenharia em que os docentes não têm formação ao nível pedagógico na sua formação inicial.

“... esta mudança não é possível sem docentes com formação adequada. Essa formação passa por várias vertentes como sejam nos conceitos de aprendizagem baseada em projetos, no trabalho em equipa, na condução de reuniões, em liderança, na gestão de projetos, em novas metodologias de avaliação, nas metodologias de aprendizagem ativa, etc... Pela nossa experiência na implementação deste paradigma de aprendizagem, integrando todo o semestre num único projeto, 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.” (Carvalho & Lima, 2006, p. 1477)

O envolvimento dos professores é fundamental para criar uma equipa docente capaz de pensar o modelo concetual e também um modelo operacional adequado para o contexto da instituição, garantindo desta forma o esforço necessário para o desen-

volvimento do plano de estudos e do modelo de avaliação, e ainda para manter o processo e garantir parcerias externas.

3. *Project-Based Learning* (PBL) – princípios, tipologias e intervenientes

Uma vez criadas as condições para a implementação do PBL, é importante conhecer, de forma detalhada, os princípios e características do PBL, as tipologias de projetos existentes e os diversos intervenientes que participam no processo PBL.

3.1. Princípios e características do PBL

No campo da Educação, o conceito de projeto não é recente, estando a sua origem em William Kilpatrick (1871-1965), a quem se deve o conhecido “método de projeto” (Kilpatrick, 1918). Kilpatrick foi considerado, a seguir a John Dewey (1859-1952), o grande filósofo do movimento educacional e curricular progressista ‘norte-americano’ na primeira metade do séc. XX. Nesta altura, o projeto era definido como sendo uma atividade previamente considerada, cuja intenção dominante tem uma finalidade real e bem definida, finalidade essa que lhe orienta os processos e lhe assegura uma motivação.

Berthelson et al. (1977, citado em de Graaff & Kolmos, 2007, p. 4) apresentam uma definição de PBL e descrevem alguns princípios desta pedagogia baseada em projeto, da seguinte forma:

“a form of teaching in which students – in collaboration with teachers and others – explore and work with a problem in close relation to the social reality in which it exists. This entails that the work is to continually increase perspectives and deepen the awareness that the problem is to be approached from different angles across traditional boundaries, and that the selection of theories, methods and tools is to be based on the chosen problem. The role of the teacher is not only to communicate knowledge, but in particular to act as initiator, inspiration, frame-builder and consultant. The work is to result in a concrete product, be it an oral presentation, a written report or expressed in other media or actions”.

Alguns pressupostos que caracterizam a aprendizagem baseada em projetos são também enunciados por Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006), cuja definição remete para a atualidade do conceito de projeto apresentado por Adderley (1975). Estes autores identificam um conjunto de traços caracterizadores da aprendizagem baseada em projetos, nomeadamente, a resolução de um problema, a capacidade de iniciativa por parte do aluno ou da equipa de alunos, a obtenção de um produto final (ex: relatório, protótipo, modelo de programação), com uma duração mais ou menos longa no tempo e o papel dos professores como facilitadores do processo de ensino e aprendizagem, durante todas as fases do projeto – conceção, desenvolvimento e conclusão.

Estas características da aprendizagem baseada em projetos estão também de acordo com os princípios subjacentes à noção de projeto sublinhada por de Graaff e Kolmos (2007). Estes autores destacam a interdisciplinaridade, o controlo centrado no participante e a função de exemplaridade como princípios fundamentais de um projeto.

“a project is a complex effort that necessitates an analysis of the target (problem analysis) and that must be planned and managed, because of desired changes that are to be carried out in people’s surroundings, organization, knowledge, and attitude to life; it involves a new not previously solved task or problem; it requires resources across traditional organizations and knowledge; it must be completed at a point in time determined in advance”(de Graaff & Kolmos, 2007, p. 4)

Como qualquer outra metodologia, também a aprendizagem baseada em projetos apresenta potencialidades e constrangimentos. No que se refere às suas potencialidades, destacamos a proximidade na relação entre o professor e aluno, o maior envolvimento e motivação dos alunos, a articulação teoria-prática, a aproximação ao contexto real de trabalho e o “aprender, fazendo” (*learning by doing*). Blumenfeld *et al.* (1991) realçam as vantagens da existência de um tema ou problema de partida no sentido em que este “conduz” as atividades do projeto até à obtenção de um produto final que deverá dar resposta a essa mesma questão inicial. No que se refere aos seus constrangimentos, estes encontram-se associados sobretudo ao ceticismo face à predominância de um novo paradigma de aprendizagem, o esforço adicional de preparação e planeamento a que obriga, dada a sua complexidade, o facto de o trabalho em equipa poder comprometer o desempenho individual, a falta de espaços e infraestruturas adequados, a extensão dos conteúdos programáticos, entre outros (Peschges & Reindel, 1998).

3.2. Problem vs Project-based Learning

A aprendizagem baseada em problemas (*Problem-based Learning*) surgiu inicialmente no campo do ensino médico, na Universidade de McMaster, no Canadá, como resposta à falta de preparação e adequação dos currículos do ensino médico face às rápidas transformações no âmbito das tecnologias de informação e comunicação, como confirmam Boud e Feletti (1997, p. 2):

“Medical education (...) was rapidly becoming an ineffective and inhumane way to prepare students, given the explosion in medical information and new technology and rapidly demands of future practice. Medical faculty at McMaster university in Canada introduced the tutorial process, not only as a specific instructional method (Barrows & Tamblyn, 1980) but also as central to their philosophy for structuring an entire curriculum promoting student centred, multidisciplinary education, and lifelong learning in professional practice”.

Na perspetiva de Biggs (2003) a aprendizagem baseada em problemas tem como objetivos principais preparar os alunos para a sua prática profissional, através do desenvolvimento da autonomia do aluno e de competências de autorregulação e

do aumento da motivação e da promoção do trabalho em equipa. Estas constituem, também, algumas das características identificadas por Barrows (1996), para descrever a metodologia de PBL, nomeadamente, a aprendizagem é centrada no aluno; o trabalho é realizado em pequenos grupos, com o apoio de um tutor; o papel do tutor é o de facilitador ou de guia da aprendizagem do aluno; a aprendizagem baseia-se em problemas reais; os problemas encontrados pelos alunos, durante o processo, servem para melhorar a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas; e, por último, o conhecimento é apreendido com base numa autorregulação da aprendizagem pelo aluno (Veiga Simão, 2004).

Com esta metodologia, os alunos são confrontados com um problema aberto, o qual constitui o ponto de partida para a aprendizagem (Duch, 1996). O conhecimento é adquirido através da atividade desenvolvida pelo aluno com vista à compreensão dos princípios subjacentes ao problema e à resolução do mesmo (Engel, 1997). Assim, esta abordagem não nega a importância de aprender os conteúdos, mas não reconhece a utilidade futura do conteúdo memorizado, adquirido em contextos abstratos; antes coloca a ênfase na capacidade de adquirir conhecimento conceptual, à medida que ele é necessário, e de tirar o máximo partido desse conhecimento numa dada situação (Margetson, 1997).

Ao contrário do que se poderia pensar, a aprendizagem baseada na resolução de problemas é uma das estratégias de ensino que mais importância dá aos conhecimentos dos alunos (Ross, 1997), na medida em que a solução de um problema exige a concretização de um processo planificado, com base em conhecimentos prévios, conceptuais e procedimentos, e em novos conhecimentos, identificados como relevantes e necessários para a resolução do referido problema.

Uma das vantagens desta metodologia reside no seu contributo para promover a autonomia dos alunos e também a cooperação e a vida em sociedade. Os problemas, apesar de simulados, têm a ver com o dia-a-dia (Boud & Feletti, 1997) e facilitam a integração de aprendizagens de diferentes disciplinas, na medida em que os conhecimentos a tratar não são selecionados *a priori* mas antes são identificados durante a resolução do problema como necessários para o resolver (Margetson, 1997), independentemente da disciplina a que pertencem.

Frequentemente, os conceitos de *Project-based Learning* e *Problem-based Learning* são entendidos como sinónimos (Kolmos, 1996). Contudo, embora ambas as abordagens de aprendizagem apresentem uma orientação multidisciplinar, com enfoque na autorregulação por parte do aluno e no trabalho cooperativo, diferem entre si nos seguintes aspetos apresentados por Perrenet *et al.* (2000):

- As tarefas no âmbito do projeto são mais próximas da realidade profissional e, portanto, têm um período de duração maior do que a resolução de um problema no contexto da aprendizagem baseada em problemas (que pode durar somente uma única sessão, uma semana ou algumas semanas).

- A aprendizagem baseada em projetos é mais direcionada para a aplicação do conhecimento, enquanto a aprendizagem baseada em problemas é mais direcionada para a aquisição de conhecimentos.
- A aprendizagem baseada em projetos é geralmente suportada por disciplinas ao contrário da aprendizagem baseada em problemas que não o é.
- A gestão de tempo e de recursos pelos alunos, bem como a divisão de tarefas e de papéis no grupo é muito importante na aprendizagem baseada em projetos.
- A autorregulação do estudante é mais desenvolvida no trabalho de projeto, em comparação com a aprendizagem baseada em problemas, uma vez que o processo de aprendizagem é menos orientado pelo próprio problema.

De um modo geral, as principais diferenças entre *Problem-Based Learning* e *Project-Based Learning* poderão explicar-se pelo facto de o primeiro geralmente lidar com problemas de pequena escala, em que o objetivo consiste em resolver um problema, efetuando um diagnóstico, que providencia uma explicação ou interpretação de uma determinada situação. O PBL, por sua vez, vai um pouco mais além disso, lidando com problemas ou projetos de grande escala, em que a atividade dos alunos resulta na construção de um produto (Helle et al., 2006).

“Problem-based learning (PBL) deals with small-scale problems usually relating to a small number of issues within the theme for a trimester; In PBL, the emphasis is on making diagnosis, providing an explanation, or interpreting a situation. (...) Project-led engineering education (PLEE) goes a step further and much wider, and the problems or projects are larger, and the inter-relationship between several different subjects and domains are explored” (Powell & Weenk, 2003, pp. 40-41).

De um modo geral, é possível concluir que em ambas as abordagens o aluno desempenha um papel ativo na sua aprendizagem, sendo o conhecimento dinâmico, multidimensional e construído pelo próprio sujeito. O trabalho é desenvolvido em equipa e de forma cooperativa, com enfoque na responsabilização pessoal pela aprendizagem.

Na campo da Educação, Perrenoud (2001) também realça a importância do trabalho de projeto para a aquisição de competências a partir da escola. Este autor, que se recusa a encarar «o ofício do aluno como uma sucessão de lições magistrais que devem ser escutadas religiosamente e de exercícios que, por sua vez, devem ser efetuados escrupulosamente», defende que um trabalho de projeto, no quadro escolar, pode visar um ou vários dos seguintes objetivos:

- Exercitar a mobilização de saberes e saber-fazer adquiridos, construir competências;
- Dar a perceber as práticas sociais que aumentam o sentido dos saberes e das aprendizagens escolares;
- Descobrir novos saberes, novos mundos, numa perspetiva de sensibilização ou de “motivação”;

- Apresentar obstáculos que não podem ser superados senão à custa de novos saberes, a traçar fora do projeto;
- Provocar novas aprendizagens no próprio quadro do projeto;
- Permitir identificar os conhecimentos adquiridos e as faltas numa perspectiva de autoavaliação e de avaliação de balanço;
- Desenvolver a cooperação e a inteligência coletiva;
- Ajudar cada aluno a ter confiança em si próprio, reforçar a identidade pessoal e coletiva através de uma forma de *empowerment*, da aquisição de um poder de ator;
- Desenvolver a autonomia e a capacidade de fazer escolhas e de as negociar;
- Formar para a conceção e condução de projetos” (Perrenoud, 2001)

No que se refere aos benefícios do trabalho de projeto, Perrenoud (2001) destaca o envolvimento dos estudantes numa experiência autêntica, forte e comum, para nela regressarem de uma forma reflexiva e analítica, estimulando a indagação e a interrogação sobre os saberes e as aprendizagens. Neste sentido, o papel do aluno e do professor são claramente distintos das abordagens clássicas de ensino e aprendizagem.

3.3. Tipologia de Projetos

Apesar de este conjunto de princípios que caracteriza a aprendizagem baseada em projetos de uma forma geral, ela pode, no entanto, na prática, assumir diferentes formas de operacionalização. Nesse sentido, Helle *et al.* (2006) identificaram três abordagens de projeto distintas, nomeadamente, o *project exercise*, o *project component* e o *project oriented*. Estas ideias estão representadas na Figura 2.

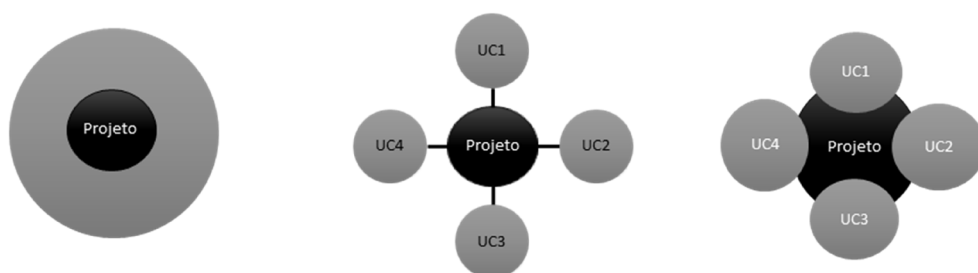


Figura 2
Tipologias de Projeto
(Helle et al., 2006).

A primeira imagem na Figura 2 representa o *project exercise*, onde o objetivo do projeto consiste em levar o aluno a aplicar os conhecimentos já adquiridos em determinada disciplina, num projeto específico. Esta abordagem de projeto representa a forma mais tradicional de aprendizagem baseada em projetos.

O *project component*, por sua vez, é mais abrangente em termos de objetivos e âmbito de atuação, estando o projeto intimamente associado a uma situação real. Nesta conceção de projeto, pretende-se estimular o desenvolvimento de competências de

resolução de problemas e de desenvolvimento da autonomia dos alunos, como confirma Helle et al. (2006):

“In this type of project work, the aims are broader and the scope is larger; the project is more interdisciplinary in nature and often related to “real world” issues; the objectives include developing problem-solving abilities and a capacity for independent work. Often, traditionally taught courses are studied in parallel with the project course”.

A última imagem representada na Figura 2 representa o *project oriented* que se baseia numa lógica de aprendizagem orientada para o projeto a desenvolver e para os problemas a gerir, implicando um acompanhamento sistemático do processo de aprendizagem, dado que é fortemente sustentada pelos conteúdos das unidades curriculares que integram o projeto. Trata-se, portanto, de uma completa filosofia de currículo, como refere Helle et al. (2006):

“This term denotes the entire curriculum philosophy of a programme of study; the projects that students complete form the entire basis of their university education, while instructional teaching is provided only to supplement the requirements of the project topics. The subject material studied is determined by the demands of the project topics, which is in sharp contrast to model 1”.

De seguida, apresenta-se um caso específico desta última abordagem de projeto (*project oriented*), que foi implementada pelo Prof. Peter Powell, na Universidade de Twente, na Holanda. *Project-Led Education* (PLE), como Powell & Weenk (2003) o definem, enfatiza o trabalho em equipa, a resolução de problemas e a articulação teoria/prática, através da realização de um projeto que culmina com a apresentação de uma solução/produto a partir de uma situação real, articulada com o futuro contexto profissional. Estes autores definem o PLE da seguinte forma:

“Project-led education focuses on team-based student activity related to learning and to solving large-scale open-ended projects. Each project is usually supported by several theory based lecture courses linked by a theme that labels a curriculum unit. A team of students tackles the project, provides a solution, and delivers by an agreed delivery time (deadline) a “team product”, such as a prototype and a team report. Students show what they have learned by discussing with staff the ‘team product’ and reflecting on how they achieved it” (Powell & Weenk, 2003, p. 28).

Deste modo, o PLE apresenta como principais objetivos promover a aprendizagem centrada no aluno, fomentar o trabalho em equipa, desenvolver o espírito de iniciativa e a criatividade, desenvolver competências de comunicação, desenvolver o pensamento crítico e, por último, relacionar conteúdos disciplinares (Lima et al., 2007; Lourenço, Guedes, Filipe, Almeida, & Alfredo, 2007; Powell, 1999).

A aprendizagem baseada em projetos constitui, assim, uma estratégia importante para a aquisição de competências interdisciplinares, permitindo a integração dos

vários conteúdos das unidades curriculares que participam no projeto, evitando-se, assim, a compartimentação do saber decorrente da divisão dos conteúdos em unidades curriculares, visto que os alunos aprendem através de projetos colaborativos.

“A metodologia de aprendizagem por projeto está relacionada com uma visão interdisciplinar e mesmo transdisciplinar do saber. O facto de se centrar na resolução de problemas introduz uma dinâmica de integração e síntese entre a teoria e prática, adequando-a à identificação de problemas pertinentes e à construção de soluções ajustadas” (Lourenço et al., 2007).

3.4. Intervenientes no Processo

Uma das características fundamentais da aprendizagem numa perspetiva construtivista consiste no papel do aluno em “aprender a aprender”. O aluno desempenha um papel importante na construção do próprio conhecimento, pois verifica aquilo que sabe e o que não sabe e, perante isso, vai em busca de nova informação. A construção do saber só é possível mediante a existência de uma interação mútua e interdependente entre o aluno e o objeto a ser aprendido. A postura do aluno neste processo amplia os seus horizontes, tornando-o mais independente e autónomo face às situações quotidianas que vivencia, estimulando-o a encontrar novos caminhos que possibilitem o seu (auto)desenvolvimento.

O trabalho cooperativo, realizado entre pares, assume uma dimensão fundamental na aprendizagem dos alunos, contribuindo para uma maior motivação e partilha de saberes entre os alunos. Além disso, esta competência tem sido cada vez mais reconhecida e valorizada por parte dos profissionais empregadores, apesar de reconhecerem que as universidades nem sempre formam diplomados com um domínio desejável deste tipo de competências. De facto, a literatura reconhece algumas destas fragilidades ao nível da formação inicial dos alunos, sendo o contexto do ensino de Engenharia um exemplo disso:

“Today’s engineering graduates need to have strong communication and teamwork skills, but they don’t. They need to have a broader perspective of the issues that concern their profession such as social, environmental and economic issues, but they haven’t. Finally, they are graduating with good knowledge of fundamental engineering science and computer literacy, but they don’t know how to apply that in practice”(Mills & Treagust, 2003, p. 3).

Outros autores, como Prince (2004), Lang, Cruise, McVey & McMasters (1999), Mills & Treagust (2003), e Cabral-Cardoso, Estevão, & Silva (2006), Fernandes (2011), Mesquita (2016), no contexto do ensino de Engenharia, têm dado conta da importância atribuída pelos empregadores ao trabalho em equipa, sendo as aulas ditas tradicionais consideradas completamente ineficazes para favorecer o desenvolvimento das competências de trabalho em equipa dos alunos.

Além disso, as potencialidades do trabalho em equipa para o sucesso da aprendizagem são múltiplas e variadas (R. T. Johnson & Johnson, 1994; Topping, 1996). Os ambientes de aprendizagem que estimulam a interação aluno-aluno permitem ao aluno conhecer melhor as suas próprias interpretações, através do confronto com as perspetivas dos outros (Biggs, 2003). Estas estratégias apresentam resultados muito positivos ao nível da motivação dos alunos, uma vez que *«interacting with peers is more interesting than listening to lectures»*, e também ao nível do desenvolvimento de competências metacognitivas *«meta-cognitive aspects are sharpened because students readily identify with each other's learning in a way they do not with top-down teacher-directed learning»* (Biggs, 2003).

Com efeito, a necessidade de formar diplomados com competências relevantes para os desafios profissionais do futuro, tendo em conta as exigências no âmbito do processo de Bolonha, tornam também imperativo uma mudança no papel do docente universitário. Isto requer não só uma atualizada preparação científica dos docentes, mas também uma formação pedagógica adequada, o que implica que os professores vão além da sua área de saber. Como refere Laurillard (1993, p. 3)

«teachers need to know more than just their subject. They need to know the ways it can come to be understood, the ways it can be misunderstood, what counts as understanding: they need to know how individuals experience the subject».

Deste modo, a necessidade de adequar a formação dos diplomados à nova realidade profissional, que lhes exigirá, mais do que conhecimentos e/ou valências técnicas específicas, capacidades de trabalho em equipa, de pensar criticamente, de resolver problemas, entre outras, a par da crescente falta de interesse e motivação dos alunos pelos conteúdos, implicam uma outra postura por parte dos docentes de forma a que estes sejam capazes de estimular o envolvimento e a participação ativa dos alunos no seu próprio processo de aprendizagem.

É importante criar condições adequadas para que os professores sejam capazes de refletir sobre a sua prática pedagógica, exercício este que se revela essencial para uma mudança nas conceções e teorias de ensino e para uma adequação dos seus métodos e estratégias de ensino.

Neste sentido, a formação pedagógica dos docentes revela-se uma estratégia fundamental para um ensino de qualidade. Contrariamente à crença de que um docente universitário, para ter qualidade profissional, tem de nascer com dom para ensinar ou limitar-se a ser professor pelo método do ensaio-erro (Eisenhart et al., 1991), os caminhos para uma docência de qualidade passam por aprender em contextos de trabalho (Mettetal, 2001). Alguns aspetos essenciais a debater neste âmbito passam, por uma maior compreensão ao nível dos processos pelos quais os adultos aprendem, os aspetos relevantes na preparação de um curso, a gestão das experiências presenciais com os alunos de forma a criar ambientes de aprendizagem ricos e estimulantes, o que constitui uma boa avaliação e como realizá-la, e, por último, a que

aspetos atender no final do ano letivo de forma a potenciar a aprendizagem posterior dos alunos (Bain, 2004).

Promover uma aprendizagem mais autónoma dos alunos, tal como o paradigma de Bolonha pressupõe, implica também considerar o papel do professor como um mediador no processo de ensino e aprendizagem. O processo de tutoria constitui um claro exemplo desse processo de mediação entre o aluno e o processo de aprendizagem.

Na próxima secção, desenvolvemos o tema das tutorias, as quais podem assumir vários enfoques em função dos propósitos e contextos em que são desenvolvidas. Para o nosso estudo em particular, destacamos o caso das tutorias no contexto do ensino superior.

3.5. Monitorização e avaliação das aprendizagens

No que diz respeito à monitorização e avaliação das aprendizagens dos estudantes, esta é assegurada sobretudo através dos processos de tutoria e de um conjunto de estratégias de avaliação, que contribuem para apoiar a monitorização e avaliação das aprendizagens no processo PBL.

3.5.1. Processo de tutoria

As mudanças ao nível das metodologias de ensino implicam perspetivar o trabalho dos docentes de outro modo e encontrar formas de aumentar o apoio e orientação dos estudantes. Neste quadro, as tutorias, embora não sendo práticas recentes, sendo sobretudo utilizadas na Inglaterra e nos EUA, assumem um espaço importante no percurso formativo dos estudantes. Zabalza (2007) sublinha que a competência tutorial constitui uma dimensão substantiva do perfil profissional do docente universitário.

A ação tutorial pode assumir vários enfoques em função dos propósitos e contextos em que é desenvolvida, desde a tutoria formativa e académica, docente e curricular, administrativa, personalizada, inter pares, etc. (Flores et al., 2012; Zabalza, 2007).

As múltiplas possibilidades, que as diversas modalidades de tutoria apresentam, podem responder às necessidades sentidas de criar e incrementar entre os professores e os alunos da universidade a cultura da orientação e tutoria. Mas não basta a mera declaração de intenções. O professor universitário tutor converte-se no professor de referência do grupo de alunos que vai acompanhar. O professor universitário tutor tutela a formação, tanto humana como científica, de um estudante em concreto, e também acompanha todo o seu processo de aprendizagem, o que vai permitir que ele perceba os seus pontos fracos e fortes. Pode-se, assim, estabelecer uma série de objetivos para a ação tutorial, nomeadamente orientar o aluno no conhecimento da universidade para uma maior integração no novo contexto universitário, informar o aluno sobre questões académicas e/ou profissionais, fomentar a participação do

aluno nos diferentes âmbitos da vida universitária, refletir sobre o desenvolvimento acadêmico e pessoal do aluno e valorar a necessidade de apoio tutorial como instrumento de conhecimento e reflexão no processo de formação universitária (Simão et al., 2008).

A ênfase concedida a cada uma destas dimensões remete para distintos modelos de tutoria. A este respeito, Carrasco Embuena e Lapeña Pérez (2005) afirmam que é possível encontrar nas diferentes concepções de tutoria universitária um conjunto de características comuns, que podem ser sintetizadas da seguinte maneira: a) a tutoria é uma ação de orientação que visa promover e facilitar o desenvolvimento integral dos estudantes, nas suas dimensões intelectual, afetiva, pessoal e social; b) a tutoria é uma tarefa docente que personaliza a educação universitária mediante um acompanhamento individualizado, que facilita aos estudantes a construção e o amadurecimento dos seus conhecimentos e atitudes, ajudando-os na planificação e no desenvolvimento do itinerário académico; c) a tutoria é uma ação que permite a integração ativa e a preparação do estudante na instituição universitária, canalizando e dinamizando as suas relações com os diferentes serviços (administrativos, docentes, organizativos, etc.), garantindo o uso adequado e a rendibilidade dos diferentes recursos que a instituição proporciona.

De um modo geral, trata-se de uma ação que visa orientar, apoiar e acompanhar o estudante no seu percurso formativo e académico, bem como proporcionar a sua integração no mundo universitário, estimulando o seu desenvolvimento. A este propósito, Lapeña Pérez, Sauleda Parés, & Martínez Ruiz (2011) salientam que as tutorias exigem uma formação centrada no estudante, novos papéis para os docentes e diferentes metodologias de trabalho. Para estes autores, de entre os pontos fortes da ação tutorial, são de destacar o fomento da dimensão colaborativa, a melhoria da aprendizagem dos alunos, o aumento da interação professor-aluno e a promoção da reflexão por parte dos participantes. Por seu turno, como aspetos mais débeis surgem, entre outros, a falta de formação dos tutores e o entendimento erróneo da função tutorial (sendo encarada como sinónimo de transmissão de informação e resposta a dúvidas/questões). Assim, existem também alguns desafios a ter em conta na operacionalização das tutorias nomeadamente no que diz respeito à clarificação do modelo de tutoria que se quer implementar, às competências e funções do tutor, à sua formação e desenvolvimento profissional e à avaliação das tutorias.

No contexto português (Flores et al., 2012) são conhecidas algumas experiências de tutoria, as quais sugerem que as suas principais vantagens prendem-se com o facto de colocar o estudante no centro do processo formativo, potenciando a relação professor-aluno e de contribuir para a redução do insucesso e abandono escolar. Veiga Simão, Caetano & Freire (2009) apresentam uma clarificação dos entendimentos da ação tutorial no quadro do ensino superior e a análise de algumas práticas existentes nacional e internacionalmente.

3.5.2. Processo de avaliação

As mudanças curriculares e pedagógicas motivadas pelo processo de Bolonha apontam para uma “nova” conceção da aprendizagem e da avaliação, em que esta não se limite a avaliar o produto e os seus resultados mas que também considere o próprio processo de aprendizagem do aluno, tornando-o um elemento ativo e responsável na sua aprendizagem. Esta concetualização tem, também, implicações ao nível da formação docente e das exigências didáticas que acarreta em termos da sua implementação na sala de aula, colocando-se novos desafios aos professores, que devem encontrar estratégias de ensino e aprendizagem que possibilitem e estimulem formas diferentes de aprender. De facto, não basta encontrar formas novas e diferentes de aprender, que visem produzir aprendizagens mais significativas. É também preciso encontrar formas “atrevidas e inéditas de avaliar que estejam em consonância com as ideias de que se parte e que, além do mais, satisfaçam as exigências que a qualidade significativa da atividade de aprender acarreta, se é que, realmente pretendemos manter viva, para além das palavras, a intenção de produzir novas formas de aprender” (Alvarez, 2001, p. 41).

Falar em avaliação implica responder a um conjunto de questões de natureza prática e técnica, nomeadamente, o que se avalia? como se avalia? quem avalia? quando se avalia? para que é que se avalia? A resposta às seguintes questões incluirá a discussão sobre o(s) objeto(s) de avaliação, os instrumentos de avaliação, os intervenientes na avaliação, os momentos de avaliação e, por último, as finalidades da avaliação (Figura 3).

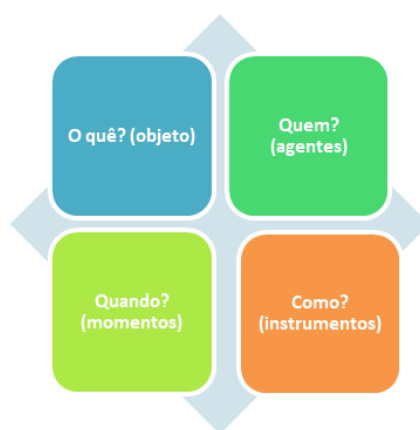


Figura 3
Questões práticas na
Avaliação.

3.5.2.1. O quê?

Na metodologia de projeto, a avaliação do aluno engloba duas componentes: a avaliação do produto e a avaliação do processo. Trata-se, por um lado, da avaliação das competências *técnicas*, isto é, associadas aos conhecimentos das diferentes áreas disciplinares do programa de estudos, e, por outro lado, da avaliação das competências *transversais*, fruto do desenvolvimento de um projeto em equipa.

3.5.2.2. Quem avalia?

Na avaliação, todos participam de forma diferente: os docentes, tutores e alunos. Os docentes participam na avaliação sumativa das principais componentes do projeto, isto é, na avaliação das apresentações de grupo, dos relatórios intermédio e final, do teste do projeto, dos protótipos desenvolvidos, além de todas as tarefas e atividades de avaliação relacionadas com a avaliação da sua própria unidade curricular. O resultado desta avaliação resulta na atribuição de uma classificação ao grupo, com base numa grelha com critérios previamente definidos e partilhados pelos docentes intervenientes na avaliação.

Os tutores desempenham um papel fundamental na avaliação do processo e não tanto no produto (Alves, Moreira, Leão, & Teixeira, 2017; Simão et al., 2008), embora também possam participar na avaliação e classificação das apresentações e dos relatórios do grupo, se a equipa docente assim o entender. Uma vez que o tutor poderá não ser um docente de uma das unidades curriculares envolvidas no projeto, logo sem compromisso com a avaliação das competências técnicas das UCs, a sua participação na avaliação dos relatórios dos alunos está centrada apenas na avaliação dos critérios que dizem respeito aos aspetos formais do relatório, como a formatação e apresentação gráfica e o respeito pelas regras de referência bibliográfica.

Os alunos têm uma participação ativa quer na avaliação do projeto, quer na avaliação do grupo. Durante o semestre, são promovidos momentos de reflexão e de autoavaliação sobre o progresso do projeto, que se traduzem quer na participação dos alunos na avaliação das apresentações dos outros grupos, embora esta avaliação seja apenas de carácter formativo e se revista de comentários críticos e construtivos sobre o conteúdo e a forma da apresentação realizada (Fernandes, Flores, & Lima, 2012), quer no estabelecimento de um momento de balanço, umas semanas antes da entrega do relatório preliminar, em que os alunos se devem situar face aos objetivos do projeto. Os alunos poderão participar, também, na avaliação do relatório de outros grupos (*peer assessment*), fornecendo feedback face a um conjunto de aspetos técnicos relacionados com as UCs e também atribuem uma classificação global ao relatório (Fernandes, Mesquita, & Lima, 2009; Uebe-Mansur & Alves, 2018).

3.5.2.3. Quando avaliar?

A monitorização e avaliação do processo é assegurada com base na articulação e integração de dois tipos de estratégias: por um lado, um conjunto de *milestones* que visam conhecer o progresso dos projetos em determinados momentos específicos, e por outro lado, um conjunto de instrumentos centrados na avaliação do funcionamento do grupo, em termos da sua dinâmica interna, autoavaliação do aluno e avaliação dos pares.

Dada a liberdade e autonomia que é concedida aos alunos para decidirem o rumo que pretendem dar ao seu projeto, a equipa de coordenação incluiu vários *milestones* ou pontos de controlo onde os grupos fazem apresentações sobre o estado do

projeto e onde os docentes e membros dos outros grupos fazem comentários e dão sugestões. Estes *milestones* ocorrem em diferentes momentos durante o projeto e desempenham funções que vão desde diagnosticar, acompanhar e regular, e por último, exercendo a função sumativa de classificar e certificar os resultados dos alunos no projeto (Tabela 2).

Tabela 2

Milestones do Projeto – Momentos, Modalidades e Funções da Avaliação.

Momento	Modalidade	Função	<i>Milestones</i> / Atividades de Avaliação
Início	Avaliação Diagnóstica	Diagnosticar	– Sessão de Formação sobre Trabalho em Equipa – Miniprojeto – Autoavaliação – Avaliação de Grupo – Avaliação dos Pares
Final	Avaliação Sumativa	Classificar Certificar	– Relatório Final Preliminar – Relatório Final – Apresentação e Discussão Final – Avaliação dos Protótipos – Teste escrito sobre o Projeto

Para além da função formativa e reguladora que os *milestones* do projeto desempenham, estes constituem, igualmente, uma oportunidade adequada para a avaliação de competências dos alunos, não só as disciplinares mas sobretudo as de natureza transversal. Por exemplo, a concretização do Mini-Projeto, as apresentações formais à turma, as reuniões de tutorial, a construção do Protótipo em *Legos*, são alguns dos momentos-chave em que é possível aos alunos evidenciarem as suas capacidades de comunicação, organização, liderança, iniciativa, criatividade, entre outras. De facto, não podemos falar de trabalho de projeto ou de aprendizagem ativa sem falar na mobilização de competências e na autonomia do aluno e participação. Durante a realização do projeto, os alunos procuram dar resposta a um tema que é complexo e que os obriga a mobilizar uma série de competências (van Hattum-Janssen, Vasconcelos, & Pacheco, 2007), quer ao nível da investigação e pesquisa de informação, quer em termos da organização do trabalho em equipa e da própria gestão do projeto, que exige o cumprimento de prazos de entrega e a apresentação de tarefas de uma forma bastante regular e sistemática durante o semestre. Neste sentido, os *milestones*, enquanto momentos de avaliação, permitem tornar estas competências explícitas e observáveis, de modo a poderem ser avaliadas pela equipa de docentes. Estes momentos contribuem, ainda, para a melhoria dos processos e resultados de aprendizagem dos alunos, permitindo compreender as dificuldades encontradas e fornecendo apoio na identificação de estratégias de superação dos problemas diagnosticados.

Contudo, seria uma perspetiva muito limitada considerar apenas os docentes como intervenientes no processo de avaliação das competências dos alunos. Desse modo, foi desenvolvido um conjunto de instrumentos de apoio à monitorização e avaliação do processo de aprendizagem, que estimulam os processos de reflexão e autoavaliação dos alunos, numa perspetiva de autorregulação da aprendizagem (Tabela 3).

Instrumento	Objetivo	Exemplos de algumas questões
Grelha de Autoavaliação do Desempenho (Semana 5, 10, 15, 20)	Avaliar o desempenho individual do aluno ao nível do desenvolvimento do projeto.	– Como avalio o meu desempenho no grupo? Porquê? – Quais são os meus pontos fortes e as áreas em que preciso de melhorar? – Qual foi o meu principal contributo para o desenvolvimento do projeto? – Que aprendizagens adquiri com o grupo? – O que é que o grupo aprendeu comigo?
Grelha de Coavaliação da Dinâmica do Grupo (Semana 5, 10, 15, 20)	Avaliar, através de uma reflexão coletiva, o funcionamento e a dinâmica do grupo durante as últimas semanas.	– O que está bem no grupo? – O que não está bem no grupo? – O que fazer para melhorar?
Avaliação pelos Pares (Peer Assessment) (Semana 5, 10, 15, 20)	Avaliar o desempenho de cada um dos elementos do grupo, com base na perceção dos restantes elementos, tendo em conta um conjunto de critérios previamente definidos.	Critérios de Avaliação dos Pares: (escala 1 a 10) – Presença nas reuniões – Nível de esforço/dedicação no trabalho – Sugestões de soluções – Contributos originais – Relacionamento interpessoal – Cumprimento de prazos

Tabela 3
Instrumentos de Monitorização e Avaliação do Processo de Ensino e Aprendizagem.

Pretende-se levar os alunos a tomar consciência das suas dificuldades e limitações, mas sobretudo identificar estratégias de superação e de (re)orientação do seu percurso formativo. O papel dos membros do grupo e do tutor são fundamentais para apoiar o aluno neste processo. Segundo Powell (2004), o tutor deverá desempenhar uma dupla função de orientar o grupo não só em termos do conteúdo do projeto mas sobretudo contribuindo também para estimular processos de reflexão nos alunos sobre o funcionamento interno do grupo. Contudo, o papel do tutor não deverá ser o de fornecer respostas mas antes lançar pistas para que o próprio grupo encontre a solução mais adequada para os problemas com que se defronta: *“the tutor role is as facilitator on the process of running the project and on the content of the project. The tutor does not usually ‘give answers on how to solve the problem’ but suggests strategies so that the students can progress their work”* (Powell, 2004, p. 222).

3.5.2.4. Como avaliar?

No que diz respeito à avaliação do **produto**, os elementos de avaliação são avaliadas de forma sumativa, resultando numa classificação para o aluno. A avaliação do produto inclui, ainda, as atividades de avaliação relacionadas com cada UC que integra o projeto e cujo peso na classificação final do aluno pode ser variável, face ao peso do projeto.

A avaliação do **processo** revela o papel de regulação e de acompanhamento que a avaliação formativa desempenha neste processo. Trata-se de monitorizar o trabalho desenvolvido pelos grupos de alunos, durante o projeto, através de instrumentos que permitem identificar, avaliar e melhorar o desenvolvimento das competências

técnicas e também transversais dos alunos. Neste sentido, o papel do *feedback* é fundamental para uma aprendizagem significativa dos alunos.

Sabe-se que o sucesso de um projeto depende não só do empenho individual de cada elemento mas também da sua capacidade de funcionar enquanto equipa de trabalho, empreendendo um verdadeiro trabalho cooperativo. Nesse sentido, o recurso a processos de *autoavaliação* e *coavaliação da dinâmica de grupo*, através de instrumentos como questionários ou grelhas de observação, são fundamentais para monitorizar o funcionamento do grupo e conduzir a uma melhoria do desempenho individual de cada elemento. É também importante que o próprio aluno se consciencialize das suas capacidades, pontos fortes e limitações, que só será possível mediante um processo de autoavaliação e autorreflexão. Segundo Le Boterf, “o aluno competente não é somente aquele que sabe agir com competência, é também aquele que sabe descrever porquê e como age de uma certa maneira para ter êxito. A reflexividade é essencial na construção de competências, o retorno sobre si próprio é necessário para reativar e explicitar os recursos (saberes, saber-fazer, etc.), aos quais se faz apelo, que foram combinados e mobilizados. Quanto mais capaz for de explicitar os seus esquemas operatórios, melhor poderá adaptá-los, transferi-los, fazer com que evoluam” (Le Boterf, 2005, p. 69).

De facto, verificamos que a simples identificação de problemas não fornece os meios para evoluir. Um processo de avaliação só tem interesse se permitir ao indivíduo conhecer melhor as suas estratégias de ação e melhorá-las. Este é, de facto, o principal objetivo desta avaliação processual: conhecer para melhorar.

3.6. Em síntese... como implementar PBL?

Cinco aspetos a considerar:

#1 – Escolher um TEMA/PROBLEMA, que permita:

- ✓ Incentivar a procura de soluções criativas para os problemas
- ✓ Motivar os alunos e desenvolver o seu espírito crítico
- ✓ Identificar o contributo de cada disciplina/unidade curricular para o projeto
- ✓ Fomentar a relevância dos conteúdos para a aprendizagem dos alunos
- ✓ Articular a teoria e a prática na resolução de um problema/situação
- ✓ Promover a aproximação com a futura realidade profissional

#2 – Criar a EQUIPA de professores, levando-os a repensar o seu papel no sentido de:

- ✓ Rever as estratégias de ensino e métodos de avaliação
- ✓ Centrar a aprendizagem no estudante e no desenvolvimento da sua autonomia
- ✓ Assumir o papel de facilitador do processo de aprendizagem dos alunos
- ✓ Promover o envolvimento e a participação ativa dos alunos nas atividades
- ✓ Colaborar com os seus pares, num espírito de partilha e de trabalho em equipa
- ✓ Implicar os alunos nos processos de decisão sobre a avaliação

#3 – Criar as EQUIPAS de alunos, considerando a necessidade de:

- ✓ Constituir equipas heterogéneas (género, idade, formação prévia, etc.)
- ✓ Adequar o número de equipas às condições do contexto (ex: n.º de vagas do curso, existência de salas de projeto, tutores disponíveis, etc.)
- ✓ Promover a formação e desenvolvimento de competências socio-comportamentais (liderança, comunicação, trabalho em equipa, gestão de conflitos, etc.)
- ✓ Definir diferentes papéis no grupo e estratégias de gestão de equipas de projetos
- ✓ Discutir o desempenho da equipa ao longo do semestre (ex: avaliação entre pares)

#4 – Monitorizar e avaliar o PROCESSO, através da criação de oportunidades para:

- ✓ Proporcionar feedback regular e útil aos alunos
- ✓ Dar orientações sobre o que é esperado nos vários *milestones* do projeto
- ✓ Definir momentos de avaliação formativa (apresentações, reuniões tutoriais, etc.)
- ✓ Analisar o progresso das equipas e (re)orientar os próximos passos
- ✓ Promover a autorregulação e autoavaliação da aprendizagem pelos alunos

#5 – Avaliar o PRODUTO, com base em critérios que visem:

- ✓ Assegurar a transparência do processo de avaliação
- ✓ Promover o envolvimento de todos os intervenientes no processo avaliativo
- ✓ Criar oportunidades para a melhoria da aprendizagem dos alunos
- ✓ Capacitar os alunos a pensar criticamente sobre problemas reais e complexos
- ✓ Problematicar os resultados numa perspetiva interdisciplinar
- ✓ Promover a melhoria contínua

Parte II – Planejamento e implementação de PBL no MIEGI11

A segunda parte deste livro descreve, de forma detalhada, o planeamento e implementação de PBL no caso concreto do contexto do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial do primeiro ano, primeiro semestre (MIEGI11), da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, estando organizada em seis capítulos. O capítulo 4 apresenta uma breve caracterização do contexto MIEGI11, seguindo-se um conjunto de cinco capítulos que correspondem a cada uma das cinco fases do ciclo de vida de um projeto. Neste sentido, o capítulo 5 explora a primeira fase referente à etapa da preparação. O capítulo 6 descreve a segunda fase que diz respeito à etapa da definição. O capítulo 7 aborda a terceira fase que corresponde à etapa do arranque. O capítulo 8 analisa a quarta fase que diz respeito à etapa da execução do projeto. O capítulo 9 apresenta a etapa da conclusão, quinta e última fase.

4. Caracterização do contexto MIEGI11

Como já foi referido, o contexto onde decorre o PBL descrito neste livro é o do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), da Escola de Engenharia da Universidade do Minho. O PBL decorre no 1.º semestre do 1.º ano do plano de estudos do curso de MIEGI, tendo por isso a sigla de MIEGI11. No momento da escrita deste livro, o PBL neste semestre e ano específico conta já com 16 edições. De seguida, é apresentada uma descrição sumária do curso e das suas saídas profissionais.

4.1. Breve descrição do curso

A Engenharia e Gestão Industrial desenvolve a sua atividade direcionada para a racionalização da utilização de recursos (máquinas, sistemas de transporte, ferramentas, recursos informáticos, pessoas, espaço, recursos financeiros, etc.) em empresas industriais e de serviços com o objetivo de melhorar o seu desempenho global. O objetivo do Curso é formar quadros com conhecimentos técnicos e científicos capazes de garantir um desempenho competitivo para os sistemas produtivos das empresas onde forem inseridos. Proporciona a aquisição de competências específicas que permitem aplicar os métodos de engenharia e os princípios científicos de gestão aos sistemas produtivos de bens e serviços, visando conseguir a mais eficaz integração e coordenação dos processos {de gestão} da empresa, utilizando os diferentes tipos de recursos humanos, materiais, técnicos, económicos e informacionais.

4.1.1. Saídas profissionais

Um(a) profissional desta área desempenha funções de Engenharia e Gestão Industrial que cobrem toda a gama de empresas industriais (calçado, têxtil, metalomecânica, automóvel, eletrónica, etc.) e de serviços (bancos, supermercados, seguradoras, hospitais, etc.) das pequenas e médias empresas (PME) às grandes empresas. A lista que não é exaustiva inclui os campos de atuação:

- Projeto/organização de Sistemas de produção
- Planeamento/Programação da Produção
- Planeamento das Necessidades de Materiais (MRP)
- Paradigmas de produção, e.g. produção Lean
- Gestão de Inventários
- Logística e Distribuição
- Estudo de Implantações (Layout)
- Gestão de Projetos
- Garantia da Qualidade
- Otimização Industrial
- Marketing
- Avaliação e Gestão de Investimentos
- Ergonomia, Higiene e Segurança Industriais
- Manutenção Industrial

- Projeto Assistido por Computador
- Fabrico Assistido por Computador
- Produção Integrada por Computador
- Inovação Tecnológica
- Planeamento de processos

4.1.2. Reestruturação do curso

O MIEGI passou por várias fases de reestruturação mas foi sempre um curso de cinco anos, divididos em 10 semestres. O PBL foi implementado pela primeira vez no ano letivo 2004/05 no primeiro ano numa estrutura curricular ainda tradicional, i.e., sem a UC de Projeto Integrado que foi apenas incluída em 2012/13 no primeiro ano, primeiro semestre (Alves et al., 2014; Lima, Carvalho, Flores, & Van Hattum-Janssen, 2007). Nesta altura, formalizaram-se ainda mais dois processos PBL em dois semestres distintos: no sétimo e no oitavo semestres.

No MIEGI, o PBL pode incluir as várias unidades curriculares do semestre ou não, envolvendo os professores, os estudantes e também salas de projeto e outros recursos. O curso inclui ainda projetos em algumas unidades curriculares de outros semestres e um projeto individual – dissertação em Engenharia e Gestão Industrial – para conclusão do curso. Existe o objetivo geral dos alunos desenvolverem conhecimentos profundos tanto ao nível técnico, teórico e prático, como ao nível da gestão de projetos, incluindo trabalho em equipa, comunicação interpessoal e perante audiências, gestão de tempo e cumprimentos de prazos.

Cada processo PBL envolve um diferente número de unidades curriculares associadas ao projeto e em cada semestre define-se um problema específico englobado num tema geral que costuma ser mantido ao longo do tempo. Por exemplo, no sétimo semestre (4.º ano, 1.º semestre) é necessário analisar, diagnosticar e efetuar propostas de melhoria de um sistema de produção de uma empresa. Em geral, são definidos três a quatro pontos de controlo, com entregas intermédias para monitorização do andamento do projeto de cada equipa de alunos. Cada projeto tem um documento de apoio que define as competências, pontos de controlo, resultados esperados, processo e critérios de avaliação para o projeto e para as unidades curriculares envolvidas (Lima, Carvalho, et al., 2012; Lima et al., 2014).

Embora existindo estes três processos PBL no MIEGI, a segunda parte deste livro, tal como já referido, é dedicada à descrição do planeamento e implementação do processo PBL no MIEGI do primeiro ano, primeiro semestre (MIEGI11). Nesta descrição é focada a estrutura curricular com a existência do Projeto Integrado de Engenharia e Gestão Industrial 1 (PIEGI1) pois, embora a estrutura sem unidade curricular “Projeto” tivesse funcionado, a inclusão desta UC simplificou bastante o processo PBL quer para docentes quer para alunos. Além do PIEGI1, o primeiro ano, primeiro semestre do MIEGI tem sido constituído por mais cinco UCs, tal como representado na Figura 4.

Regime	Unidade Curricular	Área Cient.	ECTS
Ano 1			60
S1	Álgebra Linear EE	CB	5
S1	Algoritmia e Programação	CB	5
S1	Cálculo EE	CB	5
S1	Introdução à Engenharia e Gestão Industrial	CEsp	5
S1	Projeto Integrado em Engenharia e Gestão Industrial I	CE	5
S1	Química Geral EE	CB	5

Figura 4

Estrutura curricular do primeiro ano, primeiro semestre do MIEGI (Universidade do Minho, 2019).

Todas as UCs têm cinco *European Credit Transfer System (ECTS)*, o que representa, aproximadamente, 28 horas de trabalho autónomo dos alunos. As UCs envolvidas pertencem a diferentes áreas científicas: Ciências básicas (CB): Álgebra Linear (AL), Algoritmia e Programação (AP), Cálculo EE (C) e Química Geral EE (QG); Ciências de especialidade (Cesp): Introdução à Engenharia e Gestão Industrial (IEGI) e Ciências de Engenharia (CE): Projeto Integrado em Engenharia e Gestão Industrial 1 (PIEGI1), estando envolvidos diferentes Escolas e Departamentos, tal como mostra a Figura 5.

**Figura 5**

Escolas e departamentos envolvidos na docência das unidades curriculares do MIEGI11 (Alves & Eira, 2015).

Potencialmente, todas as UCs podem contribuir para o desenvolvimento do projeto, mas essa decisão é tomada pelos docentes responsáveis da UC. Assim, alguns responsáveis podem decidir não fazer parte, tal como aconteceu nos primeiros anos do PBL em que a Álgebra Linear não entrava no projeto. No artigo de Alves et al. (2017) é possível ver as principais alterações ocorridas desde o ano letivo 2010/11 onde se verifica que apenas a partir de 2014/15 que todas as UCs passam a estar envolvidas no PBL.

4.2. Ciclo de vida do projeto PBL no MIEGI

Independentemente do ano ou semestre, o processo PBL é um projeto que segue um ciclo de vida baseado em diversas fases que dependem do contexto da instituição e das opções de desenvolvimento operacional que são tomadas pelos docentes envolvidos. O ciclo de vida do projeto tem atividades iniciais que incluem apenas os docentes e depois atividades que incluem os docentes e os estudantes. Este livro baseia-se na ideia de dar apoio aos docentes envolvidos para o desenvolvimento das atividades necessárias para desenvolver projetos PBL e esta parte tem como objetivo apresentar as fases do processo PBL que os docentes e os estudantes têm de realizar para planear e implementar o processo PBL. Ainda nesta parte, apresentam-se as

ilações percecionadas por todos os intervenientes neste processo: docentes, estudantes, tutores, investigadores e empregadores.

Assim, no planeamento do processo PBL deve definir-se a organização da equipa de coordenação, o plano de gestão da informação e comunicação, o problema a tratar pelos alunos e o respetivo enquadramento curricular, o ciclo geral do projeto dos alunos, a forma de avaliação do projeto e os recursos necessários. Os projetos PBL são caracterizados por tipos de atividades similares do planeamento, e execução, até ao encerramento. Considerando o planeamento do projeto, antes do início de cada semestre é necessário definir o problema do projeto que deve estar articulado com as áreas disciplinares envolvidas. Em seguida, é necessário definir o calendário geral dos pontos de controlo do andamento do projeto e os planos de comunicação e avaliação.

No caso do MIEGI11 é possível, com base na análise de dados de vários casos de estudo, definir o ciclo de vida do projeto com cinco fases ilustradas na Figura 6: Preparação; Definição; Arranque; Execução; Finalização (Alves, Moreira, Sousa, & Lima, 2009; Lima et al., 2011).

Figura 6
Estrutura de referência
para o ciclo de vida
do projeto – fases do
projeto.

August	September	October	November	December	January	February
Preparação Mon 02/07/18 - Tue 04/09/18	Definição Wed 05/09/18 - Thu 18/10/18	Arranque Fri 19/10/18 - Wed 16/01/19	Execução	Finalização		

A fase de *preparação* tem início entre 15 dias a três meses antes do início das aulas. Durante esta fase, baseada em comunicação informal, alguns elementos da equipa começam a contribuir para a definição dos aspetos fundamentais do projeto: tema do projeto; recursos humanos; UCs de apoio ao projeto.

A fase de *definição* coincide com o início do semestre que no caso da Universidade do Minho, normalmente é em setembro, na primeira ou segunda semana, mais recentemente tem sido na primeira semana para os alunos dos segundo, terceiro, quarto e quinto ano e uma semana depois para a lunos do primeiro ano. Assim, esta fase, tal como a anterior, apenas envolve os professores das UCs e, potencialmente, investigadores que reúnem uma ou duas semanas antes das aulas para começar o planeamento.

A fase de *arranque*, embora de curta duração quando comparada com outras, pois é apenas de uma semana, é de elevada carga de trabalho, implicando a realização de muitas atividades e muito *stress* pois envolve a chegada e receção dos alunos, formação de equipas, formação adicional, entre outras. Representa também o início do projeto para os alunos. Esta fase acontece na primeira semana de aulas para os alunos do primeiro ano.

A fase de *execução* é a fase mais longa pois corresponde praticamente ao semestre e inclui todas as atividades realizadas pelos alunos, *feedback* dado pelos docentes e avaliação.

A fase de *finalização* é a fase de conclusão do projeto para os estudantes implicando uma elevada carga em pouco tempo (uma semana). No entanto, também os docentes têm uma carga elevada nesta fase pois são vários os entregáveis entregues pelos estudantes implicando a sua avaliação (estas atividades serão discutidas ao longo das próximas secções). Depois da avaliação é tempo de rever o semestre, o que correu bem e o que correu mal. Esta avaliação do processo é realizada através de questionários aos alunos, docentes e tutores e um *workshop* final com a realização de grupos focais.

Assim, é na fase de execução que mais atividades são realizadas quer pelos alunos quer pelos docentes, como se pode ver na Figura 7. A título de exemplo, refira-se as atividades de planear a primeira reunião a realizar em setembro na fase de definição, de definir os pontos de controlo por todos os docentes na fase de preparação, de participar na apresentação do PBL e do projeto aos alunos na sessão de *kick-off* na fase de arranque, de dar *feedback* aos entregáveis das equipas na fase de execução e de participar na sessão final para encerramento do projeto na fase de conclusão. Como a execução é a fase mais longa onde ocorre a maioria das atividades é natural que envolva um número muito elevado. Num exercício em que se listaram todas as atividades realizadas pelo coordenador e docentes em 2019 (Alves et al., 2019) conseguiram-se identificar nesta fase mais de 80 atividades. Para uma análise mais detalhada destas atividades consultar o Apêndice 1 que apresenta a estrutura detalhada de atividades (Work Breakdown Structure – WBS) adaptada de Alves et al. (2019).

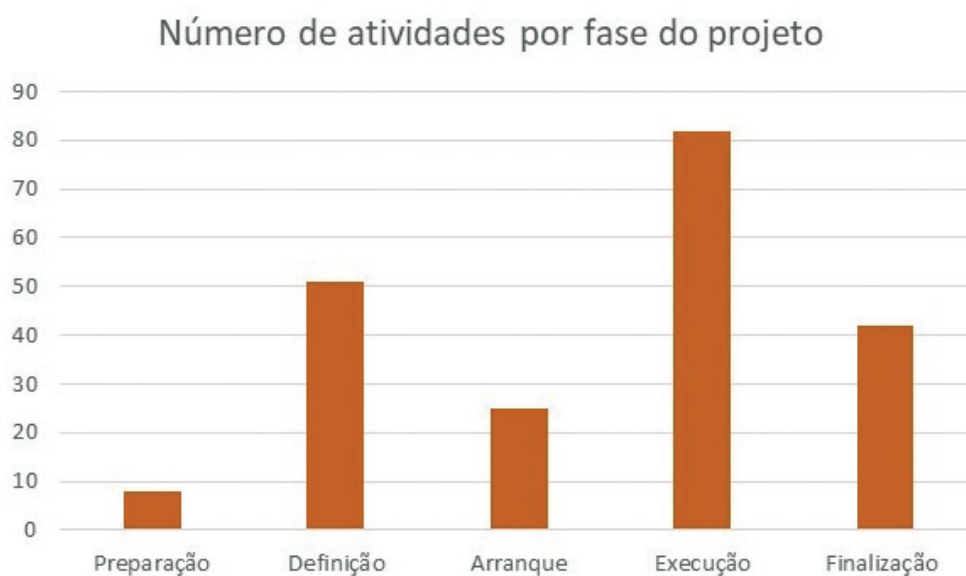


Figura 7
Número de atividades realizadas em cada fase do projeto (adaptado de Alves et al. (2019)).

Uma descrição mais detalhada das atividades realizadas nas cinco fases do projeto é apresentada em Alves et al. (2019) e nos capítulos que se seguem.

5. Primeira fase: preparação

A primeira fase do projeto é a preparação onde o coordenador do projeto assume um papel preponderante. As secções seguintes descrevem as ações deste.

5.1. Papel do coordenador, docentes e tutores

A fase de preparação é a fase com menor exigência de carga de trabalho para os membros da equipa. Os recursos humanos e as UCs de apoio ao projeto estão fortemente relacionados porque os docentes destas UCs farão parte da equipa de coordenação. Além disso, haverá uma equipa de tutores (que também poderão ser docentes) e, ainda, possivelmente, investigadores em Educação. É desejável que os membros da equipa de coordenação tenham conhecimento prévio e experiência na metodologia PBL. No entanto, em todas as edições há docentes que participam pela primeira vez sem experiência em PBL, havendo necessidade de os envolver e explicar todo o processo para que estes possam ultrapassar as dificuldades de estar envolvido num projeto desta natureza, nomeadamente, não conseguir perceber como o conteúdo da unidade curricular pode contribuir para o projeto desenvolvido pelas equipas de alunos e/ou a necessidade de ajustar conteúdo da unidade curricular para se adequar ao tema do projeto (Alves et al., 2016). Na secção 6.1. será detalhado o papel dos docentes e tutores.

Há um papel fundamental decidido no âmbito da gestão de recursos humanos que é o de coordenador da equipa. Este deve ser um docente com competências de organização e com profundo conhecimento sobre a metodologia. O coordenador deve contribuir para manter a motivação dos intervenientes e deve manter o projeto sob controlo, tanto na equipa de estudantes como de coordenação.

Assim, cada equipa de coordenação tem um gestor de projeto que é o coordenador de semestre nomeado pelo diretor de curso. Contudo, a equipa de coordenação não tem uma estrutura hierárquica – o gestor de projeto deve negociar todas as decisões importantes. De acordo com o guia PMBOK do Project Management Institute (PMI, 2017), o gestor de projeto atua como coordenador num tipo de organização matricial não rígida. Os resultados do projeto não podem ser atribuídos na íntegra ao gestor; contudo, é ele o responsável pela construção de um modelo pedagogicamente coerente e pela motivação dos seus colegas (de modo a promover a adoção do projeto). Tem que estar preparado para lidar com conflitos, absentismo nas reuniões agendadas e atrasos na conclusão de tarefas, e ainda com docentes que, por natureza própria, são mais sensíveis à crítica. A sua presença é essencial em termos de monitorização pois, durante o semestre, há várias tarefas e pontos de controlo que as equipas de alunos devem cumprir (Dinis-Carvalho & Lima, 2006). A compilação das classificações finais é também da responsabilidade do gestor de projeto e envolve um modelo de avaliação algo complexo (Fernandes, Lima, Cardoso, Leão, & Flores, 2009; Moreira, Sousa, Leão, Alves, & Lima, 2009). Na secção seguinte apresenta-se com mais detalhe as atividades do coordenador.

5.2. Atividades do coordenador do projeto

Nesta fase de preparação, deve-se definir o coordenador do projeto. Sem dúvida que é este o motor de todo o processo PBL centrando-se nele todas as atividades a realizar (os docentes das outras UCs não têm praticamente atividades nesta fase), que vão desde a coordenação à monitorização do processo, podendo totalizar mais de 60 atividades a realizar em todas as fases (Alves et al., 2019), como se pode ver na Figura 8, na barra do PIEGI1.

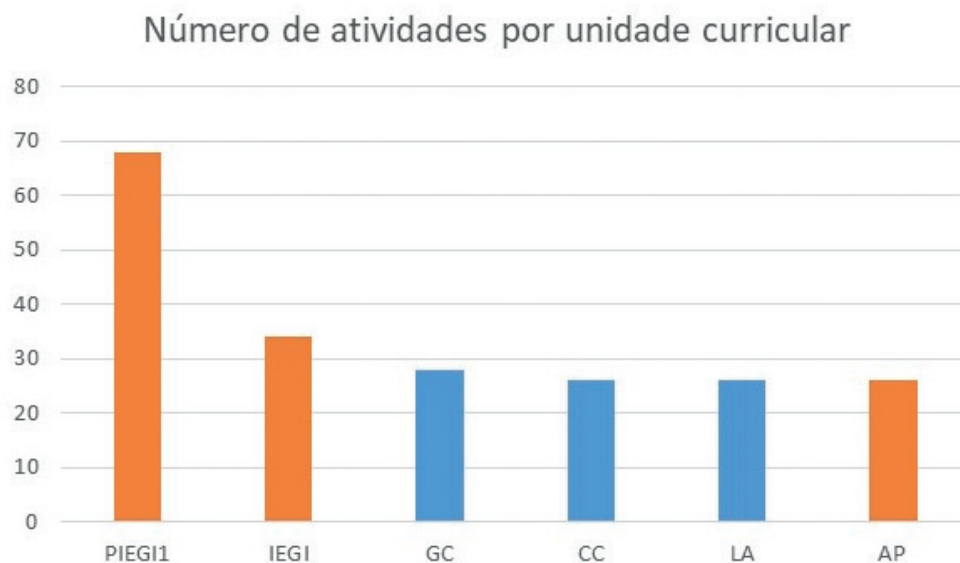


Figura 8
Número de atividades a realizar no projeto por unidade curricular (adaptado de Alves et al. (2019)).

A título de exemplo, as atividades relacionadas com a fase de preparação implicam:

1. Assumir a responsabilidade de ser coordenador para o semestre;
2. Identificar docentes envolvidos no semestre;
3. Identificar docentes interessados em serem tutores;
4. Identificar temas adequados para o projeto a desenvolver pelos alunos;
5. Verificar a disponibilidade e fazer reservas das salas de projeto;
6. Preparar a agenda para a primeira reunião de coordenação;
7. Agendar a primeira reunião, procurando a concertação na disponibilidade de todos os membros para esta reunião (pode implicar vários emails e telefonemas);
8. Reservar uma sala para a reunião.

Atendendo que o projeto é realizado no contexto do curso oferecido pelo Departamento de Produção e Sistemas, o coordenador tem sido sempre um docente deste departamento. Normalmente, o coordenador escolhido tem sido, simultaneamente, o docente de uma das unidades curriculares do mesmo departamento e fulcral neste projeto: a unidade curricular (UC) de Introdução à Engenharia e Gestão Industrial (IEGI).

Para identificar docentes interessados em serem tutores, normalmente, envia-se um email ou contata-se diretamente os colegas do mesmo departamento. Relativamente aos temas para o projeto convém ter presente que deve ser um tema atrativo para os alunos, contemporâneo, relacionado com problemas atuais da sociedade. Torna-se ainda imperativo assegurar que os alunos têm condições para trabalhar em equipa, arranjando-lhes um espaço em que possam discutir, partilhar, organizar as ideias e o trabalho. Estes assuntos são discutidos em detalhe na fase seguinte apresentada no próximo capítulo.

A agenda para a primeira reunião é muito importante pois a partir dela ficarão definidos muitos aspetos do projeto, nomeadamente, o tema do projeto, pontos de controlo, tutores. Também é importante fazer um balanço do semestre anterior, discutindo os principais problemas ocorridos durante o semestre anterior e a viabilidade de soluções discutidas com os alunos no *workshop* realizado no final desse semestre (apresentado na secção 10.1) e possibilidade de as introduzir no semestre a iniciar. Normalmente, a agenda desta reunião inclui os tópicos presentes na Figura 9.

Figura 9
Lista de tópicos da agenda da primeira reunião da equipa de coordenação PBL.

1. Introdução e inclusão de tópicos em “Outros assuntos” (3’).
2. Balanço do ano letivo anterior (15’).
3. UCs associadas ao projeto (5’).
4. Definição do tema do projeto e tutores (20’).
5. Organização da primeira semana – projeto piloto (10’).
6. Estabelecimento dos pontos de controlo e sistema de avaliação (15’).
7. Outros assuntos (10’)
8. Conclusão (2’). [Marcação da próxima reunião. Definição da agenda da próxima reunião]

Alguns recursos, como, por exemplo, as salas de projeto, têm que ser alocados a todos os projetos do semestre e como tal é necessária uma negociação conjunta com a direção de curso e com a direção de departamento. Cabe ainda ao gestor de projeto coordenar diversos aspetos como, por exemplo, agendar as sessões de treino promovidas pelo Conselho de Cursos de Engenharia, garantir que no final do semestre as salas de projeto mantêm as condições de utilização e assegurar que os computadores portáteis são devolvidos ao departamento que vão sendo desenvolvidas ao longo das outras fases do projeto. Sobre as restantes atividades do coordenador nas restantes fases, estas são detalhadas nas secções seguintes.

6. Segunda fase: definição

A segunda fase começa na primeira semana de setembro que coincide com o início das aulas para todos os alunos, com exceção dos do primeiro ano e prolonga-se até à apresentação do PBL aos alunos, depois da sua entrada e receção na UMinho. Normalmente, esta apresentação acontece no terceiro dia de frequência dos alunos

na universidade, estando estes, muitas vezes, ainda a habituar-se a um novo país ou cidade e atarefados com a procura de casa e outras questões infraestruturais.

Até que esta apresentação ocorra, o coordenador do projeto realiza várias atividades relacionadas com a segunda fase do projeto, a fase de definição, em menos de um mês:

1. Preparar e conduzir a primeira reunião da equipa de coordenação;
2. Preparar o guia do projeto;
3. Promover a discussão e seleção do tema do projeto pela equipa de coordenação na reunião referida no ponto 1;
4. Definir os pontos de controlo;
5. Definir o modelo de avaliação;
6. Definir o plano semestral;
7. Ajustar horário semestral;
8. Definir o horário da primeira semana;
9. Preparar o enunciado do projeto piloto;
10. Preparar sessão de início do PBL;
11. Definir agenda e data para a sessão de início do PBL;
12. Reservar sala para sessão de início de PBL (por coordenador);
13. Recolher informações sobre os alunos;
14. Definir a plataforma eletrónica para partilha de documentos (equipa de coordenação);
15. Partilhar documentos com a equipa de coordenação;
16. Explicar o processo PBL aos docentes envolvidos pela primeira vez no processo PBL;
17. Preparar e participar na segunda reunião de coordenação.

Algumas destas atividades incluem muitos documentos a preparar (e.g. guia de apoio ao projeto) que são iniciadas pelo coordenador e complementadas com as informações dos outros docentes. Assim, o coordenador prepara o primeiro esboço destes documentos que fazem parte do portfólio do processo PBL. A discussão e apresentação destes documentos é realizada na primeira reunião (ponto 1) com todos os docentes responsáveis pelas UCs identificados na primeira fase do projeto. Esta primeira reunião é, sem dúvida, um momento chave do PBL pois muitas decisões são tomadas nesta reunião. Como exemplo, tome-se a agenda apresentada no capítulo anterior para a primeira reunião do ano 2017/18 e um extrato da ata desta reunião que se pode ver na Figura 10.



Universidade do Minho - Escola de Engenharia

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

MIEGI 1º ANO - S1

PIEGI

REUNIÃO DE COORDENAÇÃO 01

06.09.2017 – 14:30H

SALA REUNIÕES DP

Equipa de Coordenação

Nome	Função	Dpt.	Email	Telefone		
1.	Coordenador; IEGI; Tutora	DPS			P	x
2.	IEGI, PIEGI1	DPS				x
3.	Tutora	DPS				x
4.	Cálculo EE (Calc)	DMA				x
5.	IEGI; Tutor	DPS			T	x
6.	Algebra Linear EE (AL)	DMA			S	x
7.	PIEGI1	DPS				
8.	Química Geral EE (QG)	DQ				x
9.	Director de Curso MIEGI	DPS				
10.	Tutora	DPS				x
11.	Algoritmia e Programação (AP)	DSI				x

Nota: P - presidente; S - secretário; T - controlador de tempos; X - Presente

Agenda/Atividades

- Introdução e inclusão de tópicos em "Outros assuntos" (3').
- Balanço do ano letivo anterior (15').
- UCs associadas ao projeto (5').
- Definição do tema do projeto e tutores (20').
- Organização da primeira semana – projeto piloto (10').
- Estabelecimento dos pontos de controlo e sistema de avaliação (15').
- Outros assuntos (10').
- Conclusão (2'). [Marcação da próxima reunião. Definição da agenda da próxima reunião]

Ata da reunião

- Introdução e inclusão de tópicos em "Outros assuntos"

AA deu as boas vindas. Houve as seguintes informações: ST informou que o Centro de Investigação CIIA mostrou interesse no projeto PIEGI e em possíveis colaborações; AA e FM informaram que irão propor aos alunos do primeiro ano uma visita de estudo a uma empresa na terceira semana do semestre. Não foram incluídos tópicos em "Outros assuntos".

Figura 10

Extrato da ata da primeira reunião do ano letivo 2017/18 realizada a 6 de setembro de 2017 durante a fase de definição.

Repare-se que, na reunião, já aparecem os tutores docentes pois, entretanto, o coordenador já teria convidado os potenciais tutores e estes teriam aceitado ter este papel. Nas secções seguintes será explicado mais em detalhe a constituição da equipa de coordenação, os documentos e momentos mais importantes nesta fase.

6.1. Organização da equipa de coordenação

A equipa de coordenação de um projeto deve garantir que se criam as condições adequadas para o desenvolvimento do projeto e das competências esperadas por parte dos alunos. Será ainda responsável pela avaliação da aprendizagem e do processo. Esta organização terá que ser adequada ao contexto institucional e depende do número de horas disponíveis para os elementos da equipa dedicarem ao projeto.

As edições de ensino baseado em projetos MIEGI, levadas a cabo no Departamento de Produção e Sistemas (DPS) da Escola de Engenharia da Universidade do Minho (EEUM), apoiam-se numa equipa de coordenação própria que inclui, tipicamente, docentes, tutores e ainda investigadores da área de educação. A constituição de cada uma dessas equipas de coordenação permaneceu sensivelmente idêntica ao longo das várias edições em termos de docentes envolvidos das UCs (Alves et al., 2016), estando alguns envolvidos há mais de 14 anos, nomeadamente, os docentes de IEGI.

No entanto, nas restantes UCs os docentes responsáveis vão mudando com diferente frequência, por exemplo, a UC de Algoritmia e Programação manteve a mesma docente

durante muito tempo mas como esta era convidada, acabou por ser substituída por outro convidado. Química Geral também manteve a mesma docente muito tempo que só mudou devido ao período de sabática em 2018/19. Nesse ano foi substituída por uma docente, que já tinha estado envolvida no PBL, para dar apoio ao projeto e mais dois docentes que estiveram apenas envolvidos na lecionação da disciplina. Devido a regras de distribuição de serviço docente do Departamento de Matemática da Escola de Ciências, os docentes das UCs de Cálculo e Álgebra Linear também vão mudando.

Esta mudança constitui uma dificuldade, uma vez que é necessário repetir a explicação do modelo e decidir as condições para que a UC possa ser integrada. Em primeiro lugar, os docentes devem estar motivados para integrar o modelo PBL. Também é importante perceber que estar integrado no PBL vai exigir deles mais do que uma UC não integrada em PBL (Alves et al., 2019, 2009) mas o resultado é positivo (Alves et al., 2016).

Estas equipas de coordenação possuem uma organização matricial em que cada membro está associado a uma área de conhecimento e tem um elevado grau de autonomia. De acordo com Lima et al. (2007), os membros da equipa de coordenação têm ainda que lidar com aspetos particulares associados à gestão de projetos e ao relacionamento interpessoal. A gestão de projetos tem a ver, essencialmente, com a organização, planeamento de tarefas, coordenação da agenda e cumprimento de prazos. No que diz respeito ao relacionamento interpessoal, o principal desafio é a gestão de situações de conflito que ocorrem devido a: divergência de opiniões; objetivos e ideias pessoais; atitudes e confronto de posições; falhas de comunicação dentro da equipa. Para lidar com estas dificuldades, que ocorrem durante todo o projeto, são necessárias estratégias adequadas. Compreender e ultrapassar estas dificuldades são dois componentes muito importantes do processo de aprendizagem e de coordenação.

Do ponto de vista da área de conhecimento de gestão de recursos humanos, este modelo de ensino-aprendizagem baseado em projetos envolve alguns aspetos interessantes, nomeadamente no que diz respeito à equipa de coordenação. Só é possível atingir-se um espírito de equipa efetivo se todos os membros da equipa se identificarem com a organização. Neste contexto, todos os membros devem participar na tomada de decisões e contribuir para os processos de gestão.

Assim, tem que existir partilha de papéis e atividades, mesmo que sejam menos apetecíveis. Por exemplo, os membros devem participar ativamente nas reuniões de coordenação assumindo papéis como presidente, anotador, controlador de tempo, etc., de acordo com uma escala rotativa. Outros exemplos passam pela construção do guia de projeto (documento disponibilizado aos alunos) e pela preparação/execução da sessão de apresentação do projeto (no início do semestre). Ainda, como exemplo, durante a fase de *execução* do projeto, os membros da equipa de coordenação devem participar nas atividades de avaliação e de “feedback” (comentários/sugestões/correções, relativas ao andamento dos trabalhos, fornecidas a cada equipa de alunos). Além de todo este envolvimento e comprometimento, a presença de todos os

membros da equipa em todos os eventos agendados é essencial para a construção do já referido espírito de equipa. A Figura 11 apresenta os principais papéis que os membros da equipa de coordenação devem assumir em diferentes situações ao longo do projeto.



Figura 11
Papéis dos membros da
equipa de coordenação.

Com alguma frequência, alguns membros da equipa acumulam os papéis de docente de uma UC de apoio direto ao projeto e de tutor de uma equipa de alunos. De acordo com Alves, Moreira, & Sousa (AC Alves et al., 2007; Anabela Alves et al., 2010) e Fernandes, Flores, & Lima (2007) o papel dos tutores é muito importante ao longo de todo o projeto, já que estes ficam envolvidos de uma forma muito próxima com as diferentes tarefas e aspetos das equipas de alunos. Mais detalhes são fornecidos na secção sobre o papel do tutor. Relativamente ao papel do investigador, este foi assumido durante muitos anos por alunos de educação no contexto dos seus projetos de doutoramento (Fernandes, 2011; Mesquita, 2016). Finalizados estes projetos, nas três últimas edições do PBL têm sido também os docentes a exercer este papel através de uma metodologia de investigação-ação (Alves & Leão, 2015). No total, o número de membros da equipa de coordenação pode variar entre 9 a 16 membros (incluindo o diretor de cursos e os tutores).

6.2. Planeamento do projeto dos alunos

Para efetuar o planeamento do projeto dos alunos será necessário definir o objetivo do projeto, e a forma de organização e avaliação. Ao nível do projeto propriamente dito será necessário definir o problema a solucionar ou questão a desenvolver, o nível de interdisciplinaridade e os resultados esperados, nomeadamente com exemplos específicos. Para a avaliação será necessário definir o modelo, os componentes e intervenientes na avaliação. Do ponto de vista da organização será necessário definir as fases, pontos de controlo, recursos, equipas de docentes e equipas de alunos.

6.2.1. Definição do Projeto: problema *versus* tema

Um projeto terá em princípio como objetivo a resolução de um problema aberto. Este problema poderá ser tão aberto que não está definido à partida e os alunos terão que começar por identificar esses problemas. Isto significa, que se pode atribuir um tema normalmente balizado pelas áreas disciplinares envolvidas, as equipas irão identificar problemas ou caminhos a seguir que lhes permitem desenvolver as

competências esperadas. Sendo assim, o problema pode ser muito específico (mas sempre aberto) ou bastante indefinido e mais próximo de um tema a partir do qual será necessário identificar problemas cujo processo de resolução dará lugar a um projeto. Um exemplo de um problema específico poderia ser o de projetar ou construir uma máquina para esmagar latas de cerveja (Powell & Weenk, 2003). Um outro exemplo mais próximo de um tema será o de analisar e diagnosticar um sistema de produção real de uma empresa. Este tema só se transforma num projeto depois de instanciado numa empresa específica, identificados os problemas e assim sucessivamente, até à entrega do resultado do projeto (Lima, Mesquita, Dinis-Carvalho, & Sousa, 2015).

Além disto, ainda poderia ser possível criar um conjunto de temas orientadores por semestre que se podem transformar em propostas de projetos ao longo dos anos. A título de exemplo, no PBL do MIEGI11 o tema recorrente é a sustentabilidade e o ambiente e ao longo dos anos podem criar-se projetos específicos, como tem sido adotado no PIEGI1. Nas 16 edições do PBL no MIEGI, que começou ainda na Licenciatura de Engenharia e Gestão Industrial (LEGI), os temas foram os seguintes:

1. Biodiesel – 2004/2005: LEGI12
2. Biomassa Florestal – 2005/2006: LEGI12
3. Pilhas de Combustível – 2006/2007: MIEGI11
4. Turismo Espacial – 2006/2007: MIEGI12
5. Dessalinização de Água do Mar – 2007/2008: MIEGI11
6. Baterias para Carros Elétricos – 2008/2009: MIEGI11
7. Produção de Bio Álcool – 2009/2010: MIEGI11
8. Água Potável a partir da humidade do Ar – 2010/2011: MIEGI11
9. Derrames de Petróleo no mar – 2011/2012: MIEGI11
10. Desmontagem de REEE – 2012/2013: MIEGI11
11. Embalagens mais sustentáveis – 2013/2014: MIEGI11
12. Aproveitamento de resíduos de óleos alimentares – 2014/2015: MIEGI11
13. Produção de um forno solar – 2015/2016: MIEGI11
14. Remanufatura de acessórios de moda – 2016/2017: MIEGI11
15. Valorização da biomassa florestal – 2017/2018: MIEGI11
16. Produção de água potável – 2018/2019: MIEGI11

No planeamento do processo PBL, o tema do projeto é, por isso, um fator decisivo pois dele pode depender a motivação e o empenho dos alunos (Moreira, Mesquita, & van Hattum-Janssen, 2011). Assim, a partir do tema são definidos os objetivos e as competências que se pretendem que os alunos desenvolvam durante a concretização do projeto que, por sua vez, estarão relacionados com as unidades curriculares e com as áreas de conhecimento envolvidas no projeto. O projeto é o elemento da aprendizagem dos alunos e, como tal, os seus objetivos devem refletir aquilo que se pretende com o resultado do projeto. O exemplo da Figura 12 mostra a especificação do tema e dos objetivos da edição 2016/17.

Figura 12

Tema e objetivos do projeto a desenvolver no contexto PBL na edição de 2016/17.

EXEMPLO: 2016_17_MIEGI- Tema: “Remanufatura de acessórios de moda ou calçado em material sintético”.

OBJETIVOS DO PROJETO:

1. Especificação e identificação dos componentes do produto:

Selecionar o(s) produto(s) (estojo, cinto, etc) e identificar os materiais existentes nesse produto. Justificar esta escolha relativamente a possíveis alternativas e detalhar os ganhos ambientais, económicos e sociais da opção efetuada. Identificar os diferentes componentes químicos e/ou outros empregues na produção do produto. Discutir o modo de tratamento/recuperação/reutilização de forma a reduzir impacto no homem e no meio ambiente. Avaliar o impacto ambiental de uma deposição errada no solo, água, ou ar, considerando a eficiência/ineficiência dos processos atuais e da solução proposta no âmbito deste projeto.

2. Especificação do sistema de produção:

Projeto do sistema de produção: definição do processo ou processos de produção/remanufatura/reciclagem e dos fatores de produção; cálculo do número de trabalhadores; tipo e quantidade de equipamentos; implantação do sistema de produção e fluxo de materiais; gestão do abastecimento de materiais e definição de medidas de desempenho para o sistema. Proposta de ecoeficiência do sistema de produção (racionalização de consumos de água, energia, seleção de materiais, minimização e tratamento adequado de resíduos).

As especificações devem ser rigorosas e fundamentadas de acordo com as competências definidas para cada uma das unidades curriculares do semestre que integram o projeto e descritas na secção seguinte.

Para chegar a esta definição de tema de projeto, na primeira reunião da equipa de coordenação referida no capítulo 4 da preparação (primeira fase) são discutidos os temas existentes da lista do ano anterior e adicionam-se novas ideias. Depois de um breve *brainstorming*, o tema é selecionado e cada docente procura definir as competências e conteúdos a serem desenvolvidas no contexto do projeto, descrevendo-as como resultados de aprendizagem no guia do projeto de aprendizagem.

A importância que o tema assume no PBL não se reduz à sua definição. Do tema emerge a formulação do problema, sobre o qual os alunos centram a sua aprendizagem. Ou seja, a exploração e análise do problema permite aos alunos desenvolver as competências previstas e ainda apresentar um resultado que se materializa numa solução possível para o problema, sendo esta devidamente justificada e sustentada. É desta forma que os alunos assumem responsabilidade pelo seu processo de aprendizagem, pelas decisões que tomam para chegar ao resultado final.

6.2.2. Fases do projeto dos alunos e pontos de controlo

Ao longo dos capítulos 5 a 9 apresenta-se o projeto como um todo e que se divide em cinco grandes fases do ponto de vista do coordenador e docentes. No entanto, do ponto de vista das equipas de alunos, o projeto praticamente é dividido apenas em três fases fundamentais que se podem designar por fase “preliminar” ou inicial, “intermédia” e “final” (Almeida et al., 2011; Aquere et al., 2012) e que estão ilustradas neste trabalho através da Figura 13.

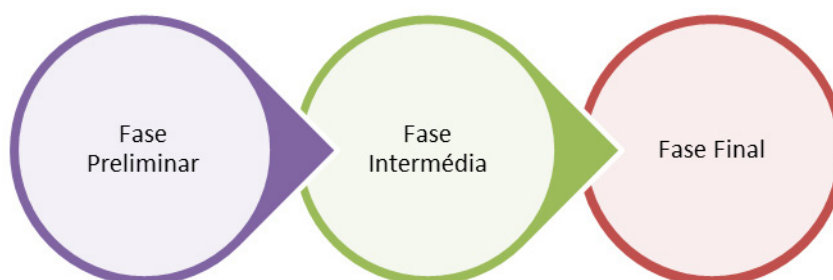
**Figura 13**

Ilustração de fases de projeto do ponto de vista das equipas de alunos.

As equipas de alunos devem ter liberdade para se organizarem de acordo com os seus objetivos e a sua forma de trabalho. Essa organização fica sempre restringida pelos principais *milestones* definidos pela equipa de coordenação e que servem como elemento geral de monitorização e controlo do projeto. No modelo geral apresentado no início deste capítulo existe uma fase de arranque que já envolve os alunos, mas que serve fundamentalmente como fase de adaptação ao modelo e de definição inicial dos objetivos de cada equipa. É uma fase formal, mas com grande liberdade para os alunos e com acompanhamento próximo por parte da equipa de coordenação que corresponde à fase preliminar ou inicial onde as equipas de alunos devem perceber a importância do planeamento. Esta fase permite que os alunos se envolvam rapidamente com o tema e que a equipa de coordenação forneça algumas ferramentas de apoio que considere fundamentais para o desenrolar do projeto. Entre estas ferramentas inclui-se o guia de projeto, formação em trabalho em equipa, formação sobre apresentações e comunicação perante audiências. Depois desta fase, começa a fase de “execução” que será aquela em que as equipas terão de gerir e controlar o seu próprio projeto com apoio dos tutores e da equipa de coordenação que inclui as fases intermédias e final da figura acima e explicadas a seguir.

Durante estas fases do projeto são cumpridos alguns pontos de controlo que podem ou não implicar entregáveis (*deliverables*). Por exemplo, no caso da edição 2017/18 foram seis os pontos de controlo [PC1...PC6] (Tabela 4). Este número de pontos de controlo tem se mantido quase estável ao longo dos últimos anos quer em número quer em conteúdo (Alves, Moreira, Fernandes, Leão, & Sousa, 2017). No entanto, tem havido algumas exceções relativamente ao teste individual escrito incluído no PC6 pois nem todos os docentes estão de acordo com a utilidade deste teste, tendo sido criados outros mecanismos para substituí-lo (Moreira et al., 2017). Nestes pontos são especificados a data e hora de apresentação/entrega, a duração da apresentação/tutorial e número de páginas para os relatórios.

PC	Data	Requisito
1	2017.09.29 (Semana 2) – 6.ª feira	14h10 – 17h00: Apresentação do miniprojeto (10'/equipa + 5' discussão).
2	2017.10.27 (Semana 6) – 6.ª feira	14h10 – 17h00: Apresentação do andamento do projeto (10'/equipa + 5' discussão).
3	2017.11.14 (Semana 9) – 3.ª feira	14h10 – 17h00: Tutorial alargado (20'/equipa).
4	2017.12.07 (Semana 12) – 5.ª feira	18h00 – Entrega: Relatório preliminar (máximo de 50 páginas).
5	2018.01.05 (Semana 16) – 6.ª feira	18h00 – Entrega: Relatório final (máximo de 60 páginas) + Protótipos.
6	2018.01.16 (Semana 18) – 3.ª feira	9h30 – 11h30: Realização do teste final individual sobre o relatório final (2 perguntas).
	2018.01.17 (Semana 18) – 4.ª feira	09h10 – 13h00: Apresentação final e discussão (15'/equipa + 20' discussão).

Tabela 4
Pontos de controlo da edição 2017/18 .

A primeira apresentação (PC1) decorre durante a fase preliminar, assim como a segunda apresentação (PC2) que apesar de ser sobre o andamento do projeto, é nesta apresentação que as equipas são forçadas a mostrar o produto que escolheram para

a especificar no projeto (mesmo assim, pode acontecer haver equipas ainda indecisas e o *feedback* recebido na apresentação é importante para tomarem a decisão). Os dois pontos de controlo seguintes (PC3 e PC4) decorrem na fase intermédia e os dois últimos já fazem parte da fase final (PC5 e PC6). O modelo de avaliação subjacente a estes pontos é descrito na secção sobre o modelo de avaliação (secção 6.3.).

Como resultado da fase preliminar, as equipas de alunos devem definir vários elementos, como a definição do âmbito do projeto, dos requisitos, das partes interessadas e inicia-se o desenho concetual do resultado esperado. Esta pode ser uma fase que inclui, na maior parte dos casos, a recolha de dados e definição do problema. Além de ser uma fase de definição, também é uma fase de construção de planos de gestão dos elementos referidos.

Esta fase preliminar do projeto caracteriza-se pela autorização do projeto e planeamento dos processos. Para tal, é necessário que as equipas entendam que existe necessidade de investir tempo e esforço no planeamento, principalmente para definir atividades e detalhar objetivos do projeto. Assim, após receberem o guia de projeto por parte da equipa de coordenação, as equipas devem definir formas de organização e de comunicação entre as partes interessadas. Faz parte desta fase a construção de um documento de abertura do projeto (Project Charter) que será um dos principais resultados desta fase. Além deste resultado também se espera um Plano de Projeto que permitirá que a equipa se organize em função dos pontos de controlo e defina as atividades necessárias para atingir e cumprir com os marcos estabelecidos. As equipas também podem definir se vão utilizar ferramentas de software para gerirem o projeto ou se vão apostar mais em ferramentas visuais. Portanto, espera-se que os alunos aprendam a planear e gerir as suas reuniões formais, bem como manter registos precisos das decisões da equipa e das atribuições de tarefas. De forma a ajudá-los na gestão dos seus projetos, os alunos devem apresentar resultados em várias etapas ao longo do semestre (*milestones*), de modo a que as equipas monitorizem o andamento do seu projeto, procurando manter o controlo do mesmo.

Durante a fase intermédia, as equipas de alunos executam a maior parte do trabalho, entrando-se em detalhes de conceção do produto ou resultado esperado e de execução desse produto ou resultado. A fase intermédia do ciclo de vida do projeto caracteriza-se pela execução e controlo dos processos, durante o qual se deve monitorizar o andamento e progresso do projeto a fim de assegurar que os objetivos definidos serão atingidos. Na maior parte dos casos, as equipas devem fazer uma reflexão semanal sobre o trabalho realizado e planear as atividades da semana seguinte. Estes períodos podem ser diferentes para cada equipa e/ou para cada projeto. Alguns dos aspetos que as equipas devem considerar são: visão geral, atividades, prazos, objetivos, formas de comunicação e estado do trabalho em equipa. Nesta fase podem existir muitos momentos de alteração do projeto, nomeadamente, do âmbito do projeto, que devem ser registados e analisados em conjunto para se verificarem as interações entre partes do trabalho. Se existirem agentes externos, será importante registar e documentar as visitas e a comunicação com esses agentes.

Um importante mecanismo de monitorização nesta fase é o tutorial alargado (PC3) que não requer nenhum entregável. O tutorial alargado é uma oportunidade para as equipas, uma de cada vez, se reunir com a equipa de coordenação para tirar dúvidas ou expor dificuldades que estejam a impedir o progresso do projeto. Ao reunir todos os docentes na mesma sala, todos poderão ouvir as respostas dadas às dúvidas acabando assim com respostas contraditórias ou menos coincidentes por parte dos diferentes docentes pois cada docente pode interpretar de forma diferente a mesma pergunta.

Como mecanismo de monitorização e controlo do funcionamento da equipa também se implementam avaliações periódicas entre pares. Estas avaliações poderão realizar-se de formas muito diversas, e funcionam quase sempre como elemento útil de análise e correção do funcionamento das equipas ao longo do projeto (a discutir na secção 6.3.).

Na fase final, as equipas de alunos concluem o projeto, e procede-se à sua entrega e avaliação. Nesta última fase do ciclo de vida do projeto, efetua-se a entrega que pode incluir documentos escritos e protótipos e caracteriza-se por uma análise do cumprimento dos objetivos do projeto. Nesta fase, podem-se registar as melhores práticas e refletir sobre a aprendizagem realizada. Desta forma, criam-se condições para refletir sobre as razões de sucesso e/ou insucesso do projeto.

6.2.3. Papel do tutor

O papel do tutor não é entendido por todos da mesma forma, no entanto, todos têm noção que este papel é diferente do papel tradicional de um docente. Alguns requisitos básicos são descritos no guia do projeto de aprendizagem (secção 6.4.1) e aceites por todos os envolvidos no PBL. Tais requisitos são:

- O tutor tem como principal função a monitorização do progresso do projeto.
- O tutor acompanha o desenvolvimento das competências definidas no Guia do Projeto e a apresentação de uma solução adequada ao problema proposto.
- O tutor não participa na avaliação dos elementos da equipa. No entanto, é da responsabilidade do tutor discutir os resultados da avaliação dos pares (discutida na secção 6.3.1.2), identificando as dificuldades sentidas nestas avaliações e tentando formas de as resolver.
- O tutor pode também tentar monitorizar o progresso dos alunos nas UCs de forma mais individual, especialmente para verificar dificuldades de contribuição de cada aluno para o projeto.
- O tutor tem ainda a responsabilidade de reportar à equipa coordenadora o andamento do projeto e o funcionamento da equipa e comunica à respetiva equipa a informação relevante quanto às decisões tomadas pela equipa de coordenação relativa ao funcionamento do projeto. Pode igualmente informar os docentes quanto a dificuldades mais específicas nas UCs.

O tutor é classificado como membro “externo” da equipa de alunos porque, por um lado deve estar suficientemente próximo para poder compreender os conflitos e problemas da equipa, mas, por outro lado, deve estar suficientemente afastado para não ajudar diretamente na execução de tarefas. Este é um papel difícil e para contornar esta dificuldade a equipa de coordenação tem tentado preparar um guia para o tutor mas ainda não tem uma solução final pois não existe consenso final no que poderá ser o papel do tutor.

Nas três últimas edições do PBL decidiu-se ter, além dos tutores docentes, tutores alunos, o que se revelou uma experiência enriquecedora para os alunos caloiros e para os alunos mais velhos. Para assumir este papel foram convidados alunos do 3.º ano por estarem mais próximos dos alunos do 1.º ano devido a atividades extra-curriculares (e.g. praxe). Esta tutoria consistiu numa atividade voluntária, sem qualquer recompensa, apenas é atribuído um certificado no final do semestre. Dado o sucesso da experiência, esta tem continuado (Alves, Moreira, Leão, & Teixeira, 2017).

A reação de alguns alunos a este convite foi particularmente entusiasmante pela forma como se propuseram a fazer este papel e a motivação para o fazer. A título de exemplo transcreve-se aqui uma carta motivacional escrita por uma aluna do 3.º ano (Figura 14).

Texto Motivacional Para Tutor PLE 1ºano

Venho por este meio apresentar o meu enorme gosto e prazer em querer fazer parte do grupo de 6 tutores dos alunos do PLE 1ºano. Não tive qualquer dúvida nem qualquer hesitação em me candidatar a este cargo, pois quero, acima de tudo, retribuir tudo o que fizeram por mim, quero que estes novos alunos se sintam bem-vindos e acolhidos com toda a ternura e entrega.

O PLE vai muito mais além que trabalhar arduamente; ensinou-me a desenvolver imensas *soft skills*, como gestão do tempo, capacidade de comunicação, trabalho em equipa, ... Por isso é que no fim é tão gratificante olhar para trás e ver o percurso que fizemos!

Trata-se também da partilha de vivências, por isso quero partilhar as minhas experiências como ex-aluna do primeiro ano de MIEGI, pois cada descoberta é sem dúvida mais valiosa quando partilhada. Sem dúvida que este curso nos transforma em algo enorme e muito poderoso, ajudando-nos a superar inseguranças e a abrir caminhos para o mundo, fazendo-nos ver que mudá-lo não é assim tão impossível como pensávamos! Esta fase para os novos alunos é sem dúvida muito importante, pois marca o início da melhor jornada das suas vidas. Com isto, é óbvio que não quero dizer que tudo vai correr bem e que a universidade vai ser um mar de rosas, mas são os erros, os desafios e as dificuldades que nos fazem pensar, aprender, crescer e que nos tornam pessoas mais autónomas, independentes e capazes. Tudo corre melhor quando o empenho, a dedicação e o gosto depende apenas de nós mesmos, por isso é fundamental os alunos se sintam motivados e felizes neste novo percurso!

Quero acima de tudo orientá-los e ajudá-los nas dúvidas que outrora foram minhas. Podem sem dúvida contar com o meu melhor, com a minha maior dedicação e claro com a minha boa disposição e dinamismo!!

Para terminar: “O segredo de um grande sucesso está no trabalho de uma grande equipa!”

Figura 14

Carta de motivação de uma aluna do 3.º ano MIEGI para ser tutora do 1.º ano.

6.2.4. Formação de equipas de alunos e atribuição de tutores

A constituição das equipas de alunos pode ser um processo mais ou menos elaborado, consoante o tipo e número de critérios a que recorre. No caso concreto das edições PBL do 1.º ano realizadas no DPS da EEUM, as equipas de alunos são sempre

formadas na sessão de apresentação do projeto (secção 7.1), mas no que diz respeito ao processo de formação de equipas, é importante referir duas situações distintas.

Na primeira situação, adotada durante mais de 10 edições, o processo começava com a identificação dos alunos que tiveram a disciplina de Química no 12.º ano, que são depois distribuídos, o mais equitativamente possível, pelas equipas (critério de competências). Desta forma, assegurava-se que cada equipa tinha competência num aspeto fundamental inerente ao projeto do 1.º ano. O processo terminava com a distribuição dos restantes alunos consoante o género, sendo esta fase já gerida pelos próprios alunos (autosseleção), ainda que devidamente supervisionada pela equipa de coordenação. Embora o MIEGI seja um curso com uma distribuição mais ou menos equitativa de alunos e alunas (Alves, Moreira, & Leão, 2017), percebeu-se que houve edições em que esta distribuição pelas equipas não foi muito uniforme tendo havido desequilíbrios (e.g. um aluno e sete alunas numa equipa) e que não trouxe bons resultados pois o aluno sentiu-se excluído (ou excluiu-se), tendo este aluno obtido uma qualificação bastante inferior (menos 5 e 6 valores) em relação às colegas. Desta forma, decidiu-se formar as equipas, atendendo aos dados disponíveis pela Direção Geral do Ensino Superior (DGES), antes da sessão de apresentação.

Normalmente, as equipas são constituídas por seis a nove elementos (excecionalmente numa edição as equipas tiveram dez alunos), cabendo a cada uma a responsabilidade pela definição de papéis (líder, secretário e controlador de tempos) e pela respetiva atribuição aos membros da equipa (cargos rotativos ou fixos).

Os tutores são apresentados à equipa no dia da apresentação do projeto aos alunos, depois da formação das equipas, sendo esta atribuição totalmente aleatória. As reuniões de tutoria deverão ser de 30 minutos/semana (mínimo) mas cada tutor é livre na gestão do tempo, local e conteúdo das reuniões.

6.2.5. Recursos materiais e informáticos

Relativamente aos recursos materiais e informáticos é importante realçar a necessidade de ter espaços próprios, i.e., salas de projeto onde cada equipa possa ter o seu espaço e possa desenvolver o projeto sem estar preocupadas com a utilização do espaço por terceiros. Estão reservadas duas salas de projeto durante todo o 1.º semestre no Departamento de Produção e Sistemas, com espaço para seis equipas. Na secção 7.2. será abordada com mais profundidade este assunto. As aulas da UC PIEGI1 são lecionadas nas salas de projeto e/ou num laboratório pedagógico do DPS ou em outras salas.

Em termos informáticos, os alunos podem usar um portátil emprestado pelo DPS ou simplesmente usar os seus portáteis. A plataforma de *e-learning* para apoio às Unidades Curriculares é o Blackboard embora para envio de ficheiros possam usar outros meios como WeTransfer, entre outros. Todo o *software* que os alunos precisam, se existir no DPS, podem usar. Caso contrário, podem recorrer a *freeware*. Durante a fase da conclusão do projeto, são também disponibilizados seis kits de Lego Mindstorms aos alunos para construção do protótipo do sistema de produção.

6.2.6. Apoio aos alunos

O apoio aos alunos é uma componente fundamental para o desenvolvimento do projeto, na medida em que estes se deparam com dificuldades ao nível da gestão do projeto (coordenação de horários, cumprimento de prazos, organização e planeamento das tarefas do projeto) e ao nível do relacionamento interpessoal (gestão de situações de conflito, a divergência de opiniões e ideias, a falta de comunicação dentro do grupo).

O apoio aos alunos é mais intensivo na semana inicial do projeto por diversos fatores:

- é a primeira semana dos alunos na universidade e, por isso, estão num processo de transição/mudança e, simultaneamente, de integração;
- a maioria dos alunos não se conhece e, com o projeto, precisam de interagir de imediato para preparar a apresentação do miniprojeto que acontece no final dessa semana;
- os alunos, na apresentação do projeto feita no primeiro dia de aulas, recebem muita informação (sobre o tema, os objetivos, os *milestones*, a avaliação, etc.), o que pode provocar desorientação e pressão perante o que é esperado.

Assim, nesse período são realizadas dinâmicas de grupo com o objetivo de alunos começarem a interagir como grupo, nomeadamente, para conhecerem as características dos membros da equipa. Essas dinâmicas enquadram-se numa sessão de formação que é preparada pelo coordenador, convidando, quando necessárias pessoas externas ao projeto. Aqui abordam-se outros aspetos relacionados com o projeto como: estratégias de motivação, organização e gestão de reuniões, processos de comunicação (apresentações públicas), perfil comunicacional, perfil de papel na equipa de projeto (e.g. *Belbin test*), etc. Adicionalmente, são focados alguns aspetos relacionados com a gestão do projeto, como, por exemplo, processos e técnicas para planeamento das atividades como diagrama de Gantt, estrutura detalhada de atividades (*Work Breakdown Structure – WBS*), *Project Model Canvas*, método do caminho crítico (*Critical Path Method – CPM*), noção de duração estocástica das atividades, entre outros.

Numa outra fase do projeto, quando os alunos têm de se dedicar à produção do relatório, é também dado apoio nesse sentido, podendo ser através do apoio de um professor numa sessão preparada para o efeito. É também entregue um documento designado “Dicas para Relatórios” que contém um conjunto de orientações de formatação, estrutura, referenciação, entre outros aspetos a ter em conta na construção do relatório.

Durante o projeto, os momentos de acompanhamento e de *feedback* são constantes, quer por parte dos professores das unidades curriculares envolvidas (e.g. nas apresentações do projeto), quer por parte dos tutores de cada equipa (e.g. reuniões semanais). O *feedback* é um elemento essencial no apoio aos alunos, na medida em que permite que as equipas desenvolvam o projeto continuamente.

6.3. Modelo de avaliação

A nota final do aluno em cada unidade curricular é dependente da metodologia de avaliação definida para cada UC que poderá incluir testes, trabalho em grupo, tarefas, participação nas aulas, etc. Cada Unidade Curricular pode impor uma nota mínima para obtenção de aprovação na respetiva unidade curricular.

A metodologia de avaliação de cada unidade curricular (nota de avaliação contínua) é definida pelo respetivo docente responsável no início do semestre. A metodologia de avaliação de cada UC de suporte ao projeto (*Project Support Course* – PSC) é incorporada no Guia do Projeto, por sua vez fornecida aos alunos no início do semestre. O docente responsável pela UC define o tipo e número de elementos de avaliação bem como os respetivos pesos de valoração de cada elemento. A metodologia de avaliação indica ainda se existe classificação mínima na componente de avaliação contínua da UC. No caso de existência de fasquia de nota mínima, o aluno reprovará à UC caso não a obtenha mesmo que a respetiva nota final seja superior ou igual a 10 valores. Na Figura 15 ilustram-se os elementos de avaliação de uma PSC, neste caso IEGI.

1. Tarefas (45%) - As tarefas atribuídas possuem prazos de entrega claros e o seu incumprimento tem como consequência uma classificação de zero à tarefa em causa.

2. Testes (55%) - Haverá 2 testes ao longo do semestre.

NOTA: É importante tomar consciência que não há lugar a exame. A única componente da avaliação com lugar a recurso são os testes. É dada uma segunda oportunidade, na época de recurso, aos alunos que não possam estar presentes em algum teste.

Figura 15
Exemplo de metodologia de avaliação de IEGI.

Um outro modelo de avaliação de outra PSC, neste caso, Química Geral, está presente na Figura 16.

- Os alunos que frequentem menos de 2/3 do total de aulas lecionadas serão considerados “Sem Frequência” exceto nos casos previstos no RIAPA. Estes alunos serão impossibilitados de efetuar os testes e exame de recurso previstos.

Para obter a aprovação na Unidade Curricular o aluno terá que obter uma nota mínima de 9 Valores na avaliação da UC, calculada da seguinte forma:

 1. 80% (Avaliação periódica) + 20% (Avaliação contínua)
 2. A avaliação periódica consiste em 2 testes individuais com duração de 2h cada previstos para os dias 17 de Novembro e 7 de Janeiro

Os alunos deverão obter uma classificação mínima 8 valores em cada um dos testes para conseguirem a aprovação à UC;

A avaliação contínua compreende os seguintes fatores:

 - Assiduidade às aulas previstas;
 - Comportamento durante as aulas;
 - Os alunos que estiverem a perturbar a aula serão convidados a sair e terão falta;
 - Interesse demonstrado pelos conteúdos da UC.

O aluno que tenha faltado ou reprovado nos testes, mas que tenha frequência poderá realizar um exame global na data marcada na época de recurso, cuja nota substituirá a nota da avaliação periódica no cálculo da nota da avaliação da unidade curricular.

Figura 16
Exemplo da metodologia de avaliação de Química Geral.

A atribuição da classificação individual em cada um dos itens definidos na metodologia de avaliação, em cada UC, é da responsabilidade dos docentes da mesma. Nas primeiras edições, pelo facto de não existir uma UC de projeto, como referido, o modelo de avaliação era muito diferente e implicava uma nota de avaliação contínua da UC e nota de projeto que podia influenciar a nota da avaliação contínua (Alves

et al., 2012; Fernandes, Flores, & Lima, 2012; Mesquita, Alves, Fernandes, Moreira, & Lima, 2009).

Atualmente, a nota do PIEGI1 é totalmente independente da nota das UCs. Assim, o modelo de avaliação é mais fácil de gerir e mais compreensível para os alunos embora não menos polémico (Alves et al., 2016). Este modelo encontra-se ilustrado na Figura 17 para a edição 2017/18. A nota final do aluno no PIEGI1 será resultado de duas componentes: componente resultante do trabalho em equipa que inclui relatórios, apresentações e protótipos que terão pesos diferentes e componente individual (nota individual do projeto) resultante de um fator de correção e um teste escrito sobre o projeto.

A nota individual de projeto de cada aluno será obtida a partir da nota de grupo no projeto. Esta nota individual obtém-se pela aplicação de fatores de correção individuais (FC) dentro do grupo, cuja média será igual a 1.0 de tal forma que a média das notas dos alunos dentro de uma equipa seja igual à nota da equipa. O Fator de correção individual (FC) da nota de equipa é obtido através dos vários processos de autoavaliação e de avaliação pelos pares realizados ao longo do semestre. Os processos de avaliação pelos pares (heteroavaliação) serão efetuados com base em “avaliações por parâmetros” previamente discutidos com os alunos.

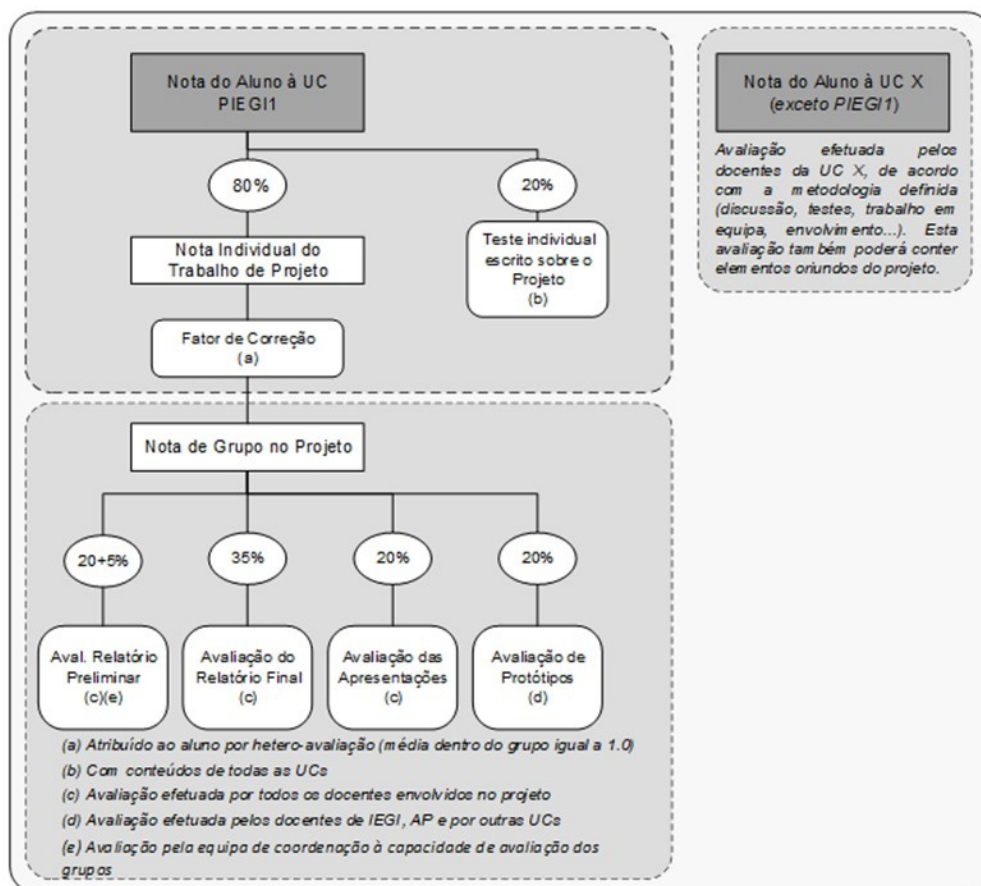


Figura 17
Componentes da avaliação do aluno na UC PIEGI1, edição 2017/18.

6.3.1. Nota individual de trabalho no projeto

A nota individual de trabalho no projeto tem um peso de 80%, é uma nota individual atribuída ao aluno que espelha o seu conhecimento e desempenho individual na prossecução dos objetivos do projeto da equipa, traduzidos quer nos resultados dos diversos entregáveis, quer nos resultados do próprio processo de desenvolvimento do projeto. Os itens de avaliação podem ser alterados, bem como os respetivos pesos. No entanto, como já referido, desde que a estrutura do curso passou a incluir uma unidade curricular de projeto integrado (Alves et al., 2014), este peso foi sempre de 80%, exceto na última edição, 2018/19, em que devido ao descontentamento dos alunos sobre o teste individual, o peso deste desceu para 10%.

Para tornar mais claro como se obtém a nota individual de trabalho no projeto apresenta-se na Figura 18 um extrato do ficheiro Excel usado neste cálculo da edição 2017/18 onde se pode ver a nota obtida pelo grupo (alimentada por outra folha do Excel), o fator de correção (FC) (outra folha do Excel), nota de grupo influenciada pelo FC (produto da nota de grupo pelo FC obtido para cada membro da equipa), nota do teste individual escrito sobre o projeto e, finalmente, a classificação em percentagem e em valores [0-20] para cada aluno.

	Grupo	Nota Grupo Projecto	FC	Nota com FC Projecto	Teste Projecto	Nota Individual Projecto [0-100]	Classificação [0-20]	Nind.	Ngrupo
	1	75.9%	0.975	74.0%	81.2%	75.4%	15.09	15	15.17
	1	75.9%	1.024	77.7%	83.6%	78.9%	15.78	16	
	1	75.9%	1.035	78.5%	79.0%	78.6%	15.72	16	
	1	75.9%	1.016	77.1%	75.4%	76.8%	15.35	15	
	1	75.9%	0.946	71.8%	42.5%	65.9%	13.18	13	
	1	75.9%	1.009	76.5%	60.0%	73.2%	14.64	15	
	1	75.9%	0.990	75.1%	73.5%	74.8%	14.96	15	
	1	75.9%	1.004	76.2%	59.5%	72.8%	14.57	15	
	2	81.0%	1.006	81.5%	55.5%	76.3%	15.25	15	16.19
	2	81.0%	1.008	81.6%	76.2%	80.5%	16.11	16	
	2	81.0%	0.967	78.3%	86.0%	79.8%	15.96	16	
	2	81.0%	0.996	80.7%	64.2%	77.4%	15.48	16	
	2	81.0%	1.005	81.4%	65.5%	78.2%	15.64	16	
	2	81.0%	0.996	80.7%	76.4%	79.8%	15.96	16	
	2	81.0%	1.012	81.9%	76.2%	80.8%	16.15	16	
	2	81.0%	1.010	81.8%	62.5%	77.9%	15.59	16	
	3	80.3%	1.010	81.0%	57.4%	76.3%	15.26	15	16.05
	3	80.3%	1.000	80.3%	65.5%	77.3%	15.46	16	
	3	80.3%	1.013	81.3%	79.7%	81.0%	16.19	16	
	3	80.3%	1.004	80.6%	66.8%	77.8%	15.57	16	
	3	80.3%	0.988	79.3%	71.7%	77.8%	15.56	16	
	3	80.3%	1.023	82.1%	66.5%	79.0%	15.80	16	
	3	80.3%	0.957	76.8%	76.5%	76.8%	15.35	15	
	3	80.3%	1.000	80.2%	69.5%	78.1%	15.62	16	
	3	80.3%	1.004	80.6%	76.6%	79.8%	15.96	16	
	4	83.6%	0.996	83.3%	53.6%	77.3%	15.47	16	16.73
	4	83.6%	1.002	83.8%	69.1%	80.9%	16.17	16	
	4	83.6%	0.992	83.0%	68.1%	80.0%	16.00	16	
	4	83.6%	1.021	85.4%	50.5%	78.4%	15.68	16	
	4	83.6%	0.995	83.2%	82.5%	83.1%	16.62	17	
	4	83.6%	0.993	83.1%	72.1%	80.9%	16.18	16	
	4	83.6%	0.992	83.0%	55.6%	77.5%	15.50	16	
	4	83.6%	1.009	84.4%	65.2%	80.6%	16.11	16	
	5	77.5%	0.997	77.3%	71.6%	76.2%	15.23	15	15.50
	5	77.5%	0.995	77.1%	59.7%	73.6%	14.73	15	
	5	77.5%	1.016	78.8%	64.4%	75.9%	15.18	15	
	5	77.5%	0.922	71.4%	57.8%	68.7%	13.74	14	
	5	77.5%	1.013	78.6%	72.0%	77.2%	15.45	16	
	5	77.5%	1.017	78.9%	66.6%	76.4%	15.28	15	
	5	77.5%	0.999	77.4%	72.0%	76.3%	15.27	15	
	5	77.5%	1.004	77.8%	66.5%	75.6%	15.11	15	
	5	77.5%	1.011	78.3%	69.5%	76.6%	15.32	15	
	6	78.6%	1.004	78.9%	76.9%	78.5%	15.70	16	15.72
	6	78.6%	1.004	78.9%	60.5%	75.2%	15.05	15	
	6	78.6%	1.006	79.0%	77.0%	78.6%	15.73	16	
	6	78.6%	1.004	78.9%	82.8%	79.7%	15.93	16	
	6	78.6%	0.961	75.5%	84.6%	77.3%	15.46	16	
	6	78.6%	1.005	79.0%	76.9%	78.6%	15.72	16	
	6	78.6%	1.008	79.2%	52.0%	73.8%	14.75	15	
	6	78.6%	1.003	78.8%	76.5%	78.4%	15.67	16	
	6	78.6%	1.005	79.0%	72.9%	77.8%	15.56	16	
	Controlo	1.00	1.00	1.00	1.00				
	Peso			0.80	0.20				
	Max	0.84	1.03	0.85	0.86	0.83	16.62	17.00	
	Média	0.79	1.00	0.79	0.69	0.77	15.47	15.59	
	Mín	0.76	0.92	0.71	0.43	0.66	13.18	13.00	

Peso da nota de
grupo do projeto

Peso do teste
individual escrito

Figura 18

Extrato do ficheiro Excel
com a nota individual
do aluno no PIEGI1,
edição de 2017/18.

6.3.1.1. Nota de grupo no projeto

A nota de grupo no projeto é resultado de várias componentes, como se pode ver na Figura 17. Assim, são avaliadas duas apresentações (a primeira apresentação não é avaliada), os dois relatórios e os protótipos do sistema de produção, das aplicações informáticas desenvolvidas e dos protótipos desenvolvidos (facultativo e dependente dos protótipos apresentados). A Figura 19 mostra um extrato do ficheiro Excel com as classificações obtidas por UC a cada componente de avaliação.

Normalmente o peso de cada UC é igual para todas mas no caso particular da Figura 19 pode ver-se que no caso do relatório preliminar a UC de AP não teve o mesmo peso que as restantes. Isto aconteceu porque o docente desta UC estava pela primeira vez a dar a UC integrada nesta metodologia de aprendizagem e não percebeu o momento certo para pedir aos alunos os conteúdos necessários para adicionar ao relatório. Por ser a sua primeira vez, também não percebeu a necessidade de avaliar as aplicações informáticas desenvolvidas pelos alunos para apoio à produção (e.g. uma aplicação para gerir os stocks). Assim, decidiu-se que não seriam avaliadas as aplicações no contexto do PBL nesta edição em particular. No ano seguinte, dada a experiência adquirida já foi possível fazer a avaliação integral desta componente de avaliação de protótipos. Isto mostra que, se por um lado, é importante manter os mesmos docentes no apoio ao projeto, por outro mostra que existe uma aprendizagem dos docentes, principalmente, quando são envolvidos.

Outro aspeto a referir nesta figura é a avaliação realizada pelos tutores, como estes assistiram às apresentações também quiseram fazer parte da avaliação, a equipa de coordenação aceitou, tendo esta avaliação (média das várias classificações dos tutores que avaliaram) um peso inferior aos dos docentes. O item “Aspeto geral” também foi avaliado por um tutor que se ofereceu para a tarefa e que avaliou a parte de formatação e referenciação (aos alunos é fornecido um *template* de relatório para que não haja diferenças significativas na formatação do documento).

Produto Final	Grupos						OK
Parâmetros de avaliação	1	2	3	4	5	6	Peso
Relatório Final - Resultado	70.74%	80.69%	79.80%	84.17%	71.01%	78.94%	35.00 OK
Relatório Preliminar - Resultado	73.65%	78.78%	77.22%	82.48%	67.57%	71.03%	20.00 OK
Avaliação dos docentes à avaliação pelos grupos	98.65%	91.22%	98.62%	90.52%	92.57%	96.23%	5.00 OK
Apresentação e discussão - Resultado	78.66%	82.41%	80.56%	82.74%	82.67%	79.43%	20.00 OK
Protótipos - Resultado	78.56%	79.66%	79.16%	83.07%	89.96%	80.29%	20.00 OK
Resultado	75.87%	80.97%	80.25%	83.64%	77.52%	78.59%	

Relatório Final (35%)	Grupos						OK
Conteúdos Avaliados	1	2	3	4	5	6	Peso
IEGI	81.2%	82.45%	81.50%	82.65%	85.55%	83.20%	OK
AL	80.5%	86.00%	77.50%	87.00%	81.50%	77.50%	OK
CC	87.0%	82.00%	92.00%	90.00%	76.00%	84.00%	OK
AP	30.0%	75.00%	70.00%	95.00%	30.00%	75.00%	OK
QG	75.0%	78.00%	78.00%	66.00%	82.00%	75.00%	OK
Resultado	70.74%	80.69%	79.80%	84.17%	71.01%	78.94%	

Relatório Preliminar (20%)	Grupos						OK
Conteúdos Avaliados	1	2	3	4	5	6	Peso
IEGI	75.82%	73.64%	75.39%	80.56%	82.05%	80.66%	19% OK
AL	72.50%	84.00%	75.00%	77.50%	74.00%	69.00%	19% OK
CC	85.00%	78.00%	90.00%	88.00%	70.00%	82.00%	19% OK
AP	50.00%	65.00%	70.00%	80.00%	20.00%	15.00%	14% OK
QG	78.00%	89.00%	75.00%	87.00%	78.00%	89.00%	19% OK
Aspeto geral	75.00%	80.00%	75.00%	80.00%	70.00%	80.00%	10% OK
Média Ucs	73.65%	78.78%	77.22%	82.48%	67.57%	71.03%	1 OK
Classificação obtida da avaliação feita pelos grupos	98.65%	91.22%	98.62%	90.52%	92.57%	96.23%	Máx: 5%

Apresentações e discussão (20%)	Grupos						OK
Conteúdos Avaliados	1	2	3	4	5	6	Peso
Apresentação Inicial							
Apresentação Intermédia (27.10.2017)	75.5%	79.3%	77.0%	74.4%	79.4%	76.4%	37.50 OK
Apresentação Final e Discussão (16.01.2018)	80.6%	84.3%	82.7%	87.8%	84.6%	81.2%	62.50 OK
Apresentação e discussão - Resultado	78.66%	82.41%	80.56%	82.74%	82.67%	79.43%	

Protótipos (20%)	Grupos						OK
Conteúdos Avaliados	1	2	3	4	5	6	Peso
Protótipos Sistemas Produção LEGO Mindstorms	82.13%	84.33%	83.33%	71.14%	84.91%	85.59%	50.00 OK
Protótipos dos produtos	75.00%	75.00%	75.00%	95.00%	95.00%	75.00%	50.00 OK
Protótipos - Resultado	78.56%	79.66%	79.16%	83.07%	89.96%	80.29%	

Apresentação final e discussão	Grupos						OK
Conteúdos Avaliados	1	2	3	4	5	6	Peso
IEGI	84.38%	83.75%	84.38%	77.38%	84.25%	81.75%	18% OK
AL	85.00%	85.00%	80.00%	90.00%	80.00%	80.00%	18% OK
CC	80.00%	85.00%	85.00%	90.00%	90.00%	80.00%	18% OK
AP	73.09%	89.18%	88.00%	94.45%	85.55%	87.45%	18% OK
QG	75.00%	75.00%	70.00%	85.00%	80.00%	70.00%	18% OK
Tutores	90.13%	90.63%	93.63%	91.38%	90.63%	93.75%	10% OK
Média Ucs	80.56%	84.29%	82.69%	87.77%	84.63%	81.23%	100%

Apresentação intermédia	Grupos						OK
Conteúdos Avaliados	1	2	3	4	5	6	Peso
IEGI	79.7%	80.8%	81.6%	79.4%	82.1%	80.6%	
AL	75.0%	83.0%	73.0%	73.0%	78.0%	73.0%	
CC	74.0%	74.0%	78.0%	74.0%	78.0%	78.0%	
AP	78.9%	83.6%	92.5%	85.5%	83.9%	85.5%	
QG	70.0%	75.0%	60.0%	60.0%	75.0%	65.0%	
Tutores	83.9%	80.0%	87.5%	86.5%	80.3%	83.5%	
Média Ucs	75.5%	79.3%	77.0%	74.4%	79.4%	76.4%	

Figura 19

Extrato do ficheiro Excel com as notas dadas pelas várias UCs às várias componentes de avaliação, edição de 2017/18.

Nesta figura interessa também realçar o item “Classificação obtida da avaliação feita pelos grupos” com um peso de 5% na componente de relatório preliminar. Este item é atribuído a cada equipa pela avaliação que fez a um relatório preliminar de outra equipa. Cada grupo avalia outro relatório, baseando a sua avaliação em critérios previamente definidos e negociados entre a equipa de coordenação e os alunos. A avaliação realizada por um grupo a outro grupo incluirá feedback e será avaliada pela equipa de coordenação e com um peso tanto maior quanto menor for a diferença entre a avaliação feita pelos docentes e a avaliação do grupo (5% máximo, i.e., se

a avaliação do grupo coincidir com a avaliação da equipa de coordenação o grupo que avaliou terá mais 5% na sua avaliação do relatório preliminar). Com esta avaliação, pretende-se desenvolver o espírito crítico dos alunos, pois percebem melhor se o que fizeram, fizeram bem ou podiam fazer melhor através da comparação que fazem com o outro relatório. Ao mesmo tempo, compreendem melhor a difícil tarefa de avaliar.

6.3.1.2. Fator de correção e avaliação pelos pares

O fator de correção resulta do processo de avaliação pelos pares enquanto mecanismo que permite ao grupo “pesar” a contribuição de cada membro da equipa. Assim, a avaliação pelos pares consiste numa avaliação realizada dentro da equipa relativamente ao desempenho de cada um face ao projeto. Ou seja, todos os membros da equipa se avaliam uns aos outros de acordo com os critérios definidos. A avaliação pelos pares funciona como um mecanismo de gestão da equipa, no sentido de verificar o desempenho dos seus membros no que diz respeito às competências transversais: competências de gestão de projetos, capacidades pessoais e interpessoais, competências de trabalho em equipa, capacidade de comunicação e gestão do tempo. Considera-se que os membros de cada equipa, pelo tempo que passam em conjunto durante o desenvolvimento do projeto, são os únicos a conseguir avaliar efetivamente o que acontece dentro da equipa.

Para além disto, este processo permite que os alunos desenvolvam competências de avaliação dentro de uma equipa de projeto. Posteriormente, os resultados são discutidos com o/a tutor/a com o objetivo de analisar o desempenho dos membros da equipa relativamente às competências transversais, não para penalizar, mas para que cada membro possa melhorar continuamente.

Cada grupo pode definir os seus critérios de avaliação pelos pares que reflitam, na opinião da equipa, o desempenho de cada membro e o seu contributo para o trabalho da equipa. A título de exemplo apresentam-se alguns dos critérios utilizados por equipas dos últimos anos:

1. Presença nas reuniões – refere-se à assiduidade e à participação nas reuniões marcadas pelo grupo, por exemplo, “o membro X faltou a 3 das 7 reuniões que fizemos e nas que estava pouco entrou na discussão”.
2. Nível de esforço no trabalho – refere-se ao empenho e interesse que cada membro demonstra na realização do projeto. Este empenho e interesse pode ser visível em várias situações, por exemplo, quando um membro está sempre a perguntar quem é que precisa de ajuda para as tarefas; ajudar o colega a realizar uma tarefa perante dificuldade ou para agilizar ainda mais o ritmo de trabalho; a dedicação ao projeto, seja nas apresentações, no relatório, nas tarefas; o interesse demonstrado durante o projeto; etc.

3. Sugestões de soluções – refere-se às sugestões dadas para resolver problemas que acontecem durante a realização do projeto. Está relacionada com a capacidade de encontrar alternativas para que seja possível tomar a melhor decisão.

4. Contributos originais – refere-se à criatividade, ao lançamento de ideias que permitem desenvolver o projeto.

5. Relacionamento interpessoal – refere-se à forma como os membros da equipa se relacionam em termos pessoais. Não é um critério coletivo, mas individual.

6. Cumprimento de prazos – refere-se ao compromisso dos membros para a entrega das tarefas e das responsabilidades que cada um tem para com a equipa.

A avaliação pelos pares é realizada em quatro períodos distribuídos ao longo do semestre, correspondendo a quatro avaliações ao longo do projeto para que a gestão da equipa seja garantida e para que os valores de uma avaliação isolada não comprometam toda a avaliação. A primeira destas avaliações não conta para a média final pois trata-se de uma avaliação experimental já que este processo de avaliação pelos pares não é fácil e pode não ser bem compreendido. Com o projeto todos os alunos têm a oportunidade de desenvolver competências, para além das técnicas que são essenciais à sua formação, e a avaliação pelos pares permite compreender como cada aluno está a desenvolver estas competências e o que poderá fazer para melhorar o seu desempenho.

No entanto, é importante que todos os alunos percebam como fazer esta avaliação e o impacto desta na avaliação de cada um. Para isso, foi desenvolvido um guia para apoio à avaliação pelos pares (documento de três páginas) (Apêndice 2) que é fornecido e discutido com cada equipa pelo tutor. Neste guia de apoio são respondidas as perguntas sobre o que é a avaliação, para que serve, quais são os critérios, quando se faz, como se faz e como se calcula. A avaliação pelos pares realiza-se, assim, com o apoio do tutor que poderá definir com o grupo a melhor forma de ser realizada. Sugere-se que a avaliação seja realizada numa reunião com o tutor e que sejam discutidos os resultados logo em seguida. Neste guia são também descritos os passos a seguir para fazer a avaliação que são:

1. Cada membro abre o ficheiro .xls de acordo com o seu número de ordem alfabética dentro da equipa a que pertence.

2. Cada membro vai avaliar de forma individual e pessoal (e anónima, se decidido pela equipa) os restantes numa escala de 0 a 4 (valores intermédios como 3,5 também são possíveis, com, no máximo, uma casa decimal) para cada um dos critérios e também se avalia a si mesmo.

3. Cada membro tem um número atribuído e com base nesse número preenche o bloco 1 para autoavaliação (opcional) e todos os outros.

Notas dadas pelo elemento: 1										Escala da Contribuição [0 a 4]:	
ao elemento:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Presença nas reuniões		3.8	3.8	3.5	3.5	3.8	2	3.8	4	3.8	0 – muito marginal/negativa
Nível de esforço no trabalho		3	3	3	3	3	2.8	3	3.2	3	1 – abaixo da média
Sugestões de soluções		3	3	3.3	3.5	3	2	3	3.2	3	2 – na média
Contributos originais		2	2	3	2.5	2	1.5	2	2	2	3 – acima da média
Relacionamento interpessoal		3.5	2.8	3.5	3.5	3.5	2	3.2	3.5	3.2	4 – excepcional
Cumprimento de prazos		3.8	3.5	2.8	3	3.5	3	3	3.5	3.5	Nota 1: Podem ser atribuídas avaliações com uma casa decimal. Por exemplo: 2,8. Nota 2: Não podem ser atribuídas avaliações inferiores a 0 (zero) ou superiores
Elementos do Grupo 3:		Nº									
		1									
		2									
		3									
		4									
		5									
		6									
		7									
		8									
		9									

4. No final gravam o ficheiro com o número do grupo e número do elemento do grupo. Considerando o mesmo exemplo: a Angela teria de gravar o ficheiro xls “G1N1”.

5. Em seguida envia o ficheiro ao tutor.

6. Após todos os alunos terem concluído a avaliação, os resultados são compilados e resultam num gráfico apresentado na secção 7.3.7. A discussão destes resultados deve realizar-se logo em seguida com o apoio do tutor.

Tal como referido, a avaliação pelos pares faz parte da nota individual de projeto. A avaliação pelos pares funciona como um fator de correção (FC) individual dentro da equipa em que a média é igual a 1.0. Ou seja, a média das notas dos alunos dentro de uma equipa tem de ser igual à nota da equipa no projeto. Normalmente, os alunos não têm perceção da importância desta avaliação nos resultados finais e desta forma também é explicado no guia qual o impacto destes na nota final individual através de um exemplo apresentado também na Tabela 5a. A nota de projeto desta equipa foi de 68,7%. O FC (resultado da avaliação pelos pares) influenciou os resultados da forma apresentada na Tabela 5b), tendo baixado a nota de dois membros, a Maria e a Inês. Portanto, os alunos acima de 1.0 melhoram a nota relativa ao projeto (68,7% – exemplo do Pedro) e os alunos inferior a 1.0 baixaram esta mesma nota (exemplo da Inês).

Figura 20

Exemplo de preenchimento do ficheiro excel para avaliação pelos pares por um membro de uma equipa.

Tabela 5

a) Exemplo de resultado de uma avaliação pelos pares; b) influência do FC na nota final individual de cada membro da equipa.

	a)			
	Av1	Av2	Av3	T
Ana	1,004	1,015	1,004	1,008
Maria	0,961	0,976	0,895	0,944
João	0,997	1,033	1,025	1,018
Pedro	1,048	1,040	1,036	1,041
Tiago	1,019	0,976	1,029	1,008
Inês	0,971	0,961	1,011	0,981

	b)	
Ana	1,008	69,3%
Maria	0,944	64,9%
João	1,018	70,0%
Pedro	1,041	71,6%
Tiago	1,008	69,3%
Inês	0,981	67,5%

Assim, o papel do tutor nesta avaliação, além de discutir o processo de avaliação antes da sua realização, é de compilar os resultados da avaliação individual e, principalmente, discutir o resultado final com a equipa de forma a que seja muito transparente e clarificada o melhor possível a avaliação de cada um a cada e a explicação dos motivos para tal.

6.3.2. Teste individual escrito sobre o projeto

O objetivo do teste individual escrito sobre o projeto é impedir que alguns alunos sintam que não precisam de trabalhar, i.e., se sentem à sombra dos outros, e impeça o “free-riding” ou “hitchhiking”. No guia do projeto o teste é explicado desta forma:

O teste individual escrito, que consistirá em uma ou duas perguntas por UC sobre o relatório do projeto de cada equipa, obriga a que todos os alunos da equipa tenham de saber tudo o que está no relatório pois a divisão de tarefas não deve ser motivo para que não saibam o que os outros membros da equipa fizeram, deve e é obrigatório haver a partilha do conhecimento. (Equipa de coordenação 2019/20, 2019)

O teste individual escrito consiste em colocar uma ou duas perguntas sobre o relatório do projeto de cada equipa. Desta forma obriga a que todos os alunos da equipa tenham de saber o que foi realizado para o relatório pois a divisão de tarefas não deve ser motivo para que não saibam o que os outros membros da equipa fizeram, deve, e é obrigatório, haver a partilha do conhecimento. A necessidade de ter um teste deste tipo resultou do facto dos alunos trabalharem em equipa e nem sempre todos colaborarem da mesma forma.

Toda a logística associada ao teste final é realizada pelo coordenador assim como a realização do teste nas últimas edições. Em edições anteriores, cada docente preparava uma parte do teste específico para cada equipa, no entanto, os alunos queixavam-se que o tipo de perguntas os obrigava a decorar partes do relatório (por ex.: decorar partes de código informático) e este não era o objetivo. Além do mais, este tipo de perguntas não impediria que os alunos que pouco trabalharam durante o semestre pudessem tirar uma boa nota porque conseguiam estudar e decorar o relatório. No entanto, este teste foi alvo de muitas críticas por parte dos alunos que não consideravam que refletisse o conhecimento deles e muito menos permitisse perceber que todos trabalharam de forma igual. Segundo os alunos, por vezes, aqueles que menos fizeram tiravam melhores notas no teste pois estudavam na véspera o relatório do projeto.

Devido a estas críticas, o teste, que começou por incluir perguntas de todas as UCs envolvidas no projeto, tem assumido diferentes conceções e pesos (Moreira, Alves, et al., 2017). Nas últimas edições tem sido o coordenador a preparar, apenas duas perguntas e relacionadas com a forma como as equipas integraram os diferentes conteúdos das UCs no projeto e a corrigi-las. Nas últimas edições, o teste tem valido 20% para a nota individual do aluno, enquanto que na ultima edição este peso foi reduzido para 10%. No entanto, ainda não agradou totalmente aos alunos que o consideraram “subjetivo”.

6.4. Gestão da informação e da comunicação

A gestão da informação e da comunicação neste tipo de projetos ocorre a vários níveis: entre os vários elementos da equipa de coordenação, entre a equipa de coordenação e as equipas de alunos, entre as várias equipas de alunos, entre os elementos de cada equipa, entre as equipas de alunos e os representantes das empresas (quando aplicada) e ainda com a comunidade externa. Há uma preocupação não apenas com a troca e com a compreensão das informações entre todos os elementos, mas também com a preservação dos privilégios necessários e as restrições à disponibilidade de dados. A rede de comunicação pode ser bastante complexa, não só devido ao número de pessoas envolvidas, mas também por causa da complexidade das funções e complexidade de privilégios ou restrições à disponibilidade de dados. Gerir toda a comunicação, documentação e informação neste tipo de projetos pode ser uma tarefa bastante exigente. Exemplos de restrição são:

- A equipa de coordenação deve disponibilizar, a todas as equipas de alunos, toda a informação crítica atualizada, tais como: atualizações de planeamento de informação, as mudanças na disponibilidade de recursos, as informações de *feedback*, informações de avaliação, etc.
- As equipas de alunos devem manter as informações atualizadas e os dados disponíveis para todos os membros e para o seu tutor, mantendo registo de alterações de documentos, mantendo os planos atualizados, etc.
- As equipas de alunos devem manter a maioria dos seus dados preservados das outras equipas.
- Um membro de uma equipa de alunos pode querer preservar para si alguns dados que podem ser ou não compartilhados com o seu tutor ou com alguns outros membros da sua equipa.
- Os investigadores necessitam de informação que pode ou não estar disponível para estudantes, tutores ou outros docentes.

Em termos de gestão da comunicação e da informação pode dizer-se que atenção especial deve ser dada aos canais de comunicação e as informações que devem ser trocadas com as equipas de alunos. As equipas de alunos tendem a ser muito exigentes – querem obter informações o mais precisas possível no exato momento em que sentem necessidade.

Os projetos do MIEGI apresentados neste trabalho envolvem tipicamente 7-16 docentes (alguns deles atuando apenas como tutores), tendo o número de alunos vindo a aumentar de 42 para 54. Uma lista com os principais tipos de ferramentas e tipos de documentos utilizados para a comunicação e partilha de informação é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6

Principais ferramentas e tipos de documentos utilizados para a comunicação, partilha de informação e avaliação das equipas.

Tipo	Ferramentas e tipos de documentos
Documentos	Guia do Projeto de aprendizagem Guia do Tutor Plano semestral, horário semanal, horário para primeira e segunda semana Agenda e powerpoint da apresentação de kick-off Enunciado do projeto-piloto Modelos de grelhas de avaliação (apresentações, relatórios) Grelha para avaliação dos aspetos técnicos do relatório preliminar Instruções, modelos para relatórios e regras de referência bibliográfica Modelos para a avaliação pelos pares Teste final individual Questionários: individual para avaliar o processo PBL, para avaliar a tutoria pelos alunos, para avaliar a experiência de tutoria e para os docentes avaliarem o processo PBL
Repositórios	Blackboard acessível pelos estudantes e docentes Dropbox para docentes
E-mail	E-mail direto; Lista de distribuição do Blackboard
E-learning	Ambiente de disciplina do Blackboard Diferentes docentes usam diferentes plataformas de comunicação e transferência de ficheiro com os alunos: Blackboard e WeTransfer
Informal	O contacto direto foi facilitado pela proximidade e pelo espírito de abertura existente

As secções seguintes apresentam os modelos de documentos referidos.

6.4.1. Guia de projeto de aprendizagem e guia do tutor

O guia de projeto de aprendizagem é um documento que tem normalmente entre 10 a 20 páginas e é entregue às equipas de alunos na primeira sessão de apresentação do projeto (uma cópia por equipa) e disponibilizado através do Blackboard, já que será um elemento de consulta frequente ao longo do semestre. Na Figura 21 pode ver-se a capa deste documento da edição de 2017/18.

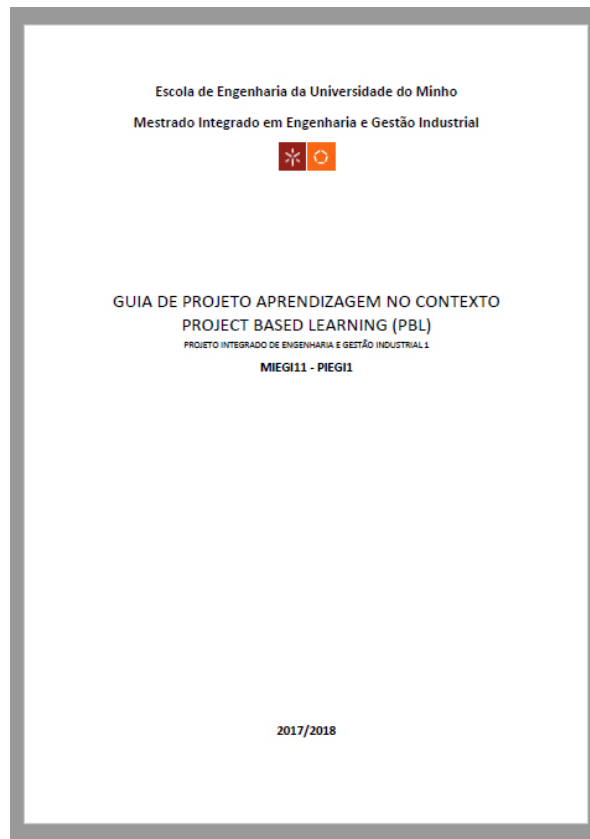


Figura 21
Capa do guia de projeto
para os alunos do
1.º ano do MIEGI,
edição 2017/18.

Este documento reúne todas as informações que os alunos precisam de saber para desenvolver o seu próprio projeto. Na Figura 22 pode ver-se o índice deste documento com os capítulos principais:

- Tema do projeto (descrição e objetivos);
- Equipa de coordenação (docentes e tutores);
- Competências a desenvolver (transversais e técnicas no âmbito de cada unidade curricular);
- Calendarização (horário, pontos de controlo, datas de testes e entrega de trabalhos);
- Avaliação (do projeto e de cada unidade curricular);
- Recursos disponíveis (físicos e de *e-learning*).

 Universidade do Minho - Escola de Engenharia Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial	
ÍNDICE	
Resumo.....	2
Índice.....	3
1. Introdução.....	4
2. Vantagens e Desafios do Processo.....	4
3. Alunos.....	4
4. Constituição da Equipa de Coordenação do Semestre.....	4
5. O papel do Tutor.....	5
6. Descrição do Projeto.....	5
6.1. Tema.....	5
6.2. Descrição.....	5
6.3. Objetivos do projeto.....	6
7. Competências.....	6
7.1. Competências transversais.....	6
7.2. Competências – Introdução à Engenharia e Gestão Industrial (IEGI).....	6
7.3. Competências – Algoritmos e Programação (AP).....	7
7.4. Competências – Química Geral EE (QG).....	7
7.5. Competências – Cálculo EE (Calc).....	7
7.6. Competências – Álgebra Linear EE (AL).....	7
8. Calendarização.....	7
8.1. Horário Base.....	7
8.2. Plano de Aulas.....	8
8.3. Pontos de Controlo.....	9
8.4. Organização da primeira semana – miniprojecto.....	10
9. Avaliação.....	10
9.1. Avaliação do Projeto Integrado de Engenharia e Gestão Industrial 1 (PIEGI 1).....	10
9.2. Proposta de avaliação de Introdução à Engenharia e Gestão Industrial (IEGI).....	13
9.3. Proposta de avaliação de Química Geral EE (QG).....	13
9.4. Proposta de avaliação de Algoritmos e Programação (AP).....	13
9.5. Proposta de avaliação de Cálculo EE (Calc).....	14
9.6. Proposta de avaliação de Álgebra Linear EE (AL).....	14
10. Recursos físicos.....	14
11. Plataforma de E-learning.....	14
Referências bibliográficas.....	14

Figura 22
Índice do guia de projeto para os alunos do 1.º ano do MIEGI, edição 2017/18.

O guia do tutor é um documento que pretende apoiar a função de tutor no PBL. No entanto, este documento não reuniu consenso dentro da equipa e tem sido revisto, não existindo ainda uma versão final.

6.4.2. Plano semestral, horário semanal e horário da primeira e segunda semana

Para servir de base ao plano de todo o semestre, a equipa de coordenação constrói um plano semestral para um horizonte de 18 semanas. Esta programação inclui não só as atividades específicas da equipa de coordenação, mas também as atividades que envolvem os estudantes.

Estimativa do tempo
gasto em atividades de
apoio ao projeto.

[illegible]

Figura 23
Plano semestral
(exemplo da edição
2017/18).

Em cada uma destas semanas os alunos têm um horário semanal de aulas que se repete desde o início das aulas até final de dezembro. Embora o número de alunos tenha variado pouco ao longo das edições, estando nas últimas edições em 54 alunos o número de alunos inscritos no MIEGI são sempre mais de 70 devido ao elevado número de transferências que têm. Por isso, torna-se necessário fazer turnos nas aulas teóricas-práticas. Estes são elaborados de forma que os alunos das mesmas equipas possam ir ao mesmo turno e realizem, se necessário, trabalhos de equipa nas aulas. Assim, este horário baseado no horário definido pelo Conselho Pedagógico da Escola de Engenharia, assume o aspeto da Figura 24.

Os alunos transferidos, trabalhadores-estudantes e de outros contingentes não têm todas as UCs do primeiro ano, primeiro semestre e portanto não são integrados nas equipas PBL discutidas neste livro. Estes alunos são também integrados em equipas e fazem um projeto que é diferente e, normalmente, realizado numa empresa (podendo ser uma empresa onde um ou mais alunos trabalhem). Assim, fazem um projeto mais direcionado para o seu perfil, designado de projeto NPBL, por não desenvolverem um projeto baseado em todas as UCs do primeiro ano, primeiro semestre como os seus colegas que são “caloiros”. Embora, o projeto seja diferente, o que pode parecer criar situações de desigualdade, caso estes alunos não tivessem outro projeto que os motive mais e se baseie na UC que os une (Introdução à Engenharia e Gestão Industrial) poder-se-ia correr o risco de alguns desistirem por não conseguirem acompanhar as equipas PBL que têm um ritmo muito diferente. Assim, estes alunos conseguem fazer o projeto e não se sentem diferentes por isso (Alves, Moreira, & Leão, 2018).

Universidade do Minho Produção e Sistemas		Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial 1º Ano (1º semestre)											
Horas	2ª Feira		3ª Feira		4ª Feira		5ª Feira		6ª Feira		7ª Feira		
8:00 - 9:00													
9:00 - 10:00	Calculo EE [ECUM_A-EC2.05] TP2 G4+G6+G8	Algoritmia e Programação [EEUM_A-LAP4] PL1 G1+G2+G3	Quimica Geral EE [ECUM_A - EC1.01] T1		Algebra Linear EE [EEUM_A-EE0.22] T1		Calculo EE [EEUM_A - EE0.22] T1		Introdução à Engenharia e Gestão Industrial [EE0.22] T1				
10:00 - 11:00													
11:00 - 12:00	Calculo EE [ECUM_A-EC2.30] TP1 G1+G2+G3	Algebra Linear EE [ECUM_A-EC2.05] TP2 G4+G6+G8	Quimica Geral EE [ECUM_A - EC2.14] TP1 G1+G2+G3	Introdução à Engenharia e Gestão Industrial [EEUM_A-EC2.30] TP1 G4+G5+G6	Algebra Linear EE [ECUM_A-EC2.14] TP1 G1+G2+G3		Algoritmia e Programação [EE0.22] T1		Algoritmia e Programação [EEUM_A-LAP2] PL2 G4+G5+G6				
12:00 - 13:00			Quimica Geral EE [ECUM_A - EC2.14] TP2 G4+G5+G6	Introdução à Engenharia e Gestão Industrial [EEUM_A - EC.230] TP2 G1+G2+G3									
13:00 - 14:00													
14:00 - 15:00	Projeto Integrado em Engenharia e Gestão Industrial I [EEUM_A-Lab.Fed.2] PL3 NPBL		Projeto Integrado em Engenharia e Gestão Industrial I [EEUM_A - Lab. CAD/CAPP] PL2 G1+G2+G3		Projeto Integrado em Engenharia e Gestão Industrial I [EEUM_A - Lab. Engind] PL1 G4+G5+G6								
15:00 - 16:00													
16:00 - 17:00													
17:00 - 18:00													
18:00 - 19:00													
19:00 - 20:00													

Além deste horário semanal, existe a necessidade de preparar um horário diferente para a primeira e segunda semana pois nesta decorre o projeto-piloto, i.e., um miniprojeto (secção 7.3.3) que obriga as equipas a passar pelas fases de um projeto em curto período de tempo, normalmente, uma semana. A Figura 25 apresenta esse horário e onde se pode ver as atividades dos alunos nessas duas semanas que inclui formação dada pelos docentes de IEGI sobre fazer apresentações multimédia e formação sobre trabalho de equipa.

Figura 24

Plano para a primeira semana útil do PBL do primeiro ano do MIEGI (edição 2017/18).

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI11) 2017/2018							
Semana 1	Tempo	Segunda-feira 18/1/18	Terça-feira 19/1/18	Quarta-feira 20/1/18	Quinta-feira 21/1/18	Sexta-feira 22/1/18	Salas/Horários/Grupos Apresentação PREGI 1 Sala: EE0.22
	09-10	Acolhimento ao Aluno	Acolhimento ao Aluno	AULAS	AULAS	Apresentação PREGI Grupos e Mini-Projeto	Formação 1: Trabalho em Equipa. Sala: EE2.78 (DPS)
	10-11					AULAS	G4, G5, G6 14:10-15:00h
	11-12						G4, G5, G6 15:10-16:00h
	12-13						Formação 2: Apresentações Multimédia. Sala: EE2.79 (DPS)
	13-14						G4, G5, G6 14:10-15:00h
	14-15	Formação 1 Trabalho Equipa EE0.78 (DPS)	Formação 2 Ap. Multimédia EE0.79 (DPS)	G1, G2, G3 15:10-16:00h			
	15-16	Formação 2 Ap. Multimédia EE0.78 (DPS)	Formação 1 Trabalho Equipa EE0.79 (DPS)	Formação 1: Trabalho em Equipa. Sala: EE2.78 (DPS)			
	16-17	G1, G2, G3 14:10-15:30h					
	17-18	G4, G5, G6 15:10-17:00h					
18-19	Formação 2: Apresentações Multimédia. Sala: EE2.79 (DPS)						
Semana 2	Tempo	Segunda-feira 25/1/18	Terça-feira 26/1/18	Quarta-feira 27/1/18	Quinta-feira 28/1/18	Sexta-feira 29/1/18	Salas/Horários/Grupos Apresentação Mini-Projeto Sala: G1, G2, G3, G4, G5, G6 - 14:10-16:30h
	09-10	AULAS	AULAS	AULAS	AULAS	AULAS	
	10-11						
	11-12						
	12-13						
	13-14						
	14-15	AULAS	Formação 1 Trabalho Equipa EE0.78 (DPS)	Apoio às equipas período	Apresentação Mini-Projeto		
	15-16	Apoio às equipas período	Formação 1 Trabalho Equipa período				
	16-17						
	17-18						
18-19							

Figura 25

Horário para a primeira e segunda semana (edição 2017/18).

6.4.3. Enunciado do projeto-piloto

O projeto-piloto ou miniprojeto constitui o primeiro ponto de controlo do projeto das equipas de alunos. Esta é a primeira tarefa dada às equipas, uma experiência onde se espera que os alunos numa semana passem pela experiência de fazer um projeto e sintam o *stress* de trabalhar em equipa, fazer tarefas, cumprir prazos. O enunciado do projeto-piloto da edição 2018/19 está na Figura 26.

Enunciado do projeto-piloto

1 Descrição do projeto-piloto

Com este projeto-piloto (mini-projeto) pretende-se que os alunos se preparem para o trabalho em equipa a realizar no âmbito do PIEGI1. Este projeto-piloto será realizado num curto espaço de tempo (cerca de uma semana) permitindo que os alunos adquiram conhecimento sobre a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-Based Learning-PBL), desenvolvam competências de trabalho em equipa e de utilização de ferramentas de comunicação web, para suporte ao desenvolvimento e divulgação do projeto. Pretende-se que forneçam o estado da arte sobre possíveis fontes e formas de produção de água potável – aplicações mais usuais e emergentes, fomentadas por investigação recente e/ou em curso. Devem igualmente selecionar e demonstrar terem utilizado ferramentas de comunicação e divulgação Web de apoio ao desenvolvimento do projeto (e.g. blog, página web, etc.).

2 Objetivos

A equipa deverá demonstrar ser capaz de:

- Efetuar pesquisas sobre a temática do projeto semestral relacionado com água potável.
- Criar e gerir ferramentas web *para registo, coordenação e divulgação do trabalho da equipa* (e.g.: criar um *blog* e mantê-lo atualizado, usar uma ferramenta informática de apoio ao trabalho de equipa, por exemplo o Asana, onde as reuniões e as atividades realizadas fiquem registadas.)
- Trabalhar em equipa (resolver problemas; definir, distribuir e atribuir responsabilidades de realização de tarefas; conduzir reuniões; fixar objetivos e prioridades, organizar o trabalho em função dos recursos e dos prazos; criar um ambiente de trabalho agradável e respeitar o plano de trabalho estabelecido; avaliar o desenrolar do trabalho e auto avaliar-se como participante.)

3 Organização e Calendarização

O mini-projeto será desenvolvido em equipas de 8-9 alunos dentro e fora das aulas das unidades curriculares, num período de cerca de uma semana, ao longo da 1ª e 2ª semana de aulas do 1º semestre. A apresentação está agendada para o dia **1 de outubro (2ª feira), das 9h-12h00 em sala a definir.**

4 Avaliação

Esta atividade não será classificada formalmente, mas a respetiva apresentação irá incluir uma breve discussão sobre o trabalho realizado e os resultados obtidos. Cada equipa dispõe de um período de 15 min. distribuídos da seguinte forma:

- ⇒ 10 minutos para a apresentação
- ⇒ 5 minutos para discussão

Nesta apresentação espera-se que cada equipa apresente:

- O tema e a respetiva relevância atual/futura
- Identificação prévia de problemas/dificuldades
- Objetivos que pretendem atingir no projeto
- Visualização da(s) ferramenta(s) Web de comunicação e divulgação escolhidas
- Estratégias de atualização da informação ao longo do semestre
- Como se organizaram nesta semana e como pretendem fazê-lo ao longo do semestre
- Quais as lições aprendidas nesta semana

Figura 26
Exemplo do enunciado do projeto-piloto da edição 2018/19.

Com este projeto, as equipas também constroem um blogue que irão atualizar ao longo de todo o projeto. Este também serve para a equipa de coordenação acompanhar o desenvolvimento do projeto.

6.4.4. Agenda e PowerPoint da apresentação de *kick-off*

O projeto dos alunos inicia-se com a apresentação do PIEGI1 aos alunos na primeira semana de aulas para o primeiro ano, o que acontece por volta da terceira semana de setembro, uma semana depois do início do semestre para todos os restantes anos. Na primeira reunião da equipa de coordenação é definida a data para esta apresentação.

Entretanto o coordenador prepara a agenda e apresentação de arranque do projeto. Exemplo da agenda pode ver-se na Figura 27. Para esta apresentação são convidados os docentes das UCs e tutores docentes e alunos.

Adicionalmente, pode ser convidado alguém relacionado com o tema para mostrar a relevância deste e inspirar as equipas no desenvolvimento do projeto. Na edição de 2018/19 foi convidado um responsável da Câmara Municipal, responsável pelo Laboratório da Paisagem que é um laboratório de investigação que, entre outras áreas de atuação, atua no tema escolhido para esse ano que foi “Produção de água potável”.

Aproveita-se o dia da apresentação para dar a conhecer aos alunos as salas de projeto que poderão usar para o trabalho de equipa e sugere-se que os tutores reúnam nesse dia com as equipas já formadas, dando-lhes a conhecer um pouco melhor o projeto e promovendo que os membros da equipa se apresentem e troquem contactos.

Por vezes, esta sessão é ainda aproveitada pelos alunos do Núcleo de estudantes de Engenharia e Gestão Industrial (NEEGIUM) para apresentarem os projetos e associações em que estão presentes como o *European Students of Industrial Engineering and Management* (ESTIEM).

Sessão de apresentação	
Projeto integrado em Engenharia e Gestão Industrial 1 - PBL	
Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial	
2018/2019	
Sala: Edifício 11-0.10 19 de setembro de 2018	
11:00 - Apresentação do PBL no MIEGI (40')	
	Francisco Moreira, coordenador MIEGI1-PBL; Jorge Cristino, Lab. Paisagem
11:40 - Apresentação do projeto-piloto (10')	
	Anabela Alves, Docente IEGI
11:50 - Constituição dos grupos e atribuição de tutores (20')	
	Celina Leão, docente DPS
12:10 - Visita às salas PBL do DPS e Breve reunião com o Tutor da Equipa (salas PBL) (30')	

Figura 27
Agenda para a
apresentação de *kick-off*.

A apresentação do PBL é realizada pelo coordenador e, normalmente, inclui um conjunto de tópicos que o coordenador considera necessários para dar uma visão geral do projeto aos alunos (Figura 28). A maioria destes tópicos estão detalhados no guia do projeto de aprendizagem já discutido na secção 6.4.1.

Figura 28
Extrato da apresentação de *kick-off*.



Esta apresentação pode ainda incluir vídeos relacionados com o tema do projeto ou com as mudanças globais da Engenharia para enquadrar a importância da Engenharia e o tema do projeto e motivar os alunos.

6.4.5. Modelos de grelhas para avaliação

Para fazer as avaliações dos relatórios e das apresentações, o coordenador disponibiliza alguns modelos, atendendo a critérios previamente discutidos e descritos no guia de aprendizagem apresentado na secção 6.4.1. Além das grelhas de avaliação, é usada uma grelha designada de “Grelha de Aspetos_tecnicos_UCs_relatorio_preliminar” preparada por todos os docentes das UCs para ajudar os alunos na construção do relatório preliminar. Esta grelha serve também para ajudar as equipas a avaliar e dar *feedback* sobre um relatório de outra equipa, tal como referido na secção 6.3.1. A Figura 29 apresenta um extrato da grelha para a unidade curricular de IEGI. É importante referir que esta grelha é atualizada todos os anos, quer devido aos conteúdos que podem mudar para melhor se ajustarem ao projeto quer à melhoria contínua que vai sendo realizada.

Figura 29
Extrato da grelha de aspetos técnicos das UCs para o relatório preliminar a fornecer às equipas de alunos.

Aspetos técnicos a considerar das Unidades Curriculares para os relatórios	Fez/ não fez	Págs. do relatório onde está apresentado	Comentários (se deviam ou não ter considerado, o que falta, se está bem apresentado,...)
Introdução à Engenharia e Gestão Industrial (IEGI):			
1. Apresentar os aspetos de gestão e organização do projeto e da equipa planeados e atualizados.			
2. Especificar o produto, os materiais requeridos para produzir esse produto e os outros fatores de produção.			
3. Procura anual e diária e fundamentação dessa procura.			
4. Definir o processo de produção e apresentar o gráfico de análise de processo (com identificação das operações e respetivos tempos).			
5. Projetar o layout geral da fábrica justificando as dimensões requeridas e o respetivo arranjo das seções (e.g. usando CORELAP).			
6. Projetar o layout do sistema de produção (e.g. linhas), justificando as dimensões requeridas e também a tomada de decisão sobre o tipo de layout selecionado. Definir e representar nesse layout o fluxo de materiais e pessoas			
7. Calcular o Takt time, taxa de produção e TC do sistema de produção, WIP estimado, tempo de percurso.			
8. Apresentar uma ou mais tabelas com os P[is]/equipamentos (com as respetivas operações), tempos de processamento e nº de trabalhadores por PT.			
9. Apresentar e descrever medidas de ecologia industrial (produto; SP/atividade industrial; Instalações e medidas de responsabilidade social)			
10. Apresentar e explicar o protótipo do produto e/ou sistema de produção (material/software usado, ...)			

Para os relatórios são considerados sete critérios, tendo cada um deles entre três a sete itens. Cada critério tem um peso diferente e a atribuição da classificação faz-se numa escala de 5 a 1, tal como apresentado na Figura 30. Não é obrigatório que os docentes usem estes modelos mas sugere-se a sua utilização. Para o primeiro relatório, o relatório preliminar, esta avaliação é acompanhada pela correção e feedback às equipas para que estas possam melhorar e entregar um relatório final mais próximo do pretendido.

Critérios	Indicadores	G1	G2	G3	G4	G5	G6	
1. Adequação do Trabalho aos Objectivos	0,35	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	Escala: Excelente: 5 - Bom: 4 - Suficiente: 3 - Fraco: 2 - Mau: 1 1.1. Revela o cumprimento dos objectivos gerais do projecto definidos para a tarefa. 1.2. Revela o cumprimento dos objectivos da UC definidos para a tarefa. 1.3. Revela a integração dos conteúdos da UC na tarefa. 2.1. Revela coerência e formatação adequada da estrutura do relatório. 2.2. Apresenta resumo, índices e lista de acrónimos adequados. 2.3. Identifica os objectivos do projecto na Introdução do relatório. 2.4. Expõe as questões relevantes no Desenvolvimento do relatório. 2.5. Sistematiza os resultados obtidos na Conclusão do relatório. 2.6. Expõe os argumentos de forma sistematizada. 3.1. Utiliza uma terminologia científica adequada. 3.2. Recorre a várias fontes de informação. 3.3. Selecciona bibliografia adequada. 3.4. Mobiliza informação pertinente. 3.5. Revela clareza na interpretação de conceitos. 3.6. Revela espírito inovador nas propostas apresentadas. 3.7. Revela capacidade de síntese. 4.1. Apresenta uma visão crítica do trabalho efectuado e dos resultados obtidos. 4.2. Justifica as opções tomadas. 4.3. Levanta questões pertinentes para futuros trabalhos. 5.1. Apresenta o texto rigorosamente formatado. 5.2. Revela qualidade na escrita (inexistência de gralhas, erros ortográficos e de sintaxe). 5.3. Utiliza elementos gráficos de apoio ao texto (imagens, tabelas, diagramas, etc). 5.4. Revela preocupação com aspectos estéticos. 5.5. Aborda os conceitos de uma forma criativa. 6.1. Utiliza uma linguagem própria. 6.2. Apresenta citações correctamente referenciadas. 6.3. Apresenta referências em todos os elementos gráficos. 6.4. Inclui todas as referências citadas na bibliografia.
2. Estrutura do Relatório	0,05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
3. Fundamentação e Rigor Conceptual	0,2	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
4. Capacidade de Reflexão e Análise Crítica	0,2	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
5. Formatação e Apresentação Gráfica	0,05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
6. Respeito pelas Regras de Produção Académica	0,13	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
7. Cumprimento de Prazos e de Condições de Entrega	0,02	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
	100,0%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	

As apresentações são avaliadas recorrendo à grelha apresentada na Figura 31, considerando quatro critérios que inclui vários indicadores.

Figura 30
Grelha para avaliação de relatórios no PIEG1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Avaliação das Apresentações									
2	Critérios de Avaliação das Apresentações	Critérios	G1	G2	G3	G4	G5	G6	Peso	Indicadores
3		1. Estrutura da Apresentação e Apresentação Gráfica							20%	1.1. Apresenta uma estrutura clara: introdução, desenvolvimento e conclusão. 1.2. Apresenta os slides rigorosamente formatados. 1.3. Revela qualidade na escrita (inexistência de gralhas, erros ortográficos e de sintaxe). 1.4. Inclui aspectos formais de referênciação. 1.5. Revela preocupação com aspectos estéticos. 1.6. Utiliza elementos gráficos de apoio ao texto (imagens, tabelas, diagramas, etc). 1.7. Expõe os argumentos de forma sistematizada.
4		2. Comunicação							25%	2.1. Revela uma postura adequada. 2.2. Demonstra clareza na exposição dos conceitos. 2.3. Comunica eficazmente de forma verbal e não verbal. 2.4. Cumpre o tempo definido para a apresentação. 2.5. Demonstra articulação entre os membros do grupo. 2.6. Revela capacidade de argumentação e problematização na apresentação. 2.7. Revela capacidade de problematização, argumentação e contra-argumentação na discussão.
5		3. Criatividade							25%	3.1. Apresenta ideias inovadoras. 3.2. Revela espírito de iniciativa. 3.3. Revela capacidade de surpreender o público.
6		4. Conteúdos							30%	4.1. Utiliza uma terminologia adequada ao tema. 4.2. Demonstra compreensão das características da empresa. 4.3. Apresenta uma fundamentação técnica adequada. 4.4. Transparece visão multidisciplinar integrada.
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										

O *feedback* às apresentações é dado durante a apresentação pública e no momento a seguir a cada equipa ter feito a apresentação nos cinco minutos de discussão.

Figura 31
Grelha de avaliação das apresentações.

6.4.6. Instruções, modelos de relatórios e regras de referenciação bibliográfica

Durante o desenvolvimento do projeto, existe um permanente fluxo de comunicação entre os docentes e alunos, usando-se para tal o email e as listas de distribuição do Blackboard. Os alunos são avisados de todos os momentos e pontos de controlo, assim como as condições de entrega: o nome do ficheiro a enviar, por exemplo, “G#_1Apres”, que significa o nome do grupo e a entrega da primeira apresentação, a data em que o devem fazer e como o devem fazer (e.g. por email, pelo Blackboard ou outro) e para quem.

Às equipas é disponibilizado um modelo de relatório onde já está definida o formato da capa, estrutura do documento, tipo e tamanho de letra (Figura 32). São também fornecidos relatórios de equipas de anos anteriores para as equipas terem alguns exemplos.

A imagem mostra a capa de um modelo de relatório. No topo, há um logótipo da Universidade do Minho, composto por dois quadrados adjacentes: o da esquerda é vermelho com um símbolo branco, e o da direita é laranja com um símbolo branco. Abaixo do logótipo, o texto "Universidade do Minho" e "Escola de Engenharia" aparece em cinza. Segue-se "Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial" em cinza. O título "Título do relatório" está em negrito. Abaixo dele, há o campo "Nomes completos dos alunos do grupo #:". Mais abaixo, o texto "Relatório preliminar (ou final) do" e "Projeto Integrado em Engenharia e Gestão Industrial 1" aparece em cinza. No rodapé, há o campo "Mês do Ano" em cinza.

Figura 32
Capa do modelo do
relatório.

Neste modelo, no capítulo de referências bibliográficas são dadas algumas instruções sobre como fazer referências no texto, qual o estilo a adotar e são ainda disponibilizados alguns documentos relacionados.

6.4.7. Modelos para avaliação pelos pares

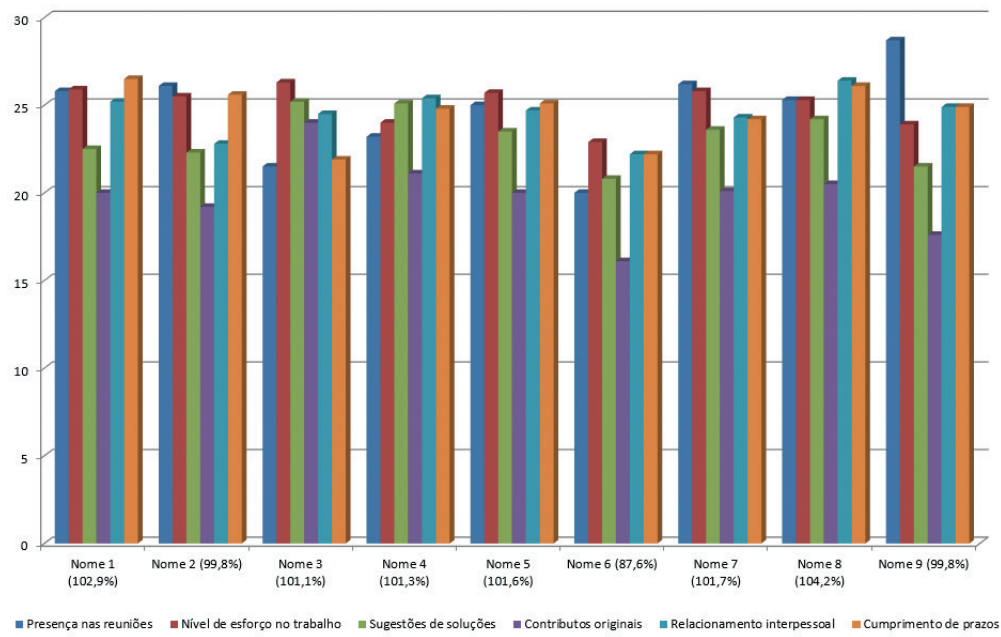
Tal como referido na secção 6.3.1.2, para avaliação pelos pares são usadas duas grelhas, uma para avaliação de cada membro de uma equipa fazer a avaliação dos outros membros já apresentada na Figura 20 dessa secção e outra para compilar todos os resultados de cada equipa e gerar o gráfico de resultados. A Figura 33 apresenta a grelha usada para compilar os resultados de avaliação pelos pares de uma equipa de nove membros.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3	Presença nas reuniões	25,8	26,1	21,5	23,2	25	20	26,2	25,3	28,7	
4	Nível de esforço no trabalho	25,9	25,5	26,3	24	25,7	22,9	25,8	25,3	23,9	
5	Sugestões de soluções	22,5	22,3	25,2	25,1	23,5	20,8	23,6	24,2	21,5	
6	Contributos originais	20	19,2	24	21,1	20	16,1	20,1	20,5	17,6	
7	Relacionamento interpessoal	25,2	22,8	24,5	25,4	24,7	22,2	24,3	26,4	24,9	
8	Cumprimento de prazos	26,5	25,6	21,9	24,8	25,1	22,2	24,2	26,1	24,9	
9	Nº	145,9	141,5	143,4	143,6	144	124,2	144,2	147,8	141,5	141,8
10	Elementos do Grupo:	102,9	99,8	101,1	101,3	101,6	87,6	101,7	104,2	99,8	Média
11	Nome 1										
12	Nome 2										
13	Nome 3										
14	Nome 4										
15	Nome 5										
16	Nome 6										
17	Nome 7										
18	Nome 8										
19	Nome 9										
20											

Figura 33
Grelha para compilar os resultados de avaliação pelos pares de uma equipa de nove membros.

O gráfico correspondente a estes resultados é gerado e discutido com os alunos, tal como referido na secção 6.3.1.2. A Figura 34 mostra o exemplo de um gráfico de resultados da avaliação pelos pares para a equipa de nove membros representada na figura anterior.

Figura 34
Resultado em gráfico
de uma avaliação pelos
pares de uma equipa de
nove membros.



7. Terceira fase: arranque

Esta secção apresenta a terceira fase do projeto, o arranque do projeto para os alunos. É uma fase que demora apenas uma semana mas é uma semana muito intensa de trabalho num novo contexto e com muita gente nova.

7.1. Apresentação do projeto

Do ponto de vista da execução de um processo PBL, a apresentação do projeto aos alunos constitui a primeira fase em que estes passam a estar envolvidos. Para esse efeito, a abordagem que se tem revelado eficaz no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) do DPS consiste em realizar, no início do semestre, uma sessão plenária com os alunos, docentes e investigadores envolvidos no projeto. Nessa sessão de apresentação, cuja agenda e tópicos de apresentação já foram apresentados na secção 6.4.4, os alunos são elucidados sobre muitos aspetos do processo PBL.

Assim, a sessão de apresentação do projeto pode ter até duas horas de duração e é conduzida pelo docente coordenador do processo PBL. A sessão divide-se em diversos momentos, com intervenção de vários membros da equipa de coordenação, como se viu na agenda da Figura 27 da secção 6.4.4. Num primeiro momento, o docente coordenador PBL apresenta o contexto e a motivação para a aplicação desta metodologia de aprendizagem ativa baseada em projetos interdisciplinares. Apresenta igualmente a equipa de coordenação (docentes, tutores e investigadores), as unidades curriculares de apoio direto ao projeto (*project supporting courses* – PSC), o sistema de avaliação e os pontos de controlo. Depois do enquadramento e historial dos projetos no MIEGI¹¹, são ainda fornecidas todas as informações relevantes para a realização do projeto, nomeadamente:

- A disponibilidade de um guia do projeto de aprendizagem;
- Tema do projeto;
- Apresentação do projeto-piloto ou mini-projeto;
- Plano e horário da semana 1 e 2;
- Constituição das equipas e atribuição do tutor.

No caso particular das edições PBL do 1.º ano do MIEGI, a sessão de apresentação exige um planeamento mais cuidado, não só no que diz respeito aos vários aspetos a abordar, mas também relativamente à própria dinâmica da sessão, uma vez que os alunos vão, normalmente, ter o seu primeiro contacto com a metodologia PBL. Para as edições PBL de anos posteriores, esta sessão pode ser simplificada, uma vez que os alunos, na maior parte dos casos, já experienciaram processos PBL durante o seu percurso académico, estando por isso familiarizados com a fundamentação da metodologia bem com as questões práticas relativas à operacionalização do projeto.

No entanto, em ambos os casos, a presença da grande maioria dos alunos é absolutamente fundamental pois desta sessão deve resultar a constituição das equipas de

alunos e a atribuição dos respetivos tutores (secção 6.2.3). Para cada equipa, o tutor constitui o primeiro elemento de contacto, esclarecendo eventuais dúvidas que surjam nos dias que medeiam a sessão inicial e a sessão plenária seguinte (normalmente oito dias), altura em que todas as equipas apresentam publicamente os primeiros resultados do seu trabalho.

Segue-se a apresentação do tema do projeto, normalmente efetuada por outro docente, que não só introduz o tema, como fornece uma justificação sumária da importância e urgência de desenvolvimento de soluções técnico-científicas para a temática escolhida para o PBL. De seguida são constituídas as equipas de trabalho e atribuídos os respetivos tutores (secção 6.2.4), e é feita a introdução do miniprojeto. Tipicamente, no miniprojeto, cada equipa de alunos tem que efetuar a análise do estado-da-arte inerente ao tema do projeto e apresentar a sua visão (forçosamente limitada) daquilo que vai ser o projeto, nomeadamente em termos de problema, objetivos e planeamento. O miniprojeto requer trabalho em equipa, coordenação, gestão do tempo, distribuição de tarefas, preparação e realização de uma apresentação oral pública, e, argumentação sobre as soluções a desenvolver. O grande objetivo do miniprojeto é, de facto, promover de imediato uma cultura de trabalho continuado, de cumprimento de pontos de controlo e de “habituação” às sessões públicas de apresentação e discussão.

A sessão de apresentação termina com a atribuição do espaço de trabalho a cada equipa, nas salas de projeto, bem como dos restantes meios de apoio complementares, nomeadamente, chaves das salas e dos cacifos individuais, etc. (secção 6.2.5). O tutor reúne então com cada equipa, já no espaço atribuído, ficando esta, depois, entregue a si própria, sendo autónoma na respetiva gestão (e.g. pode iniciar trabalhos de imediato ou simplesmente dar o dia por terminado) e responsável pelos trabalhos a desenvolver.

Todos os anos esta sessão de apresentação é objeto de um planeamento cuidado, que inclui a indicação prévia de quem vai intervir, sobre o quê e durante quanto tempo (tal como apresentado na secção 6.4.4). A data de realização é previamente divulgada pelo diretor de curso, normalmente numa sessão oficial de receção aos novos alunos, sendo relevada a importância da presença de todos. Este procedimento tem garantido um franco sucesso em termos de presença de alunos na sessão de apresentação, o que é absolutamente crucial para um arranque pleno do processo PBL.

7.2. Ocupação das salas de projeto pelas equipas e atribuição de outros recursos

A cada equipa de alunos é atribuído um espaço físico no DPS (Figura 35), durante o semestre de realização do projeto, tal como referido na secção 6.2.5. Estes espaços foram idealizados tendo em vista o trabalho em equipa e a aprendizagem cooperativa, bem como as atividades de acompanhamento do progresso do projeto por parte dos docentes das PSCs, e ainda as reuniões de tutoria. Cada espaço possui um quadro

branco, mesas e cadeiras, um armário e cacifos, bem como biombos que separam os espaços de cada grupo.

Normalmente são reservadas duas salas, designadas salas PBL, para as seis equipas: uma das salas permite alojar quatro equipas e a outra, bastante inferior em área, destina-se às duas restantes equipas. Em determinadas edições foram utilizadas três salas PBL de dimensão inferior, alojando cada uma entre duas a quatro equipas, sendo uma das salas partilhadas com equipas PBL do 4.º ano do MIEGI.

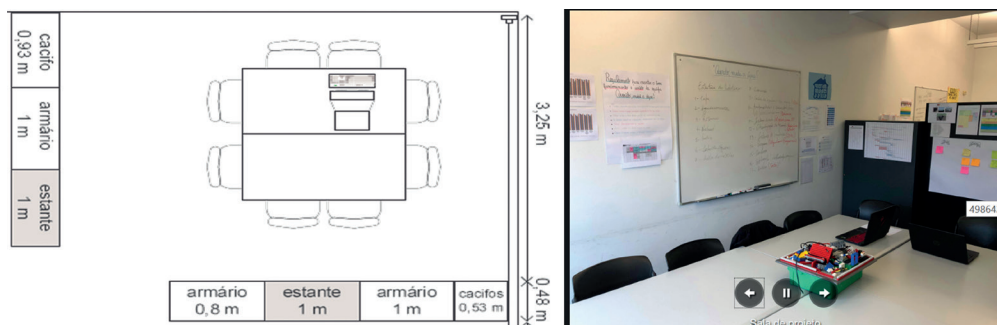


Figura 35
Espaço de projeto para
equipa PBL.

Estas salas são espaços próprios do DPS, uma vez que o complexo pedagógico da EEUM não disponibiliza espaços, nem meios adequados ao desenvolvimento de PBL. Durante muitos anos, o procedimento foi fornecer chaves das salas às equipas, o que lhes permitia um acesso extremamente flexível ao espaço. As equipas tendem a usar este espaço de forma muito efetiva, mesmo em fases em que as atividades a desenvolver no PBL são menos concentradas. Deu-se igualmente flexibilidade aos membros das equipas para, pontualmente e em regime excecional, poderem usufruir continuamente desses espaços durante um período máximo de 48h, permitindo desta forma a realização de sessões de trabalho *non-stop* extremamente longas. Para tal, foi necessário dialogar com a empresa de segurança do campus por forma a assegurar o livre acesso aos alunos. Esta modalidade de uso do espaço é útil para a maior parte das equipas, especialmente em momentos próximos dos pontos de controlo. Algumas equipas não recorreram a este mecanismo porque efetuaram um planeamento prévio e adequado das tarefas, que lhes permitiu a realização das tarefas e conclusão dos entregáveis no horário normal de funcionamento do campus. Cada equipa pode usar o armário para guardar os itens associados ao projeto PBL e cada membro pode usar o seu cacifo individual.

As equipas dispunham ainda de um computador portátil, (que tinham pré-instalado um conjunto adequado de aplicações informáticas), (se quisessem), rede sem fios e apoio informático assegurado pelo gabinete técnico do DPS. As equipas de alunos recebem também um *kit Lego Mindstorms NXT* que lhes permite desenvolver um protótipo do sistema de produção idealizado. Existem igualmente dois laboratórios informáticos, contíguos às salas PBL, cujos computadores, quando não alocados a atividades letivas, podem ser utilizados pelos alunos PBL.

Mais recentemente, o procedimento de atribuição de salas foi analisado porque houve alguma irresponsabilidade no uso da sala e falta de entrega de componentes do Lego por algumas equipas. Embora desde o início do semestre se alerte para a necessidade de limpar, conservar em bom estado o mobiliário das salas, desocupar os cacifos e entregar todos os componentes do Lego, isso não é cumprido. Por exemplo, alguns alunos adotam comportamentos em momentos de grande carga emocional, como o episódio contado na Figura 36 que mereceram algumas repreensões.

Figura 36
Episódio de irresponsabilidade nas salas de projeto.

Na edição 2011_2012 do PBL, a equipa de coordenação foi avisada pelos técnicos do departamento que os alunos tinham deixado acesas umas velas numa das salas de projeto. Além do perigo, a sala foi deixada suja e com os armários com cera. Discutido o assunto com os alunos, foi dito à coordenadora que o grupo tinha levado as velas para uma experiência por causa do projeto. Depois de repreendida toda a turma, os alunos tiveram de limpar as salas sob pena de não serem lançadas as notas enquanto não o fizessem. Numa outra sala, os alunos escreveram palavras indecorosas num biombo de tecido. Os alunos tiraram o tecido e mandaram efetuar uma limpeza.

Assim, no ano letivo 2019/20 (17.^a edição) inseriu-se um procedimento diferente, tendo sido preparada uma declaração de compromisso para requisição, utilização do espaço de trabalho e devolução do material e uma lista de verificação para requisição e entrega do material e espaço.

8. Quarta fase: execução

Esta secção descreve a quarta fase do projeto que consiste na sua execução. Esta fase vai desde a segunda semana de aulas até discussão final das notas a atribuir aos alunos. É uma fase que implica muito e continuado trabalho quer do lado dos alunos quer dos docentes.

8.1. Gestão do projeto pelas equipas de alunos

Com o propósito de facilitar a gestão do projeto por parte das equipas de alunos, nas edições PBL do MIEGI adota-se um modelo de ciclo de vida de projeto que é composto por três fases: fase inicial, fase intermédia e fase final, tal como referido na secção 6.2.2. Nesta secção cada uma destas fases é detalhada e são apresentados alguns exemplos dos mecanismos usados pelos alunos em cada fase.

8.1.1. Fase inicial

Na fase inicial do projeto as equipas realizam o miniprojeto, descrito na secção 6.4.3 baseando-se no enunciado fornecido. Nesta fase é fundamental o apoio da unidade curricular Introdução à Engenharia e Gestão Industrial (IEGI) pois é no contexto desta UC que é dada formação sobre trabalho de equipa e outras formações (e.g. multimédia), tal como referido na secção 6.2.6. Neste contexto, cada equipa deve preparar um cartaz motivacional para colocar no seu espaço na sala de projeto. A Figura 37 apresenta dois desses cartazes da edição 2018/19.

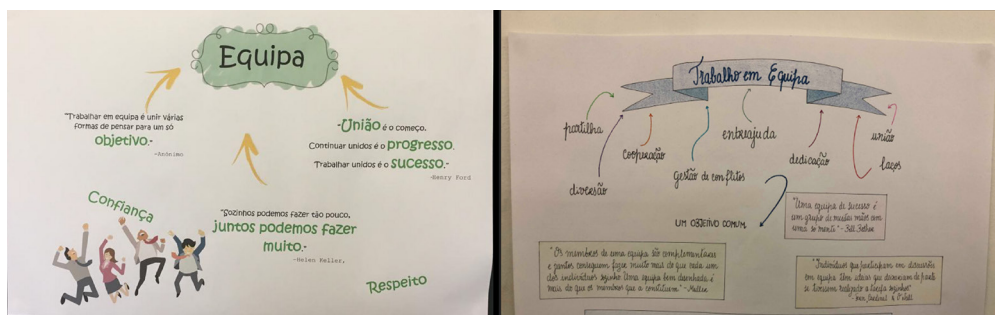


Figura 37
Cartaz motivacional de duas equipas da edição 2018/19.

Também é pedido às equipas de alunos que façam uma tarefa, que é avaliada no contexto da UC de IEGl, e que consiste na discussão e preenchimento do documento “Formas de gestão do projeto e da equipa”. Neste documento pretende-se que a equipa descreva as formas adotadas para a gestão do projeto e da equipa. Esta descrição deve resultar de uma discussão prévia entre todos os elementos da equipa no sentido de definir formas e estratégias relativamente ao planeamento e controlo do projeto, aos recursos humanos e à gestão da informação. A equipa pode ainda abordar outras questões para além das que estão definidas. Este documento deve ter, no máximo, duas páginas embora se admita a entrega dos apêndices necessários para completar as tarefas, por exemplo, um diagrama de Gantt ou cronograma com as atividades principais a desenvolver para concretizar o projeto usando o MsProject ou outro software de gestão de projetos e de equipas (e.g. Asana) (Figura 38).

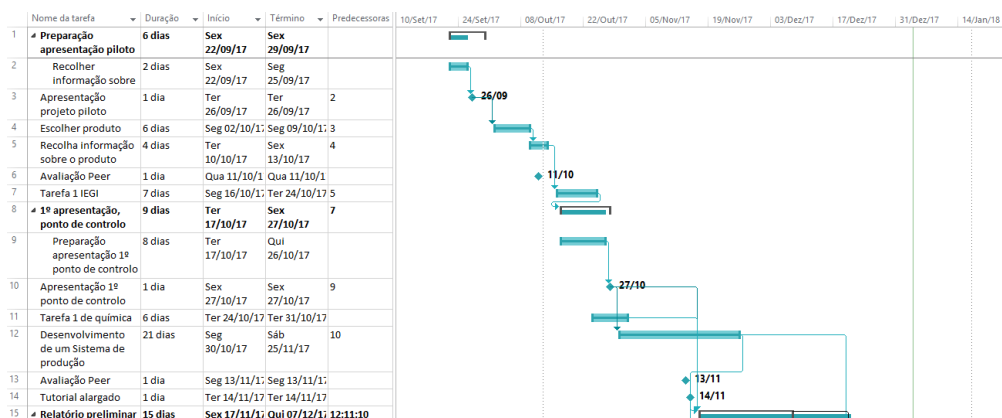


Figura 38
Extrato de um diagrama de Gantt de uma equipa de alunos com as principais atividades a desenvolver para o projeto.

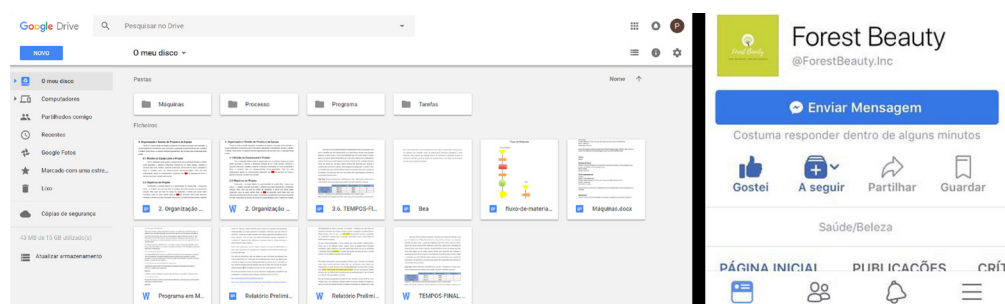
Assim, este documento inclui sete campos:

1. Missão da equipa para o projeto
2. Objetivos do projeto
3. Produtos finais a entregar/demonstrar
4. Como vão planear e controlar o andamento do projeto
5. Que estratégias vão utilizar para manter a motivação e gerir eventuais conflitos ao longo do projeto
6. Como é que a equipa vai gerir a informação relativa ao projeto
7. Outros aspetos

Esta tarefa é avaliada pelos docentes da UC e o feedback é enviado aos alunos para que estes possam melhorar a tarefa e incluir estes aspetos na segunda apresentação da equipa no contexto do projeto que é o segundo ponto de controlo (PC2). O conteúdo desta tarefa também fará parte dos relatórios, sendo atualizada de acordo com as mudanças que forem ocorrendo na equipa ao longo do projeto.

Assim, as equipas são obrigadas a refletir e a discutir aspetos como: gestão da comunicação adotando formas de comunicação, não só entre membros do grupo, mas também da equipa com os respetivos docentes e tutor (direta, *emails*, *facebook*, *sms*, *telemóvel*, ...); gestão da informação através da utilização de mecanismos que garantam a existência de informação sempre atualizada e disponível para todo o grupo (e.g. *blog*, *dropbox*, *Yahoo groups*, etc.); gestão do trabalho (reuniões formais do grupo, mecanismos de planeamento e alocação de tarefas, mecanismos de monitorização e controlo, e.g. *quadro de post-it's*), motivação, gestão de conflitos. A Figura 39 mostra exemplos de mecanismos usados pelas equipas para gerir a informação, nomeadamente, *Google Drive* e *Facebook*.

Figura 39
Exemplos de mecanismos das equipas para gerir, partilhar e divulgar informação.



As equipas também definem nesta fase os papéis que cada membro irá assumir nas reuniões de trabalho. Incentiva-se os alunos a ter papéis rotativos para passarem pela experiência e perceberem o que custa aprendendo com esse processo. Por exemplo, a Figura 40 apresenta duas tabelas com a distribuição de cargos a assumir nas reuniões de trabalho pelos membros das equipas.

DATA	NOME	FUNÇÃO
15/09/2018	Rafael	Presidente
	Sara	Secretária
	Sara	Gestor de tempo
14/09/2018	Sara	Presidente
	Paulo	Secretária
	Paulo	Gestor de tempo
03/09/2018	Sara	Presidente
	Paulo	Secretária
	Sandra	Gestor de tempo
08/09/2018	Paulo	Presidente
	Sandra	Secretária
	Leonardo	Gestor de tempo
15/09/2018	Leonardo	Presidente
	Paulo	Secretária
	Paulo	Gestor de tempo
12/09/2018	Paulo	Presidente
	João	Secretária
	João	Gestor de tempo
29/08/2018	João	Presidente
	Marina	Secretária
	Marina	Gestor de tempo
05/01/2018	João	Presidente
	Paulo	Secretária
	Paulo	Gestor de tempo
12/01/2018	Paulo	Presidente
	Leonardo	Secretária
	Leonardo	Gestor de tempo
19/01/2018	Leonardo	Presidente
	Sara	Secretária
	Sara	Gestor de tempo
26/01/2018	Sara	Presidente
	Paulo	Secretária
	Paulo	Gestor de tempo
03/02/2018	Paulo	Presidente
	Sandra	Secretária
	Sandra	Gestor de tempo
10/02/2018	Sandra	Presidente
	Leonardo	Secretária
	Leonardo	Gestor de tempo
17/02/2018	Leonardo	Presidente
	João	Secretária
	João	Gestor de tempo
24/02/2018	João	Presidente
	Paulo	Secretária
	Paulo	Gestor de tempo
03/03/2018	Paulo	Presidente
	Marina	Secretária
	Marina	Gestor de tempo
10/03/2018	Marina	Presidente
	Rafael	Secretária
	Rafael	Gestor de tempo

Figura 40
Exemplo de duas tabelas com a rotatividade de papéis nas reuniões de trabalho.

Os alunos são também incentivados a fazer o Belbin Test (Belbin, 2014) para que possam identificar e conhecer melhor o papel que cada um poderá assumir na equipa. A Figura 41 mostra um exemplo do resultado de um teste para os membros de uma equipa que os alunos combinaram de uma forma criativa com uma matriz de competência (Suzaki, 1993).

	Shaper	Implementer	Completer / Finisher	Chairman co-ordinator	Team Worker	Resource Investigator	Plant	Monitor Evaluator
Ana Carolina								
Ana Margarida								
André								
Beatriz								
Fábio								
João								
Alice								
Martinho								
Maurício								

Legenda:

- Precisa de desenvolver a competência.
- Sabe desempenhar o papel.
- Desempenha muito bem o papel.
- Papel(éis) que desempenha melhor.
- Sabe desempenhar bem o papel.

Figura 41
Resultado de um teste Belbin dos membros de uma equipa apresentado como uma matriz de competência.

O resultado de uma semana de trabalho é apresentado na primeira apresentação que é primeiro ponto de controlo (PC1) (secção 6.2.2). Esta apresentação não é avaliada, tal como referido na secção sobre o modelo de avaliação, na secção 6.3.1. Normalmente, nestas apresentações percebe-se o entusiasmo dos alunos e embora apresentem as ideias ainda de uma forma muito simplista e, por vezes, confusa, as suas apresentações surpreendem os docentes. A Figura 42 apresenta os slides de uma apresentação realizada uma semana depois do início das aulas, cujo tema foi a remanufatura de acessórios de moda e calçado (a escolha da equipa foi recolher as meias de nylon de senhora para cordas para raquetes de ténis).



Figura 42
Exemplo de uma apresentação do projeto-piloto (primeiro ponto de controlo) de uma equipa da edição de 2016/17.

Aproximadamente um mês depois e do apoio dado pelos docentes nas aulas e nas sessões de apoio ao projeto espera-se que haja mais clareza nas ideias e que os alunos tenham tomado a decisão sobre o produto a projetar. Essa tomada de decisão é apresentada na segunda apresentação (segundo ponto de controlo – PC2). A Figura 43 apresenta uma apresentação intermédia sobre a transformação de biomassa em que a equipa escolheu um tipo de planta considerado invasora e transformaram num óleo para ambientador.

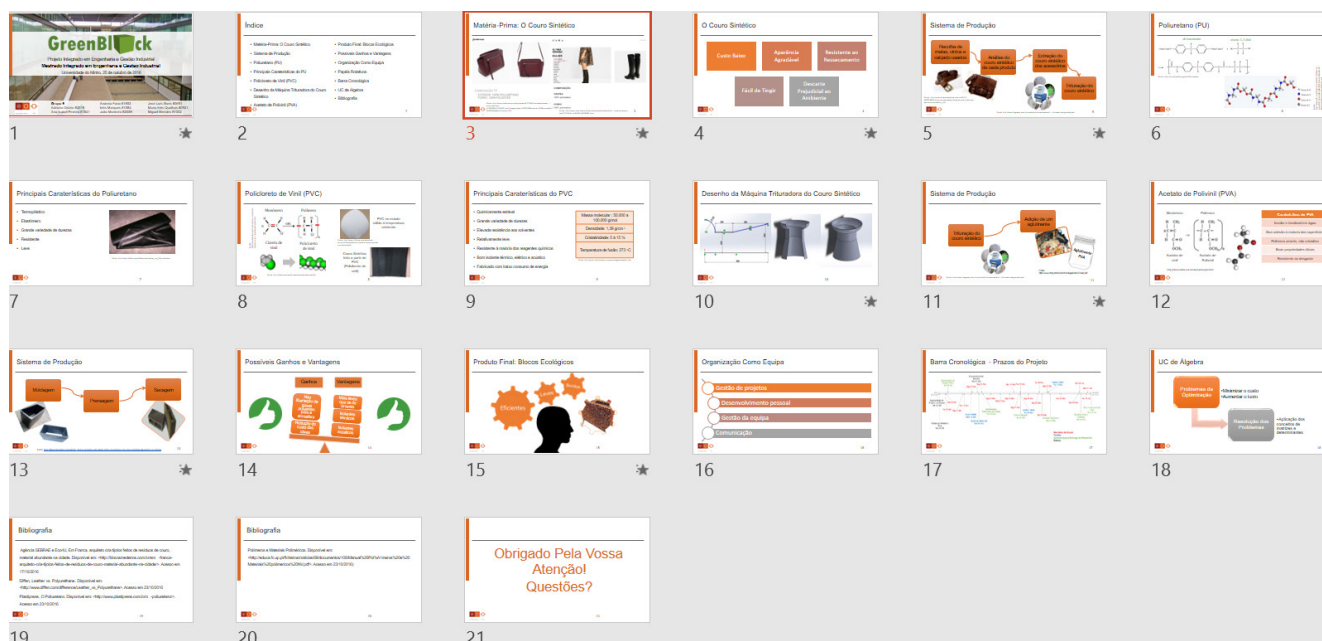


Figura 43
Exemplos de uma apresentação intermédia do andamento do projeto de uma equipa da edição 2016/17.

Para que todos adquiram competências de apresentação oral é exigido que todos os alunos apresentem uma parte da apresentação, cabendo à equipa esta distribuição. As equipas têm 10 minutos para apresentação e mais cinco de discussão e as equipas são avisadas que este tempo é estritamente controlado, havendo apenas uma pequena tolerância de mais dois minutos. As equipas também são avisadas que as equipas que assistem também devem estar atentas pois terão de tecer comentários e/ou colocar questões às equipas que apresentam. Além de se pretender estimular o espírito crítico, espera-se que os alunos estejam atentos aos trabalhos dos colegas.

Atendendo à dimensão da equipa que é grande (6-9 membros) a partilha de informação é uma necessidade para que todos saibam em todos os momentos o que cada um está a fazer e planeia fazer. A divisão de tarefas faz parte deste processo, pois as tarefas atribuídas terão de ser discutidas e de acordo de todos. Além da partilha da informação, é mais importante a partilha do conhecimento pois é normal que numa equipa haja esta divisão de tarefas mas todos os membros da equipa devem adquirir as competências em todas as UCs, mesmo que as tarefas de cada UC sejam feitas apenas por alguns deles. Para isso é essencial a existência de sessões de divulgação e partilha do conteúdo das tarefas entre todos. Para que todos se envolvem e colaborem na realização das tarefas foi incluído o teste individual do projeto já apresentado na secção 6.3.2.

8.1.2. Fase intermédia

Durante a fase intermédia é muito importante a monitorização e controlo das atividades planeadas do projeto pois a falta desta poderá colocar em risco a entrega bem-sucedida dos entregáveis nos pontos de controlo. As equipas passam muito tempo nas salas de projeto a trabalhar, podendo este trabalho ser acompanhado

pelo coordenador/tutores/docentes. A Figura 44 mostra exemplos das equipas nas salas de projeto a trabalharem de diferentes edições de 2016/17, 2017/18 e 2018/19.



Figura 44
Equipas a trabalhar nas salas de projeto.

Adicionalmente, as equipas podem recorrer aos laboratórios de Química para fazerem experiências como se pode ver na Figura 45.



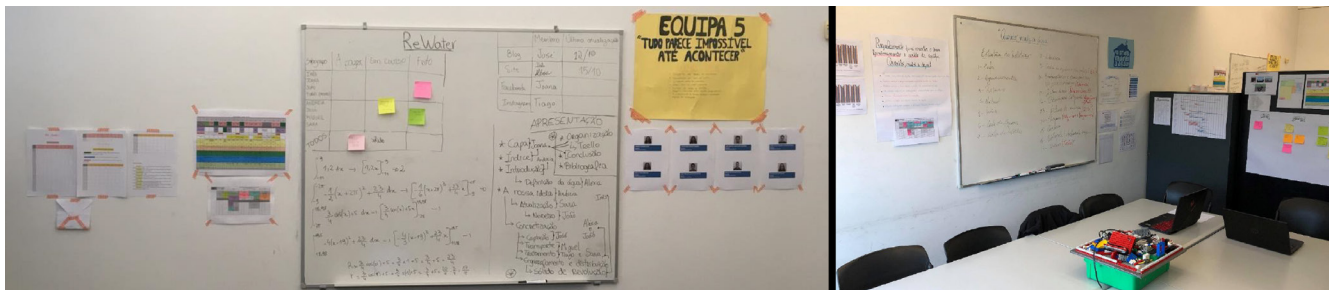
Figura 45
Equipas em visita e a fazerem experiências nos laboratórios de Química.

Para sensibilizar os alunos para o tema do projeto em questão, o coordenador do projeto pode ainda organizar visitas a empresas cujo negócio se enquadre no tema dos alunos. Mesmo que o coordenador não organize esta visita, as equipas são também incentivadas a fazerem visitas a empresas que considerem adequadas para esclarecerem melhor aspetos relacionados com o projeto. A Figura 46 mostra alguns momentos durante as visitas dos alunos a empresas da região.



Para a monitorização, as equipas desenvolvem quadros kanban com tarefas a realizar, em curso e realizadas usando quadro de post-it's que são colados nas paredes das salas de projeto (Figura 47).

Figura 46
Visitas realizadas pelas equipas a empresas da região.



Estes elementos são também adicionados nos mecanismos que usam para divulgar, partilhar e depositar informação como os blogues, páginas do *facebook*, repositórios entre outros. A Figura 48 apresenta imagens de duas páginas de dois blogues construídos pelas equipas para divulgação do projeto e monitorização do progresso do seu trabalho.

Figura 47
Exemplo de duas salas de projeto com elementos de monitorização e controlo das atividades de projeto.

Ainda nesta fase, e depois da entrega e discussão da segunda apresentação é importante monitorizar o progresso dos trabalhos. Assim, o próximo contacto das equipas com todos os docentes acontece no tutorial alargado (PC3) (secção 6.2.2) em que as equipas não fazem nenhuma entrega mas devem preparar-se para tirar as dúvidas e apresentar as dificuldades que os impedem de avançar. Por exemplo, neste momento não se espera que eles tenham dúvidas sobre o produto a conceber mas se acontecer a sessão irá contribuir para impulsionar o avanço das equipas. Algumas equipas preparam um documento com as dúvidas para cada UC e entregam aos docentes no dia para que seja mais fácil e rápida a resposta.



Figura 48
Exemplo de dois
blogs e publicação
no blog das atas das
reuniões de trabalho
de equipas na edição
2018/19.

A fase intermédia termina com a entrega do relatório preliminar (quarto ponto de controlo – PC4) que deve conter o conteúdo de todo o trabalho realizado pelas equipas para todas as UCs. Embora a estrutura do relatório não seja fixa, são dadas algumas indicações sobre esta estrutura para que as equipas consigam perceber a integração das UCs e o contributo de cada para o projeto do sistema de produção. No final, pretende-se um relatório com cinco ou seis capítulos principais contendo a introdução, a gestão do projeto e da equipa, especificação do produto, projeto do sistema de produção e conclusão. As equipas ainda não têm esta noção durante a realização do relatório preliminar tendo vários capítulos que deveriam ser parte integrante de outros (por exemplo, o capítulo 4 designado de Brainstorming faz parte dos processos de gestão do projeto e da equipa e deveria estar no capítulo 2 e algumas secções deste capítulo 4 deveriam estar como secções do capítulo 5) como mostra a Figura 49.

Figura 49
Exemplo de um
índice de um relatório
preliminar de uma
equipa da edição de
2017/18.

Unidade do Minho	2017/2018	Unidade do Minho	2017/2018	Unidade do Minho	2017/2018
Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial		Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial		Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial	
ÍNDICE					
Resumo	v	5.5 Composição da essência aromática	25	10. Conclusão	45
Abstract	vi	6. Quantidade de produção	27	Referências Bibliográficas	47
Índice de Figuras	xii	7. Projeto do sistema de produção	27	Anexo I - Work Breakdown Structure	53
Índice de Tabelas	xiii	7.1 Procedimento do sistema de produção	28	Anexo II - Diagrama de Gantt	54
Índice de abreviaturas	xiv	7.2 Sistema de fornecimento dos frutos da P. Undulatum	28	Anexo III - Materiais necessários para a conceção do produto final	55
1. Introdução	1	7.2.1 Colheita dos frutos	28	Anexo IV - Programa de Álgebra Linear ee	56
2. Organização e gestão do projeto e da equipa	3	7.2.2 Transporte dos frutos	28	Anexo V - Fluxo de Materiais	59
2.1 Missão da equipa para o projeto	3	7.3 Modo de satisfação da procura: Por encomenda	29	Anexo VI - Algoritmos e Programação: Gestão de Stocks	60
2.2 Objetivos do projeto	3	7.4 Entradas (I)	29	Anexo VII - Diagrama de Relacionamento	62
2.3 Produtos finais a entregar/demonstrar	3	7.4.1 Objetos de produção	29	Anexo VIII - Evolução da Implantação	63
2.4 Planeamento e controlo do andamento do projeto	4	7.4.2 Trabalho	29	Anexo IX - Dimensões da Implantação	64
2.5 Estratégias para manter a motivação e gerir conflitos	5	7.4.3 Meios de produção	30	Anexo X - Fluxo de Pessoas na Implantação	65
2.6 Gestão da informação relativa ao projeto	6	7.4.4 Informação	31	Anexo XI - Execução em MATLAB das simulações	66
3. O nosso blog	7	7.5 Processo de transformação (T)	31		
4. Brainstorming: Como surgiu a ideia do ambientador?	9	7.5.1 Armazenagem inicial	31		
4.1 Pittosporum Undulatum: Invasora porque?	9	7.5.2 Trituração	32		
4.2 Frutos da Pittosporum Undulatum	10	7.5.4 Mistura do óleo essencial com o óleo neutro	33		
4.2.1 Especificação do Limoneno	11	7.5.5 Processo do enchimento dos ambientadores	34		
4.3 Distribuição da Pittosporum Undulatum em Portugal	13	7.5.6 Embalamento	35		
5. Especificação do produto	13	7.5.7 Armazenagem final	35		
5.1 Identificação do produto	13	7.6 Implantação do sistema de produção	35		
5.2 Descrição do produto	14	7.6.1 Fluxo de pessoas na implantação	36		
5.3 Design do produto	14	7.7 Classificação do sistema de produção	37		
5.4 Dimensões do produto	14	7.8 Medidas de desempenho do sistema de produção	37		
5.4.1 Aplicação dos conhecimentos de Álgebra Linear EE	14	7.8.1 1º Processo	38		
5.4.2 Aplicação dos conhecimentos de Cálculo	22	7.8.2 2º Processo	41		
		8. Aplicação de Algoritmos e Programação: Gestão de Stock	43		
		9. Simulação experimental para produção de óleo essencial	43		

Este relatório é avaliado e comentado por colegas de outra equipa e pelos docentes, tal como explicado na secção 6.3.1.1, usando uma grelha previamente estabelecida pelos docentes como apresentado na secção 6.4.5, Figura 29. O resultado dessa grelha após comentários da outra equipa e do docente de IEGL pode ver-se na Figura 50. Os docentes não têm que usar o *feedback* dado pela equipa embora possa ser útil e um dos docentes de IEGL prefere fazê-lo.

Grelha para os alunos/docentes usarem para dar feedback sobre o relatório(s) que vão ler			
G3 avalia G2 (narrativa e feedback dado pelo G3 na vor-cizeta/n)			
Conteúdo	Forma	Pag. (o de total)	Comentário (se deixar em branco não tem consideração, e que falta, se está bem apresentado, ...)
Introdução à Engenharia e Gestão Industrial (UEGI)	Forma	1-2	Consideramos que o blog poderia estar mais desenvolvido (podiamos ter explorado melhor o conteúdo do projeto e ter conteúdo diferente, para além das sites das reuniões, como notícias, vídeos, etc.). Por outro lado, apreciamos o facto de terem aprofundado a maneira como funcionam em equipa (regras, formas de resolver conflitos e de motivação).
Apresentação de perfil e organização de projetos e da equipa	Forma	3-5	Ainda poderiam ter feito melhor no mundo e nos objetivos, se tivessem visto bem o feedback dado de outra equipa, poderiam ter sido um pouco mais claros no que foi concretizado nas datas próximas e o que não foi concretizado nesta data e porque? A seção 1 poderia ser mais clara e mais direta, por exemplo, quando referem a figura 1, devem dizer em vez de "vamos ver" ou "vamos ver". Neste ponto devem introduzir a parte do blog ou a parte de gestão da informação (2.6). Criei da parte da estrutura e não deve estar o que descrevem no cap. do brainstorming que não faz sentido ficar incluído como estratégia para ideias. Deviam separar a parte do brainstorming da parte de descrição da planta, sendo esta parte de descrição da planta para uma secção do cap. do produto (cap. 5) ou do sistema de produção, poderiam chamar <i>selecção da matéria prima principal</i> .
Especificação do produto, dos materiais requeridos (e.g. quantidade necessária de materiais primários e dos outros fatores de produção)	Forma	13, 27c	O grupo definiu a quantidade produzida a produzir, bem como a matéria prima a utilizar, no entanto não referiu as quantidades específicas de cada um dos componentes. Concordo com os vossos colegas. Parte do cap. 4 poderia estar integrado no cap. 5 ou no cap. 6 de forma de fatores de produção (e.g. entrada para assim especificar melhor que entradas, já vos tinha
Diagrama de fluxo de processo (com identificação das operações e respetivos tempos)	Forma	33-43, 59c	Consideramos que a equipa apresentou todos as operações e respetivos tempos muito bem estruturados sob a forma de tabelas. Apresentam também um gráfico no Anexo V (fig. 59), que representa de forma clara os processos que compõem o seu sistema de produção, no entanto achamos que esse anexo se deveria intitular de Diagrama de análise de processo e não "Fluxo de materiais".
Diagrama de fluxo de materiais	Forma	33-43, 59c	Consideramos que a equipa apresentou todos as operações e respetivos tempos muito bem estruturados sob a forma de tabelas. Apresentam também um gráfico no Anexo V (fig. 59), que representa de forma clara os processos que compõem o seu sistema de produção, no entanto achamos que esse anexo se deveria intitular de Diagrama de análise de processo e não "Fluxo de materiais".
Diagrama de fluxo de materiais	Forma	33-43, 59c	Consideramos que a equipa apresentou todos as operações e respetivos tempos muito bem estruturados sob a forma de tabelas. Apresentam também um gráfico no Anexo V (fig. 59), que representa de forma clara os processos que compõem o seu sistema de produção, no entanto achamos que esse anexo se deveria intitular de Diagrama de análise de processo e não "Fluxo de materiais".

Figura 50
Extrato dos comentários ao relatório preliminar dado por uma equipa a outra equipa adicionado com os comentários de um docente de IEGL.

Depois deste feedback, os alunos devem melhorar o relatório e entregar um relatório final melhorado. Durante a fase intermédia, os alunos recebem formação sobre Lego Mindstorms e começam a construir o protótipo do sistema de produção em Lego durante o período de férias do Natal, por isso é natural que, muitas vezes, o relatório preliminar ainda não tenha nada sobre este protótipo.

8.1.3. Fase final

Na fase final, os alunos entregam o relatório final já melhorado, fazem a apresentação final e discussão e entregam todos os protótipos do sistema de produção e programas informáticos. Podem ainda entregar protótipos de produtos ou contentores projetados para dar apoio à produção. Além disso, entregam outros elementos como crachás, esferográficas com logotipo da empresa fictícia, panfletos, etc., que não sendo obrigatórios são motivo de orgulho para eles e mostram aos docentes o quanto eles se empenharam.

O relatório final deve conter todos os conteúdos estabelecidos na grelha e pedidos pelos docentes de cada UC. Deve também mostrar a integração destes conteúdos. Não interessa ter um relatório dividido pelas UCs como é a tendência natural dos alunos que colocam capítulos associados às UCs, por exemplo “Álgebra Linear” onde explicam o que fizeram para Álgebra. É importante que eles percebam que cada UC está a contribuir para concretizar os objetivos definidos no guia de aprendizagem para o projeto. Assim, o relatório final terá que ter a especificação do produto e o projeto do sistema de produção para produzir este produto, incluindo programas informáticos para gerir esta produção realizados no contexto da UC de Algoritmia e Programação. Um exemplo do índice de um relatório final está apresentado na Figura 51 que mostra o relatório dividido em parte inicial, cinco capítulos, as referências bibliográficas e os anexos. As equipas podem ainda ter mais um capítulo de contextualização se

preferirem mas considera-se serem estes os capítulos essenciais para relatar o que foi realizado no semestre.

Universidade do Minho 2017/2018 Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial		Universidade do Minho 2017/2018 Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial		Universidade do Minho 2017/2018 Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial	
ÍNDICE					
Agradecimentos.....	iii	4. Projeto do Sistema de Produção.....	27	4.8.2 Programa LEGO Mindstorms.....	50
Resumo.....	v	4.1 Quantidade de produção.....	27	4.10 Gestão de Stocks.....	51
Abstract.....	vi	4.2 Localização da <i>Engin-Air</i>	28	4.11 Ecologia Industrial.....	53
Índice de Figuras.....	xi	4.3 Sistema de fornecimento dos frutos da <i>Pittosporum Undulatum</i>	29	4.11.1 Produtos Mais Verdes.....	54
Índice de Tabelas.....	xiii	4.3.1 Colheita dos frutos.....	29	4.11.2 Sistemas de Produção/Atividade Industrial Mais limpa.....	56
Lista de Siglas, Abreviaturas e Acrónimos.....	xv	4.3.2 Transporte dos frutos.....	29	4.11.3 Instalações e Responsabilidade Social.....	58
1. Introdução.....	1	4.4 Fatores de produção.....	30	4.11.4 <i>Eco-Design</i>	59
2. Organização e gestão do projeto e da equipa.....	3	4.4.1 Objetos de produção.....	30	4.11.5 Termodinâmica na <i>Engin-Air</i>	60
2.1 Quem somos?.....	3	4.4.2 Trabalho.....	30	5. Conclusão.....	63
2.2 Missão da equipa para o projeto.....	3	4.4.3 Meios de produção.....	31	Referências Bibliográficas.....	64
2.3 Objetivos do projeto.....	4	4.4.4 Informação.....	32	Anexo I - <i>Work Breakdown Structure</i>	67
2.4 Produtos finais a entregar/demonstrar.....	4	4.5 Processos de transformação.....	33	Anexo II - Diagrama de Gantt.....	68
2.5 Planeamento e controlo do andamento do projeto.....	4	4.5.1 Armazenagem inicial.....	33	Anexo III - Materiais necessários para a conceção do produto final.....	69
2.6 Estratégias para manter a motivação e gerir conflitos.....	6	4.5.2 Trituração.....	33	Anexo IV - Programa em MATLAB para Resolução de Sistemas de Equações Lineares.....	70
2.7 Gestão da informação relativa ao projeto.....	7	4.5.3 Destilação por arraste a vapor.....	34	Anexo V - Execução em MATLAB das simulações.....	72
2.8 O blog da equipa.....	8	4.5.4 Mistura do óleo essencial com o óleo neutro.....	37	Anexo VI - Diagrama de Análise de Processo.....	76
2.9 Como surgiu a ideia do ambientador?.....	9	4.5.5 Processo do enchimento dos ambientadores.....	38	Anexo VII - Evolução da Implantação.....	77
3. Especificação do produto.....	11	4.5.6 Enbalamento.....	38	Anexo VIII - Dimensões da <i>Engin-Air</i>	78
3.1 Matéria prima principal.....	11	4.5.7 Armazenagem final.....	39	Anexo IX - Diagrama de Relacionamento.....	79
3.2 Especificação do Limoneno.....	12	4.6 Implantação o Sistema de Produção.....	39	Anexo X - Fluxo de Pessoas na Implantação.....	80
3.3 Descrição do produto.....	14	4.6.1 Dimensões da <i>Engin-Air</i>	40	Anexo XI - Seções da Implantação em LEGO Mindstorms.....	81
3.4 <i>Design</i> do Produto.....	15	4.6.2 Método CORELAP.....	40	Anexo XII - Programa de Gestão de Stocks.....	84
3.5 Dimensões do Produto.....	16	4.6.3 Fluxo de pessoas na implantação.....	42	Anexo XIII - Diagrama de Estratégias de <i>Eco-Design</i>	88
3.5.1 Medidas do ambientador.....	16	4.7 Medidas de Desempenho do Sistema de Produção.....	43		
3.5.2 Volume do ambientador.....	23	4.7.1 1º Processo.....	44		
3.6 Composição da essência aromática.....	26	4.7.2 2º Processo.....	46		
		4.8 Protótipo do Sistema de Produção em LEGO Mindstorms.....	49		
		4.8.1 O Nosso Protótipo.....	49		

Figura 51

Exemplo do índice de um relatório final de uma equipa da edição de 2017/18.

Além da entrega do relatório final que constitui o quinto ponto de controlo (PC5), as equipas preparam-se para o teste final e para a apresentação e discussão final e ultimam os protótipos a entregar. Estes elementos constituem o sexto ponto de controlo (PC6).

A apresentação final e discussão tem uma duração superior às anteriores, de 15 minutos mais 20 de discussão por equipa (secção 6.2.2) pois nesta espera-se que as equipas sintetizem neste formato tudo o que foi realizado durante o semestre para o projeto. Esta duração e formato pode ser revisto e atualizado todos os anos. Por exemplo, durante muitas edições foi uma apresentação pública com a presença de quem quisesse estar presente e todas as equipas assistiam a todas as apresentações (Figura 52). Esta sessão ocorreria durante uma manhã ou tarde com uma duração total de mais de 4 horas (incluindo perguntas das outras equipas e tempo de mudança entre equipas).



Figura 52
Exemplos de duas apresentações públicas de duas equipas.

Dado a duração total da sessão e muito tempo em que as equipas que não fizessem a apresentação estariam à espera e ainda ao facto de se considerar pouco tempo para a discussão, na edição 2018/19 optou-se por cada equipa fazer a sua apresentação apenas aos docentes e tutores aumentando o tempo de discussão para 35 minutos por equipa (mantendo-se o da apresentação). No entanto, pretendia-se manter uma apresentação pública com divulgação pela universidade para apresentação apenas dos projetos realizados pelas equipas mas tal não aconteceu devido a indisponibilidade de agenda.

Nas edições seguintes voltou-se à apresentação final com todas as equipas presentes, pois a equipa de coordenação e os alunos sentiram que o ver as apresentações dos outros com todos os resultados também era uma aprendizagem. Nesta apresentação (Figura 53), os alunos apresentam e explicam também os protótipos e/ou maquetes construídos do sistema de produção em Lego Mindstorms, muitas vezes, recorrendo a vídeos. Na Figura 53 pode ver-se alguns protótipos de produtos em cima das mesas. Repare-se também nesta figura em que as equipas se apresentam com elementos identificativos (e.g. crachás) dos elementos da equipa.



Figura 53
Exemplo de duas apresentações finais de duas equipas aos docentes e tutores.

Embora não seja obrigatório, as equipas têm também construído maquetes do produto (e.g. cadeiras, tendas, spuff, velas, blocos para construção, etc.) e até alguns contentores para acomodar o material a transportar que é um dos fatores de produção necessários para o projeto do sistema de produção. Na Figura 54 pode ver-se alguns exemplos. Normalmente, esta é uma fase que cativa mais as equipas talvez porque se trate de uma atividade que envolve elementos “físicos” (Lego e não só) ou “informáticos” (protótipos de software, simulação) e que faz aumentar a motivação das equipas (Alves & Eira, 2015; Moreira et al., 2011; Moreira & Sousa, 2008).

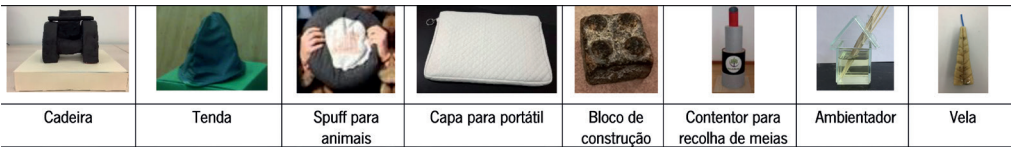


Figura 54
Exemplos de maquetes de produtos e contentores realizados pelas equipas nas edições 2016/17 e 2017/18.

Nestas apresentações são surpreendentes os resultados atingidos pelas equipas e principalmente o seu entusiasmo e orgulho no projeto desenvolvido. As apresentações são de muito boa qualidade, muito completas e com a integração dos conteúdos de uma forma bastante sólida. A maturidade e evolução dos alunos ao longo das apresentações torna-se também evidente mostrando que as competências a desenvolver com o projeto são realmente conseguidas (van Hattum-Janssen et al., 2011). A Figura 55 mostra exemplos de três apresentações finais das últimas edições.



Figura 55
Exemplo de uma apresentação final da edição de 2018/19.

Terminada a apresentação e discussão final, as equipas ficam a aguardar pelas avaliações dos vários momentos e a nota final individual obtida a partir de várias componentes como já explicada na secção 6.3. No final do semestre haverá lugar para comentários e *feedback* do funcionamento do semestre relativamente ao projeto e das notas na sessão final organizada na fase final de conclusão (capítulo 9).

8.2. Monitorização do andamento do trabalho das equipas e entrega de resultados

O guia do projeto, fornecido a todos as equipas no início do semestre, define claramente quais os entregáveis específicos do projeto, assim como as datas de entrega exatas destes e de outros pontos de controlo que não requerem entregáveis (e.g. tutorial alargado). O cumprimento destes pontos de controlo é obrigatório para que os projetos obtenham aprovação final. As equipas são informadas de forma clara que é intolerável quer a omissão de entrega de qualquer um dos seis pontos de controlo estipulados, quer a respetiva entrega tardia.

Posteriormente, aquando da data próxima da submissão dos mesmos o coordenador do projeto envia uma mensagem de correio eletrónico a todos os alunos a lembrar sobre a necessidade de cumprimento do ponto de controlo específico por parte de cada equipa. Nesse lembrete, fornece ainda informação prática quanto à forma de submissão (por ex.: relativamente ao nome do ficheiro da apresentação final: G#_ApFinal, em que # é o numero da equipa), formato do entregável, e dependendo do tipo de entregável, alguma informação sobre os respetivos conteúdos e dimensão máxima permitida dos elementos a submeter. Simultaneamente é colocado um aviso na página de entrada da plataforma de *e-learning* de apoio ao projeto PBL chamando a atenção para o entregável acompanhado de detalhes sobre o procedimento de submissão. A entrega destes entregáveis ocorrem em pontos de controlo e permitem monitorizar o progresso do projeto e simultaneamente salvaguardar um certo ritmo de trabalho da equipa, dotando-a de alguma liberdade de ação.

As equipas são lembradas pelo tutor e coordenador que não são toleráveis atrasos à submissão dos mesmos. Em rigor não existe nenhum registo da não submissão de itens nas diversas edições do PBL no MIEGI11 2004 a 2019. Quanto ao cumprimento das datas de entrega na submissão, na generalidade as equipas cumprem a data e hora de submissão, porém ainda assim, de forma esporádica ocorrem situações de ligeiras ultrapassagens do tempo de submissão. Estas falhas temporais na submissão de um item são posteriormente analisadas pela equipa de coordenação, sendo que todos os casos são duplamente penalizados: 1) através da classificação atribuída; uma vez que um dos critérios de avaliação do entregável consiste no respetivo cumprimento da respetiva *deadline* (com peso de valoração de 10%); e 2) através de uma penalização temporal – que antecipa a submissão do próximo entregável relativamente à data de entrega pré-estabelecida.

Diversas razões concorrem para que esta situação de falha na entrega de submissão ocorra. Por um lado, os processos de submissão são quase na totalidade realizados de forma eletrónica usando a plataforma eletrónica de suporte ao PBL, o que em si, pode condicionar o instante de submissão, uma vez que podem ocorrer falhas na rede; falhas no servidor da plataforma eletrónica de submissão; entregáveis que excedem o tamanho admissível pela plataforma e que portanto são rejeitadas no processo de submissão. Por outro lado, verifica-se que as equipas concentram um grande esforço nos dias anteriores à submissão dos entregáveis, pelo que nas horas que antecedem a submissão existe uma intensa atividade da equipa, que envolve trabalho concorrente e posterior aglutinação coerente desse trabalho.

Esta fase final de aglutinação das partes, nem sempre é considerada de forma adequada pela equipa o que resulta na não alocação de espaço temporal para efetuar este tipo de trabalho. Nalguns casos esta questão tem resultado em momentos de *stress* elevado para os membros da equipa nos instantes finais à data de entrega, e redundado mesmo no malogro da entrega atempada do respetivo entregável.

O progresso dos trabalhos tem de ser seguido de perto quer pelos docentes quer pelos tutores. As dificuldades das equipas em tomar decisões como, por exemplo, o

produto a produzir no sistema de produção que projetam tem de ser ultrapassada e foram criados pontos de controlo para fornecer essa ajuda. Para isso contribui o tutorial alargado (PC3) que, embora não exija entregável, requer uma preparação da equipa que deve perceber que dúvidas e dificuldades têm para expô-las com clareza neste tutorial. Este tem também a vantagem de reunir todos os docentes na mesma sala com uma equipa de cada vez e os docentes poderem ouvir a resposta dos colegas e até intervir, caso seja necessário para melhor esclarecer os alunos num trabalho de equipa dos docentes e ação colaborativa.

Esta sessão, definida no plano dos pontos de controlo, é agendada e divulgada pelo coordenador através de um email que pode ter o conteúdo referido na Figura 56 e a ordem de entrada na sala das diferentes equipas.

Caros alunos do PIEGI1_PBL¶

Na próxima 3ªfeira irá realizar-se o Tutorial alargado (PC3) (14.11.2017) onde se pretende que os grupos apresentem as dúvidas, dificuldades e limitações no cumprimento dos objetivos do projeto em todas as UCs. Segundo o guia de aprendizagem:¶

“O tutorial alargado é uma oportunidade para as equipas, uma de cada vez, se reunir com a equipa de coordenação para tirar dúvidas ou expor dificuldades que estejam a impedir o progresso do projeto. Ao reunir todos os docentes na mesma sala, todos poderão ouvir as respostas dadas às dúvidas acabando assim com respostas contraditórias ou menos coincidentes por parte dos diferentes docentes pois cada docente pode interpretar de forma diferente a mesma pergunta.”¶

Assim, para que possam tirar proveito deste tutorial devem vir preparados com questões, dúvidas, dificuldades, de preferência, registadas num documento que pode ser entregue aos docentes.¶

Local: sala de reuniões do DPS – mudou para lab. engª industrial¶

Hora de início: 14h00¶

Duração estimada: 20-30 minutos por equipa¶

Figura 56
Exemplo de conteúdo do email enviado às equipas sobre o tutorial alargado.

Espera-se também que todos os alunos das equipas se envolvam e colaborem durante todo o semestre e não apenas nos momentos de avaliação. Embora com diferentes ritmos de trabalho, cada aluno deve ser capaz de entender os objetivos do projeto, o que foi feito para os concretizar e como. Para “obrigar” os alunos a envolver-se, a entender o que e como foi feito partilhando o conhecimento, foi criado o teste final individual escrito (secção 6.3.2).

Nas últimas edições, o coordenador realizou as perguntas do teste que seriam mais genéricas de forma a que qualquer aluno integrado no projeto obrigatoriamente tem de saber, assim como conhecer ferramentas essenciais que foram usadas para representar o projeto (e.g. diagrama de um sistema de produção, diagrama de Gantt e WBS). Uma das perguntas recorrentes está relacionada com a integração dos conteúdos das UCs no projeto, esperando-se que cada aluno consiga perceber qual o contributo da UC para o projeto do produto e do sistema de produção. Assim, eles devem ter competências e conhecimento do que é um sistema de produção e como se representa. Veja-se, a título de exemplo, a Figura 57 que representa um sistema

de produção com as entradas (fatores de produção), o processo e as saídas (produto), tendo cada UC dado um contributo para projetar o sistema.



Figura 57
Representação esquemática de um sistema de produção com todos os contributos das UCs da equipa WooChair (edição 2016/17).

Para conseguir corrigir justamente as perguntas, o coordenador também precisa de conhecer muito bem os projetos realizados pelos alunos. Desta forma, o coordenador pode sintetizar numa tabela os projetos das equipas identificando a equipa, o blog, o logotipo da empresa, o produto, a matéria-prima, os contributos de cada UC, o layout do sistema de produção, o protótipo do sistema de produção e do produto (se houver), tal como apresentado na Figura 58. Outros exemplos podem ser vistos em Alves et al. (2017; 2019).

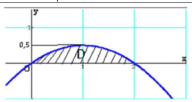
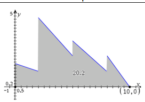
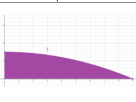
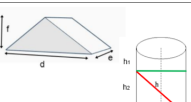
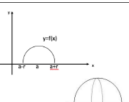
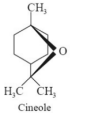
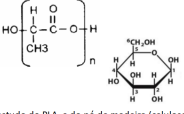
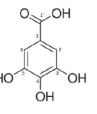
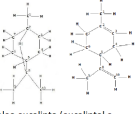
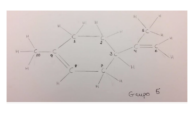
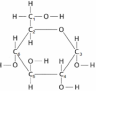
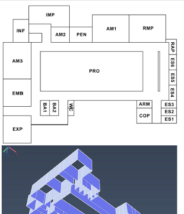
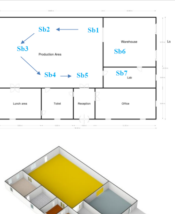
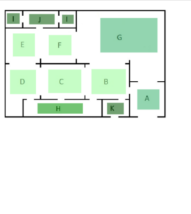
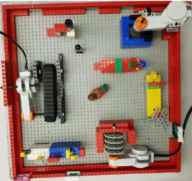
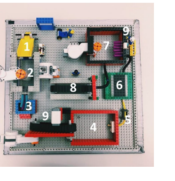
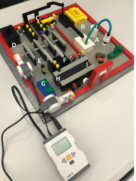
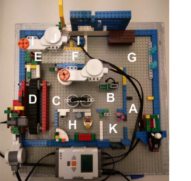
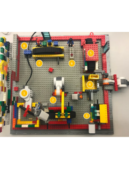
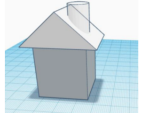
PIEG11: 2017/2018	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Equipa						
Blog	http://biomassa-e-a-sua-valorizacao.webnode.pt/	https://mastictechnology.wixsite.com/uminho	https://pieggrupo3.wixsite.com/forest-beauty	https://renaturemegi.wixsite.com/	https://diariodeengenheiros.blogspot.pt/	https://pieg61718.wordpress.com
Logotipo						
Produto	Fresh-bio	Rebuçados	bases para copos	Creme para a pele	Vela	R-Nature
Matéria-prima principal	Folhas de eucalipto	pinheiro - serrim -> pó de madeira	casca de avelã e outros	oleo do eucalipto	Ambientador	fruto da árvore do incenso
Cálculo						
Algebra	Forma, dimensões, áreas e volumes do rebuçado	área do pinheiro no logotipo a incluir na base	sólido de revolução para dar corpo à embalagem	volume da vela	volume do ambientador (prova)	preço máximo do cálculo do preço da cera de abelha
AP	programa para gestão de stocks e encomendas	programa para gestão de clientes, stocks e funcionários	gestão de encomendas	gestão de encomendas e mdo	gestão de stocks	gestão de encomendas
QG	 Cineole oleo eucalipto (eucaliptol)	 estudo do PLA e do pó de madeira (celulose, contém glucose)	 ácido gálico	 oleo eucalipto (eucaliptol) e limoneno	 estudo do limoneno	 Glucose
Layout						
Protótipo do SP						
protótipo do produto						

Figura 58

Síntese dos projetos desenvolvidos pelas equipas na edição de 2017/18.

9. Quinta fase: conclusão

Este capítulo apresenta a fase de conclusão do projeto. Num projeto, esta fase representa o culminar de um longo trabalho de preparação, execução e monitorização cujos resultados devem ser divulgados para poder extrair as lições aprendidas e concretizar a aprendizagem que se pretende com o processo. Embora cada projeto tenha as suas particularidades, esta fase permite recolher elementos para melhorar futuras edições, numa perspectiva de melhoria contínua.

Não menos importante que as restantes fases, a fase do encerramento marca o ponto final e permite uma melhor preparação para o ano seguinte, estimulando a discussão dos pontos fortes e fracos (dificuldades, problemas, fragilidades) da metodologia de aprendizagem PBL. Para os docentes marca o fim de um ciclo mas para os alunos marca o fim de uma carga intensa de trabalho embora, uma carga motivadora, pelo menos, para a maioria. A fase de encerramento concretiza-se numa sessão de discussão com os envolvidos. A preparação desta sessão promovida pelo coordenador do respetivo ano e organizada pela equipa de coordenação pretende discutir o que correu bem e o que correu menos bem, os ganhos para os alunos e para os docentes mas também os problemas surgidos durante o semestre que, muitas vezes, ficam encobertos pela rotina diária do fazer.

Embora o semestre seja preparado com alguma antecedência, esta preparação resulta apenas de um esforço da equipa de coordenação, não envolvendo os principais intervenientes. Desta forma, esta intervenção dos alunos na fase final pretende, por um lado, ouvir os seus “desabaços”, críticas, sugestões e problemas sentidos durante a realização do projeto e compreender os problemas sentidos, por outro lado, e numa perspectiva de melhoria contínua, aprender com eles e guardar as sugestões pertinentes e relevantes para melhorar o processo.

A avaliação do processo de aprendizagem permite recolher indicadores sobre o processo de aprendizagem, dos quais depende a melhoria contínua da implementação da metodologia. A necessidade desta avaliação começou imediatamente no momento de implementação do PBL, em 2004/2005 efetuando-se um balanço da experiência em 2005 (Lima & Flores, 2005; Lima et al., 2007) e nos anos seguintes. Para fazer este balanço mais alargado, desde 2007 realiza-se a sessão de encerramento descrita de seguida. Resultado das sessões efetuadas têm sido publicados em diversas publicações (Alves, Moreira, et al., 2020; Alves et al., 2012; Alves, Moreira, Fernandes, et al., 2017; Alves, Moreira, Leão, et al., 2017; Alves et al., 2016; Alves et al., 2016; Alves et al., 2019).

9.1. Organização da sessão de encerramento

Esta secção apresenta como é organizada a sessão de encerramento, o plano desta, a divulgação, questionários e discussão aberta com *focus groups*.

9.1.1. Plano da sessão

A sessão é promovida pelo coordenador e organizada numa reunião da equipa coordenadora. Definida a data e a hora na última apresentação do projeto para a realização da sessão, é definida uma agenda que é enviada aos alunos onde se disponibiliza a data, a hora, o local onde vai ser realizada a sessão. Também nesta agenda ficam definidos os temas a abordar e o dinamizador do tema. A Direção de Curso e a Direção do Departamento são envolvidos nesta sessão, para além de mostrar a seriedade do processo e do interesse do departamento na aprendizagem efetiva dos alunos, aproxima-os do departamento que os vai acolher durante mais quatro anos e meio. Na Figura 59 pode ver-se um exemplo de uma agenda para a sessão.

Workshop Final MIEGI_PLE 2011/2012		
Data	02. fevereiro.2012	
Hora	15h00	
Local	Lab. Computação 2 (EE.2.79)	

Programa		
15h00	RL/ST	Abertura Feedback aos alunos acerca do semestre e discussão das notas
15h15	AA	Notas do Projecto – Grupo
15h30	DM / LCC	Aplicação de Inquérito acerca da edição 2011/2012
15h45	SF / DM	Discussão de temas por grupos (6)
16h00	SF / DM	Partilha global a partir do porta-voz de cada grupo
16h15	AA	Entrega dos certificados
16h20	AA	Encerramento

Figura 59
Exemplo da agenda para o workshop do PBL_MIEGI 1.º ano (edição 2011/12).

A participação e envolvimento dos alunos é livre mas a adesão deles é fundamental para o processo. Normalmente, explicados os motivos da realização do workshop, a adesão é muito boa e os contributos são sérios e conscientes. A sessão encerrava com a entrega dos certificados de participação no PBL pela Direção de Curso ou Direção de Departamento. Esta prática de entregar certificados deixou de acontecer a partir do momento em que o projeto passou a ser uma unidade curricular do plano de estudos (Alves et al., 2014).

Os instrumentos usados nesta sessão são questionários individuais de avaliação do PBL e questões abertas discutidas em grupos. Estes instrumentos começaram

por ser preparados pelas investigadoras de Educação, que também compilavam e analisavam os resultados com os restantes elementos da equipa de coordenação. Neste momento é o coordenador que assume esta tarefa conjuntamente com outros docentes e alguns tutores. Esta sessão também foi tendo algumas mudanças mas mantendo o mesmo objetivo. O coordenador tem preparado uma breve apresentação em PowerPoint para guiar este workshop. Exemplo de uma das apresentações está na Figura 60.



Figura 60
Exemplo de apresentação para o workshop final.

Nesta sessão também é importante mostrar o que foi implementado das sugestões dadas pelos alunos do ano anterior. Por exemplo, na edição de 2016/17 os alunos compilaram uma lista de sugestões que foi enviada posteriormente ao coordenador. Na sessão do ano seguinte foi apresentada como mostrado na Figura 61, identificando o que foi implementado e o que não foi e quais as razões para não ter sido.

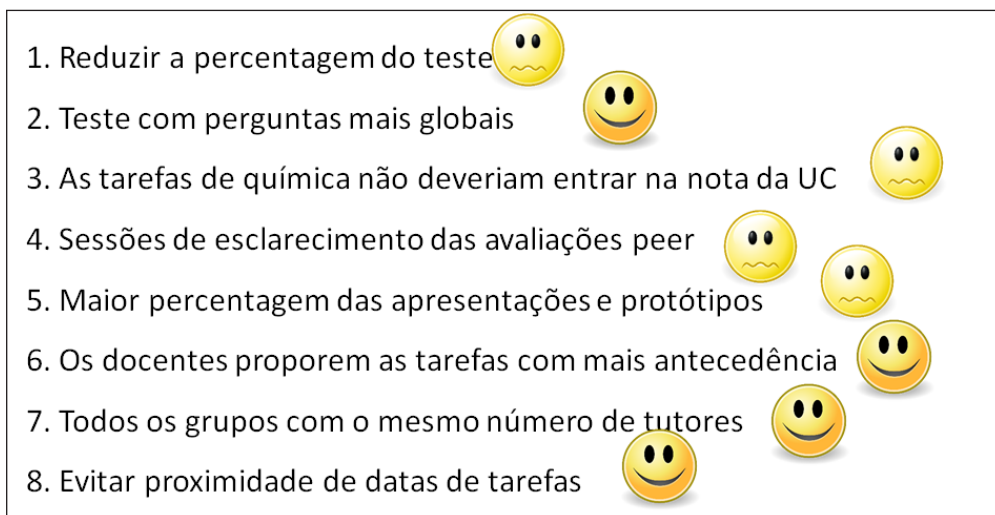


Figura 61
Lista de sugestões da edição 2016/17 e sua implementação (ou não).

Na edição de 2018/19 já se conseguiu reduzir a percentagem do teste e mudar a forma como a docente de Química Geral fazia a avaliação.

9.1.2. Divulgação e discussão dos resultados dos alunos

As notas finais do projeto são enviadas aos alunos antes da sessão para que estes possam analisar os resultados obtidos através dos vários pontos de controlo cumpridos (apresentações, relatórios, testes, protótipos) ao longo do semestre e nas avaliações entre pares realizadas que são compilados numa folha Excel. Esta folha é construída de acordo com o modelo de avaliação e pesos definidos nesse modelo (secção 6.3.1).

O coordenador da equipa de coordenação projeta o ficheiro das notas e os alunos apresentam as dúvidas que possam ter em relação às notas obtidas. Depois da discussão, são validadas ou procede-se a alterações, caso sejam detetados erros. A título de exemplo, apresenta-se na Figura 62 a mensagem enviada aos alunos para divulgar o workshop com o link para preenchimento do inquérito individual.

Caros alunos/as,

Durante este semestre desenvolveram um projeto interdisciplinar de aprendizagem (PIEGI) num contexto Project-Based Learning (PBL) que será objeto de reflexão num workshop final numa perspetiva de melhoria contínua para a qual contamos com a vossa colaboração.

Este workshop vai realizar-se no **dia 26 de janeiro, às 10h00 no Laboratório de Eng^a Humana (EE2.40, perto do meu gabinete, no DPS)**. Para este workshop agradecia que trouxessem as chaves das salas de projeto para confirmarmos que não fica lá nenhum material vosso e fica tudo em condições para os vossos colegas do próximo semestre.

As notas do PIEGI já foram publicadas no Blackboard (Bb) (também em anexo). Agradecia que as analisassem e refletissem no processo de aprendizagem efetuado e que, com vista a melhorar as próximas edições, preenchessem o inquérito por questionário no qual podem expressar a vossa opinião em relação a vários aspetos (por exemplo: trabalho em equipa, papel dos docentes e dos tutores, avaliação, etc.). É um questionário composto por 6 dimensões, com questões fechadas (em que terão de escolher apenas uma opção) e com questões abertas (onde poderão dar uma visão mais pessoal e pormenorizada sobre cada um aspeto). No final gostaríamos de obter a vossa perceção sobre os aspetos positivos e menos positivos do projeto, e ainda que apresentassem sugestões de melhoria. O link para o inquérito é:

<https://goo.gl/forms/qHtFz76HwDypBI9w2>

Ainda num processo de melhoria contínua agradecemos também que preenchessem um outro inquérito sobre o papel do tutor no acompanhamento do projeto. O link é:

<https://goo.gl/forms/c47pQwq4z1MDRT1S2>

Por favor, para que ainda possa recolher e tratar os resultados dos inquéritos devem preenche-los até ao **dia 25 janeiro, 20h00**.

Os inquéritos são fáceis e de preenchimento muito rápido e os resultados gerais destes inquéritos serão apresentados e discutidos no workshop final, por isso, apareçam para se manifestarem e, se necessário, reavaliarmos o processo e metodologia de avaliação.

Obrigada pela vossa colaboração e espero-vos no **dia 26 de janeiro**,

Anabela Alves

Coordenadora do MIEGI11 e PIEGI1

Figura 62

Exemplo de um email enviado para os alunos para divulgar o workshop e apelar ao preenchimento do inquérito.

9.1.3. Questionário individual de avaliação

O inquérito tendo começado por ser distribuído em papel, foi mais tarde implementado no Google Forms e distribuído aos alunos numa mensagem com o link para o seu preenchimento, tal como mostrado na Figura 62. A taxa de resposta tem sido sempre acima dos 50% o que mostra algum empenho dos alunos em querer ajudar neste processo. Este questionário tem sofrido algumas alterações de acordo com a necessidade de obter *feedback* sobre aspetos não refletidos nas questões que foram inicialmente preparadas. Por exemplo, foram introduzidas questões relacionadas com o impacto do PBL no desenvolvimento de competências sociais (Alves, Leão, Moreira, & Teixeira, 2018) e questões relacionadas com a sustentabilidade (Alves, Moreira, et al., 2018). No entanto, o corpo principal e a mensagem continua o mesmo, tendo nas ultimas edições sido adotado o cabeçalho da Figura 63.

Assim, o questionário individual de avaliação final do PBL é composto por seis dimensões com várias questões fechadas de escolha múltipla, utilizando uma pontuação de 1 a 5, em que: 1 = Discordo totalmente; 2 = Discordo; 3 = Não tenho a certeza; 4 = Concordo; 5 = Concordo totalmente. As dimensões relacionam-se com:

1. O projeto escolhido para o ano (tema, adequação, articulação com UCs,...)
2. Aprendizagens e Competências Desenvolvidas
3. Trabalho em Equipa
4. Papel do Docente e do Tutor
5. Avaliação no PBL
6. PBL como Metodologia de Ensino-Aprendizagem

É importante também referir que o papel do tutor foi removido deste inquérito, passando a haver um questionário para as tutorias por se ter começado a ter alunos a desempenhar o papel de tutores como já foi referido (secção 6.2.3). Adicionalmente, são consideradas neste questionário três questões abertas para que os alunos escrevam sobre os aspetos mais positivos e menos positivos da experiência e sugestões de

Figura 63
Extrato do questionário de avaliação individual do processo de metodologia PBL no MIEGI1 (edição 2018/19).

melhoria para o projeto. Por exemplo, na Figura 64 apresenta-se a opinião sobre os aspetos mencionados de três alunos de um grupo (MIEGI11, ano letivo 2010/2011).

Figura 64

Exemplo de opinião de três alunos de uma equipa da edição 2010/11 sobre os aspetos mais e menos positivos e sugestões de melhoria para o PBL.

Aspetos positivos	Aspetos menos positivos	Sugestões de Melhoria
Trabalho em equipa, aprender a superar obstáculos e o relacionamento com os professores	Peso do projecto na nota final das UC's, o que acabou por prejudicar alguns elementos do grupo.	O tutor podia ser mais activo e a avaliação dos elementos do grupo deveria ser realizada pelo tutor.
Trabalho em Equipa, integração na universidade, aprender a superar situações, relação com os docentes, aplicação do que é aprendido nas diferentes UC's.	Peso do projecto na nota final das UC's (eu baixe um valor na nota de cada UC)	O peso do projecto deveria ser menor. A avaliação do grupo deveria ser realizada pelo tutor.
A relação que se estabeleceu com os colegas, a facilidade com que se adquiriram novos conhecimentos e mais importante, a relação de equipa (gestão de confrontos, etc.)	O tempo que o projecto ocupava e o facto de muitos colegas terem saído prejudicados nas suas notas finais.	A avaliação individual deveria ser feita, baseada num papel mais activo, pelo tutor (o tutor deveria ter um papel muito mais activo!). Era interessante durante o projecto visitar uma empresa ligada ao projecto a desenvolver.

Alguns dos aspetos negativos referidos pelos alunos vêm corroborar as ideias da equipa de coordenação que tentam, no ano seguinte, procurar soluções para esses aspetos. As sugestões de melhoria são analisadas e a sua exequibilidade é avaliada e ponderada nas novas edições. Devido a estas sugestões houve alterações ao processo que foram realizadas, por exemplo, redução dos pontos de controlo, introdução do Projeto como unidade curricular do 1.º ano (Alves et al., 2014), entre outras (Alves et al., 2019).

Apesar das mudanças e melhorias, existem sempre aspetos negativos que vão sendo apontados pelos alunos, por exemplo, na última edição (2018/19) onde os aspetos positivos superam os menos positivos, mesmo com oito anos de diferença nas edições, as opiniões positivas continuam (Tabela 8).

Tabela 8

Aspetos positivos, menos positivos e sugestões de melhoria dadas pelas equipas da edição de 2018/19.

Aspetos positivos	Aspetos menos positivos	Sugestões de melhoria
A relação criada com os restantes elementos, as soft skills adquiridas e as competências a nível de trabalho de equipa.	A falta de tempo para o estudo das outras UCs, dado o esforço e trabalho que o PBL requer.	Reduzir o número de trabalhos integrados no PBL e substituir o método de avaliação peer por outro mais eficiente e justo
Integração com os membros do meu grupo e, consequentemente, com membros dos restantes grupos;	Teste individual, visto que o teste não conseguiria avaliar o desempenho do aluno de uma forma correta, levando a que algumas notas fossem injustas perante o trabalho dedicado por cada um neste projeto	Distribuir melhor as tarefas a entregar de forma a que não haja algumas semanas praticamente “livres” e outras sobrecarregadas com tarefas do PLE e testes das UC's
Competências adquiridas tanto relativas a conhecimento técnico como relativo ao trabalho realizado;		
Importância do tema na sociedade atual		

Aspetos positivos

O facto de poder estabelecer relações de amizade com pessoas fantásticas; poder trabalhar num projeto inovador e motivador, que possui uma grande relevância no contexto mundial atual; poder compreender a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos nas UC's à vida real; poder ampliar os conhecimentos sobre a realidade atual e os problemas mundiais que assolam a humanidade; ter desenvolvido um sistema de produção capaz de diminuir o impacto da falta de água em quantidade e qualidade no mundo

Desenvolvimento de relações interpessoais, capacidade de espírito crítico e resolução de problemas. Contribuiu também para aumentar a autonomia e perceber de que forma todas as UCs se interligam

Aspetos menos positivos

A má preparação do secundário para elaborar relatórios e saber lidar com o trabalho em equipa, o facto de nem todos os elementos se terem empenhado como era pedido que o fizessem

O facto de nos inícios do projeto nos sentirmos perdidos com a quantidade de tarefas e informação "crua" que tínhamos de processar e filtrar para a boa concretização deste projeto. O tempo despendido nesta UC foi dispar quando comparado com as restantes

Sugestões de melhoria

Maior apoio por parte de alguns docentes, acho que deveriam ensinar melhor as regras estruturais dos relatórios e das tarefas (por exemplo a elaboração da bibliografia), ter em conta as datas de entrega dos relatórios e das tarefas uma vez que este ano coincidiam quase sempre com as semanas que tínhamos mais testes o que se torna muito pesado para nós. Por fim acho que a apresentação final deveria ter um peso maior na avaliação final já que é o momento onde podemos de facto expressar todo o trabalho que desenvolvemos ao longo de um semestre.

Os grupos deviam ser menores, em vez de 9 deviam ser 5 ou 6 alunos

Tabela 8
(continuação)

Algumas das sugestões de melhoria foram consideradas como a proposta de uma visita a uma ou mais empresas relacionadas mas outras foi decidido não fazer, como a avaliação do grupo pelo tutor pois é da opinião da equipa de coordenação que o tutor não deveria ter este papel. Também a sugestão de ter grupos de menor dimensão é difícil de conseguir devido às limitações existentes de salas de projeto e tutores disponíveis. Outras sugestões como reduzir o peso do teste individual foi considerada e tenta-se fazer o melhor na distribuição dos testes e momentos de avaliação mas atendendo a que são cinco UCs e 15 semanas fica difícil não ter momentos de avaliação na mesma semana. Na sessão do workshop são discutidas estas sugestões assim como a sua exequibilidade.

9.1.4. Discussão em grupo de questões abertas

As questões abertas abordam três temáticas diferentes: o tema do projeto; avaliação no PBL e PBL como metodologia de ensino-aprendizagem. Cada tema é atribuído a dois grupos de 6 alunos (de equipas diferentes) que o discutem durante 15 minutos. Para o tema do projeto questiona-se os alunos sobre o que mais gostaram no projeto, o que menos gostaram e o que poderia ser melhorado. Na avaliação do PBL pede-se aos alunos que discutam sobre os elementos de avaliação com que concordam, não concordam e formas de melhorar a metodologia de avaliação. Para o PBL como metodologia de ensino-aprendizagem é pedido aos grupos que apontem as vantagens, desvantagens e sugestões de melhoria. Na Figura 65 pode ver-se dois desses grupos.



Figura 65
Discussão em grupo de questões abertas em diferentes edições.

Após a discussão, é eleito um porta-voz em cada grupo para partilhar com os restantes participantes as conclusões a que chegaram e volta-se a discutir no grupo mais alargado essas opiniões e sugestões. Um exemplo de respostas dadas pelos grupos da edição de 2011/12 apresenta-se na Figura 66.

PLE como Metodologia de Ensino-Aprendizagem	
Vantagens	1. trabalho em equipa 2. gestão de tempo 3. trabalhar para um mesmo objectivo/finalidade 4. desenvolvimento de capacidades sociais 5. dinâmica do projecto
Desvantagens	1. disponibilidade de tempo 2. tentativa de incorporar os conteúdos das UC no projecto 3. relação entre o esforço dispendido e a avaliação
Sugestões de melhoria	1. parte do PLE deveria ser passado numa empresa para se perceber melhor como a indústria funciona 2. a avaliação peer deveria ser feita por critérios mais particulares e menos gerais e o tutor também deveria participar nestas avaliações 3. os tutores deveriam ser docentes das UC do semestre

Figura 66
Exemplo de respostas às questões abertas (MIEGI11, ano letivo 2011/2012).

Neste exemplo, é interessante verificar que uma das sugestões dadas pelos alunos foi a integração parcial dos alunos numa empresa. Esta opinião foi bastante influenciada por um aluno trabalhador-estudante do 1.º ano que estando a trabalhar numa empresa compreendeu e sentiu a necessidade dos colegas em querer entender melhor o mundo industrial e o seu melhor entendimento dos conteúdos por fazer parte de uma empresa. Embora seja uma pretensão compreendida pela equipa de coordenação, ainda é algo que não está implementado por duas razões principais: a imaturidade dos alunos do 1.º ano aliada à necessidade de ter empresas abertas para os receber e o facto de o projeto do 4.º ano já estar a funcionar dessa forma, i.e., os projetos são realizados em empresa. Para compensar esta falta, podem ser organizadas visitas a empresas que, não substituindo o estar numa empresa, abrem, pelo menos, um pouco mais os horizontes aos alunos.

Vale a pena mencionar a motivação manifestada pelos alunos trabalhadores-estudantes que embora não sendo obrigados a participar no PBL, quando o fazem são os alunos mais interessados e dinamizadores. Também interessa referir que alguns alunos do 1.º ano (trabalhadores-estudantes, alunos transferidos para o MIEGI com uma ou duas unidades curriculares apenas) não são integrados no PBL mas é-lhes pedido que desenvolvam um projeto numa empresa. Este projeto também é bem visto pelos alunos e é uma forma de lidar melhor com o diferente perfil dos alunos do MIEGI (Alves, Moreira, et al., 2018). Quando acontece formar-se uma equipa em que um dos elementos trabalha numa empresa e consegue desenvolver o projeto dessa empresa, o envolvimento e entusiasmo de todos os membros é maior e a motivação também, o que reforça a ideia de que ter projeto no 1.º ano e numa empresa faz sentido e pode ser o passo seguinte.

Do exercício sistemático implementado nesta sessão foram realizadas algumas propostas de alterações significativas ao plano curricular do MIEGI11, particularmente, na introdução do projeto como uma unidade curricular, tal como já acontece no 4.º ano do MIEGI, apesar que ainda não estar contemplado o desenvolver o projeto numa empresa. Uma dessas propostas concretizou-se na edição de 2012/2013 tendo sido implementado a unidade curricular de Projeto Integrado de Engenharia e Gestão Industrial I (PIEGI1) (Alves et al., 2014).

Na edição 2017/18 foi obtido *feedback* interessante sobre a avaliação dos pares, avaliação dos relatórios pelos outros grupos, o teste final, a integração das unidades curriculares e papel do tutor. A Figura 67 mostra a título de exemplo a opinião dos alunos relativamente à integração das unidades curriculares e papel do docente.

Figura 67
Resultados da discussão aberta sobre alguns aspetos do PBL (edição 2017/18).

INTEGRAÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES	PAPEL DO DOCENTE
A integração das unidades curriculares foi / não foi bem conseguida ... [justificar - exemplos] A integração das UCs foi bem conseguida porque fomos capazes de aplicar os conteúdos dados nas aulas no projeto. Por exemplo, através de cálculo, conseguimos calcular o volume de um sólido de revolução.	O tutor correspondeu / não correspondeu às expectativas do grupo ... [exemplos - exemplos] não correspondeu (nunca apareceu às reuniões) - G4 A tutora esforçou-se para nos ajudar, aconselhando-nos em relação a aspetos a melhorar - G6 Poderia ter sido mais ativo e ter dado mais sugestões - G2 Poderia ter dado mais, mas a apreciação feita é positiva - G5
A integração das unidades curriculares no projeto poderia ser melhorada? - Sim: Como? (ex. participação de empresas, envolver apenas algumas UCs, etc.) - Não: Porquê? A integração das UCs não pode ser melhorada pois, na nossa opinião, foi bem conseguida.	O papel do tutor poderia ser melhorado? - Sim: Como? (ex. fazer atividades específicas com as equipas, etc.) - Não: Porquê? Poderia ter sido mais ativo, ter dado mais sugestões e ter mostrado mais interesse no grupo. Seria mais benéfico se alguns tutores adotassem papéis mais ativos, acompanhando o desenvolvimento do projeto e dando mais opiniões. Visto que têm conhecimento nos principais pontos de avaliação poderiam ter-nos guiado mais nesse sentido em vez de deixar ideias tão vagas.
Outras Sugestões: Na nossa opinião, as notas das tarefas deviam ser integradas na avaliação final de todas as UCs. Também o lançamento das tarefas deveria ser realizado com mais distância do prazo de entrega.	Outras Sugestões:

Continuam a existir preocupações antigas como ter um tutor mais ativo e este contribuir para a avaliação individual dos alunos, mas é uma questão que a equipa de coordenação não considera como fazendo parte do papel do tutor, assim como o de dar mais sugestões (não se pretende que seja o tutor a dar sugestões) e o próprio tutor não se sente à vontade para isso. É importante notar que os tutores são voluntários e que nem sempre o coordenador consegue monitorizar o trabalho desempenhado por estes. Ter um guia de tutor e formação poderia ajudar, mas ainda não se conseguiu finalizar o guia e nem sempre existe tempo para tudo. No entanto, tendo também um tutor aluno, considera-se que há um maior acompanhamento e as queixas relativamente ao tutor reduziram-se (Alves, Moreira, Leão, et al., 2017).

Os alunos parecem satisfeitos com a forma como as UCs são integradas, com a avaliação pelos pares compreendendo que os alunos têm de ter responsabilidade na forma como fazem esta avaliação. Também têm sugestões que embora ainda não tenham sido implementadas poderiam sê-lo, como incluir uma ponderação nos aspetos técnicos da grelha para avaliar outro relatório e serem os alunos a lançarem o tema do projeto do ano seguinte.

9.1.5. Agradecimentos e entrega pelos alunos dos recursos utilizados

A sessão termina com os agradecimentos. Esta sessão de encerramento também encerra as atividades dos alunos nas salas de projeto e é necessário assegurar que os grupos entregam as chaves das salas, os portáteis e as peças de Lego Mindstorms, e deixam em condições espaços anteriormente ocupados por eles (remover cartazes, limpar armários e chão) para os grupos do semestre seguinte. Embora a responsabilidade seja também uma competência transversal que se pretende que adquiram, existem situações que mostram uma total irresponsabilidade como o episódio contado na secção 7.2.

Esta sessão pode culminar com um pequeno lanche de confraternização para partilhar o sucesso alcançado e para as despedidas entre docentes e alunos daquele ano. Alguns docentes terão oportunidade de, ao longo dos 5 anos, voltar a encontrar estes alunos na sala de aula e é interessante o reencontro pois permite aos docentes corroborar algumas das opiniões formadas no primeiro ano ou quebrar preconceitos erradamente concebidos.

9.2. Balanço global da sessão de encerramento

Nesta secção descreve-se a sessão de encerramento e a importância desta sessão para a avaliação do processo. Esta sessão realizada cinco meses depois de iniciado o projeto marca o final de um percurso efetuado pelos alunos que se pretende os prepare melhor para o que vem a seguir. A expectativa e ansiedade são grandes e pretende-se nesta sessão promovida pelos respetivos coordenadores de ano, estimular a discussão dos pontos fortes e pontos fracos (dificuldades, problemas, fragilidades) da metodologia de aprendizagem implementada durante o semestre. A sessão

tem um papel importante para os alunos, mas mais importante ainda é para a equipa de coordenação, pois esta marca os passos das próximas edições. Os resultados da sessão são registados e analisados à luz de melhorias para o PBL. Tal como já referido, algumas alterações significativas são realizadas tendo em conta as sugestões dadas pelos alunos nessa sessão que estimulam uma reflexão dos docentes. A sugestão com mais impacto e bastante ponderada pelos docentes foi, sem dúvida, a alteração para introduzir PBL no primeiro ano como uma disciplina com direito a pauta própria, algo que não acontecia nas edições anteriores onde a nota da disciplina, influenciada pela nota do projeto, era lançada na pauta de cada disciplina.

Os resultados desta sessão contribuem assim para a avaliação do processo que leva à adaptação do modelo de ensino-aprendizagem implementado no MIEGI. Nos instrumentos usados para recolha das opiniões dos alunos, a integração de várias vertentes: do projeto escolhido; das aprendizagens e competências desenvolvidas; do trabalho em equipa; do papel do docente e do tutor; da avaliação no PBL e do PBL como metodologia de ensino-aprendizagem, permite avaliar o processo nessas vertentes e aprender com isso. Desenvolve-se assim um ciclo de aprender-fazendo-investigando (Alves & Leão, 2015).

Esta secção apresentou assim como, quando e onde foi organizada esta sessão, quem foram os intervenientes, o que se esperava obter, quais os resultados práticos da discussão em termos de longo prazo, pelo menos, para o ano letivo seguinte. A relevância desta sessão para a avaliação do processo também foi discutida, assim como o que está por trás de uma avaliação do processo.

9.3. Realização de outros questionários

Além do questionário individual, desenvolveu-se ao longo das várias edições outros questionários como o de avaliação do tutor, da avaliação da experiência de tutoria e de avaliação dos processos PBL pelos docentes pois considera-se ser importante ouvir todas as partes neste processo. A Tabela 9 apresenta uma síntese desses questionários.

Questionário	Número de secções	Número de questões	Quem avalia
Questionário individual de avaliação do processo PBL	9	59 (3 questões abertas)	Os alunos integrados no PBL
Questionário de avaliação dos tutores	11	38 (3 questões abertas)	Os alunos integrados no PBL
Questionário de avaliação do processo PBL (docentes)	6	24 (4 questões abertas)	Os docentes
Questionário de avaliação de experiência de tutoria	9	23 (4 questões abertas)	Os tutores

Tabela 9
Questionários usados para avaliar o processo PBL.

Além destes, têm-se realizado outros mais específicos ou mais abrangentes aos alunos do MIEGI para perceber aspetos relacionados com a motivação onde o PBL aparece como fator motivador (Alves, Fernandes, et al., 2018).

9.3.1. Avaliação dos tutores

O questionário para avaliação do tutor foi necessário a partir do momento em que se passou a ter tutores docentes e tutores alunos, podendo desta forma distinguir-se melhor as opiniões dos alunos relativamente a estes. A Figura 68 apresenta a primeira página do questionário no Google Forms.

← Avaliação do tutor nas experiências de Aprendizagem por Projeto

QUESTIONS RESPONSES 55

Section 1 of 11

Aprendizagem por projeto: avaliação do Tutor

Este questionário destina-se aos alunos que se encontram envolvidos na prática de Aprendizagem por Projeto (PBL). Tem como objetivo obter o feedback dos alunos relativamente ao apoio fornecido pelo tutor durante a realização do projeto. Este questionário está dividido em 11 secções num total de 38 perguntas (as 3 últimas são questões abertas). Os dados serão tratados confidencialmente. Por favor, assinala a opção que considere como mais adequada:

1 = Discordo totalmente
 2 = Discordo
 3 = Nem concordo, nem discordo
 4 = Concordo
 5 = Concordo totalmente
 6 = Não se verificou

Por favor, preencha um questionário para cada tutor que teve (aluno do 3º ano/docente).

Figura 68
Extrato do questionário de avaliação individual do tutor no MIEGI11 (edição 2018/19).

Este questionário inclui, além da secção de identificação com pergunta para distinguir se é tutor aluno ou tutor docente, mais 10 secções (a última é de agradecimentos):

1. Conhecimentos sobre a Aprendizagem por Projeto
2. Atitudes
3. O progresso no projeto
4. O desenvolvimento do pensamento crítico e resolução de problemas
5. O funcionamento da equipa
6. A aprendizagem individual
7. Qual foi a contribuição mais importante do tutor para a equipa?
8. Que outras expectativas possuías relativamente ao tutor que não foram apresentadas nas perguntas anteriores?
9. Como classificarias, em geral, o desempenho do tutor da tua equipa?

Com os resultados deste questionário, fez-se uma publicação cujo principal resultado foi a satisfação dos alunos com o tutor-aluno (Alves, Moreira, Leão, et al., 2017).

9.3.2. Avaliação do processo PBL pelos docentes

O questionário de avaliação final do PBL pelos docentes (Figura 69) também tem produzido resultados interessantes e são particularmente úteis quando existe uma grande mudança numa componente de avaliação, como foi o caso em 2015/16 em

que se substituiu o teste final por um fator de correção em que os docentes avaliavam qualitativamente o desempenho dos alunos numa reunião final (Moreira et al., 2017).

← Questionário de Avaliação Final PBL 2018/2019 (Docentes) ☆

QUESTIONS RESPONSES 5

Section 1 of 6

Questionário de Avaliação Final PBL 2018/2019 (Docentes)

No âmbito da aplicação da metodologia PBL no 1º ano, 1º semestre do MIEGI, pretende-se avaliar a forma como decorreu o processo/trabalho ao longo do semestre. Para tal, por favor, indique o nível de concordância relativamente às seguintes afirmações.

1 = Discordo totalmente 2 = Discordo 3 = Não tenho a certeza 4 = Concordo 5 = Concordo totalmente

I. Tema: "Projeto de um sistema de produção de água potável"

1 2 3 4 5

Figura 69
Extrato do questionário de avaliação individual final do PBL pelos docentes (edição 2018/19).

Este questionário divide-se nas seguintes secções que são semelhantes ao do questionário dos alunos:

1. Tema: "Projeto de um sistema de produção de água potável"
2. Aprendizagens e Competências desenvolvidas
3. Aprendizagem em Equipa
4. Avaliação no PBL
5. PBL como Metodologia de Ensino-Aprendizagem
6. Questões abertas

De uma forma geral, os docentes têm classificado bem a sua participação no PIEGI1 PBL atribuindo numa escala de 1 a 10, um 9. Os docentes alertam também para os aspetos que merecem mais reflexão como:

- O método pelo qual se faz a diferenciação individual na avaliação final
- Teste individual
- A forma de diferenciação da nota dentro das equipas (avaliação por pares e/ou teste e/ou defesa oral)
- A elevada carga de trabalho das equipas
- As perceções negativas manifestadas por vários alunos, relativas ao teste do projeto.

Como aspetos mais positivos (docentes de 2018/19) consideram o desenvolvimento de competências transversais e o aprender a trabalhar em equipa, o entusiasmo mostrado por algumas equipas relativamente a alguns aspetos do projeto desenvolvido, o baixo nível de desistências/pedidos de alteração de curso e o elevado nível dos alunos nas apresentações públicas.

Como aspetos menos positivos (edição de 2018/19) consideram a falta de apoio institucional, não estar a lecionar as aulas da UC cujas competências estava a acompanhar (neste ano a docente de uma UC só esteve envolvida no apoio ao projeto e não na UC de apoio ao projeto), alunos continuarem a especializar-se e a dificuldade em monitorar conflitos internos das equipas e o respetivo impacto no trabalho das equipas.

Como sugestões de melhoria deram o melhorar o modelo de avaliação, ter mais apoio pedagógico, repensar o mecanismo de atribuição de classificação individual com base na classificação de grupo, através da avaliação peer mais teste (talvez envolvendo os alunos nesse processo). Por último, simplificar o projeto de forma a não exigir tanto esforço de docentes e alunos.

9.3.3. Avaliação da experiência de tutoria

O questionário de avaliação de experiência de tutoria está dividido em nove secções (Figura 70).

Figura 70
Extrato do questionário de avaliação da experiência de tutoria (edição 2018/19).

Depois da secção inicial e secção de identificação, seguem-se seis secções (sendo uma última de agradecimentos):

1. Qualidade da experiência
2. Dificuldade da tarefa de tutoria e guia de tutoria
3. Atitudes dos alunos
4. Tipo de integração na equipa
5. Avaliação pelos pares
6. Questões abertas

Segundo os respondentes, esta experiência tem sido uma boa experiência. Justificações para considerarem desta forma esta experiência na última edição foram:

- Permitiu uma interação positiva com os alunos no início do seu percurso académico.
- Como alunos do 1.º ano (1.º semestre) o desenvolvimento deste trabalho em grupo permite-lhes colocar em prática não só os conhecimentos técnicos como também as competências (*soft skills*), resolvendo (tentando) problemas que só surgem quando em grupo...
- É extremamente gratificante e desafiador, passar o conhecimento adquirido. É uma forma diferente de viver o PLE, bem como fomenta competências transversais de liderança e põe em xequê a capacidade de comunicação, gestão de tempo e gestão de equipas.
- É sempre uma experiência enriquecedora pelo carácter interdisciplinar do projeto.

Relativamente à questão se a experiência de tutoria respondeu às expectativas que tinha, a maioria dos respondentes de 2018/19 responderam positivamente e acrescentaram:

- Sim, pois esperava crescer e aprender a liderar e, efetivamente, aprendi que estou um pouco mais preparada para liderar um grupo.
- Parcialmente. Gostaria de desempenhar um papel mais ativo, no entanto não se proporcionou, uma vez que as reuniões eram muito pouco frequentes. Tive pena de não termos conseguido fixar um dia para as reuniões semanais ao longo do semestre, tal como aconteceu no ano passado. Geralmente, o grupo apenas marcava reuniões antes dos pontos de controlo ou entregas de tarefas, vendo-me como alguém capaz de os ajudar nos conteúdos, o que não deveria estar associado ao meu papel como tutora.
- Em geral sim, embora nem sempre tenha sentido um forte envolvimento por parte de todos os elementos do grupo.

Independentemente das opiniões, o papel do tutor é relevante no PBL pelas razões já mencionadas na secção 6.2.3 e para ter um PBL bem-sucedido não se pode abdicar destes. No entanto, torna-se importante dar formação aos tutores, mostrando a necessidade de ter reuniões com os tutorandos e a responsabilidade de ser tutor. Embora não seja uma tarefa difícil existem algumas considerações a ter em conta. Por exemplo, quando questionados se a tarefa de ser tutor foi difícil, os tutores de 2018/19 (apenas um tutor-aluno respondeu) disseram:

- Os alunos tiveram uma atitude positiva.
- Havendo dificuldades (pois elas existem) e cada tutoria é uma nova experiência (novos alunos, novas formas de estar), mas em grupo se tenta resolver da maneira que se sabe e se consegue.

- Por vezes os alunos esperam que saibamos resolver a matriz que eles não sabem, ou que digamos o que é esperado fazer numa apresentação final. Todas estas questões ultrapassam as nossas capacidades, pois o nosso papel é orientar e não trabalhar junto com eles.
- Não tive muito trabalho embora ficasse desapontada pelas coisas não correrem tão bem quanto eu gostava.
- Não é uma tarefa complexa, mas requer bastante atenção e absorve bastante tempo.

Considerações finais e trabalho futuro

Os estudos em Educação em Engenharia têm vindo a reforçar a importância da implementação dos projetos nos anos iniciais dos cursos de Engenharia, considerando as suas potencialidades ao nível da motivação e envolvimento dos estudantes, especificamente no que diz respeito à relação com os contextos inerentes à prática profissional. Por outras palavras, os projetos permitem, ainda que numa fase exploratória, que os estudantes tenham um contacto com a sua futura área profissional. Este fator potencia a aprendizagem – por exemplo, da Matemática, da Física, da Química – transformando-a numa experiência com relevância e significado para a Engenharia. Esta foi e é a principal motivação para a implementação do PBL no MIEGI11, estando neste livro os principais resultados do processo de implementação do PBL neste curso de Engenharia ao longo de 16 edições. À data prevista de publicação deste livro, já se realizaram mais duas edições de PBL MIEGI11, totalizando mais de 800 alunos. Para esta implementação contribuíram um total de 48 pessoas, incluindo 36 docentes, 18 tutores (os docentes também exerceram este papel durante muitos anos) e 8 investigadores da Universidade do Minho e externos. Desde 2016/17 foi também possível contar com o apoio dos alunos de 3.º ano do MIEGI que prestaram apoio tutorial às equipas, num total de 33 alunos.

A aprendizagem baseada em projetos permite que os alunos desenvolvam competências técnicas e transversais muito para além do que é percebido pelos docentes. Embora muitas das competências técnicas e transversais a desenvolver pelos alunos estejam previstas, há outras que é impossível prever. As experiências que são vividas pelos alunos durante um semestre nos projetos em equipa pela sua natureza vão muito além do previsto e do controlável e, por isso, o alcance da aprendizagem é imprevisível. A natureza aberta dos projetos e a natureza do trabalho em equipa são por si só um contexto natural para o desenvolvimento das pessoas. Se a este contexto se juntar um bom apoio técnico e o acompanhamento correto das equipas e dos alunos como indivíduos, como se procura fazer nos projetos PBL, então este modelo de ensino/aprendizagem é uma aposta ganha com benefícios para os alunos, docentes, universidade e a comunidade em geral.

A aprendizagem baseada em projetos permite aos docentes uma visão mais abrangente da própria unidade curricular. Num ensino mais tradicional o docente e/ou responsável de uma unidade curricular preocupa-se principalmente com os resultados de aprendizagem desta, sem fazer a ligação ativa às outras unidades curriculares e o lugar dessas na formação integral dos alunos. A imagem completa do currículo, a contribuição de cada unidade curricular para a formação dos alunos e as ligações entre as unidades curriculares são promovidas através de aprendizagem por projeto, especialmente por causa de trabalho em equipa dos docentes. Nos projetos PBL-MIEGI11 os alunos já não falam de ilhas isoladas quando se referem às unidades curriculares, enquanto num ensino mais tradicional os alunos podem ter dificuldade em reconhecer a coerência curricular. Os docentes são obrigados a interagir e colaborar com os colegas de forma bastante intensiva e o espírito de equipa deles pode ter uma influência positiva nos alunos.

Relativamente à perceção dos alunos, uma constatação interessante associada ao PBL é que, por vezes, a perceção destes relativamente à importância das competências desenvolvidas (tanto técnicas como transversais) não ocorre durante a realização do projeto, nem mesmo imediatamente após o término deste, mas sim bastante mais tarde, já em contexto profissional depois da conclusão do curso. De facto, é com alguma frequência que se ouvem testemunhos de antigos alunos, relatando que só depois de terem entrado no meio profissional se aperceberam do verdadeiro valor acrescentado que resultou da sua participação num projeto como o PBL. Em larga medida, a abordagem utilizada na implementação do PBL, que envolve, entre outros, resolução de problemas, cumprimento de pontos de controlo, realização de apresentações e desenvolvimento de entregáveis, incute nas equipas de alunos um conjunto de boas práticas, tanto a nível de competências técnicas como transversais, que mais tarde se revelam de grande importância em termos profissionais.

Este processo de implementação sofreu e continua a sofrer uma evolução pois não é um processo estático, mas dinâmico. Este dinamismo ocorre das intervenções e feedback dos principais interessados: os alunos e, claro, dos docentes, tutores e investigadores. Todos juntos procuram melhorias que vão sendo conseguidas em todos os aspetos deste processo que tem sido partilhado e divulgado com os pares através de publicações (mais de 50) apresentadas na lista do Apêndice 3 (Tabela 10). Uma compilação dos resultados obtidos através do questionário individual referido na secção 10.1.3. durante 10 anos (2010/11 a 2019/20) mostra um feedback positivo dos alunos (Alves, Moreira, et al., 2020).

No entanto, é importante referir que a aprendizagem baseada em projetos promove um ambiente de ensino e de aprendizagem para o qual os estudantes têm de ser preparados. Tal significa que, desde o início do projeto, os docentes devem ser capazes de transmitir confiança e apoio aos estudantes. Para tal, é fundamental investir na qualidade da relação pedagógica que, consequentemente, se revelará na qualidade da experiência de aprendizagem dos estudantes. Assim, a equipa docente é a dimensão central do processo de implementação da aprendizagem baseada em projetos. Nesse sentido, torna-se fundamental investir na sua formação e desenvolvimento profissional, através de diversas práticas e atividades, tais como frequentar ações de formação sobre temáticas relacionadas com a aprendizagem baseada em projetos ou aprendizagem ativa no geral ou até promover aprendizagem entre pares, por exemplo, com docentes - da mesma instituição ou de outras - que desenvolvam experiências semelhantes, numa lógica de partilha de experiências e conhecimentos, podendo elevar a motivação o nível de interação entre os docentes do Ensino Superior. Uma outra forma de desenvolvimento profissional, altamente transformadora, incide na investigação sobre a prática. Transformadora porque, para além de disseminar as experiências inerentes à prática pedagógica, permite uma reflexão crítica, fundamentada e sustentada, conduzindo à melhoria da própria prática. A comunidade em Educação em Engenharia distingue-se pela sua natureza interdisciplinar e tem-se tornado mais visível, permitindo criar espaços amplos de discussão e aprendizagem com investigadores de diferentes áreas de conhecimento.

Uma equipa docente preparada e habituada a procurar a melhoria contínua enfrentará melhor desafios como os trazidos pela situação pandémica provocada pela COVID-19 que trouxe inevitavelmente novas práticas e que requer uma criatividade e reinvenção destas. Ao mesmo tempo, o ensino online obriga ainda a uma maior responsabilização dos alunos e alterações ao PBL que passam pela introdução/reforço de utilização de plataformas colaborativas de apoio ao trabalho de equipa e projeto já usadas (e.g. Slack, Trello, Asana, Kanban de equipa, Miro), de controlo de progresso do projeto e partilha de resultados como o blog (Alves, Pereira, Leão, Fernandes, and Uebe-Mansur, 2020), de comunicação entre os membros das equipas e docentes (e.g. WhatsApp, Messenger, Instagram, Padlet), de partilha e edição de documentos como Google docs, forms, etc... Também se faz sentir a necessidade de ferramentas para os alunos realizarem de forma mais amigável e transparente a avaliação pelos pares e outras para reduzir o trabalho do coordenador.

Em jeito de conclusão, a implementação do PBL no primeiro ano de um curso de Engenharia representa uma contribuição significativa para o desenvolvimento, a aprendizagem ao longo de vida e a formação global dos alunos enquanto seres aprendentes. De facto, nesta metodologia de aprendizagem é o aluno que “puxa” pelo conhecimento usando diversas fontes e entidades que vão muito para além dos muros da Universidade (e.g. docentes, tutores, departamentos, empresas) para atender às necessidades sentidas para a concretização do projeto.

ABET. (2011). *Criteria for accrediting engineering programs: Effective for Reviews During the 2012-2013 Accreditation Cycle*.

Adderley, K. et al. (1975). *Project Methods in Higher Education*. SRHE working party on teaching methods: Techniques group. Guildford, Surrey: Society for research into higher education.

Almeida, N., Carrer, C., Dinis-Carvalho, J., & Lima, R. M. (2011). Project Management Guide for Student Project Teams. *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2011): Aligning Engineering Education with Engineering Challenges (2011)*, 197-205.

Alvarez M., J. M. (2001). Avaliar para conhecer, examinar para excluir. *Avaliar Para Conhecer, Examinar Para Excluir*.

Alves, A. C., Fernandes, S., Leão, C. P., Ferreira, A. T., Sousa, R., & Moreira, F. (2018). Students' perceptions and motivation in an Industrial Engineering and Management program along their academic journey: first results. *Proceedings of the PAEE/ALE'2018, 10th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 15th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE)*, 8, 107-116.

Alves, A. C., Moreira, F., & Leão, C. L. (2017). Peer assessment in PBL: does gender matter? *23rd ICE Conference – IEEE ITMC International Conference, "Engineering, Technology & Innovation Management Beyond 2020: New Challenges, New Approaches", Madeira, Portugal*, 1398-1402.

Alves, A. C., Moreira, F., Leão, C. P., & Fernandes, S. (2020). Ten years of positive feedback on Project-Based Learning from first-year engineering students' perspective. *Proceedings of the ASME 2020 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2020)*.

Alves, A. C., Moreira, F., Lima, R. M., Sousa, R. M., Carvalho, D., Mesquita, D., Fernandes, S., & Van-Hattum-Janssen, N. (2014). Aprendizagem Baseada em Projetos interdisciplinares: análise da implementação em duas estruturas curriculares distintas. In A. Fischer & O. L. de O. M. Heinig (Eds.), *Linguagens em uso nas Engenharias* (Edifurb-). FURB.

Alves, A. C., Moreira, F., Sousa, R., & Lima, R. M. (2009). Teachers' workload in a project-led engineering education approach. *International Symposium on Innovation and Assessment of Engineering Curricula*, 14.

Alves, A. C., Pereira, A. C., Leão, C. P., Fernandes, S., & Uebe-Mansur, A. F. (2020). The use of blogs in a Project-Based Learning context for first-year engineering students' teams. *Proceedings of the ASME 2020 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, IMECE2020*.

Alves, A. C., & Eira, R. (2015). A aprendizagem implícita do Empreendedorismo no desenvolvimento de projetos interdisciplinares. *I Jornadas Ensino Em Empreendedorismo*.

Alves, A. C., Moreira, F., Fernandes, S., Leão, C. P., & Sousa, R. (2017). PBL in the first year of an industrial engineering and management program: A journey of continuous improvement. *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education*, 9, 44-51.

Alves, A. C., Moreira, F., Leão, C. P., & Carvalho, M. A. (2017). Sustainability and circular economy through PBL: Engineering students' perceptions. In C. Vilarinho, F. Castro, & M. de L. Lopes (Eds.), *WASTES – Solutions, Treatments and Opportunities II* (pp. 409–415). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315206172-64>

Alves, A. C., Moreira, F., Leão, C. P., Pereira, A. C., Pereira-Lima, S. M. M. A., Malheiro, M. T., Lopes, S. O., & Oliveira, S. (2019). Industrial engineering and management PBL implementation: An effortless experience? In A. K. Lima R.M., Villas-Boas V., Bettaieb L. (Ed.), *11th International Symposium on Project Approaches in Engineering and 16th Active Learning in Engineering Education Workshop, PAEE/ALE 2019; Hammamet; Tunisia; 10 June 2019 through 12 June 2019; (Vol. 9, pp. 117-127)*. University of Minho.

Alves, A. C., Moreira, F., Lima, R., Sousa, R., Dinis-Carvalho, J., Mesquita, D., Fernandes, S., & Van Hattum-Janssen, N. (2012). Project based learning in first year, first semester of industrial engineering and management: Some results. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)*, 5, 111-120. <https://doi.org/10.1115/IMECE2012-89046>

Alves, A. C., Moreira, F., & Sousa, R. (2007). O papel dos tutores na aprendizagem baseada em projectos: três anos de experiência na Escola de Engenharia da Universidade do Minho. *Libro de Actas Do Congresso*

Internacional Galego-Portugués de Psicopedagogía A. Coruña/Universidade Da Coruña: *Revista Galego-Portuguesa de Psicología e Educación*, 1, 1759-1770. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/18278>

Alves, Anabela C., & Leão, C. P. (2015). Action, Practice and Research in Project Based Learning in an Industrial Engineering and Management Program. *ASME 2015 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Volume 5: Education and Globalization*, V005T05A013. <https://doi.org/10.1115/IMECE2015-51438>

Alves, Anabela C., Leão, C. P., Moreira, F., & Teixeira, S. (2018). Project-Based Learning and its Effects on Freshmen Social Skills in an Engineering Program. In *Human Capital and Competences in Project Management*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72054>

Alves, Anabela C., Moreira, F., & Leão, C. P. (2018). Dealing With Student Profile Diversity in an Industrial Engineering and Management Program: PBL vs "Non-PBL." *Volume 5: Engineering Education*, V005T07A007. <https://doi.org/10.1115/IMECE2018-86368>

Alves, Anabela C., Moreira, F., Leão, C. P., & Teixeira, S. (2017). Tutoring Experiences in PBL of Industrial Engineering and Management Program: Teachers vs Students. *Volume 5: Education and Globalization*, 5, V005T06A008. <https://doi.org/10.1115/IMECE2017-71306>

Alves, Anabela C., Sousa, R. M., Fernandes, S., Cardoso, E., Carvalho, M. A., Figueiredo, J., & Pereira, R. M. S. (2016). Teacher's experiences in PBL: implications for practice. *European Journal of Engineering Education*, 41(2), 123–141. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1023782>

Alves, Anabela Carvalho, Moreira, F., Carvalho, M. A., Oliveira, S., Malheiro, M. T., Brito, I., Leão, C. P., & Teixeira, S. (2019). Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics contents through PBL in an Industrial Engineering and Management first year program. *Production*, 29(x), 0-0. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20180111>

Alves, Anabela, Moreira, F., & Sousa, R. (2010). Aprendizagem baseada em Projectos Interdisciplinares em Engenharia Industrial: dissimilaridades de tutoria entre o início e o final do curso. *PAEE2010-International Symposium on Project Approaches in Engineering Education*, 1, 133-139.

Alves, Anabela, Sousa, R., Moreira, F., Carvalho, M. A., Cardoso, E., Pimenta, P., Malheiro, T., Brito, I., Fernandes, S., & Mesquita, D. (2016). Managing PBL difficulties in an industrial engineering and management program. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 586. <https://doi.org/10.3926/jiem.1816>

Aquere, L. A., Mesquita, D., Lima, R. M., Monteiro, S. B. S., & Zindel, M. (2012). Coordination of Student teams focused on Project Management Processes. *Biotechniques*, 245(April), 1-2. <https://doi.org/10.2144/000113837>

ASME. (2012). *Vision2030: Creating the Future of Mechanical Engineering Education*. September 2012. <http://files.asme.org/asmeorg/Governance/StrategicManagement/IAB/23752.pdf>

Bain, K. (2004). *What the best college teachers do*. Harvard University Press.

Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966804>

Belbin. (2014). *How to build Lean teams with Belbin*. https://docs.wixstatic.com/ugd/deb55b_74634591e91c44b4a893c4061bb19034.pdf

Biggs, J. (2003). *Teaching for quality learning at university*. Open University Press/Society for Research into Higher Education.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. David McKay Company Inc.

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>

Bologna Declaration. (1999). Bologna Declaration. *Joint Declaration of the European Ministers of Education Convened in Bologna on the 19th of June 1999*.

- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). Active learning: Creating excitement in the Classroom. In *ASHE-ERIC Higher Education Report*.
- Boud, D., & Feletti, G. (1997). Changing problem-based learning. In D. Boud & G. Feletti (Eds.), *The challenge of problem-based-learning*. Kogan Page.
- Brauer, H. (2015). The Bologna process and its consequences for the education of engineers | Der Bologna-Prozess und seine Folgen für die Ausbildung von Ingenieuren. *AVN Allgemeine Vermessungs-Nachrichten*, 122(2), 43-46.
- Cabral-Cardoso, C., Estevão, C., & Silva, P. (2006). *As Competências Transversais dos Diplomados do Ensino Superior – Perspectiva dos Empregadores e Diplomados*. TecMinho.
- Carvalho, J. D. A., & Lima, R. M. (2006). *Organização De Um Processo De Aprendizagem Baseado*. 475-488.
- Case, J. M. (2017). The historical evolution of engineering degrees: competing stakeholders, contestation over ideas, and coherence across national borders. *European Journal of Engineering Education*, 42(6), 974-986. <https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1238446>
- de Graaff, E., & Kolmos, A. (2007). *Management of Change: implementation of Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering*. Sense Publishers.
- Diana G. Oblinger, E. (2006). Spaces as a Change Agent. *Learning Spaces*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01039-2>
- Dinis-Carvalho, J., & Lima, R. M. (2006). Organização de um processo de aprendizagem baseado em projectos interdisciplinares em engenharia. *Anais Do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006*.
- Duch, B. (1996). Problem-Based Learning in Physics: The Power of Students Teaching Students. *Journal of College Science Teaching*, 15(5), 326-329.
- Eisenhart, M., Behm, L., & Romagnano, L. (1991). Learning to Teach: developing expertise or rite of passage? *Journal of Education for Teaching*, 17(1), 51-71. <https://doi.org/10.1080/0260747910170106>
- Embuena, V. C., & Pérez, C. L. (2005). Investigar en diseño curricular. Redes de docencia en el espacio europeo de educación superior. *INVESTIGAR EN DISEÑO CURRICULAR. Redes de Docencia En El Espacio Europeo de Educación Superior*.
- Engel, C. (1997). Not just a method but a way of learning. In G. Boud, D. & Feletti (Ed.), *The challenge of problem-based-learning* (pp. 28-35). Kogan Page.
- Equipa de coordenação 2019_20. (2019). *Guia do projeto aprendizagem no contexto Project-Based Learning (PBL): Projeto Integrado de Engenharia e Gestão Industrial 1 (PIEGI1_MIEGI11)*.
- EUR-ACE. (2008). *Framework Standards. EUR-ACE Framework Standards*. http://www.enaee.eu/app/download/4213072563/A1_EUR-ACE_Framework-Standards_2008-11-05.pdf?t=1286469542
- Fátima, D., & Abreu, R. (2007). The Bologna Process: Implementation and Developments in Portugal. *Social Responsibility Journal*. <https://doi.org/10.1108/17471110710829731>
- Felder, R., & Brent, R. (2001). Effective strategies for cooperative learning. *Journal of Cooperation & Collaboration in College Teaching*. [http://doi.org/10.1016/S0742-051X\(96\)00045-5](http://doi.org/10.1016/S0742-051X(96)00045-5)
- Felder, R. M., & Brent, R. (2006). *Active Learning*. University of West Florida.
- Fernandes, S., Flores, M. A., & Lima, R. M. (2012). Students' views of assessment in project-led engineering education: Findings from a case study in Portugal. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 37(2). <https://doi.org/10.1080/02602938.2010.515015>
- Fernandes, S., Lima, R. ., Cardoso, E. P., Leão, C. P., & Flores, M. . (2009). An Academic Results Analysis of a First Year Interdisciplinary Project Approach to Industrial and Management Engineering Education. *Proceedings of the 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education, PAEE'2009*, 37-43. <http://hdl.handle.net/1822/9698>

Fernandes, S., Mesquita, D., & Lima, R. et al. (2009). The impact of peer assessment on teamwork and student evaluation. *Innovation and Assessment of Engineering Curricula*, 125-136.

Fernandes, Sandra. (2011). *Aprendizagem baseada em projectos no contexto do ensino superior: avaliação de um dispositivo pedagógico no ensino de engenharia*. University of Minho.

Fernandes, Sandra, Flores, M. A., & Lima, R. M. (2012). Students' views of assessment in project-led engineering education: findings from a case study in Portugal. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 37(2), 163–178. <https://doi.org/10.1080/02602938.2010.515015>

Fernandes, Sandra, Flores, M. A., & Lima, R. M. (2007). A Visão dos Estudantes sobre a Aprendizagem Baseada em Projectos: Resultados de um Estudo de Caso. *Ensino Superior Em Mudança: Tensões e Possibilidades*, 1, 85-94.

Flores, M. A., Simão, A. M. V., & Carrasco, V. (2012). Tutoring in higher education in Portugal and Spain: Lessons learned from six initiatives in place. In *Internationalising Education: Global Perspectives on Collaboration and Change*.

Fontes, A., & Freixo, O. (2004). *Vygotsky e a Aprendizagem Cooperativa. Uma forma de aprender melhor*. Livros Horizonte.

Gibbs, G., & Habeshaw, T. (1992). *Preparing to teach: an introduction to effective teaching in higher education* (Second edi). Technical & Educational Services Ltd.

Goodlad, J. (1979). *Curriculum inquiry: The study of curriculum practice*. New York. McGraw-Hill.

Graaff, Erik, & Kolmos, A. (2007). *Management of Change: Implementation of Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering*. Sense Publishers.

Guerra, A., Ulseth, R., & Kolmos, A. (2017). *PBL in Engineering Education* (A. Guerra, R. Ulseth, & A. Kolmos (eds.)). SensePublishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-905-8>

Heitmann, G. (2005). Challenges of engineering education and curriculum development in the context of the Bologna process. *European Journal of Engineering Education*, 30(4), 447-458. <https://doi.org/10.1080/03043790500213136>

Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-Based Learning in Post-Secondary Education – Theory, Practice and Rubber Sling Shots. *Higher Education*, 51(2), 287-314. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6386-5>

Jamieson, P., Dane, J., & Lippman, P. C. (2005). Moving Beyond the Classroom: Accommodating the Changing pedagogy of higher education. *Forum of the Australasian Association for Institutional Research*, 17-23.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). Learning together and alone. In *4th edition*.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1991). Cooperative Learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity. *ASHE-FRIC Higher Education Report No.4*.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2014). Cooperative Learning: Improving University Instruction by Basing Practice on Validated Theory. *Journal of Excellence in College Teaching*. <https://doi.org/10.1080/19397030902947041>

Johnson, R. T., & Johnson, D. W. (1994). An overview of cooperative learning. In *Creativity and collaborative learning*:

Johnston, J. O., & Calhoun, J. A. P. (1969). The Serial Position Effect in Lecture Material. *The Journal of Educational Research*, 62(6), 255-258. <https://doi.org/10.1080/00220671.1969.10883835>

Jollands, M., Jolly, L., & Molyneaux, T. (2012). Project-based learning as a contributing factor to graduates' work readiness. *European Journal of Engineering Education*, 37(2), 143-154. <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.665848>

Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. *Teachers College Record*, 19(4), 319-335.

- Kolmos, A. (1996). Reflections on Project Work and Problem-based Learning. *European Journal of Engineering Education*, 21(2), 141-148.
- Kolmos, A., & Graaff, E. De. (2003). Characteristics of Problem-Based Learning*. *International Journal Of Engineering Education*.
- Kysilka, M. L. (1998). Understanding integrated curriculum. *The Curriculum Journal*, 9(2), 197-209. <https://doi.org/10.1080/0958517970090206>
- Lang, J. D., Cruse, S., Mcvey, F. D., & McMasters, J. (1999). Industry expectations of new engineers: A survey to assist curriculum designers. In *Journal of Engineering Education*. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.1999.tb00410.x>
- Lapeña Pérez, C., Sauleda Parés, N., & Martínez Ruiz, M. (2011). Los programas institucionales de acción tutorial: una experiencia desarrollada en la universidad de alicante. *Revista de Investigación Educativa, RIE*.
- Laurillard, D. (1993). *Rethinking University Teaching*. Routledge.
- Le Boterf, G. (2005). *Construir as competências individuais e coletivas. Resposta a 80 questões*. Edições ASA.
- Lima, R., & Flores, M. A. (2005). *Avaliao De Um Processo De Ensino / Aprendizagem Baseado Em Projecto*. 1787-1798.
- Lima, R. M., Mesquita, D., Dinis-Carvalho, J., & Sousa, R. M. (2015). Promoting the Interaction with the Industry through Project-Based Learning. *Seventh International Symposium on Project Approaches in Engineering Education*.
- Lima, R.M., Carvalho, D., Sousa, R. M., Alves, A., Moreira, F., Mesquita, D., & Fernandes, S. (2012). A project management framework for planning and executing interdisciplinary learning projects in engineering education. In *Project Approaches to Learning in Engineering Education: The Practice of Teamwork*. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-958-9_5
- Lima, Rui M., Dinis-Carvalho, J., Alves, A. C., Sousa, R. M., Moreira, F., Mesquita, D., & van Hattum-Janssen, N. (2008). Formas de implementação de processos de ensino-aprendizagem baseados em projetos interdisciplinares (PBL). In *Tópicos Emergentes e desafios metodológicos em Engenharia de Produção: Casos, experiências e proposições – Vol IV: Vol. iv* (pp. 294-305).
- Lima, Rui M., Dinis-Carvalho, J., Sousa, R. M., Alves, A. C., Moreira, F., Mesquita, D., & Fernandes, S. (2011). Estrutura de gestão para planejamento e execução de projetos interdisciplinares de aprendizagem em engenharia. In E. A. T. D. & A. L. M. L. C. d. Campos (Ed.), *Educação em Engenharia: novas abordagens* (pp. 87-122). EDUC – Editora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. <http://hdl.handle.net/1822/18878>
- Lima, Rui M., Mesquita, D., Amorim, M., Jonker, G., & Flores, M. A. (2012). An analysis of knowledge areas in industrial engineering and management curriculum. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 3(2), 75-82.
- Lima, Rui M, Carvalho, D., Assunção Flores, M., & 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. <https://doi.org/10.1080/03043790701278599>
- Lima, Rui M, Dinis-carvalho, J., Campos, L. C. De, Mesquita, D., Sousa, R. M., & Alves, A. (2014). Projects with the Industry for the Development of Professional Competences in Industrial Engineering and Management. *Proceedings of Project Approaches in Engineering Education (PAEE2014)*.
- Lima, Rui M, Mesquita, D., & Rocha, C. (2013). Professionals' Demands for Production Engineering : Analysing Areas of Professional Practice and Transversal Competences. *International Conference on Production Research (ICPR 22)*.
- Lloyd, D. M. (1968). A concept of improvement of learning response in the taught lesson. *Visual Education*, October, 23-25.
- Lourenço, J. M., Guedes, M. G., Filipe, A. I., Almeida, L., & Alfredo, M. A. (2007). *Bolonha. Ensino e Aprendizagem por Projecto*. Centro Atlântico.

- Macmanaway, L. A. (1970). Teaching methods in higher education, innovation and research. *Universities Quarterly*, 24(3), 321-329.
- Mansur, A. F. U., & Alves, A. C. (2018). The importance of peer assessment & self-assessment in PBL applied to an administration course. *Revista Ibero-Americana de Estudos Em Educação*, 13(1), 451-467. <https://doi.org/10.21723/riaee.nesp1.v13.2018.10347>
- Margetson, D. (1997). Why problem-based learning is a challenge? In G. Boud, D. & Feletti (Ed.), *The challenge of problem-based-learning* (pp. 36-44). Kogan Page.
- McKinney, K. (2007). *Enhancing Learning Through the Scholarship of Teaching and Learning: The Challenges and Joys of Juggling*. Anker Publishing.
- McLeish, J. (1970). *Student attitudes and College Environments*. Cambridge Institute of Education.
- Mesquita, D. (2016). *O Currículo da Formação em Engenharia no Âmbito do Processo de Bolonha: Desenvolvimento de Competências e Perfil Profissional na Perspetiva dos Docentes, dos Estudantes e dos Profissionais*.
- Mesquita, D., Alves, A., Fernandes, S., Moreira, F., & Lima, R. M. (2009). A First Year and First Semester Project-Led Engineering Education Approach 2 Organization Model. In D. Carvalho, N. van Hattum, & R. M. Lima (Eds.), *Proceedings of the 1st Ibero- American symposium on project approaches in engineering education (PAEE'2009)* (pp. 181-189). Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho.
- Mettetal, G. (2001). The what, why and how of classroom action research. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 2(1), 6-13.
- Mills, J. E., & Treagust, D. F. (2003). Engineering education – is problem-based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*, 3, ISSN 1324-5821. <https://doi.org/10.1108/13552540210420989>
- Moreira, F., Mesquita, D., & van Hattum-Janssen, N. Van. (2011). The importance of the project theme in Project-Based Learning: a study of student and teacher perceptions. *Proceedings of the 2011 Project Approaches in Engineering Education*, 53(9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Moreira, F., Rodrigues, C., Alves, A. C., Malheiro, T., Brito, I., & Carvalho, M. A. (2017). Lecturers' perceptions of a semester-wide interdisciplinary PBL in a master's degree program in Industrial Engineering and Management. *ASME 2017 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2016)*, Volume 5: Education and Globalization, Tampa, Florida, USA, November 3-9.
- Moreira, F., & Sousa, R. M. (2008). Desenvolvimento de Protótipos de Sistemas de Produção no Âmbito da Aprendizagem Baseada em Projectos Interdisciplinares. In C. F. A. & A. S. M. J. F. S. Gomes, C. C. António (Ed.), *5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2008)*.
- Moreira, Francisco, Rodrigues, C., Alves, A. C., Malheiro, M. T., Brito, I., & Carvalho, M. A. (2017). Lecturers' Perceptions of a Semester-Wide Interdisciplinary PBL in a Master's Degree Program in Industrial Engineering and Management. *Volume 5: Education and Globalization*, V005T06A012. <https://doi.org/10.1115/IMECE2017-72105>
- Moreira, Francisco, Sousa, R. M., Leão, C. P., Alves, A. C., & Lima, R. M. (2009). Measurement Rounding Errors in an Assessment Model of Project Led Engineering Education. *International Journal of Online Engineering (IJOE)*, 5(S2), 39-44. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v5s2.1092>
- Morgan, S. R. (1984). An Illustrative Case of High-Empathy Teachers. *The Journal of Humanistic Education and Development*, 22(4), 143-148. <https://doi.org/10.1002/j.2164-4683.1984.tb00251.x>
- National Academy of Engineering. (2005). Educating the Engineer of 2020: Adopting Engineering Education To the New Century. *National Academies Press*. <https://doi.org/10.1109/EMR.2009.4804343>
- Oliveira, C. G., Oliveira, P. C., & Costa, N. (2012). Students' and teachers' perspectives about quality of engineering education in Portugal. *European Journal of Engineering Education*, 37(1), 49-57. <https://doi.org/10.1080/03043797.2011.653551>

- Perrenet, J. C., Bouhuijs, P. A. J., & Smits, J. G. M. M. (2000). The Suitability of Problem-based Learning for Engineering Education: Theory and practice. *Teaching in Higher Education*, 5(3), 345-358. <https://doi.org/10.1080/713699144>
- Perrenoud, P. (2001). *Porquê construir competências a partir da escola? Desenvolvimento da autonomia e luta contra as desigualdades*. ASA Editores.
- Peschges, K.-J., & Reindel, E. (1998). Project-Oriented Engineering Education to Improve Key Competencies. *Global Journal of Engineering Education*, 2(2), 181-186.
- PMI. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide) Sixth Edition* (Project Management Institute (PMI) (ed.); 6th ed.).
- Powell, P. (1999). From classical to project-led education. In António Sérgio pouzada (Ed.), *Project Based Learning. Project-led Education and Group Learning*. (pp. 11-42). Thematic Network Plastics in Engineering.
- Powell, P. C. (2004). Assessment of team-based projects in project-led education. *European Journal of Engineering Education*, 29(2), 221-230. <https://doi.org/10.1080/03043790310001633205>
- Powell, P., & Weenk, W. (2003). *Project-Led Engineering Education* (Vol. 53, Issue 9). Lemma Publishers. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Prince, Michael. (2004). Does active learning work? A review of the research. In *Journal of Engineering Education*. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Reinalda, B., & Kulesza, E. (2019). The Bologna Process – Harmonizing Europe's Higher Education. In *The Bologna Process – Harmonizing Europe's Higher Education*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvbkk39v>
- Ross, B. (1997). Towards a framework for problem-based curricula. In *The challenge of problem-based-learning*. Kogan Page.
- Santos, P. F. dos, Simon, A. T., Guimarães, G. E., Amorim, M., & Vieira Junior, M. (2017). Analyzing the competences of production engineering graduates: an industry perspective. *Production*, 27. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.005317>
- Simão, A. M. V., Flores, M. A., Fernandes, S., & Figueira, C. (2008). Tutoria no Ensino Superior. *Sísifo – Revista de Ciências Da Educação*, 7, 75-88. <http://sisifo.fpce.ul.pt>
- Smith, K. A., Sheppard, S. D., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2005). Pedagogies of Engagement: Classroom-Based Practices. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 87-101. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00831.x>
- Smyth, R. (2003). Reviews: 9. *British Journal of Educational Technology*, 34(3), 380-381. <https://doi.org/10.1111/1467-8535.03359>
- Suzaki, K. (1993). *The new shop floor management: empowering people for continuous improvement*.
- Swearingen, J. C., Barnes, S., Coe, S., Reinhardt, C., & Subramaniam, K. (2002). An Educational Brief: Globalization and the Undergraduate Manufacturing Engineering Curriculum. *Journal of Engineering Education*, 255-261.
- Terenzini, P. T., Cabrera, A. F., Colbeck, C. L., Parente, J. M., & Bjorklund, S. A. (2001). Collaborative Learning vs. Lecture/Discussion: Students' Reported Learning Gains*. *Journal of Engineering Education*. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2001.tb00579.x>
- Topping, K. J. (1996). The effectiveness of peer tutoring in further and higher education: A typology and review of the literature. *Higher Education*, 32(3), 321-345. <https://doi.org/10.1007/BF00138870>
- UNESCO. (2010). *Engineering: Issues Challenges and Opportunities for Development*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf>

Universidade do Minho. (2019). *Plano de estudos de Engenharia e Gestão Industrial (Mestrado Integrado 2018/19)*. Oferta Educativa. https://www.uminho.pt/PT/ensino/oferta-educativa/_layouts/15/UMinho.PortalUM.UI/Pages/Catalogo-CursoDetail.aspx?itemId=3116&catId=9

van Hattum-Janssen, N., & Fernandes, S. (2010). Project Approaches in Engineering Education: research in practice. In R. M. L. & D. C. van Hattum (Ed.), *Proceedings of the Second Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education*.

van Hattum-Janssen, N., Vansconcelos, R. M., & Pacheco, J. A. (2007). As competências transversais no desenho curricular no ensino superior. *Actas Da IX Conferência Da Sociedade Portuguesa Da Educação*.

van Hattum-Janssen, Natascha, Fischer, A., & Moreira, F. (2011). Presentation skills for engineers: systematic interventions in a project-based learning course. In J. Bernardino & J. C. Quadrado (Eds.), *1st World Engineering Education Flash Week – Lisbon 2011* (pp. 645-651). <http://hdl.handle.net/1822/14954>

Veiga, A. (2012). Bologna 2010. The moment of truth? *European Journal of Education*. <https://doi.org/10.1111/j.1465-3435.2012.01532.x>

Veiga, A., & Amaral, A. (2009). Survey on the implementation of the Bologna process in Portugal. *Higher Education*, 57(1), 57-69. <https://doi.org/10.1007/s10734-008-9132-6>

Veiga Simão, A. M. (2002). *Aprendizagem estratégica: Uma aposta na auto-regulação* (Coleção d). I.I.E. – Ministério da Educação.

Veiga Simão, A. M. (2004). O Conhecimento Estratégico e a Auto-regulação da Aprendizagem: Implicações em Contexto Escolar. In A. M. Lopes da Silva, A.; Duarte, A., Sá, I., E Veiga Simão (Ed.), *A Aprendizagem Auto-Regulada pelo Estudante: Perspectivas Psicológicas e Educacionais* (pp. 77-94). Porto Editora.

Veiga Simão, A. M., Caetano, A. P., & Freire, I. (2009). *Tutoria e Mediação em Educação*. Educa.

Zabalza, M. A. (2007). competencias docentes del profesorado universitario Zabalza.pdf. In *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*.

Apêndices

Apêndice 1 – Estrutura detalhada de atividades

WES do projeto MEG01_PBL

MEG01_PBL					
	Preparação (8)	Definição (9)	Análise (10)	Execução (11)	Finalização (12)
Coordenador (86)	1. Acurtar ser coordenador do semestre e do PBL 2. Identificar os docentes que vão estar envolvidos no semestre 3. Procurar potenciais tutores (professores e tutores) 4. Definir o plano semestral 5. Definir a metodologia de avaliação 6. Definir o plano semestral 7. Definir agenda para a 1ª semana de aulas dos alunos 8. Definir data e apresentação para a sessão de kick-off do PBL 9. Preparar o enunciado do projeto piloto 10. Recolher dados sobre o aluno (fa e e, currículo, T.E., transferências, ...) 11. Definir o plano semestral 12. Definir o plano semestral 13. Definir a plataforma para partilha de documentos da equipa 14. Partilhar documentos com a equipa 15. Preparar e conduzir a 2ª reunião da equipa	1. Preparar e conduzir a sessão de kick-off 2. Preparar e validar grelhas para avaliação dos entregáveis e pelo pares 3. Reservar sala para a 1ª apresentação das equipas de alunos 4. Preparar a reunião de formação 5. Preparar a reunião de formação 6. Preparar a reunião de formação 7. Definir, publicar e atualizar equipas de PBL e não-PBL 8. Partilhar documentos com equipas 9. Fazer fórum semestral para as equipas 10. Enviar email para alunos sobre data, horário e sala para a 1ª apresentação	18/09/18-18/09/18	1. Preparar e conduzir a 1ª apresentação das equipas 2. Reservar sala para outras atividades (2ª apre, tutorial alargado, apre, final) 3. Enviar email, preparar e conduzir a 2ª apresentação 4. Recolher e validar notas (2ª apre, final, relatório pré e final, protótipos) 5. Validar todas as notas 6. Preparar e conduzir última reunião de coordenação 7. Preparar questionários (alunos sobre PBL, e tutores, docentes e experiência de tutoria) 8. Recolher e avaliar os resultados dos questionários 9. Reservar sala para o workshop final 10. Preparar, conduzir workshop final e tirar lições aprendidas 11. Preparar e conduzir última reunião de coordenação 12. Publicar notas finais individuais 13. Recolher os hits e dados aos alunos para construir os protótipos 14. Preparar e conduzir a última reunião da equipa de coordenação 15. Validar se as salas de projeto estão armadas e limpas e se os alunos devolveram as chaves 16. Avaliar e verificar se todos os docentes escreveram os sumários no Blackboard	14/01/19-06/02/19 1. Reservar sala para o teste final 2. Preparar, dar e corrigir o teste final 3. Preparar e conduzir apresentação final e distribuir 4. Recolher e validar notas (teste final, relatório pré e final, protótipos) 5. Validar todas as notas 6. Preparar e conduzir última reunião de coordenação 7. Preparar questionários (alunos sobre PBL, e tutores, docentes e experiência de tutoria) 8. Recolher e avaliar os resultados dos questionários 9. Reservar sala para o workshop final 10. Preparar, conduzir workshop final e tirar lições aprendidas 11. Preparar e conduzir última reunião de coordenação 12. Publicar notas finais individuais 13. Recolher os hits e dados aos alunos para construir os protótipos 14. Preparar e conduzir a última reunião da equipa de coordenação 15. Validar se as salas de projeto estão armadas e limpas e se os alunos devolveram as chaves 16. Avaliar e verificar se todos os docentes escreveram os sumários no Blackboard
IEGI (34)	1. Preparar plano de aula e definir metodologia de avaliação 2. Identificar alunos com PEDI e sem PEDI 3. Preparar a sessão de coordenação PBL 4. Preparar a sessão de coordenação PBL 5. Colaborar na definição do plano semestral do PBL 6. Colaborar na preparação da guia de aprendizagem PBL 7. Definir projeto IEPBL, metodologia de avaliação e datas de entrega 8. Formação de equipas IEPBL 9. Preparar tarefas 10. Preparar tarefas 11. Convidar alunos do 3º ano para serem tutores	1. Lecionar 2. Dar formação sobre trabalho de equipa e multimídia 3. Participar na sessão de kick-off		1. Lecionar 2. Participar na 1ª apresentação das equipas 3. Recolher, corrigir, classificar e dar feedback dos tarefas 4. Recolher, corrigir, classificar e dar feedback dos tarefas 5. Recolher, corrigir, classificar e dar feedback dos tarefas 6. Recolher e dar feedback ao relatório preliminar 7. Participar na 1ª apresentação das equipas 8. Corrigir e atribuir nota ao relatório e 2ª apresentação 9. Participar no tutorial alargado 10. Recolher e classificar relatório final e protótipos 11. Dar apoio às equipas 12. Recolher e classificar relatório final e protótipos 13. Recolher e classificar relatório final e protótipos 14. Participar na reunião da equipa de coordenação	1. Participar na última apresentação PBL 2. Classificar apresentação final 3. Participar na última reunião da equipa de coordenação 4. Participar no workshop e recolher lições aprendidas 5. Escrever sumários no Blackboard
CC (28)	1. Preparar plano de aula e definir metodologia de avaliação 2. Participar nas reuniões de coordenação PBL 3. Colaborar na seleção do tema projeto PBL 4. Colaborar na definição do plano semestral do PBL 5. Colaborar na preparação da guia de aprendizagem PBL 6. Preparar tarefas	1. Lecionar 2. Participar na sessão de kick-off 3. Lançar tarefas		1. Lecionar 2. Participar na 1ª apresentação das equipas 3. Lançar tarefas 4. Recolher, corrigir, classificar e dar feedback dos tarefas 5. Recolher e dar feedback ao relatório preliminar 6. Participar na 1ª apresentação das equipas 7. Corrigir e atribuir nota ao relatório e 2ª apresentação 8. Participar no tutorial alargado 9. Recolher e classificar relatório final e protótipos 10. Recolher e classificar relatório final e protótipos 11. Enviar notas ao coordenador 12. Participar na reunião da equipa de coordenação	1. Participar na última apresentação PBL 2. Classificar apresentação final 3. Participar na última reunião da equipa de coordenação 4. Participar no workshop e recolher lições aprendidas 5. Escrever sumários no Blackboard
AL (28)	1. Preparar plano de aula e definir metodologia de avaliação 2. Participar nas reuniões de coordenação PBL 3. Colaborar na seleção do tema projeto PBL 4. Colaborar na definição do plano semestral do PBL 5. Colaborar na preparação da guia de aprendizagem PBL 6. Preparar tarefas	1. Lecionar 2. Participar na sessão de kick-off 3. Lançar tarefas		1. Lecionar 2. Participar na 1ª apresentação das equipas 3. Lançar tarefas 4. Recolher, corrigir, classificar e dar feedback dos tarefas 5. Recolher e dar feedback ao relatório preliminar 6. Participar na 1ª apresentação das equipas 7. Corrigir e atribuir nota ao relatório e 2ª apresentação 8. Participar no tutorial alargado 9. Recolher e classificar relatório final e protótipos 10. Recolher e classificar relatório final e protótipos 11. Enviar notas ao coordenador 12. Participar na reunião da equipa de coordenação	1. Participar na última apresentação PBL 2. Classificar apresentação final 3. Participar na última reunião da equipa de coordenação 4. Participar no workshop e recolher lições aprendidas 5. Escrever sumários no Blackboard
AP (28)	1. Preparar plano de aula e definir metodologia de avaliação 2. Participar nas reuniões de coordenação PBL 3. Colaborar na seleção do tema projeto PBL 4. Colaborar na definição do plano semestral do PBL 5. Colaborar na preparação da guia de aprendizagem PBL 6. Preparar tarefas	1. Lecionar 2. Participar na sessão de kick-off 3. Lançar tarefas		1. Lecionar 2. Participar na 1ª apresentação das equipas 3. Lançar tarefas 4. Recolher, corrigir, classificar e dar feedback dos tarefas 5. Recolher e dar feedback ao relatório preliminar 6. Participar na 1ª apresentação das equipas 7. Corrigir e atribuir nota ao relatório e 2ª apresentação 8. Participar no tutorial alargado 9. Recolher e classificar relatório final e protótipos 10. Recolher e classificar relatório final e protótipos 11. Enviar notas ao coordenador 12. Participar na reunião da equipa de coordenação	1. Participar na última apresentação PBL 2. Classificar apresentação final 3. Participar na última reunião da equipa de coordenação 4. Participar no workshop e recolher lições aprendidas 5. Escrever sumários no Blackboard

Apêndice 2 – Guia para apoio à avaliação pelos pares

Guia para apoio à avaliação pelos pares

1. O que é a avaliação pelos pares?

A avaliação pelos pares consiste numa avaliação realizada dentro do grupo relativamente ao desempenho de cada um na equipa face ao projeto. Ou seja, todos os elementos do grupo se avaliam uns aos outros de acordo com os critérios definidos.

2. Para que serve a avaliação pelos pares?

A avaliação pelos pares funciona como um mecanismo de gestão da equipa, no sentido de verificar o desempenho dos elementos do grupo no que diz respeito às competências transversais: competências de gestão de projetos, capacidades pessoais e interpessoais, competências de trabalho em equipa, capacidade de comunicação e gestão do tempo (ver documentos de apoio ao projeto).

Considera-se que os elementos de cada equipa, pelo tempo que passam em conjunto durante o desenvolvimento do projeto, são os únicos a conseguir avaliar efetivamente o que acontece dentro da equipa.

Para além disto, este processo permite que os alunos desenvolvam competências de avaliação dentro de uma equipa de projeto.

Posteriormente, os resultados são discutidos com o/a tutor/a com o objetivo de analisar o desempenho dos elementos da equipa relativamente às competências transversais, não para penalizar, mas para que cada elemento possa melhorar continuamente.

3. Quais são os critérios da avaliação pelos pares?

Cada grupo pode definir os seus critérios de avaliação pelos pares que reflitam, na opinião do grupo, o desempenho de cada elemento e o seu contributo para o trabalho da equipa. A título de exemplo apresentam-se alguns dos critérios utilizados por equipas dos últimos anos.

1. Presença nas reuniões – refere-se à assiduidade e à participação nas reuniões marcadas pelo grupo.

Ex. O elemento X faltou a 3 das 7 reuniões que fizemos e nas que estava pouco entrou na discussão.

2. Nível de esforço no trabalho – refere-se ao empenho e interesse que cada elemento demonstra na realização do projeto. Este empenho e interesse pode ser visível em várias situações.

Ex. O elemento X está sempre a perguntar quem é que precisa de ajuda para as tarefas.

Ajudar o colega a realizar uma tarefa perante dificuldade ou para agilizar ainda mais o ritmo de trabalho; A dedicação ao projeto, seja nas apresentações, no relatório, nas tarefas; O interesse demonstrado durante o projeto; etc.

3. Sugestões de soluções – refere-se às sugestões dadas para resolver problemas que acontecem durante a realização do projeto. Está relacionada com a capacidade de encontrar alternativas para que seja possível tomar a melhor decisão.

Ex. A escolha do local da empresa foi o fator crítico destas últimas semanas. O elemento X, ajudou no processo de resolução deste problema?

4. Contributos originais – refere-se à criatividade, ao lançamento de ideias que permitem desenvolver o projeto.

Ex. O elemento X na semana passada deu uma ideia espetacular para a apresentação!

5. Relacionamento interpessoal – refere-se à forma como os elementos do grupo se relacionam em termos pessoais. Não é um critério coletivo mas individual.

Ex. Eu [quem está a avaliar] dou-me mesmo bem com o elemento X!

6. Cumprimento de prazos – refere-se ao compromisso dos elementos para a entrega das tarefas e das responsabilidades que cada um tem para com o grupo.

Ex. O elemento X entrega as tarefas todas que faz ainda antes do prazo que estabelecemos!

4. Quando se faz a avaliação pelos pares?

Serão realizadas três a quatro avaliações ao longo do projeto para que a gestão da equipa seja garantida e para que os valores de uma avaliação isolada não comprometa toda a avaliação. Com o projeto todos os alunos têm a oportunidade de desenvolver competências, para além das técnicas que são essenciais à sua formação, e a avaliação pelos pares permite compreender como cada aluno está a desenvolver estas competências e o que poderá fazer para melhorar o seu desempenho.

5. Como se faz a avaliação pelos pares?

A avaliação pelos pares realiza-se com o apoio do tutor que poderá definir com o grupo a melhor forma de ser realizada. Sugere-se que a avaliação seja realizada numa reunião com o tutor e que sejam discutidos os resultados logo em seguida.

1. Cada elemento abre o ficheiro xls de acordo com o seu número de ordem alfabética dentro do grupo a que pertence.

2. Cada elemento vai avaliar de forma individual e pessoal os restantes numa escala de 0 a 4 (valores intermédios como 3,5 também são possíveis, com, no máximo, uma casa decimal) para cada um dos critérios e também se avalia a si mesmo.

3. Cada elemento tem um nº atribuído e com base nesse nº preenche o bloco 1 para auto-avaliação (opcional) e todos os outros. De acordo com a figura - exemplo: A Angela é o nº 1 por isso vai preencher o bloco nº 1 e a avaliação dos outros colegas no nº correspondente.

Notas dadas pelo elemento:		1 Angela Maria Ferreira Da Silva									Escala de Contribuição (0 a 4):	
	ao elemento:	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Presença nas reuniões		3,8	3,8	3,5	3,5	3,8	2	3,8	4	3,8	0 – muito marginal/negativa	
Nível de esforço no trabalho		3	3	3	3	3	2,8	3	3,2	3	1 – abaixo da média	
Sugestões de soluções		3	3	3,3	3,5	3	2	3	3,2	3	2 – na média	
Contributos originais		2	2	3	2,5	2	1,5	2	2	2	3 – acima da média	
Relacionamento interpessoal		3,5	2,8	3,5	3,5	3,5	2	3,2	3,5	3,2	4 – excepcional	
Cumprimento de prazos		3,8	3,5	2,8	3	3,5	3	3	3,5	3,5	Nota 1: Podem ser dadas avaliações com uma casa decimal. Por exemplo 3,8	
Nota 2: Não se devem dar atribuições inferiores a 0 (zero) ou superiores a 4												
Elementos do Grupo 3:		Nº										
Angela Maria Ferreira Da Silva		1										
Beatriz Fernandes Alves (Badiques)		2										
Hugo Miguel Mendes Da Costa		3										
João Inácio Gonçalves Dos Músculos		4										
Luís Miguel Da Costa Lima		5										
Miguel Pires Miranda		6										
Nuno Miguel Moreno Teixeira Ramos		7										
Sónia Da Silva Araújo		8										
Zorilbo Vieira Da Mota		9										

4. No final gravam o ficheiro com o nº do grupo e nº do elemento do grupo.
Considerando o mesmo exemplo: a Angela teria de gravar o ficheiro xls "G1N1".

5. Em seguida envia o ficheiro ao tutor.

8. Após todos os alunos terem concluído a avaliação, os resultados são compilados e resultam num gráfico. A discussão destes resultados devem realizar-se logo em seguida com o apoio do tutor.

6. Como se calcula a avaliação pelos pares?

A avaliação pelos pares faz parte da Nota Individual de Projeto.

A avaliação pelos pares funciona como um *Fator de Correção* (FC) individual dentro do grupo em que a média é igual a 1.0. Ou seja, a média das notas dos alunos dentro de um grupo tem de ser igual à nota do grupo no projeto.

Normalmente, os alunos não têm perceção da importância desta avaliação nos resultados finais. Considerando um exemplo:

Estes são os resultados de três avaliações pelos pares realizadas durante o projeto por um grupo:

	Av1	Av2	Av3	T
Ana	1,004	1,015	1,004	1,008
Maria	0,961	0,976	0,895	0,944
João	0,997	1,033	1,025	1,018
Pedro	1,048	1,040	1,036	1,041
Tiago	1,019	0,976	1,029	1,008
Inês	0,971	0,961	1,011	0,981

A nota de projeto deste grupo foi de 68,7%. O FC (resultado da avaliação pelos pares) influenciou os resultados da seguinte forma:

Ana	1,008	69,3%
Maria	0,944	64,9%
João	1,018	70,0%
Pedro	1,041	71,6%
Tiago	1,008	69,3%
Inês	0,981	67,5%

Portanto, os alunos acima de 1.0 melhoram a nota relativa ao projeto (68,7% - exemplo do Pedro) e os alunos inferior a 1.0 baixaram esta mesma nota (exemplo da Inês).

Apêndice 3 – Lista de referências dos autores

Referência	Referência completa	Tópico
Lima et al. (2005)	Lima, R. M., Carvalho, D., Flores, M. A. & 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 & L. S. Almeida), Braga – Portugal, Centro de Investigação em Educação (CIEd) do Instituto Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 1787-1798.	Organização do PBL
(Dinis-Carvalho & Lima, 2006)	Dinis-Carvalho, J., & Lima, R. M. (2006). Organização de um processo de aprendizagem baseado em projectos interdisciplinares em engenharia. Anais Do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.	Organização do PBL
Alves, Moreira & Sousa (2007)	Alves, A. C., Moreira, F. e Sousa, R. (2007). O Papel dos Tutores na aprendizagem baseada em projectos: três anos de experiência na Escola de Engenharia da Universidade do Minho. In Actas do XI Congreso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia, 19-21 de Setembro, A Coruna. Número extraordinário da Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación. http://hdl.handle.net/1822/19146 .	Papel do tutor
Lima et al. (2007)	Lima, R. M., Carvalho, D., Flores, M. A. and van Hattum-Janssen, N., (2007). A case study on project led education in engineering: students' and teachers' perceptions. European Journal of Engineering Education, 32(3): 337-347. http://dx.doi.org/10.1080/03043790701278599	PLE, avaliação e aprendizagem do processo
Fernandes, Flores & Lima (2007a)	Fernandes, S., Flores, M. A. & Lima, R. M. (2007a). Avaliação de uma Experiência de Ensino-Aprendizagem Baseada em Projectos Interdisciplinares, in ICECE 2007 - International Conference on Engineering and Computer Education (C. R. Brito & M. M. Ciampi), Monguagua, Brasil, COPEC – Council of Researches in Education and Sciences and IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers, 422-426.	
Fernandes, Flores & Lima (2007b)	Fernandes, S., Flores, M. A. & Lima, R. M. (2007b). Project-Led Education in Engineering: Monitoring and Assessing the Learning Process, in Joining Forces in Engineering Education Towards Excellence - Proceedings of the SEFI and IGIP Joint Annual Conference 2007 (L. Szentirmai & T. G. Szarka), University of Miskolc, Hungary, 10.2.FP164_1-10.	
(Lima et al., 2008)	Lima, R. M., Dinis-Carvalho, J., Alves, A. C., Sousa, R. M., Moreira, F., Mesquita, D., & van Hattum-Janssen, N. (2008). Formas de implementação de processos de ensino-aprendizagem baseados em projetos interdisciplinares (PBL). In <i>Tópicos Emergentes e desafios metodológicos em Engenharia de Produção: Casos, experiências e proposições – Vol IV: Vol. iv</i> (pp. 294-305).	Processo de implementação PBL
Carvalho, Lima & Fernandes (2008)	Carvalho, D., Lima, R. M. & Fernandes, S. (2008). Aprendizagem em Engenharia: Projectos e Equipas Interdisciplinares, in 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2008) (J. F. S. Gomes, C. C. António, C. F. Afonso & A. S. Matos), Maputo – Moçambique, Edições INEGI, 03A004.1-13.	Trabalho de equipa
Fernandes, Flores & Lima (2008)	Fernandes, S., Flores, M. A. & Lima, R. M. (2008). Assessing the Impact of Project-Led Education: a Case Study at the University of Minho, in Research Symposium on Problem Based Learning in Engineering and Science Education, Pre-Conference of SEFI2008, Aalborg University, Denmark.	

Tabela 10

Lista de referências dos autores do livro sobre a implementação do PBL no MIEGI11.

Moreira & Sousa (2008)	Moreira, F. & Sousa, R. M. (2008). Desenvolvimento de Protótipos de Sistemas de Produção no Âmbito da Aprendizagem Baseada em Projectos Interdisciplinares, in 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2008) (J. F. S. Gomes, C. C. António, C. F. Afonso & A. S. Matos), Maputo – Moçambique, Edições INEGI, 03A004.1-8.	Construção de protótipos
Alves et al. (2009)	Alves, A. C., Moreira, F., Sousa, R. M. e Lima, R. M. (2009) "Teachers' workload in a project-led engineering education approach" Proceedings of the International Symposium on Innovation and Assessment of Engineering Curricula, (Ed.) Urbano Dominguez, Valladolid, Spain, 15-17 May 2009, pp. 41-52, ISBN: 978-84-692-2864-7. http://hdl.handle.net/1822/19133 .	Esforço dos docentes
Lima et al. (2009)	Lima, Rui M., Carvalho, Dinis, Sousa, R. M. and Alves, Anabela C. (2009). Management of Interdisciplinary Project Approaches in Engineering Education: a Case Study., Proceedings of the First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE2009), Eds. Dinis Carvalho, Natascha van Hattum-Janssen and Rui M. Lima, Guimarães, ISBN: 978-972-8746-74-2, pp. 149-156. http://hdl.handle.net/1822/19120 .	Gestão do projeto
Mesquita et al. (2009)	Mesquita, D., Alves, A., Fernandes, S., Moreira, F., Lima, Rui M. (2009). A First Year and First Semester Project-Led Engineering Education Approach., in Proceedings of the First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE '2009), Eds. Dinis Carvalho, Natascha van Hattum-Janssen and Rui M. Lima, Guimarães-Portugal, 21-22 July, pp.181-189 (CD-ROM). ISBN: 978-972-8746-74-2	Projeto do PBL
Mesquita et al. (2009)	Mesquita, D., Lima, R. M. and Flores, M. A., 2009, "Student Teamwork in Higher Education: a Project Based approach in Industrial Management and Engineering" in 2nd International Research Symposium on PBL (IRSPBL'2009) (R. Gabb), Melbourne, Australia, Victoria University.	Competências transversais
Moreira et al. (2009)	Moreira, F.; Sousa, R. M.; Leão, C. P.; Alves, A.; R. M. Lima (2009). Measurement Rounding Errors in an Assessment Model of Project Led Engineering Education. International Journal of Online Engineering (iJOE), volume 5, Special Issue 2: "IRF'09", pp. 39-44. ISSN: 1861-2121	Modelo de avaliação
Fernandes et al. (2009)	Fernandes, S., Lima, R. M., & Flores, M. A. (2009). Project-Led Education from faculty staff perspective: a case study of Engineering Education in Portugal. <i>Proceedings of the 2nd International Research Symposium on PBL, 3-4 December, Melbourne, Australia, December, 1-8</i> .	Perspetiva dos docentes do PLE
Alves, Moreira & Sousa (2010)	Alves, A. C., Moreira, F. and Sousa, R. (2010). Aprendizagem baseada em Projectos Interdisciplinares em Engenharia Industrial: dissimilitudes de tutoria entre o início e o final do curso., Proceedings of Second Ibero-American of Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE2010), (Eds.) N. van Hattum-Janssen, R. M. Lima, D. Carvalho, Research Centre in Education (CiEd) University of Minho and Department of Production and Systems School of Engineering of University of Minho, ISBN: 978-972-8746-86-5, pp. 133-138. http://hdl.handle.net/1822/19196 .	Papel dos tutores
Campos et al. (2010)	Campos, D., Lima, R. M., & Fernandes, J. M. (2010). <i>PBL - Gestão de Projetos. Identification and assessment of behavioural competences in multidisciplinary teams within design projects 1 Introduction 2 Competence</i> . 15-22.	Competências transversais
Lima et al. (2011)	Lima, R.M., Carvalho, D., Alves, A., Sousa, R.M., Moreira, F., Mesquita, D., van-Hattum, N. 2011. Formas de implementação de processos de ensino-aprendizagem baseados em Projetos Interdisciplinares (PBL). In: Tópicos emergentes e desafios metodológicos em Engenharia de Produção: casos, experiências e proposições – volume IV, Organizadores: V. F. de Oliveira, V. Cavenaghi & F. S. Másculo – Rio de Janeiro: ABEPRO. ISBN: 978-85-88478-41-1. Disponível em: http://hdl.handle.net/1822/15356 .	Gestão do projeto

Lima et al. (2011)	Lima, R.M., Carvalho, D., Sousa, R.M., Alves, A., Moreira, F., Mesquita, D., Fernandes, S., 2011. Estrutura de Gestão para Planejamento e Execução de Projetos Interdisciplinares de Aprendizagem em Engenharia, in: Campos, L.C.d., Dirani, E.A.T., Manrique, A.L. (Eds.), Educação em Engenharia: Novas Abordagens. EDUC – Editora da PUC-SP, São Paulo, Brasil, pp. 87-121. http://hdl.handle.net/1822/18878 .	Gestão do projeto
Fernandes, Flores & Lima (2011)	Fernandes, S., Flores, M.A., Lima, R.M., 2011, A Avaliação dos Alunos no Contexto de um Projeto Interdisciplinar, in: Campos, L.C.d., Dirani, E.A.T., Manrique, A.L. (Eds.), Educação em Engenharia: Novas Abordagens. EDUC – Editora da PUC-SP, São Paulo, Brasil, pp. 219-280. http://hdl.handle.net/1822/18883 .	Competências transversais
Moreira, Mesquita & Hattum-Janssen (2011)	Moreira, F., Mesquita, D. & Hattum-Janssen, N. (2011) "The importance of the project theme in project-based learning : a study of student and teacher perceptions", Proceedings of Third Ibero-American of Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE2011), (Eds.) N. van Hattum-Janssen, R. M. Lima, D. Carvalho, Research Centre in Education (CiEd) University of Minho and Department of Production and Systems School of Engineering of University of Minho, ISBN: 978-989-8525-05-5, pp. pp. 65-71. http://hdl.handle.net/1822/14952 .	Tema do projeto
van Hattum-Janssen, Fischer, Moreira (2011)	van Hattum-Janssen, N., Fischer, A., & Moreira, F. (2011). Presentation skills for engineers: systematic interventions in a project-based learning course. 1st World Engineering Education Flash Week – Lisbon 2011, 645-651.	Competências transversais
van Hattum-Janssen (2011)	van Hattum-Janssen, N. (2011). O papel dos professores nos projetos. In L. C. de Campos, E. A. T. Dirani, & A. L. Manrique (Eds.), Educação em Engenharia Novas Abordagens (pp. 247-269). EDUC – Editora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.	Papel dos professores
Alves et al. (2012)	Alves, A. C., Moreira, F., Lima, R. M., Sousa, R. M., Dinis-Carvalho, J., Mesquita, D., Fernandes, S., & van Hattum-Janssen, N. (2012). Project Based Learning in first year, first semester of Industrial Engineering and Management: some results. Proceedings of the ASME 2012 International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE2012), November 9-15, 2012, Houston, Texas, USA.	Projeto PBL
Alves et al. (2012)	Alves, A. C., Moreira, F., Mesquita, D., & Fernandes, S. (2012). Teamwork in Project-Based Learning: engineering students' perceptions of strengths and weaknesses. Proceedings of the Fourth International Symposium on Project Approaches (PAEE), S. Paulo, 26-27 July, pp. 23-32. ISBN 978-989-8525-14-7.	Trabalho de equipa
Lima et al. (2012)	Lima, R.M., Carvalho, D., Sousa, R.M., Alves, A., Moreira, F., Mesquita, D., Fernandes, S., 2012. A Project Management Framework for Planning and Executing interdisciplinary Learning Projects in Engineering Education, in: Campos, L.C.d., Dirani, E.A.T., Manrique, A.L. and van Hattum-Janssen, N. (Eds.), Project Approaches to Learning in Engineering Education: The Practice of Teamwork. Sense Publishers, Rotterdam, The Netherlands, pp. 53-76. ISBN: 978-94-6091-956-5	Gestão do projeto
Aquere et al. (2012)	Aquere, A.L., Mesquita, D., Lima, R.M., Monteiro, S.B.S., Zindel, M. (2012). Coordination of Student Teams focused on Project Management Processes. International Journal of Engineering Education. Vol. 28 n° 4, p. 859-870.	Gestão do trabalho das equipas
Lima et al. (2012)	Lima, R.M., Silva, J.M., van Hattum-Janssen, N., Monteiro, S.B.S., Souza, J.C.F. (2012) "Project-based learning course design: a service design approach", International Journal of Services and Operations Management, Vol. 11, n° 3, pp. 292-299. https://doi.org/10.1504/IJSOM.2012.045660	Desenvolvimento do currículo

Fernandes, Flores & Lima (2012)	Fernandes, S., Flores, M. A. & Lima, R. M., 2012. Student's views of assessment in project-led engineering education: findings from a case study in Portugal. <i>Assessment & Evaluation in Higher Education</i> , Vol. 37, No 2, p. 163-178. https://doi.org/10.1080/02602938.2010.515015	Avaliação: perspectiva alunos
Fernandes, Flores & Lima (2012)	Fernandes, S., Flores, M. A., & Lima, R. M. (2012). Student assessment in Project Based Learning. In N. van Hattum-Jansen, L. C. Campos, E. A. . Dirani, & A. . Manrique (Eds.), <i>Project Approaches to Learning in Engineering Education: The Practice of Teamwork</i> (Issue 1997, pp. 147-160).	Avaliação: perspectiva alunos
Alves et al. (2012)	Alves, A. C., Moreira, F., Lima, R., Sousa, R., Dinis-Carvalho, J., Mesquita, D., Fernandes, S., & Van Hattum-Janssen, N. (2012). Project based learning in first year, first semester of industrial engineering and management: Some results. <i>ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)</i> , 5, 111-120. https://doi.org/10.1115/IMECE2012-89046	PBL: perspectiva alunos
Alves et al. (2013)	Alves, A. C., Sousa, R., Carvalho, M. A., Cardoso, E., Figueiredo, J., Pereira, R., Fernandes, S. (2013). Engaging Engineering freshman students in Mathematics, Sciences and Programming courses. <i>Proceedings of the ASME 2013 International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE2013)</i> , November 15-21, 2013, S. Diego, California, USA. Technical presentation.	Envolvimentos dos alunos
Campos et al. (2013)	Campos, L. C., Lima, R. M., Alves, A. C., Mesquita, D., Moreira, F. & Bárbara Campos, B. (2013). Fatores Críticos num Processo de Aprendizagem Baseada em Projetos: Percepções de Estudantes de 1º Ano de Engenharia. <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Project Approaches (PAEE2013)</i> , Eindhoven, Netherlands, 8-9 July, pp. ID69.1-ID69.11. http://hdl.handle.net/1822/30290	PBL: perspectiva alunos
Cargnin-Stieler et al. (2013)	Cargnin-Stieler, M., Lima, R. L., Alves, A. C. & Teixeira, M. C. M. (2013). Projetos Interdisciplinares no Ensino Superior: Análise do Ensino e Aprendizagem do Cálculo no 1º semestre do 1º ano. <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Project Approaches (PAEE2013)</i> , Eindhoven, Netherlands, 8-9 July, pp. ID106.1-106.10. http://hdl.handle.net/1822/30174	PBL & Matemática
Alves et al. (2014)	Alves, A. C., Sousa, Rui M., Moreira, F., Carvalho, M. Alice, Cardoso, Elisabete Pimenta, Pedro, Malheiro, Teresa, Brito, Irene, Fernandes, Sandra R. G. & Mesquita, Diana. (2014). Managing PBL difficulties in an Industrial Engineering and Management program. <i>Proceedings of the ASME 2014 International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE2014)</i> , November 14-20, 2014, Montreal, PQ, Canada. Technical presentation.	PBL: gestão de dificuldades
Alves et al. (2014)	Alves, A. C., Moreira, F., Lima, R. M., Sousa, R., M., Carvalho, D., Mesquita, D. e Fernandes, S. & van-Hattum-Janssen, N. (2014). Aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares: análise da implementação em duas estruturas curriculares distintas. In "Linguagens em uso nas Engenharias", Edifurb – Editora da FURB (aceite para publicação).	PBL em estruturas diferentes
Cargnin-Stieler et al. (2014)	Cargnin-Stieler, M., Lima, R. M., Alves, A. C. and Teixeira, M. C. M. (2014). The importance of teamwork in the case of an interdisciplinary team of teachers from the first year of an engineering course. <i>Proceedings of the Sixth International Symposium on Project Approaches (PAEE2014)</i> , Medellin, Colombia, 27-28 July, ID67.1-67.9. http://hdl.handle.net/1822/30135	Trabalho de equipa dos professores
Colombo et al. (2014)	Colombo, C. R., Alves, A. C., van Hattum-Janssen, N. and Moreira, F. (2014). Active learning based sustainability education: a case study. <i>Proceedings of the Sixth International Symposium on Project Approaches (PAEE2014)</i> , Medellin, Colombia, 27-28 July, ID55.1-55.9. http://hdl.handle.net/1822/30173	PBL & Sustentabilidade

Lima et al. (2014)	Lima, R. M., Dinis-Carvalho, J., Alves, A. C., Sousa, R. M., Francisco Moreira, F. Mesquita, D., Fernandes, S. & Flores, M. A. (2014) 10 anos de PBL – Contributos para a Educação em Engenharia – motivação, implementação e investigação. 1º seminário Inovação Pedagógica no Ensino Superior, promovido pelo Instituto de Educação, Núcleo de Estudos e Inovação da Pedagogia (NEIP), 11 de Dezembro, pp. 58.	Processo implementação PBL
Theisen, Alves & van Hattum-Janssen (2014)	Theisen, J. M., Alves, A. C. and van Hattum-Janssen, N. (2014). Practices of Reading and Writing at Work in Teams in Project-Based Learning. Proceedings of the Sixth International Symposium on Project Approaches (PAEE2014), Medellin, Colombia, 27-28 July, ID48.1-48.9. http://hdl.handle.net/1822/30171	Práticas de escrita no PBL
Theisen, Alves & van Hattum-Janssen (2014)	Theisen, J. Matos, van-Hattum-Janssen, N. Alves, A. C., (2014). Investigação sobre a prática do gênero acadêmico relatório de projeto em um Curso de Engenharia em Portugal. In "Linguagens em uso nas Engenharias", Edifurb – Editora da FURB.	Práticas de escrita no PBL
Fernandes (2014)	Fernandes, S. R. G. (2014). Preparing Graduates for Professional Practice: Findings from a Case Study of Project-based Learning (PBL). <i>Procedia - Social and Behavioral Sciences</i> , 139, 219-226. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.08.064	Perfil profissional
Fernandes et al. (2014)	Fernandes, S., Mesquita, D., Flores, M. A., & Lima, R. M. (2014). Engaging students in learning: Findings from a study of project-led education. <i>European Journal of Engineering Education</i> , 39(1), 55-67. https://doi.org/10.1080/03043797.2013.833170	Envolvimento dos alunos
Colombo et al. (2015)	Colombo, C. R., Moreira, F. and Alves, A. C. (2015). Sustainability Education in PBL Education: the case study of IEM-UMINHO. Proceedings of the Seventh International Symposium on Project Approaches (PAEE2015), Mondragon, Spain, 8-9 July, 221-228.	PBL & Sustentabilidade
Alves & Eira (2015)	Alves, A. C. & Eira, R. (2015). A aprendizagem implícita do Empreendedorismo no desenvolvimento de projetos interdisciplinares. I Jornadas Ensino em Empreendedorismo, 8 de abril, Coimbra	PBL & empreendedorismo
Alves & Leão (2015)	Alves, A. C., & Leão, C. P. (2015). Action, practice and research in project based learning in an industrial engineering and management program. <i>ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)</i> , 5–2015. https://doi.org/10.1115/IMECE2015-51438	Investigação-ação no PBL
Moreira et al. (2015)	Moreira, F., Fernandes, S., Malheiro, M., Ferreira, C., Costa, N., & Rodrigues, C. (2015). Assessing student individual performance within PBL teams: findings from the implementation of a new mechanism. In E. de Graaff, A. Guerra, A. Kolmos, & N. A. Arexolaleiba (Eds.), <i>In "Global Research Community: Collaboration and Developments" – Proceedings of the 5th International Research Symposium on Problem Based Learning</i> (pp. 35-47). Aalborg University Press.	Avaliação no PBL
Alves et al. (2016)	Alves, A. C., Sousa, R. M., Fernandes, S. Cardoso, E., Carvalho, M. A., Figueiredo, J., & Pereira, R. M. (2016). Teacher's experiences in PBL: implications for practice. <i>European Journal of Engineering Education</i> , https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1023782	Prática dos docentes
Alves et al. (2016)	Alves, A., Sousa, R., Moreira, F., Carvalho, M. A., Cardoso, E., Pimenta, P., Malheiro, T., Brito, I., Fernandes, S., & Mesquita, D. (2016). Managing PBL difficulties in an industrial engineering and management program. <i>Journal of Industrial Engineering and Management</i> , 9(3), 586. https://doi.org/10.3926/jiem.1816	Gestão de dificuldades
Ramires et al. (2016)	Ramires, F., Martins, M., Cunha, M., & Alves, A. C. (2016). Different structures of projects in engineering: The perspective of freshmen students. <i>International Symposium on Project Approaches in Engineering Education</i> , 6.	Comparação de tipologias de projetos de ensino

Carvalho et al. (2016)	Carvalho, M. A., Alves, A. C., Moreira, F., Brito, I., Malheiro, M. T., & Pimenta, P. (2016). Matemática e Química em Projetos de Engenharia: Ciência para que vos quero? <i>Correio Do Minho</i> .	PBL e STEM
Lima et al. (2017)	Lima, R. M., Dinis-Carvalho, J., Sousa, R. M., Alves, A. C., Moreira, F., Fernandes, S., & Mesquita, D. (2017). Ten Years of Project-Based Learning (PBL) in Industrial Engineering and Management at the University of Minho. In A. Guerra, R. Ulseth, & A. Kolmos (Eds.), <i>PBL in Engineering Education</i> (pp. 33–51). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-905-8_3	PBL: 10 anos
Alves et al. (2017)	Alves, A. C., Moreira, F., Fernandes, S., Leão, C. P., & Sousa, R. (2017). PBL in the first year of an industrial engineering and management program: A journey of continuous improvement. <i>International Symposium on Project Approaches in Engineering Education</i> , 9, 44–51.	Melhoria contínua no PBL
Moreira et al. (2017)	Moreira, F., Rodrigues, C., Alves, A. C., Malheiro, T., Brito, I., & Carvalho, M. A. (2017). Lecturers' perceptions of a semester-wide interdisciplinary PBL in a master's degree program in Industrial Engineering and Management. <i>ASME 2017 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2016), Volume 5: Education and Globalization, Tampa, Florida, USA, November 3–9</i> .	Perceções dos docentes do PBL
Alves et al. (2017)	Alves, A. C., Moreira, F., Leão, C. P., & Teixeira, S. (2017). Tutoring Experiences in PBL of Industrial Engineering and Management Program: Teachers vs Students. <i>Volume 5: Education and Globalization</i> , 5, V005T06A008. https://doi.org/10.1115/IMECE2017-71306	Papel do tutor: aluno vs docente
Alves & Mansur (2018)	Alves, A. C., & Mansur, A. F. U. (2018). PBL methodology in business administration and industrial engineering and management programs: Similarities and differences. <i>International Symposium on Project Approaches in Engineering Education</i> , 8, 240–248.	Comparação de tipologias de projetos
Carvalho et al. (2018)	Carvalho, M. A., Alves, A. C., Moreira, F., Brito, I., Malheiro, M. T., & Costa, M. F. (2018). Integração de conteúdos de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, usando a metodologia PBL, no programa do primeiro ano do curso de Engenharia e Gestão Industrial. <i>5º Congresso Nacional de Práticas Pedagógicas No Ensino Superior (CNaPPES 2018), Braga, Portugal, 12 e 13 de Julho</i> .	PBL & STEM
Alves et al. (2018)	Alves, A. C., Moreira, F., Leão, C. P., & Carvalho, M. A. (2018). Sustainability and circular economy through PBL: Engineering students' perceptions. In C. Vilarinho, F. Castro, & M. de L. Lopes (Eds.), <i>WASTES – Solutions, Treatments and Opportunities II</i> (pp. 409–415). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781315206172-64	PBL & sustentabilidade & Economia circular
Alves et al. (2018)	Alves, A. C., Moreira, F., & Leão, C. P. (2018). Dealing With Student Profile Diversity in an Industrial Engineering and Management Program: PBL vs “Non-PBL.” <i>Volume 5: Engineering Education</i> , V005T07A007. https://doi.org/10.1115/IMECE2018-86368	Diversidade de perfil de alunos
Cargnin-Stieler et al. (2019)	Cargnin-Stieler, M., Malheiro, T., Alves, A. C., Lima, R. M., & Teixeira, M. C. M. (2019). Learning Calculus through PBL in an Industrial Engineering and Management Program – A Seven-Year Study. <i>Advances in Engineering Education, Fall</i> , 1–28.	PBL & Matemática
Alves et al. (2019)	Alves, A. C., Moreira, F., Carvalho, M. A., Oliveira, S., Malheiro, M. T., Brito, I., Leão, C. P., Teixeira, S., Alves, A. C., Moreira, F., Carvalho, M. A., Oliveira, S., Malheiro, M. T., Brito, I., Leão, C. P., & Teixeira, S. (2019). Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics contents through PBL in an Industrial Engineering and Management first year program. <i>Production Journal</i> , 29(x), 0–0. https://doi.org/10.1590/0103-6513.20180111	PBL & STEM

Alves et al. (2019)	Alves, A. C., Moreira, F., Leão, C. P., Pereira, A. C., Pereira-Lima, S. M. M. A., Malheiro, M. T., Lopes, S. O., & Oliveira, S. (2019). Industrial engineering and management PBL implementation: An effortless experience? <i>International Symposium on Project Approaches in Engineering Education</i> , 9, 117-127.	Esforço dos docentes
Alves et al. (2020)	Alves, A. C., Pereira, A. C., Leão, C. P., Fernandes, S. and Uebe-Mansur, A. F. (2020). The use of blogs in a Project-Based Learning context for first-year engineering students' teams. Proceedings of the ASME 2020 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, IMECE2020, November 15-19, 2020, Portland, Oregon, USA.	PBL e uso de ferramentas colaborativas/multimédia
Alves et al. (2020)	Alves, A. C., Moreira, F., Leão, C. P., Fernandes, S. (2020). Ten years of positive feedback on Project-Based Learning from first-year engineering students' perspective. Proceedings of the ASME 2020 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, IMECE2020, November 15-19, 2020, Portland, Oregon, USA.	Processo PBL e feedback dos alunos
Fernandes et al. (2020)	Fernandes, Sandra, Anabela C. Alves, and Celina P. Leão. 2020. "Do Student Initial Expectations about PBL Match Their Final Perceptions?" In PAEE/ALE'2020, International Conference on Active Learning in Engineering Education, 12th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 17th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE), 31-40.	Processo PBL: percepções dos alunos antes e depois
Fernandes et al. (2020)	Fernandes, S., Alves, A., & Uebe-Mansur, A. (2020). Student-Centered Assessment Practices: An Integrated Approach With Project-Based Learning (PBL). In Handbook of Research on Determining the Reliability of Online Assessment and Distance Learning. IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4769-4	Avaliação dos alunos

As instituições de ensino superior estão cada vez mais preocupadas com a necessidade de implementar práticas de ensino e de aprendizagem centradas no estudante. Os métodos tradicionais de ensino, baseados exclusivamente em aulas expositivas, têm se revelado pouco eficazes para promover o desenvolvimento e formação global dos nossos estudantes. As crescentes exigências do mercado de trabalho, que procuram um perfil profissional não só baseado em competências técnicas de uma determinada área de conhecimento, mas antes uma variedade de competências transversais, como o trabalho em equipa, a resolução de problemas, a responsabilidade, gestão do tempo, criatividade, inovação, resiliência, etc. exigem que as universidades se aproximem da realidade e prática profissional dos futuros graduados, criando oportunidades para a cooperação e desenvolvimento de projetos interdisciplinares. Adicionalmente, a estrutura tradicional de organização em disciplinas que as isola em si mesmo e que não permitem ao aluno ter uma visão sistémica dos problemas, visão esta tão necessária no contexto profissional, requer mudanças ou abordagens que obriguem o aluno a ter esta visão sistémica e holística.

Este livro apresenta a metodologia de *Project-based Learning* (PBL) ou Aprendizagem baseada em Projeto, desde a sua fase de preparação até à sua implementação num curso de Engenharia. Nesse sentido, visa constituir-se como um recurso de apoio a todos os interessados em implementar PBL, nos seus contextos de ensino e de aprendizagem. Apresenta uma descrição detalhada das etapas e procedimentos necessários para a preparação, definição, arranque, execução e finalização do processo PBL, partindo da realidade de um contexto concreto, nomeadamente, o curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Portugal.



UMinho Editora



Universidade do Minho

ISBN 978-989-8974-26-6



9 789898 974266 >