

# IBERO-AMERICAN SYMPOSIUM ON PROJECT APPROACHES IN ENGINEERING EDUCATION

**Creating Meaningful  
Learning Environments**





Second Ibero-American Symposium on  
Project Approaches in  
Engineering Education  
**Creating Meaningful Learning  
Environments**

Natascha van Hattum-Janssen

Rui M. Lima

Dinis Carvalho

Barcelona, Spain

1-2 July 2010



Title

Second Ibero-American Symposium on  
Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2010):  
Creating Meaningful Learning Environments

Editors

Natascha van Hattum-Janssen

Rui M. Lima

Dinis Carvalho

Research Centre in Education (CiEd)

University of Minho

and

Department of Production and Systems

School of Engineering of University of Minho

Guimarães - 2010

Graphic Design: Gen – Comunicação Visual

Depósito Legal: 312775/10

ISBN: 978-972-8746-86-5

This is a digital edition.

## WELCOME TO PAEE'2010

On behalf of the Department of Production and Systems Engineering and the Research Centre in Education of the University of Minho, we would like to welcome you to the Second Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education, organised in cooperation with the SEFI Curriculum Development Working Group.

This year, the symposium is hosted by the Polytechnic University of Catalonia in Barcelona and is a parallel event of the 6th International Congress of University Teaching and Innovation (CIDUI).

Creating meaningful learning environments in which engineering students develop both technical as well as transversal competences, based on interdisciplinary team-based projects has been a challenge for many in engineering education. We hope that this year we can again provide a platform for discussion and reflection on project approaches in engineering education through workshops and discussions. And we are pleased to be able to count on the presence of student groups who will put the student experiences and perceptions in the picture.

The PAEE2010 Organising Committee is grateful to the CIDUI Organising Committee for all their efforts in hosting the 2<sup>nd</sup> edition of our symposium.

Natascha van Hattum-Janssen

Rui M. Lima

Dinis Carvalho

Chairs of PAEE'2010

## WELCOME NOTE

The invitation received by the Curriculum Development Working Group (CDWG) of the European Society for Engineering Education (SEFI) to collaborate in the 2<sup>nd</sup> Symposium on Project Approaches in Engineering Education has been accepted with great pleasure as we did with the first of these events, held last year in Guimarães, Portugal.

The CDWG focuses its activities both on curriculum innovation and the advance of teaching and learning methods. It is a forum for people highly involved in the development of Engineering Education, and through sharing our experiences, we all gain in insight and knowledge.

We certainly support this kind of meetings as CDWG is set up as a forum for the discussion and the organization of activities for the improvements of teachers and the education of engineers. For that reason, a call for being actively involved in education and teaching as PAEE'2010 is certainly appreciated. On the other hand, Project Based Learning (PBL) is considered today as one of the most effective methods in Engineering Education in order to develop in the students' competences and abilities which are more and more demanded by employers operating in a global labour market. And last but not least, it is necessary to remark the relevance of team working, to which a workshop is devoted in the Symposium, as a necessary part in the training of students who are going to work as part of teams in companies. With the set of topics to be discussed in the Symposium and the workshops and other activities included in the programme, we have no doubt that participants will both enjoy and learn by participating in this event.

To end this note, I would like to congratulate on behalf of SEFI CDWG both the University of Minho and the Polytechnic University of Catalonia for the bright organisation of PAEE'2010, and I would also like to welcome the participants in it and to wish the best success for all of them.

*Urbano Domínguez*  
*Chairperson of SEFI CDWG*

## TABLE OF CONTENTS

Welcome to PAEE'2010 .....	vi
Welcome Note .....	vii
Table of Contents .....	viii
Scientific Committee .....	2
Organising Committee.....	3
Programme .....	4
Paper Sessions .....	6
Invited Speakers .....	10
Keynote Speakers .....	11
Anette Kolmos: Complex and collaborative knowledge - why and how team work .....	11
José Manuel Oliveira: Project-Based Learning at Águeda: our way of creating a meaningful learning environment .....	11
Workshops.....	12
Workshop 1: "Project Team Work Simulation" .....	13
Facilitator: Maria van der Blij.....	13
Workshop 2: Project Approaches in Engineering Education: research in practice .....	13
Facilitators: Natascha van Hattum-Janssen, Sandra Fernandes and José Manuel Oliveira .....	13
Workshop 3: The Team-based Approach of Project Coordination .....	13
Facilitators: Rui M. Lima, Dinis Carvalho and Diana Mesquita.....	13
Communications.....	14
Paper Session S1.....	14
Experiencia de Calidad para la Educación en Ingeniería en Colombia Néstor Porcell Mancilla*, Héctor Díaz+ .....	15
Dificultades al Implementar la Enseñanza por Competencias en Química General con Alumnos de Ingeniería Industrial y de Sistemas María Felipa Cañas Cano .....	23
Desarrollo de Competencias para el Trabajo en Equipo a través del Diseño de Prácticas Universitarias con Carácter Multidisciplinar Ignacio Javier Navarro Soria*, María Luisa Pertegal Felices*, Antonio Manuel Jimeno Morenilla+, David Gil Méndez+.29	29
Evaluacion de una Renovacion Metodologica bajo ABP; en Funcion del Pensamiento Crítico, Estrategias de Aprendizaje y Rendimiento Académico Iván R. Sánchez Soto .....	33
Evaluacion de Tres Año de Experiencia con ABP en Física Iván R. Sánchez Soto .....	41
Paper Session S2.....	48
Collaborative Learning and/in Educational Contexts: the EFA Courses Márcia Barbosa Aguiar*, Ana Maria Costa e Silva*.....	49
Project and Creativity - a Relational Environment of Sense for Interdisciplinary Innovation Isabel Carvalho Viana .....	55
Project Approaches in Engineering Education: Research in Practice	

Natascha van Hattum-Janssen, Sandra Fernandes .....	61
Desenvolvimento de uma Aplicação Multimédia na Área da Saúde para Crianças - Patologias para Minorcas Inês Oliveira *, Ângela Oliveira *, Pedro Silva *, André Leal * .....	67
<b>Paper Session S3.....</b>	<b>72</b>
Desenvolvimento de um Jogo de Empresas para apoiar o Processo de Ensino-Aprendizagem de Empreendedorismo Izabela Lorca Nagano *, José de Souza Rodrigues *, Kátia Lúvia Zambon **, Ariane Scarelli * .....	73
Project Management Tools and Techniques for Teams under Project Based Learning Environments João R. Carneiro *, Rui M. Lima * .....	79
The Thematic Areas of a Course in Biomedical Engineering using PBL Methodology Luiz Carlos de Campos <sup>[1]</sup> , Ana Lúcia Manrique <sup>[2]</sup> , Ely Antonio Tadeu Dirani <sup>[3]</sup> .....	83
Mixing Personal Learning and Control Engineering: Education Environments Sandra Costa **, Filomena Soares **, Celina P. Leão *+ .....	87
Didactic Experiments for Soil Mechanics José Couto Marques *, Rafael Gonçalves * .....	91
<b>Paper Session S4a .....</b>	<b>96</b>
Project-Organised Learning Method in the System of Engineering Education of Russia by the Example of National Research Tomsk Polytechnic University Igor A. Safyannikov*, Evgeniya V. Vechter+, Natalia Y. Vyuzhanina* .....	97
Designing Project Assignments; Experiences and Recommendations from PLE-practice in Engineering Education Lisa Gommer *+, Mark Rijkeboer * .....	101
PBL - an Innovation in Education: Evaluation and Analysis of a Process Ana Lúcia Manrique+, Ely Antonio Tadeu Dirani+, Luiz Carlos de Campos# .....	105
The Management of Teaching and PBL Faculty Staff: the Experience of the Biomedical Engineering Course at PUC-SP Ely Antonio Tadeu Dirani*, Luiz Carlos de Campos#, Ana Lúcia Manrique+ .....	109
A Real World University-Business Project Approach in Engineering Isabel S. Carvalho *+, Rui Vilhena ** .....	113
<b>Paper Session S4b.....</b>	<b>118</b>
Formar e Autoformar-se: o Papel do Tutor nos Projetos de Trabalho na Educação Profissional, o caso do IFRN/Brasil Luzimar Barbalho da Silva .....	119
Trabalho por Projecto: Competências do Tutor e do Mediador na Aprendizagem Colaborativa Márcia Barbosa Aguiar*, Ana Maria Costa e Silva* .....	123
Sistemas de Tutores Inteligentes em Ambiente de Ensino a Distância Cláudio F. Carvalho, Mara C. F. Carvalho, Célio Moliterno, Ivan P.A. Campos, António R.P.L. Albuquerque .....	129
Aprendizagem baseada em Projectos Interdisciplinares em Engenharia Industrial: dissimilaridades de tutoria entre o início e o final do curso Anabela Alves, Francisco Moreira, Rui Sousa .....	133
<b>Paper Session S4c .....</b>	<b>140</b>
A Aprendizagem Baseada em Projeto no Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília José C. Balthazar, João Mello da Silva.....	141
Reflexões sobre possíveis Diretrizes Metodológicas para o uso da Abordagem de Projetos em Equipe e da Educação a Distância em Cursos de Engenharia de Produção Martha Veras Rodrigues *, Márcia Terezinha Longen Zindel *, Evaldo Cesar Cavalcante Rodrigues*+, João Mello da Silva *, Anne Danielle de Oliveira Simões+, Iana Giesbrecht Castello Branco * .....	145
Mini Fábrica de Software para Aprendizagem baseada em Projectos Fábio Cardoso *, Rui M. Lima *, Rui M. Sousa * .....	151
Processos de Aprendizagem como Fonte de Construção e Acumulação de Capacidades Tecnológicas Organizacionais: um Olhar Teórico segundo a Perspectiva Grupal da Aprendizagem Situada Daniele Maria Vieira do Nascimento*, Gleyce Kelly de Miranda# .....	155
Experiência de Ensino-Aprendizagem de Alunos de Engenharia baseado em Projectos Valteir Romão da Silva *, Rui M. Lima **, Emanuel Edwan de Lima *** .....	161
<b>Paper Session S5.....</b>	<b>166</b>
Avaliar o Desempenho Discente no Trabalho por Projetos nos Cursos Superiores de Formação Profissional: uma Experiência no IFRN, Brasil	

Luzimar Barbalho da Silva .....	167
A Tecnologia da Informação como Ferramenta Indispensável à Logística	
Jefferson Bruno de Melo Dantas*, José Sérgio da Silva Júnior <sup>†</sup> , Marcus Eduardo Freitas Dantas*, Victor Hugo Gonzaga Raimundo*, Luciano Fernandes Monteiro**, Marconi Freitas-da-Costa*** .....	171
Aplicação de um Programa Computacional, para Abordagem Sistemática de Desenvolvimento de Produtos no Ensino de Engenharia	
Geraldo Gonçalves Delgado Neto*, Franco Giuseppe Dedini* .....	175
Processos de Aprendizagem como Fonte de Construção e Acumulação de Capacidades Tecnológicas Organizacionais: um Olhar Teórico segundo a Perspectiva Grupal da Aprendizagem Situada	
Daniele Maria Vieira do Nascimento*, Gleyce Kelly de Miranda <sup>#</sup> .....	179
Projeto Ergonômico do Produto: o Relato de uma Experiência de Formação Interdisciplinar Discente	
José Luís Garcia Hermosilla <sup>†</sup> , Luciano Franceschini <sup>*</sup> , Ethel Cristina Chiari da Silva <sup>*</sup> , Marcus C. Avezum Alves de Castro <sup>*</sup> , Walther Azzolini Júnior <sup>*</sup> .....	185
PAEE Students' Session.....	190
Project Led Education: an Experience Analysis from the Students' Perspective	
Ana Marques, Daniela Silva e João Antunes .....	191
Análise do Contributo de um Projecto Interdisciplinar na Aquisição de Competências em Processos de Gestão	
Ana Luísa Sarmiento, Ariana Araújo, Bruna Peixoto, Heidi Manninen.....	195
Aprendizagem por Projectos em Engenharia e Gestão Industrial: Trabalho de Grupo em Interação com uma Indústria	
Diogo Campos, Eduardo Ribeiro, Isabel Castro, Joana Pereira, Sílvia Dias, Stéphanie Barbosa, Susana Correia .....	199
General Information and Services.....	203
Conference Venue .....	203
Registration .....	203
CIDUI Participants.....	203
Symposium Dinner .....	203
Guest Program.....	203
Internet.....	203
Symposium Secretariat.....	203
List of Authors.....	204



## SCIENTIFIC COMMITTEE

Members	Affiliation
Alex Stojcevski	Associate Dean, Learning & Teaching Scholarship Swinburne University of Technology
Ana Margarida Veiga Simão	Faculty of Educational Science University of Lisbon
Anabela Alves	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
Arvid Andersen	Copenhagen University of Technology
Bill Williams	Escola Superior de Tecnologia do Barreiro Instituto Politécnico de Setúbal
Celina Pinto Leão	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
Claudio da Rocha Brito	Council of Researches in Ed. and Sciences (COPEC) Brazil
Dinis Carvalho	Department of Production and Systems Engineering School of the University of Minho
Francisco Moreira	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
Guilherme Pereira	Department of Production and Systems Engineering School of the University of Minho
Isabel Simões de Carvalho	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa Instituto Politécnico de Lisboa
Jesus Armengol	Department of Optics and Optometrics Polytechnic University of Catalunya
Jordi Segalas	Department of Fluid Mechanics Polytechnic University of Catalunya
José Couto Marques	Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering University of Porto
José Manuel Oliveira	Higher Education Polytechnic School of Águeda University of Aveiro
José de Souza Rodrigues	Faculdade de Engenharia de Bauru Universidade Estadual de São Paulo
Luiz Carlos de Campos	Faculty of Science and Technology PUC São Paulo
Maartje van den Boogaard	Delft University of Technology
Maria Alfredo Moreira	Institute of Education University of Minho
Maria Assunção Flores	Institute of Education University of Minho
Maria van der Blij	Career Development Centre University of Twente
Melany Ciampi	Safety, Health and Environment Research Organization (OPASS). Brazil
Natascha van Hattum-Janssen	Research Centre for Education University of Minho
Rui M. Lima	Department of Production and Systems Engineering School of the University of Minho
Rui M. Sousa	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
Sandra Fernandes	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
Teresa Restivo	Dep. of Mechanical Eng. and Production Engineering Faculty of Engineering of University of Porto
Urbano Dominguez	Dep. of Mechanical Engineering, University of Valladolid Chair of SEFI Curriculum Development Working Group
Wim Weenk	Career Development Centre University of Twente
Xiangyun Du	UNESCO Chair - Problem-Based Learning Aalborg University

## ORGANISING COMMITTEE

<b>Organising Committee</b>	<b>Affiliation</b>
<b>Natascha van Hattum-Janssen</b>	Research Centre for Education University of Minho
<b>Rui M. Lima</b>	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
<b>Dinis Carvalho</b>	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
<b>Jordi Segalas</b>	Department of Fluid Mechanics Polytechnic University of Catalunya
<b>Sandra Fernandes</b>	Department of Production and Systems / Research Centre for Education - University of Minho
<b>Rui M. Sousa</b>	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
<b>Francisco Moreira</b>	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
<b>Anabela Alves</b>	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho
<b>Diana Mesquita</b>	Department of Production and Systems / Research Centre for Education - University of Minho
<b>Narciso Moreira</b>	Department of Production and Systems Engineering School, University of Minho

## PROGRAMME

1 July	Room #1	Room #2	Room #3
Time			
14:00	14:15	Registration	
14:15	14:30		
14:30	14:45		
14:45	15:00		
15:00	15:15	Opening and Welcome	
15:15	15:30		
15:30	15:45	Keynote Speaker	
15:45	16:00	José Manuel Oliveira	
16:00	16:15	University of Aveiro	
16:15	16:30	Coffee break	
16:30	16:45	Workshop 1	Paper Session S1
16:45	17:00	Project Team Work Simulation	
17:00	17:15		
17:15	17:30		
17:30	17:45		
17:45	18:00	Students' Presentations SP	Paper Session S2
18:00	18:15		
18:15	18:30		
18:30	18:45		
18:45	19:00		
19:00	19:15		
19:15	19:30		
19:30	19:45	Social Programme	
19:45	20:00	CIDUI organization	
20:00	20:15		
20:15	20:30		
20:30	20:45		
20:45	21:00		
21:00	21:15		
21:15	21:30		
21:30		Dinner	

2 July	Room #1	Room #2	Room #3
Time			
09:30	09:45	Keynote Speaker	
09:45	10:00	Anette Kolmos	
10:00	10:15	"Complex and collaborative knowledge - why and how team work".	
10:15	10:30		
10:30	10:45	Coffee break	
10:45	11:00	Workshop 2	Paper Session S3
11:00	11:15	Project Approaches in Engineering Education:	
11:15	11:30	research in practice	
11:30	11:45		
11:45	12:00		
12:00	12:15		
12:15	12:30	Plenary discussion	
12:30	12:45		
12:45		Lunch	
	14:30		
14:30	14:45	Parallel Paper Session S4	
14:45	15:00		
15:00	15:15		
15:15	15:30		
15:30	15:45		
15:45	16:00	Coffee break	
16:00	16:15		
16:15	16:30	Workshop 3	Paper Session S5
16:30	16:45	The Team-based Approach of Project Coordination	
16:45	17:00		
17:00	17:15		
17:15	17:30		
17:30	17:45		
17:45	18:00	Plenary discussion	
18:00	18:15		
18:15	18:30	Closing Session	

## PAPER SESSIONS

Session facilitators	Paper Number	Authors - title	Language	Session
Rui Sousa	2	Nestor Porcell and Hector Díaz. Experiencia de Calidad para la Educación en Ingeniería en Colombia	Spanish	S1
Dinis Carvalho	10	María Felipa Cañas Cano. Dificultades al implementar la enseñanza por competencias en Química General con alumnos de Ingeniería Industrial y de Sistemas.	Spanish	S1
	16	Ignacio Javier Navarro Soria, María Luisa Pertegal Felices, Antonio Manuel Jimeno Morenilla and David Gil Méndez. Desarrollo de competencias para el trabajo en equipo a través del diseño de prácticas universitarias con carácter multidisciplinar	Spanish	S1
	40	Iván Ramón Sánchez Soto. Evaluación de una renovación metodológica bajo ABP; en función del pensamiento crítico, estrategias de aprendizaje y rendimiento académico.	Spanish	S1
	41	Iván Ramón Sánchez Soto. Evaluación de tres años de experiencia con ABP en Física.	Spanish	S1
Natascha van Hattum	8	Márcia Aguiar and Ana Maria Silva. Collaborative learning and/in educational contexts: the EFA Courses	English	S2
Márcia Aguiar	43	Isabel C. Viana. Project & Creativity - a relational environment of sense for interdisciplinary innovation	English	S2
	46	Natascha van Hattum-Janssen and Sandra Fernandes. Research on Project Approaches in Engineering Education	English	S2
	4	Inês Oliveira, Ângela Oliveira, Pedro Silva and André Leal. Desenvolvimento de uma Aplicação Multimédia na área da saúde para crianças - Patologias para Minorcas	Portuguese	S2
Dinis Carvalho	26	Izabela Lorca Nagano, José Souza Rodrigues, Katia Livia Zambon and Ariane Scarelli. Development of a business game to support the teaching-learning process of entrepreneurship	English	S3
Anabela Alves	31	João Carneiro and Rui Lima. Project Management Tools and Techniques for Teams under Project Based Learning Environments	English	S3
	13	Luiz Campos, Ana Manrique and Ely Dirani. The thematic areas of a course in biomedical engineering using PBL methodology.	English	S3
	38	Sandra Costa, Filomena Soares and Celina Leão. Mixing Personal Learning and Control Engineering Education Environments	English	S3
	44	José Couto Marques and Rafael Gonçalves. Didactic Experiments for Soil Mechanics	English	S3

Session facilitators	Paper Number	Authors - title	Language	Session
Natascha van Hattum Sandra Fernandes	3	Igor Safyannikov, Evgeniya Vechter and Natalia Vyuzhanina. Project-Organised Learning Method in the System of Engineering Education of Russia by the Example of National Research Tomsk Polytechnic University	English	S4a
	5	Lisa Gommer and Mark Rijkeboer. Designing project assignments; experiences and recommendations from PLE-practice in engineering education	English	S4a
	15	Ana Lúcia Manrique, Ely A.T. Dirani and Luiz Campos. PBL - an innovation in education: evaluation and analysis of a process	English	S4a
	23	Ely Antonio Tadeu Dirani, Luiz Carlos Campos and Ana Lucia Manrique. The management of teaching and PBL faculty staff: the experience of the Biomedical Engineering Course at PUC-SP	English	S4a
	19	Isabel S. Carvalho and Rui Vilhena. A Real World University-Business Project Approach in Engineering	English	S4a
Anabela Alves Francisco Moreira	7	Luzimar Barbalho Silva. Formar e autoformar-se: o papel do tutor nos projetos de trabalho na educação profissional, o caso do IFRN/Brasil.	Portuguese	S4b
	9	Márcia Aguiar and Ana Maria Silva. Trabalho por Projecto: competências do Tutor e do Mediador na aprendizagem colaborativa	Portuguese	S4b
	21	Claudio Ferreira de Carvalho, Mara Cynthia Ferreira Carvalho, Célio Moliterno, Ivan Persio de Arruda Campos and Antonio Albuquerque. Sistemas de Tutores Inteligentes em Ambiente de Ensino a Distância	Portuguese	S4b
	47	Anabela Alves, Francisco Moreira and Rui Sousa. Aprendizagem baseada em Projectos Interdisciplinares em Engenharia Industrial: dissimilaridades de tutoria entre o inicio e o final do curso	Portuguese	S4b
Rui M. Lima José Balthazar	25	Jose C. Balthazar and João M. Silva. A Aprendizagem Baseada em Projeto no Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília	Portuguese	S4c
	28	Martha Rodrigues, Márcia Zindel, Evaldo Rodrigues, João Silva, Anne Simões and Iana Giesbrecht. Reflexões sobre possíveis diretrizes metodológicas para o uso da abordagem de projetos em equipe e da Educação a Distância em Cursos de Engenharia de Produção	Portuguese	S4c
	42	Fábio Cardoso, Rui Lima and Rui Sousa. Mini Fábrica de Software para Aprendizagem baseada em Projectos	Portuguese	S4c
	24	Daniele Maria Vieira do Nascimento and Gleyce Kelly Miranda. Processos de Aprendizagem como fonte de construção e acumulação de Capacidades Tecnológicas organizacionais: um olhar teórico segundo a perspectiva grupal da aprendizagem situada.	Portuguese	S4c
	20	Valteir Romao Da Silva, Rui M. Lima and Emanuel Edwan de Lima. Experiência de ensino-aprendizagem de alunos de engenharia baseado em projectos	Portuguese	S4c

Session facilitators	Paper Number	Authors - title	Language	Session
Francisco Moreira	6	Luzimar Barbalho Silva. Avaliar o desempenho de aprendizagens em atividades por projetos nos cursos superiores de formação profissional: uma experiência no IFRN, Brasil.	Portuguese	S5
	11	Jefferson Bruno de Melo Dantas, José Sérgio da Silva Júnior, Marcus Eduardo Freitas Dantas, Victor Hugo Gonzaga Raimundo, Luciano Fernandes Monteiro and Marconi Freitas-da-Costa. A Tecnologia da Informação como Ferramenta Indispensável à Logística	Portuguese	S5
	27	Geraldo Gonçalves Delgado Neto and Franco Giuseppe Dedini. Aplicação de um Programa Computacional, para Abordagem Sistemática de Desenvolvimento de Produtos no Ensino de Engenharia	Portuguese	S5
	24	Daniele Maria Vieira do Nascimento and Gleyce Kelly Miranda. Processos de Aprendizagem como fonte de construção e acumulação de Capacidades Tecnológicas organizacionais: um olhar teórico segundo a perspectiva grupal da aprendizagem situada.	Portuguese	S5
	32	José Hermosilla, Luciano Franceschini, Ethel Silva, Marcus Avezum and Walther Azzolini. Projeto ergonômico do produto: o relato de uma experiência de formação interdisciplinar discente	Portuguese	S5
Sandra Fernandes	39	Ana Marques, Daniela Silva and João Antunes. Project Led Education: An experience analysis from the students' perspective	English	SP
	17	Ana Luísa Sarmento, Ariana Araújo, Bruna Peixoto and Heidi Manninen. Análise do Contributo de um Projecto Interdisciplinar na Aquisição de Competências em Processos de Gestão	Portuguese	SP
	18	Diogo Campos, Eduardo Ribeiro, Joana Pereira, Isabel Castro, Sílvia Dias, Stéphanie Barbosa and Susana Correia. Aprendizagem por Projectos em Engenharia e Gestão Industrial: Trabalho de Grupo em Interação com uma Indústria	Portuguese	SP



## INVITED SPEAKERS

PAEE'2010 attracted renowned keynote speakers, who represent a variety of perspectives on project approaches in engineering education on an international level. We are honoured to have the following inspiring international keynote speakers: Annette Kolmos from Aalborg University and José Manuel Oliveira from University of Aveiro, Portugal. We are convinced that you will be inspired by their experiences around the world with project approaches to engineering education.

## KEYNOTE SPEAKERS

### **ANETTE KOLMOS: COMPLEX AND COLLABORATIVE KNOWLEDGE - WHY AND HOW TEAM WORK**

Anette Kolmos: President of SEFI (European Society for Engineering Education) Professor in Engineering Education and PBL and Chair holder for UNESCO Chair in Problem Based Learning in Engineering Education, Aalborg University. 2009-2011. Dr. Kolmos has a PhD in "Gender, Technology and Education" (1989). During the last 20 years, she has conducted research in the following areas,: Change to PBL curriculum, development of transferable skills and faculty development. She is actively involved in developing profile of Engineering Education Research in Europe as well as internationally. She was first chair of the SEFI working group on Engineering Education Research. Dr. Kolmos is associate editor for European Journal of Engineering Education, SEFI and served as associate editor for Journal of Engineering Education. She has published more than 150 articles in various books and journals. She is coordinator for the EU-project, Socrates project, PBL-Engineering which has developed the master programme: Problem Based Learning in Engineering and Science.

### **JOSÉ MANUEL OLIVEIRA: PROJECT-BASED LEARNING AT ÁGUEDA: OUR WAY OF CREATING A MEANINGFUL LEARNING ENVIRONMENT**

José Manuel Oliveira is Adjunct Professor of Electrical Engineering (Electronics) at the Higher Education Polytechnic School of Águeda, University of Aveiro, Portugal. He has been deeply involved with the coordination of the move towards Project-Based Learning at his institution, and his research interests focus on Engineering Education, conceptual understanding in Electronics and Problem/Project Based Learning. He is a member of the Board of the SEFI Working Group on Research in Engineering Education and of the Editorial Board of the European Journal of Engineering Education. He is also a referee for the Journal of Engineering Education. José Manuel Oliveira has also led several staff training workshops on Active Learning Strategies and Project-Based Learning

## WORKSHOPS

An important feature of the PAEE Symposium is the extensive workshop programme. Projects approaches to learning are usually aimed at the increase of student involvement in learning, therefore, a symposium on project approaches like PAEE'2010 count on active involvement of its participants. The Organising Committee defined three workshop themes that enable a wide range of discussions, reflections, learning and research experiences related to project approaches in engineering courses. The workshops are aimed at the active involvement of all participants and seek to contribute to the enhancement of project practice and reflection on practice.

## WORKSHOP 1: "PROJECT TEAM WORK SIMULATION"

**FACILITATOR: MARIA VAN DER BLIJ**

In this workshop participants experience what it means for students to work in groups on a open ended project assignment. The outcome of the project will be a blue print of a design. During the simulation or mini project the participants become acquainted with the phases of project work, from analysis to assessment. After the simulation we will reflect on student experiences and the roles the teacher can perform: tutor, expert, contractor and assessor in project work

## WORKSHOP 2: PROJECT APPROACHES IN ENGINEERING EDUCATION: RESEARCH IN PRACTICE

**FACILITATORS: NATASCHA VAN HATTUM-JANSSEN, SANDRA FERNANDES AND JOSÉ MANUEL OLIVEIRA**

Project approaches raise a lot of questions in terms of effectiveness of student learning and perception, teacher roles, assessment methods and short-term and long term results. There are no general answers to specific, contextualised question on how to implement and continue the use of projects in engineering courses. Educational research on a wide range of issues related to project approaches can help to better understand the implications of project approaches. This workshop aims to discuss the role of educational research in the enhancement of project approaches and the improvement of current practice.

## WORKSHOP 3: THE TEAM-BASED APPROACH OF PROJECT COORDINATION

**FACILITATORS: RUI M. LIMA, DINIS CARVALHO AND DIANA MESQUITA**

Working in effective teams is an important feature of project work for students. They need to listen to each other, make decisions, work on several tasks and monitor the process. The coordination of an interdisciplinary project necessarily involves a group of teachers, tutors and other staff. The group that coordinates projects at the Industrial Management and Engineering degree programme at the University of Minho attempts to work as an effective team as well, based on a number of principles that they expect from their students, like well-timed, well-planned meetings, democratic decision making, rotating leadership and an quick and open exchange of information. The workshop will be used to discuss this model and to reflect on the impact of project coordination on student teams.

## COMMUNICATIONS

PAPER SESSION S1

# Experiencia de Calidad para la Educación en Ingeniería en Colombia

Néstor Porcell Mancilla\*, Héctor Díaz<sup>†</sup>

\* Decano de la Facultad de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad EAN, Bogotá, Colombia

<sup>†</sup>Docente titular, Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas, Universidad EAN, Bogotá, Colombia

Email: [nporcell@ean.edu.co](mailto:nporcell@ean.edu.co), [hector.diaz@ean.edu.co](mailto:hector.diaz@ean.edu.co)

## 1 Resumen

Este artículo presenta una experiencia de calidad para la Facultad de Ingeniería de la Universidad EAN en Bogotá, Colombia. El primer paso requerido, es el registro calificado para las instituciones de educación superior cumpliendo con 15 condiciones mínimas para el funcionamiento del programa. El segundo paso es el proceso de auto-evaluación para alta calidad donde se valoran 8 factores para la acreditación. El tercer paso es la implementación de los estándares ISO para la ejecución de los procesos logísticos.

El enfoque curricular para las Ingenierías de la Universidad es flexible, pertinente, transversal, sistémico e investigativo promoviendo en el estudiante EANista el espíritu emprendedor; se han realizado ajustes en los últimos años que permiten orientar la flexibilidad desde un enfoque por competencias y la transversalidad en currículos integrados por núcleos problémicos apoyados en casos de estudio con acompañamiento al trabajo autónomo de los estudiantes en la formación presencial. Para esto la Facultad de Ingeniería se apoya en una metodología para la gestión de proyectos (GRACE<sup>1</sup>) y en las estrategias pedagógicas (ALTO<sup>2</sup>) desarrolladas por un grupo de su cuerpo docente.

## 2 Introducción

En las últimas dos décadas el Gobierno Colombiano a través del Ministerio de Educación Nacional - MEN - ha procurado mejorar la calidad de la educación del país, buscando adquirir estándares internacionales de calidad, que asemejen las Instituciones de Educación Superior - IES - colombianas a similares en países desarrollados. Este proceso se esbozó con la promulgación de la Ley 30 de 1992 en su artículo 53 (MEN, 1992), que creó el Sistema Nacional de Acreditación - SNA -, cuyo objetivo fundamental era garantizar a la sociedad que las IES que hacen parte del sistema cumplan con los más altos requisitos de calidad. A partir de la última década el proceso se ha ido consolidando, destacándose tres diferentes etapas que son: el registro calificado, la acreditación de alta calidad y la acreditación de procesos aplicando las normas de la Organización Internacional para la Estandarización - ISO -.

La Facultad de Ingeniería, por medio de un grupo de docentes desarrolla la metodología GRACE (Barrios *et al.*, 2005) construida con un propósito didáctico para facilitar la identificación de problemas de ingeniería y la comprensión de los procesos involucrados en la solución de estos. Las estrategias ALTO (Barrios *et al.*, 2005) permiten desarrollar estrategias pedagógicas por medio de una estructura didáctica compuesta por: actividades autónomas, lecturas de enlace, talleres y observaciones teóricas (ver figura 1). Dichas estrategias se vienen impulsando en todas las unidades de estudio del currículo, y ha permitido definir como se realizarán los procesos de evaluación que en conjunto con las competencias esperadas, le dan claridad al estudiante desde el primer día de clases respecto de la contribución que cada unidad de estudio da a su formación profesional.

Desde la metodología mencionada, así como las estrategias pedagógicas impulsan el emprendimiento, previsto en la visión y misión de la Universidad EAN. Todos estos elementos conforman las variables de calidad que apoyan el desarrollo de un modelo de acreditación que trasciende las fronteras nacionales (Porcell, 2010).

---

<sup>1</sup> De las siglas Gestión, Requerimiento, Arquitectura, Construcción y Evolución.

<sup>2</sup> De las siglas Actividades, Lecturas, Talleres y Observaciones.

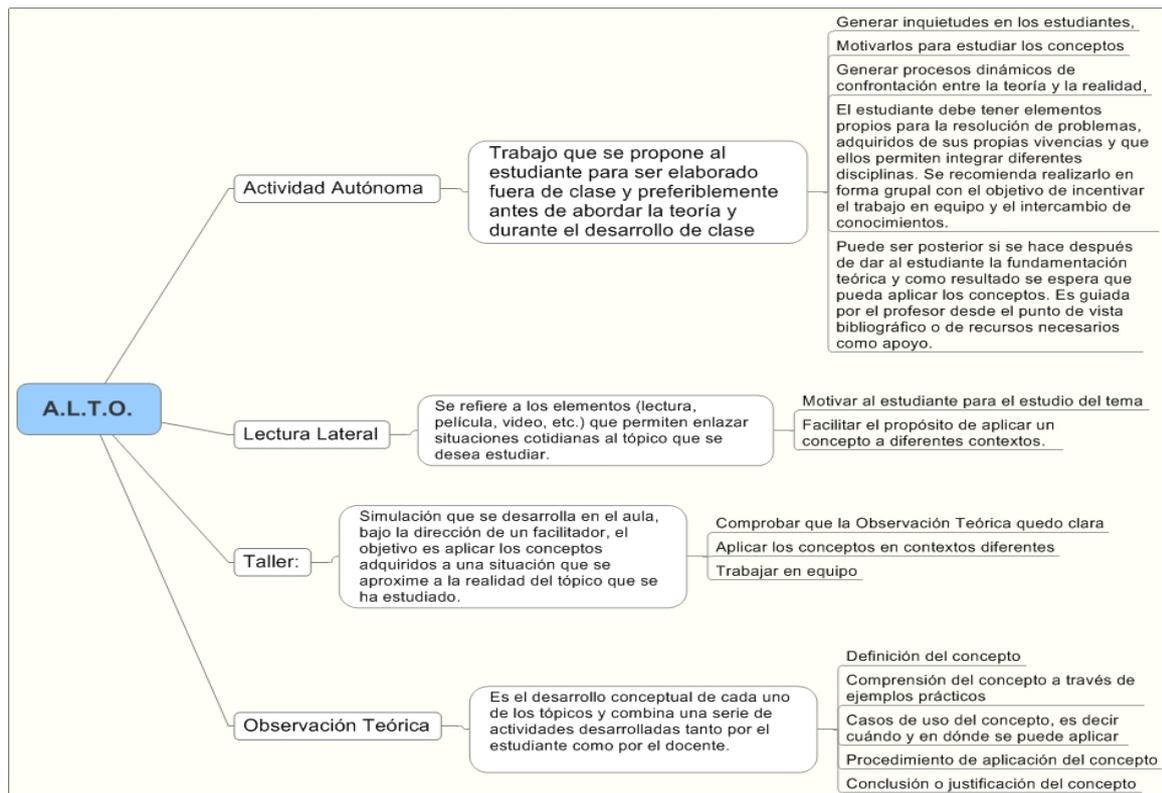


Figura 1: Proceso de evaluación y valoración ALTO

## 2.1 Registro Calificado

La Ley 30 que concibe la educación “como un proceso permanente que permite el desarrollo de las posibilidades del ser humano de una manera integral y tiene por objeto el desarrollo pleno de los alumnos y su formación académica o profesional”. Esta ley impulsó el mejoramiento de la calidad de la educación apoyada en el tratado de Bolonia y el proyecto Tuning, buscando nivelar la educación Colombiana con la de los países desarrollados. El decreto 2566 de 2006 del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2003), estableció 15 condiciones mínimas de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior, con el fin de generar procesos de evaluación que velen por la calidad, el cumplimiento de los fines y la formación moral, intelectual y física de los educandos. Para llevar a cabo este procedimiento se creó el Sistema de Aseguramiento de la Calidad en Educación Superior –SACES-, donde las IES realizan los trámites asociados al registro calificado, el cual se inicia con un proceso de radicación de documentos que cumpla con los requisitos reglamentarios, para que el sistema le asigne pares académicos que deben ser profesionales idóneos reconocidos por el MEN, los cuales realizan una visita a la institución y presentan un informe detallado sobre el cumplimiento de cada uno de los 15 requisitos mínimos de calidad. Con esta información, la mesa técnica del SACES a la que pertenece cada programa, evalúa si este puede ser acreedor al registro calificado emitiendo un concepto al MEN, quien por intermedio de una resolución otorga el mencionado registro a la Institución hasta por siete años, período en el cual se renueva el proceso. De ser negado el registro, el programa presentado no podrá operar en el territorio nacional; sin embargo, puede solicitar una visita nueva posterior a un período de mejoramiento no antes de 2 años.

Posteriormente se dictaron otras disposiciones que desarrollaron el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior –SNIES- con el decreto 1767 del 2 de junio de 2006 cuyo objetivo es mantener y divulgar la información sincronizada con el SACES de las instituciones y los programas de educación superior, que orienten a la comunidad educativa sobre la calidad, cantidad y características de los mismos.

La Universidad EAN de Bogotá, con 42 años de experiencia en la formación de profesionales en diferentes disciplinas ha obtenido el registro calificado de todos los programas en sus Facultades de Ingeniería, Administración Finanzas y Ciencias Económicas, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, 18 Especializaciones y 4 Maestrías.

## 2.2 Alta Calidad

Las IES pueden acceder a un proceso de acreditación de Alta Calidad de naturaleza mixta, regido por la ley y las políticas del MEN, financiado por el estado y conducido por las mismas instituciones, por pares académicos y por el Consejo Nacional de Acreditación –CNA-; institución conformada por 7 académicos en ejercicio pertenecientes a las distintas IES, cuya labor fundamental es la de promover, ejecutar y coordinar políticas del proceso de acreditación [5]. Bajo estas circunstancias el CNA orienta a las IES para que adelanten inicialmente un proceso de autoevaluación adoptando los criterios de calidad y los instrumentos e indicadores técnicos que se aplican en la evaluación externa. Posteriormente designa pares externos que realizan una visita y hacen la evaluación final. La acreditación de una IES asume como requisito previo el registro calificado del programa.

En el proceso de Acreditación de Alta Calidad se distinguen tres etapas (CNA, 2006):

- La Autoevaluación; Proceso que realizan internamente las IES ó, sus programas académicos, sobre la base de 8 factores, características e Indicadores definidos por el Consejo Nacional de Acreditación. Cada institución debe asumir el liderazgo de este proceso y propiciar la participación de todos los miembros de la Comunidad Académica.
- La Evaluación de los pares externos, utilizan la autoevaluación realizada por la IES, verifica los resultados obtenidos en cada uno de los factores ya sea de la institución o de los programas independientes, emitiendo un informe que se presenta a la mesa del CNA.
- La Evaluación Final la realiza el CNA a partir de los resultados de la autoevaluación y de la evaluación externa.

El Ministro de Educación emite con base en el concepto técnico del CNA una resolución de reconocimiento mediante una resolución y un acto público de Acreditación.

La Universidad EAN en el proceso de implementación del modelo, asignó a la Vicerrectoría de Planeación la responsabilidad de diseñar, socializar, coordinar, operacionalizar y realizar seguimiento al Programa de Autoevaluación Permanente, -PAP- desarrollado en la Universidad, cuyo objetivo era obtener información sobre el grado de avance y calidad de los proyectos ejecutados en el marco del PEI y evaluar la eficacia y calidad de los resultados obtenidos en cumplimiento de las funciones de docencia, investigación y proyección social, así como, su coherencia con la misión y el proyecto educativo de la Universidad.

En este sentido, se elaboró un plan de trabajo que contemplaba los ocho criterios que debía cumplir el programa para lograr la acreditación voluntaria de Alta Calidad. Una vez conocida la decisión de desarrollar este proceso, se ajustó a los requerimientos del CNA.

Inicialmente se realizó una revisión documental buscando experiencias similares nacionales e Internacionales que dio como resultado el PAP, desarrollado por un equipo integrado por las personas con mayor experiencia y conocimiento en cada uno de los factores de acreditación exigidos. El proceso concluyó, con el visto bueno del CNA quien acogió el informe de los pares para otorgar la acreditación de alta calidad. Para la Universidad EAN el proceso fue una gran experiencia que le permitió adquirir una cultura de mejoramiento continuo de la calidad en su proceso educativo cuyos mayores logros fueron:

1. Motivación General y Cultura de la Evaluación
2. Construcción y Socialización del Modelo de Autoevaluación para la EAN
3. Organización del Sistema de Autorregulación
4. Elaboración del Plan General para la implementación del Modelo de Autoevaluación de la EAN.
5. Formulación de las características de calidad deseables para la EAN
6. Construcción de Instrumentos para la Recolección de Información.
7. Ponderación de Características de Calidad.
8. Aplicación de Instrumentos y Recolección de Información
9. Elaboración de Informes por Factor
10. Elaboración del Informe General.
11. Elaboración de Plan de Acción.

Utilizando este modelo la Universidad EAN, ha obtenido hasta el momento la acreditación de Alta Calidad en sus programas de Administración de Empresas, Ingeniería de Producción y Economía, lo que la ha llevado a buscar proceso de acreditación internacional, acreditación que obtuvo el programa de Administración de Empresas y siete programas de especialización con la “Association of Collegiate Business Schools and Programs” – ACBSP -. Los programas de Ingeniería se encuentran en este momento en proceso de acreditación con el “Accreditation Board for Engineering and Technology” -ABET- de los Estados Unidos.

## 2.3 Calidad ISO

El proceso de apertura económica y globalización de la economía ha hecho que las organizaciones empresariales entren en un proceso de mejoramiento continuo para lograr mayor competitividad en los mercados; razón por la cual se ha generado un conjunto de normas sobre calidad y gestión continua de calidad, establecidas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO). Este procedimiento hasta hace muy poco tiempo era utilizado solamente por las empresas manufactureras, pero poco a poco se ha expandido al sector de servicios.

La iniciativa de la Organización Internacional del Trabajo -OIT- de mejorar la calidad en los organismos de formación (OIT, n/d), puesta en marcha en Colombia por el Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación -ICONTEC-, fue acogida por la Universidad EAN, consiente de colocar los programas de formación profesional en un sitio de primer orden en cuanto a su capacidad como motor de inclusión, movilizador de conocimientos, generador de mejores condiciones para el emprendimiento y facilitador de opciones de diálogo; la Universidad EAN logró la acreditación con normas ISO 9000 en los procesos administrativos de Mercadeo, Recursos Humanos y de Extensión y Proyección Social. No obstante la Universidad considera después de realizar el proceso de autoevaluación que se puede obtener la acreditación de los procesos logísticos de la docencia, lo cual contribuiría al proceso de mejoramiento continuo de la misma.

## 3 Evaluación Comparativa

Para este proyecto se presenta a continuación una evaluación comparativa de los tres modelos de mejora de calidad y su incidencia en el mejoramiento de los procesos de formación en Ingeniería para la Facultad. Se muestra también los elementos de aplicación a los procesos académicos respecto de la norma ISO y cuál es su incidencia en los resultados de calidad esperados en la preparación, planeación y ejecución de los procesos académicos.

Tabla 1: Comparativo de los diferentes modelos de calidad utilizados en la Universidad EAN

Detalle	Registro Calificado	Alta Calidad	ISO 9000
<b>Aplicación</b>	Creación y funcionamiento	Acredita calidad del programa	Acredita la calidad de procesos
<b>Equipo de visita</b>	Nacional	Nacional con invitados internacionales	Nacionales e internacionales
<b>Objetivos</b>	Condiciones mínimas que formalizan e indican el nivel de aceptabilidad de un programa académico al establecer ciertas características, niveles, y formas de estructuración y organización.	Modelo para facilitar la tarea de autoevaluación, la evaluación de pares y la evaluación final especificando aspectos propios de la calidad de un programa académico, considerado como una unidad de evaluación.	Asegura estándares de calidad y mejoramiento continuo en los procesos y/o servicios ofrecidos, anticipándose a las necesidades y cumpliendo las expectativas de los diferentes grupos de interés (basado en la política de calidad de la Organización).
<b>Total elementos</b>	15 condiciones mínimas	8 factores de calidad	8 elementos de calidad
<b>Elementos y sus relaciones entre modelos de acreditación analizados</b>	(1) Denominación académica del programa (2) Justificación del programa (13) Seguimiento a egresados (3) Aspectos curriculares básicos (4) Organización actividades por créditos (9) Medios educativos (5) Formación investigativa (6) Proyección social (12) Autoevaluación (7) Selección y evaluación estudiantes (8) Personal académico (11) Estructura académico administrativa (14) Bienestar universitario (10) Infraestructura (15) Recursos financieros para el programa	(1) Misión y PEI <sup>1</sup>  (7) Egresados e impacto sobre el medio (4) Procesos académicos  (2) Estudiantes (3) Docentes (6) Organización, administración y gestión (5) Bienestar institucional (8) Recursos físicos y financieros	(1) Objeto y campo de aplicación (2) Referencias normativas (3) Términos y definiciones  (4) Sistema de gestión de calidad (todo) (7) Realización del producto (8) Medición, análisis y mejora  (5) Responsabilidades de la dirección  (6) Gestión de los Recursos
<sup>1</sup> PEI es el Proyecto Educativo Institucional			

Como se aprecia en la tabla 1, se realizó un comparativo en el cual se considera para ISO los tres primeros elementos de calidad como un referente general que puede también relacionarse con otros factores o condiciones respecto de los procesos de formación. También el proceso de medición y análisis ISO puede aplicar a otros, pero se relacionó con aquellos elementos de formación más relevantes, como son los procesos académicos y de relaciones con egresados, estudiantes y docentes.

Cada proceso ha venido apoyando el modelo de mejora continua implementado en la Facultad de Ingeniería, desde los planes y proyectos que inciden en el mejoramiento académico respecto de la flexibilidad curricular y la transversalidad. Lo anterior ocurre desde las fortalezas identificadas por pares académicos en el cumplimiento de las expectativas de formación de los estudiantes, los planes de mejoramiento continuo y el dinamismo de la Universidad en su implementación.

## 4 Resultados Obtenidos

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de cada proceso y su contribución a los procesos formativos. Adicionalmente se presentan los planes de acción logrados para el mejoramiento del proceso de formación, aportados por cada programa.

### 4.1 Resultados para Registro Calificado

La Facultad de Ingeniería en sus 3 programas (Sistemas, Producción y Ambiental) obtuvo el Registro Calificado por siete años, que es la mayor distinción que el SACES otorga a los programas que cumplen con los requisitos exigidos para funcionar en el país. Lo anterior se logró luego de recibir las visitas de pares asignados para verificar el cumplimiento de las 15 condiciones mínimas de operación de los programas, destacándose de dichas visitas las fortalezas presentadas en la tabla a continuación.

Tabla 2: Fortalezas encontradas por pares académicos durante visita de verificación para Registro Calificado

Número	Fortalezas Identificadas
1	Modelo pedagógico impulsando el espíritu emprendedor en los estudiantes
2	La flexibilidad curricular y el apoyo al aprendizaje autónomo por medio de aulas virtuales
3	Investigación formativa generada por docentes y estudiantes de la Facultad
4	Buen manejo administrativo y financiero de los programas
5	Seguimiento a egresados y bienestar universitario

Algunas de estas fortalezas identificadas forman parte de las estrategias pedagógicas y las variables de calidad que la Facultad de Ingeniería ha venido midiendo y mejorando, desde las revisiones y actualizaciones en los núcleos problemáticos, como los ajustes hechos en las revisiones curriculares. La flexibilidad curricular es asistida por un proceso de acompañamiento en consejerías académicas, donde el estudiante se apoya en un docente de planta como consejero para el desarrollo de la malla currículo. De esta forma el estudiante toma decisiones para avanzar a su ritmo en el desarrollo de las competencias de formación propuestas.

### 4.2 Resultados para Acreditación

Se presentan a continuación, los resultados obtenidos de este proceso de acreditación, con énfasis en aquellos factores que inciden en la calidad de la formación respecto de las competencias en ingeniería (Torregrosa, 2005).

Los resultados obtenidos del proceso para el programa de Ingeniería acreditado se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3: Comparativo de Factores y Características - Autoevaluación Universidad EAN y Pares Académicos

FACTORES	PUNTAJE ALCANZADO	PUNTAJE IDEAL	GRADO DE CUMPLIMIENTO
1. MISIÓN Y PROYECTO INSTITUCIONAL	0.477	0.55	86.7%
2. ESTUDIANTES	0.403	0.50	80.6%
3. DOCENTES	0.693	0.90	77.0%
4. PROCESOS ACADÉMICOS	1.258	1.50	83.8%
5. BIENESTAR INSTITUCIONAL	0.164	0.20	82.0%
6. ORGANIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y GESTION	0.443	0.525	84.3%
7. EGRESADOS E IMPACTO SOBRE EL MEDIO	0.312	0.375	83.2%
8. RECURSOS FÍSICOS Y FINANCIEROS	0.376	0.45	83.5%
TOTALES	4.126	5	82.5%

Este proceso nos detecta debilidades en el factor 3, lo cual permitió generar planes de mejoramiento en la formación docente, y en el factor 5 impulsando el bienestar institucional dentro de la Universidad, lo que facilitó la creación de la oficina del Medio Universitario para gestionar el bienestar, los deportes, la consejería estudiantil, entre otros.

Basados también en los procesos internacionales mencionados, tales como el Tratado de Bolonia y el Proyecto Tuning, la Universidad realiza en el año 2009 un ajuste curricular en los programas favoreciendo la formación

transversal, como lo plantean los retos del milenio, en la cual las organizaciones se encuentran en búsqueda de profesionales integrales, que posean destrezas de comunicación, honestidad, motivación e iniciativa, entre otras competencias transversales planteadas en los estudios realizados por el NACE<sup>3</sup> en Estados Unidos en el año 2004. Posteriormente la distribución curricular en la Universidad EAN se ajusta de 160 créditos a 144 créditos en los programas de formación, esto disminuye el tiempo de estudio de 5 años a 4 años de carrera en pregrado.

En la tabla 4 se detalla la distribución de créditos académicos destinados para el desarrollo de los grandes bloques de formación definidos por el MEN para programas de Ingeniería.

Tabla 4: Número de Créditos por Área para la reforma curricular

Créditos por Área de Formación	Programa a 160 créditos	Programa a 144 créditos
Ciencias Básicas	33	36
Ciencias Básicas en Ingeniería	36	20
Ingeniería Aplicada	46	43
Socio humanística (Transversal)	45	45

De esta revisión se favorece también el desarrollo de núcleos problémicos, en unidades de estudio en bloques que permiten evitar redundancia en los desarrollos de temas en las unidades de estudio de los programas, impulsando con mayor intensidad el logro de las competencias de formación prometidas desde la oferta académica de la Universidad.

### 4.3 Resultados para ISO

En la Universidad se adelanta el proceso de análisis para implementar la norma ISO (Herrera, 2007) en los procesos de formación, en especial en aquellos procesos susceptibles de detallar, como lo son los procesos logísticos de: preparación de programas académicos, planeación y ejecución de los programas académicos.

De la caracterización del proceso de formación, se detallan los procedimientos para el diseño de la oferta académica y la ejecución académica. El primer procedimiento tiene que ver con la preparación de propuestas académicas para el diseño de nuevos programas y/o la actualización de programas existentes. El segundo procedimiento desarrolla el proceso de planeación de la operación académica en los programas de pregrado, postgrado y convenios que tiene la Universidad. Estos procesos se planean certificar bajo la norma ISO 9000 con el fin de garantizar la calidad del proceso de formación, y de estandarizar sus actividades, establecer indicadores y lograr el mejoramiento continuo de los mismos. La forma en que estos procedimientos van a incidir en la calidad de los programas académicos están relacionados con la entrega oportuna de procesos de diseño de oferta académica a las directivas de la Universidad y a la comunidad en general y desde planificación en la entrega oportuna de la oferta académica de los programas al estudiante.

## 5 Conclusión

De acuerdo con los planteamientos anteriores se concluye que cada modelo incide de manera directa con el mejoramiento de la calidad en los procesos académicos y de formación. El estudiante se beneficia de la flexibilidad curricular cuando puede ir a su ritmo en el desarrollo de su programa. Para esto la Universidad debe proveer mecanismos de planificación académica coherentes con este enfoque.

Finalmente, los ajustes realizados en la transversalidad permiten la formación de ingenieros integrales que satisfacen las necesidades de las organizaciones globalizadas. Por lo anterior las mallas curriculares deben ser actualizadas mediante mecanismos que provean trazabilidad a los cambios, con evaluaciones hechas a la sociedad respecto al impacto de mediano plazo de dichos cambios.

## Referencias

- Barrios, R., Gutiérrez, G., Montero, J., Ayala, L., García, J., (2005), "Introducción a la Ingeniería: GRACE", Editorial Escuela de Administración de Negocios EAN, Bogotá, 2005.
- CAN (2006), "Lineamientos para la acreditación de programas", Noviembre 2006.
- Chaparro, F. (2008), "Evolución de la Acreditación de Alta Calidad en Colombia (1998-2008)". Bogotá, Junio 30 del 2008. <http://www.cna.gov.co/>.
- MEN (1992), "Ley 30 de 1992"- Ministerio de Educación Nacional, Colombia.

<sup>3</sup> De las siglas en inglés: "National Association of Collegues and Employers".

MEN (2003), "Decreto 2566 de 2003"- Ministerio de Educación Nacional, Colombia.

OIT (n/d), <http://www.ilo.org/global/lang-es/index.htm>.

Porcell, Néstor (2010), "Modelo de acreditación internacional para la Facultad de Ingeniería", 8va. Conferencia LACCEI en Arequipa, Perú, 2010.

Torregrosa, J., Carbonell, R., Pérez, D., Callejas, M., Ewert, C., Vera, G., Girardot, D., Jaimes, R., Méndez, J. (2005), "Desarrollo de las competencias en ciencia e ingeniería", Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá.

Herrera, T. (2007) "Herramientas efectivas para el diseño e implantación de un sistema de gestión de la calidad ISO 9000:2000". Editorial ASD2000, Bogotá, 2007.



# Dificultades al Implementar la Enseñanza por Competencias en Química General con Alumnos de Ingeniería Industrial y de Sistemas

**María Felipa Cañas Cano**

Universidad de Piura/Campus Lima. Sección Química. Calle Mártir Olaya 162 Miraflores- Lima, Perú

Email: [maria.canas@udep.pe](mailto:maria.canas@udep.pe)

## 1 Introducción

Aunque la universidad de Piura tiene más de 40 años de trayectoria en la ciudad de Piura, la facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas se inicia en la ciudad de Lima en el año 2005. Ingrese a formar parte del equipo docente en agosto del año 2006, implementando una metodología mixta para los cursos de Química General 1 y 2 con permanente trabajo grupal y aplicación de situaciones ABP. El presente trabajo pretende mostrar las dificultades y algunos resultados cualitativos de la implementación a través de estos años de la enseñanza de la Química General, desde el punto de vista de formación en competencias, principalmente en el rol que le corresponde al docente y las dificultades del aprendizaje en grupo.

## 2 El contexto de trabajo

Los cursos de Química General 1 y Química General 2 son obligatorios para la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas y se encuentran en el segundo año de la malla curricular en los semestres tres y cuatro respectivamente. A pesar de la metodología de enseñanza empleada y de la convicción de la necesidad de cambiar las formas y modos de acercarse a la formación integral competente, los cursos siguen organizados en unidades temáticas.

Tabla 5: Unidades temáticas

QG1	QG2
Estructura atómica, tabla periódica y enlace químico.	Termodinámica
Lenguaje químico y estequiometría.	Velocidad de reacción
Estados de la materia	Equilibrio químico
Disoluciones	Electroquímica
Materiales modernos	

La matriz de habilidades planteada para los cursos está organizada en base a una definición clara de áreas de desempeño, sin olvidar su aplicación al marco y la problemática nacional. Cada semestre se revisa y modifica de acuerdo a la realidad específica del entorno cercano al estudiante. Veamos un ejemplo concreto:

El objetivo general para el curso de Química general 2: Comprender y analizar los aspectos químico-ambientales que permitan viabilizar, mejorar y controlar la obtención de productos deseados en un proceso y evaluar su trascendencia tecnológica y social. Se muestra a continuación parte de la matriz de habilidades o áreas de desempeños previstos para uno de los conceptos.

- Unidad temática: Termodinámica
- Conceptos/principios: Entropía y energía libre. Espontaneidad de las reacciones.
- Objetivo General: Identifica los factores para la espontaneidad de procesos.
- Objetivo específico: Identifica procesos espontáneos y los relaciona con su quehacer diario.

Contenidos conceptuales	Habilidades – procedimientos	Actitudes
- Entropía y energía libre de reacciones químicas.	- Determina en forma cualitativa y cuantitativa los factores de entalpía y entropía para predecir la ocurrencia de sucesos.	- Participa y argumenta fundamentando sus opiniones.
- Factores para procesos espontáneos	- Analiza los datos y construye hipótesis.	- Se autoevalúa y compromete al cambio.
- Segunda y tercera ley de termodinámica	- Comprueba en base a cálculos las hipótesis planteadas.	- Asume su responsabilidad en el cuidado y prevención de su entorno.

Para lograr el objetivo, desde el inicio, los cursos se trabajan en base a problemas, por lo general, los cursos se organizan teniendo como eje transversal la educación ambiental y un proyecto global que involucra tantas etapas como evaluaciones oficiales están establecidas por la secretaria académica del programa. Estas etapas, tienen una fecha de entrega procurando abarcar los conceptos y sus aplicaciones durante todo el semestre. En otras ocasiones, principalmente en Química General 1 se trabaja con mini problemas pensados para una única etapa en determinada unidad o aspecto del curso. La razón de ser de esto es ir entrenando a los alumnos en trabajos donde deberán interrelacionarse y trabajar en forma grupal. De forma paralela en las sesiones semanales de clase, los conceptos, principios y sus aplicaciones se trabajan en base a actividades.

De acuerdo con (Izquierdo, M) “Problema principal de la enseñanza de las ciencias: Los conocimientos científicos se saben decir pero no se saben aplicar”. Por tanto, los cursos se abordan desde dos frentes importantes: los problemas ABP; que los alumnos deben ir resolviendo con la orientación apropiada del profesor según se avanza en los contenidos del curso, y las actividades planteadas para ser realizadas en aula, con el acompañamiento de los tutores. Las actividades de aula representan el momento en que los involucrados desarrollan gran parte de las competencias, lo que implica un diseño cuidadoso y bien dirigido para que lleguen a cumplir los objetivos.

Es en la realización de las actividades, donde se van adquiriendo las capacidades y se realizan los procesos cognitivos; desde identificar, discriminar y comparar hasta inferir, juzgar, argumentar y realizar. En consecuencia, es en esa etapa donde también se va formando integralmente la persona y donde se presentan las dificultades.

Los estudiantes deberán adquirir competencias claves para el aprendizaje permanente y el complementario, por lo que se debe preparar acuciosa y anticipadamente cada detalle de la sesión de enseñanza – aprendizaje. En este caso primordialmente las actividades que se realizarán en el aula.

El enfoque hacia la solución de problemas ambientales incrementa la motivación del estudiante, aprecian las complejidades de los problemas reales y se incentiva el trabajo en equipo.

Educación ambiental es “enseñar a pensar diferente, por lo que nuestro trabajo debe ser radicalmente cognitivo a todos los niveles, considerando que esta Educación ambiental debe moverse entre la cognición y el compromiso político”. (Colom, A) “La complejidad ambiental no se limita a la comprensión de la evolución hacia un mundo tecnificado y economizado, va más allá para situarse como política del conocimiento, en un proyecto de reconstrucción social desde el reconocimiento de la diversidad y el encuentro con los demás. (Leff Zimmerman)

## 2.1 Las actividades dentro y fuera del aula

El contenido teórico debe articularse con su posible aplicación, enfatizando no solo conocimientos y técnicas, sino también una aplicación práctica en entornos concretos, estableciéndose así la relación entre conocimiento teórico y conocimiento aplicado. En todas las sesiones de clase los alumnos trabajan en grupos integrados por cuatro personas, las actividades se diseñan con anticipación, de forma que algunas sirven como base para identificar los temas de aprendizaje; detonantes para que los alumnos cubran los objetivos, orientadoras o dirigidas para poder aplicarlas en la solución del problema planteado, evaluativas, etc. Todas las actividades tienen en común que constan de una parte introductoria al tema, teórica, donde deben leer los conceptos involucrados que usarán de diferente forma durante el desarrollo de la actividad.

El diseño de las actividades de aprendizaje se orienta de forma que los alumnos deban compartir información, a la vez que se relacionan con su entorno. Tal como Pozo afirma “Dado que nadie puede ofrecernos ya un conocimiento verdadero socialmente relevante, que debamos repetir ciegamente como aprendices, tendremos que aprender a construir nuestras propias verdades relativas que nos permitan tomar parte activa en la vida social o cultural” (Pozo, J.I)

Se realizan una serie de acciones en cada sesión de enseñanza-aprendizaje:

- Con la actividad impresa, se inicia la sesión con comentarios pertinentes al nuevo tema y se indaga sobre sus vivencias en relación a ello, de forma de ir guiando hacia lo que será la actividad, por lo general haciendo preguntas sobre algún hecho concreto que conocen empíricamente. Este intercambio de opiniones sirve para interesarlos en el tema. Se les informa el tiempo del que disponen para realizar la actividad e inician su desarrollo.
- Mientras los alumnos trabajan, el profesor y los tutores se mantienen en movimiento entre los grupos, observando el progreso, monitoreando el proceso de comprensión, atento a los comentarios, conversaciones y preguntas de los alumnos, proponiendo nuevas interrogantes, asegurándose que no se pierda el rumbo al objetivo trazado, mostrando gran confianza en el quehacer del alumno, aceptando o reconociendo sus propios

errores. Al hacer las intervenciones deberá cuidar que estas ayuden al alumno a razonar por sí mismo. La técnica de la pregunta y el procesamiento de la respuesta son utilizadas en este caso como estrategias de enseñanza. Se van generando los conocimientos a través de la actividad guiada y la comunicación permanente.

- Terminada la actividad (la mayor parte de ellas es evaluada) se escoge al azar o en forma voluntaria algún grupo o integrante del mismo para expresar las dudas que puedan haber quedado y si hay tiempo se termina con un resumen rápido de lo aprendido. Si el tiempo no alcanza queda pendiente para el momento de inicio de la siguiente sesión.

A continuación se explica porqué trabajar de esa manera es hacerlo por competencias y cuales se trabajan.

## 2.2 Trabajando en competencias

El marco de referencia europeo para las competencias claves que los jóvenes, en este caso, deberán adquirir define ocho competencias para la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes; a saber:

- *Comunicación en la lengua materna:* trabajar en grupos y con actividades dirigidas que deben resolver, exige una interacción permanente, el alumno está obligado a expresar en forma oral y escrita sus interpretaciones, interactúa en un contexto social - cultural con sus pares y tutores. El mayor problema en este aspecto consiste en la resistencia a expresarse y la dificultad para exponer y defender sus opiniones.
- *Competencia en ciencias básicas y matemáticas:* las actividades incluyen problemas donde emplean un razonamiento lógico-matemático, además de que deben aplicar los conocimientos específicos del curso, que van adquiriendo para explicar procesos cotidianos y su propia responsabilidad en ellos. Este es uno de los aspectos que presenta más dificultad, no al momento de hallar respuestas matemáticas, desarrollando algoritmos, sino más bien en su interpretación e importancia para los alumnos y su entorno.
- *Competencia social y cívica:* Los problemas ABP representan la mejor manera de acercarse a la competencia social, el tiempo dedicado a su solución representa un tiempo en que deben comprender sus propios códigos de conducta y los de sus compañeros para asegurar justicia e igualdad. El reparto inicial de responsabilidades es la base de la interdependencia; que según avanza el semestre se va convirtiendo en democracia, la misma que podrán extender a su participación ciudadana.

Por lo general las primeras etapas de los proyectos conllevan persistentes actuaciones individualistas, insisten en muchos casos en dividir el trabajo, lo cual es correcto si no fuera porque olvidan que cada parte es relevante para la interpretación global del problema. En promedio recién en una tercera etapa adquieren conciencia de la necesidad de ir construyendo juntos, lamentablemente alrededor de un 20% no lo consiguen.

- *Aprender a aprender:* en el diseño de actividades y problema ABP se considera estimular actitudes que les permitan involucrarse activamente en su aprendizaje, este aspecto es fundamental ya que enseña a los alumnos estrategias que les serán útiles para futuros aprendizajes "Los estudiantes que conocen como mejorar sus métodos de aprendizaje estarán más dispuestos y motivados a usar esas estrategias durante y después de nuestro curso" (Tapia, J.A). Ello significa desarrollar la capacidad de organizar el propio aprendizaje en forma consciente, aprovechando cada oportunidad.

Conseguir que el estudiante se de cuenta de cómo puede ir enlazando aquello que conoce con lo nuevo; es una tarea ardua, es procurar a partir de acontecimientos muy conocidos por él, ir analizando los aspectos que se relacionan con lo que está aprendiendo de una manera diferente. No es ir respondiendo preguntas, sino más bien estimular que sean ellos quienes pregunten según sus propios esquemas. Este proceso es posible, pero demanda gran cantidad de tiempo en actividades previas, lo que resulta muchas veces en la imposibilidad de cubrir todos los conceptos previstos en los syllabus. Un alumno involucrado en el desarrollo de esta metodología, permite trabajar, a partir de los conocimientos, actitudes y valores desde una perspectiva ética. Finalmente se debe decidir sobre si respetar los temas que deberán tratarse en un curso (en muchos casos necesarios para otro posterior) o trabajar en ayudarlos a aprender a aprender. A veces la decisión se puede tomar en base a conversaciones con los profesores que llevarán los cursos posteriores.

- *Competencia en las tecnologías de la información:* el dominio de las tecnologías de información y comunicación digitales; particularmente en nuestra universidad, esta bastante extendida, lo que sí es un

problema latente es su uso crítico y constructivo. La dificultad no estriba en saber usarlas, sino más bien en la discriminación, fines, validez y relevancia de la información buscada.

- *Iniciativa y espíritu empresarial:* las actividades representan casos muy concretos de aprendizaje, donde se hacen conscientes del papel que podrían desempeñar en su futuro profesional. A través de los problemas ABP se asumen papeles donde pueden transformar sus ideas y valores éticos en acciones, al aplicar los conocimientos específicos en actividades industriales, empresariales, comerciales o sociales. Tener iniciativa consiste en “querer hacer” y nuestro reto como docentes es procurar que “quieran hacer y que lo hagan bien”. Es notorio como en muchos casos los alumnos van cambiando sus comportamientos visibles, asumiendo posturas acordes con la adquisición de estas competencias.
- *Conciencia y expresión cultural:* los problemas ABP incluyen aspectos donde los estudiantes pueden emplear dramatizaciones y trabajos manuales para expresar opiniones y emociones. Al menos en una oportunidad durante el semestre asumirán algún rol, ya sea para un debate, una representación, una publicidad, etc. Esta expresión cultural es una experiencia que los estudiantes disfrutan especialmente, ya que permite el desarrollo de su creatividad.
- *Comunicación en lengua extranjera:* ocasionalmente y más bien por decisión del propio estudiante se incentiva el uso de información en lengua extranjera. Esta es una competencia que no se trabaja en el curso.

### 3 Conclusiones

Trabajar en competencias en los cursos, significa que es indispensable evaluar en forma constante para saber si los aprendizajes logrados son o no relevantes, útiles y valiosos para el desempeño futuro, ya sea individual o colectivo. Un estudio cualitativo mostrado en el congreso PBL 2010 muestra cómo los estudiantes valoran *cómo* aprendieron el curso, así como los conocimientos complementarios inherentes al buen uso de metodología activa e implementación de ABP.

Puesto que ningún instrumento abarca todos los aspectos, se hace necesario seleccionar aquellos complementarios. Todo es susceptible de ser evaluado: actitud en clase y fuera de ella, presentación de informes, tareas, actividades, trabajos en grupo, parte experimental, representaciones, etc. Puesto que durante todo el semestre trabajan en equipo, la observación es fundamental para una evaluación eficaz y coherente. Luego, el papel del evaluador es reafirmar logros y proponer medidas de apoyo, ajuste o reorientación de los procesos de aprendizaje y no solo limitarse a decir quien esta cerca o lejos de la meta y porque razones lo está.

En cuanto a la evaluación a pesar de que es sumativa, también es formativa, ya que se promueve la participación activa del estudiante, por tanto, el proceso es permanentemente evaluado de forma individualizada. La evaluación es continua, permanente y participativa, puesto que involucra a todos los actores del proceso (estudiantes y profesores). Solo de ese modo, permite identificar donde se presentan dificultades, ya sea en su construcción, administración o interpretación, para poder hacer las correcciones necesarias y tomar las decisiones pertinentes.

El contacto personal con los estudiantes es permanente, por lo que la técnica de observación es inherente a la metodología de trabajo. Para formar profesionales competentes hay que hacer actividades que las desarrollen, que generen aprendizajes de calidad. Evaluación no es sinónimo de “medición”, más bien sirve para aplicar correctivos a tiempo y potenciar resultados positivos. Al analizar las actuales condiciones de evaluación en muchas instituciones educativas, vemos que se ha convertido en motivo de tensión y estrés, tanto para alumnos como para profesores y muchas veces se olvida valorar aspectos realmente importantes como el placer de aprender, la relación profesor alumno o el gusto de la colaboración.

“En última instancia – y se trata de un problema común en la educación peruana en todos sus niveles - da la impresión de que el acento en la evaluación es más un elemento adicional de mercadeo para las instituciones educativas, antes que una necesidad del proceso de desarrollo personal” (Lerner, R). No se trata por tanto de exceso de pedagogismo y descuido en la parte de conocimientos, por lo que las técnicas que serán seleccionadas para evaluar los aprendizajes juegan un papel importante.

Con todo ello hemos realizado un breve esbozo de la implementación del aprendizaje por competencias en los cursos de Química General y algunas de sus repercusiones, destacando el primordial rol que ejerce el docente y el compromiso que adquiere al abordar este tipo de aprendizaje.

## Referencias

- Declaración conjunta de los ministros europeos de enseñanza. Bolonia, 19 de junio de 1999. Disponible en <http://eees.umh.es/contenidos/Documentos/DeclaracionBolonia.pdf>
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Resolución del Consejo de 27 de junio de 2002 sobre la educación.
- Colom, A. (2003). ¿Es suficiente la Educación Ambiental? Ihitza, 2003.
- Morales, P. (2003) Metodologías activas en la enseñanza de Química General. Revista de Química. PUCP. Diciembre.
- Izquierdo, M. Aportaciones de un modelo cognitivo de la ciencia en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias. Numero extra. Diciembre.
- Leff Zimmerman, E.L. (2000). Globalización y complejidad ambiental. En nuevas propuestas para la acción. Santiago. Conselleria Medio ambiente 2000.
- Lerner, R. (2005). El Educador. La revista de Educación. Grupo Editorial Norma. Año 1 N° 2. Octubre.
- Pozo, J.I. (1996). Aprendices y maestros. Madrid. Alianza. 1996.
- Tapia, J.A. Montero, I. (1990). Motivación y aprendizaje escolar. Paidós. Barcelona.
- Cañas, M. (2010). Alcances en el tiempo de una experiencia ABP en Química General con la primera promoción de Ingeniería Industrial y de Sistemas. PBL 2010. International Conference. Sao Paulo, Brazil.



# Desarrollo de Competencias para el Trabajo en Equipo a través del Diseño de Prácticas Universitarias con Carácter Multidisciplinar

Ignacio Javier Navarro Soria<sup>\*</sup>, María Luisa Pertegal Felices<sup>\*</sup>, Antonio Manuel Jimeno Morenilla<sup>†</sup>, David Gil Méndez<sup>†</sup>

<sup>\*</sup> Departamento de Psicología Evolutiva y Didáctica, Facultad de Educación, Universidad de Alicante, 03690 Sant Vicent del Raspeig, España

<sup>†</sup> Departamento de Tecnología Informática y Computación, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alicante, 03690 Sant Vicent del Raspeig, España

Email: [ignasi.navarro@ua.es](mailto:ignasi.navarro@ua.es), [mlpf@alu.ua.es](mailto:mlpf@alu.ua.es), [jimeno@dtic.ua.es](mailto:jimeno@dtic.ua.es), [dgil@dtic.ua.es](mailto:dgil@dtic.ua.es)

## 1 Introducción

Diferentes estudios universitarios, se caracterizan por formar a un alumnado que desarrollará actividades laborales, en contextos que exigen continua colaboración con profesionales de diversos ámbitos. A pesar de ello, la formación que se imparte en estas disciplinas, en ocasiones puede carecer de ese carácter multidisciplinar que en su entorno laboral se demanda.

El campus universitario, donde conviven diversidad de estudios, puede constituir una excelente base para llevar a cabo una formación, en aquellas competencias que se prescriben como necesarias para un adecuado trabajo en equipo. Este proyecto presenta un ejemplo de ello, donde los estudios de informática y psicopedagogía encuentran un eje común de trabajo a través de prácticas de campo y laboratorio. En concreto, el trabajo permitirá a alumnos de informática, a partir de resultados de investigación del estudio de los procesos de diagnóstico obtenidos por estudiantes de psicopedagogía, desarrollar un sistema de apoyo al diagnóstico, basado en técnicas de inteligencia artificial, pudiendo esta herramienta con posterioridad, ser utilizada por distintos profesionales que intervengan en ámbitos educativos y clínicos.

Los objetivos que persigue esta actividad práctica interdisciplinar, son el desarrollo en el alumnado de competencias profesionales para el trabajo en equipo y el diseño de un instrumento de apoyo al prediagnóstico de trastornos generalizados del desarrollo (TGD).

Tanto alumnos de informática como de psicopedagogía, deberán coordinarse haciendo uso de estrategias de trabajo y herramientas de comunicación presenciales y virtuales, incorporando al proyecto común conocimientos técnicos específicos de sus disciplinas. De esa sinergia se pretende que surjan estrategias de trabajo en equipo, más cercanas al mundo laboral que al universitario.

### 1.1 Motivación

Las nuevas competencias que las empresas y organismos exigen a los profesionales están relacionadas con el manejo de conocimientos técnicos pero, además, se precisan nuevos conocimientos, competencias sociales y emocionales, capacidades estratégicas, organizativas, de planificación, etc. De entre estas competencias de carácter genérico, una de las más valoradas es el trabajo en equipo.

La búsqueda del máximo rendimiento de los trabajadores en el ámbito laboral, ha llevado a investigar las habilidades que poseen los empleados más exitosos. En el análisis de estas capacidades diversos autores (Bar-On, Cherniss, 2000; Mayer, 1997) han llegado a la conclusión de que la inteligencia no sólo general, también la socioemocional y los factores de personalidad forman parte del complejo entramado de competencias que requieren las personas para desarrollar con éxito su labor profesional. La relación entre las competencias interpersonales y el rendimiento ha sido avalada por numerosas investigaciones, entre las que destaca el trabajo de Koman y Wolff (2008).

Algunos estudios destacan que la capacidad de adaptación de una persona al medio podría estar determinada por el dominio de las relaciones interpersonales y su capacidad de trabajo con profesionales de distintos ámbitos (Mayer, 1997; Koman, 2008; Boyatzis, 2008). Una buena adaptación podría ser motivo de éxito laboral. Por otra parte, una mala adaptación podría tener consecuencias laborales negativas, tal es el caso del conocido síndrome de estar quemado o burnout, en donde un buen control del estrés o de otras variables emocionales evitan o reducen los estados de estrés o depresión en el trabajo.

En el ámbito educativo, la declaración de Bolonia destaca la importancia de la educación en términos de adquisición, por parte del estudiante, de capacidades, habilidades, competencias y valores, adoptando una nueva

metodología orientada al aprendizaje de competencias, entre ellas las relaciones interpersonales; y el Proyecto Tuning Educational Structures in Europe (González, 2003) desarrolla perfiles profesionales, resultados del aprendizaje y competencias deseables en términos de competencias genéricas y relativas a cada área de estudios. Algunas de estas competencias están referidas a destrezas sociales relacionadas con las habilidades interpersonales como la capacidad de trabajar en equipo.

En el ámbito profesional, se desarrolló el Career Space Project (2001), con el respaldo de la Comisión Europea. Este proyecto fue creado por el consorcio Career Space formado por once grandes compañías de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC); además de la Asociación Europea de Industrias de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (EICTA). El Career Space Project proporciona una serie de directrices y recomendaciones como base para la elaboración de programas curriculares, analizando 100 programas de estudios de las TIC de nueve países Europeos. El Career Space Project especifica que “los graduados en TIC precisan aprender a trabajar en equipo y adquirir buenas capacidades personales, como capacidad para la resolución de problemas, conciencia de la necesidad de la formación permanente, agudeza para comprender plenamente las necesidades de los clientes y de sus compañeros de proyecto, y conciencia de las diferencias culturales cuando actúen en un contexto mundial.”

Pertegal, Castejón y Jimeno (2010) ponen de manifiesto que los informáticos presentan menos competencias interpersonales, de entre las que se haya el trabajo en equipo, que lo que sería deseable según las opiniones de expertos y profesionales para desarrollar con éxito su labor profesional.

El propósito de esta investigación es la de promover el desarrollo de las destrezas interpersonales y más concretamente el trabajo en equipos multidisciplinares. Para ello, se propone el diseño de prácticas interdisciplinares. La actuación curricular se llevará a cabo en una asignatura troncal y otra obligatoria de los estudios de Ingeniería Técnica Informática y Psicopedagogía respectivamente.

## 2 Método

En las primeras sesiones prácticas se crean equipos de trabajo colaborativo formados por 5 alumnos, siendo este un número de componentes adecuado para una labor que exige un alto nivel de coordinación y participación de todos sus miembros. Dentro de los grupos de trabajo se asignan cargos y a estos se asignan unas funciones que su cumplimiento exige demostrar una serie de competencias asociadas al trabajo en equipo. Desde la guía de prácticas se proponen una serie de cargos y funciones asociadas, pero se deja abierta la posibilidad de que el alumnado plantee nuevos cargos y les asocie nuevas funciones que consideren necesarias para un buen desarrollo de su trabajo en grupo. Los cargos que en su inicio se proponen y sus respectivas funciones son:

- Coordinador de Equipo
  - Coordinar la actividad conjunta de los miembros del equipo de trabajo
  - Temporalizar la actividad
  - Colaborar con los investigadores
- Secretario
  - Representar al grupo ante equipos de trabajo o docentes
  - Actividad administrativa y desarrollo de documentación de equipo
  - Colaborar con los investigadores
- Investigador de campo (Se recomienda 2 investigadores de campo por equipo)
  - Coordinar la búsqueda y síntesis de información en el campo de trabajo
- Investigador documentalista
  - Coordinar la búsqueda y síntesis de información documental

El fin de estas actividades es desarrollar en los alumnos competencias que faciliten el trabajo en equipos multidisciplinares, para lo que el trabajo en grupo se convierte en el eje vertebrador de todas las prácticas que forman parte de la guía de prácticas de ambas asignaturas. Con la intención de conseguir este objetivo diseñamos una serie de actividades que exigen la colaboración continua entre alumnos de distintas disciplinas. El proyecto que planteamos parte de un proceso de investigación y el diseño de un instrumento que facilite el pre diagnóstico de trastornos que presentan gran complejidad. En concreto, proponemos el estudio del diagnóstico del Trastorno Generalizado del Desarrollo, ya que, exige una adecuada comunicación y un efectivo seguimiento entre diversos profesionales, para realizar un diagnóstico correcto y aplicar un modelo de intervención que facilite la consecución de objetivos de aprendizaje por el niño objeto de trabajo.

## 2.1 Implementación de las prácticas

La guía de prácticas multidisciplinares se diseña para que complemente el conjunto de actividades prácticas que se desarrollan durante las asignaturas Arquitectura de Computadores y Modelos de Orientación e Intervención Psicopedagógica y se compone de las siguientes 4 fases de desarrollo:

- Proceso de búsqueda de información y desarrollo de la investigación.

Esta primera actividad, se centra en el estudio y análisis de los modelos de intervención psicopedagógicos en el complejo proceso de diagnóstico del trastorno generalizado del desarrollo. Finalizado el proceso, los equipos de trabajo realizarán un análisis de las dificultades de comunicación, que pueden darse entre los responsables de los distintos contextos donde se observa el desarrollo del alumno y diseñarán cuestionarios de recogida de información específicos para cada contexto.

- Presentación de resultados del proceso de investigación.

Los resultados obtenidos durante la investigación en los distintos contextos de trabajo serán puestos en común entre los equipos multidisciplinares de informáticos y psicopedagogos. Se desarrolla un plan de acción que tendrá por objetivo el diseño de la plataforma residente del software, que propone mejorar la comunicación y coordinación entre los distintos profesionales y familiares que intervienen con el alumno objeto de estudio.

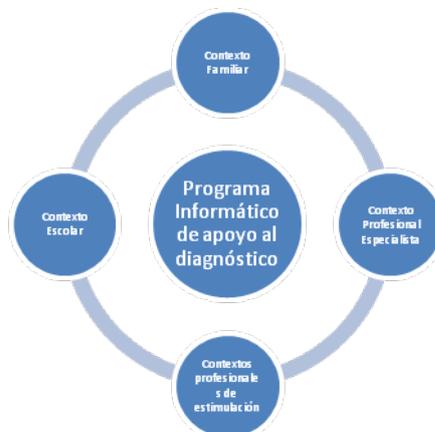


Figura 1: Contextos de intervención

- Desarrollo del instrumento de pre-diagnóstico.

En esta fase los ingenieros informáticos llevarán gran parte del peso que suponga el trabajo, pero siempre en coordinación continua con los equipos de psicopedagogos para que el desarrollo del proyecto responda a las necesidades del contexto de aplicación así como para la obtención y creación de una base de datos que permita probar la herramienta informática. En concreto, los ingenieros informáticos implementarán aplicaciones informáticas de última generación para la elaboración de sistemas de ayuda al diagnóstico y con técnicas de inteligencia artificial y en particular redes neuronales artificiales. Con la información recogida en la base de datos se creará una red neuronal artificial que aprenderá a partir de esos datos obtenidos para poder proporcionar un pre-diagnóstico de los nuevos casos, es decir un sistema de ayuda al diagnóstico bioinspirado.

- Evaluación y prueba del recurso.

La última fase de desarrollo del instrumento de pre-diagnóstico será la puesta en práctica mediante una simulación, en la que distintos equipos ocuparan el rol de familiares, maestros y especialistas detectando los posibles déficits en la comunicación y transmisión de información.

## 2.2 Instrumentos de evaluación

Este modelo plantea una evaluación orientada al aprendizaje estratégico, es decir, una evaluación compartida con el alumnado que estimule el desarrollo de unas competencias genéricas que sustentan la capacidad de innovar y de adaptarse de forma rápida y eficaz a los cambios mediante la utilización y actualización constante de las competencias requeridas en la vida profesional. Para ello nos apoyamos en estrategias didácticas de evaluación como son la autoevaluación discente, la evaluación entre iguales y la evaluación dialogada, piezas clave de una evaluación democrática y auténtica en el sentido literal de la evaluación formativa.

La autoevaluación discente se realiza entre los miembros del equipo orientados por rúbricas diseñadas por el profesor y consensuadas con los alumnos. Como cierre de cada actividad, el equipo de trabajo describe los indicios que en su práctica demuestran el dominio de las distintas competencias evaluadas y en qué grado se ha dado la consecución. Parte de esta autoevaluación consiste en que los alumnos evalúen la participación, de manera individual, de compañeros de equipo. Al mismo tiempo, otro equipo de trabajo escogido aleatoriamente valora, a partir de la presentación pública de los resultados, la actuación del grupo y la defensa de su trabajo. Para finalizar, se realiza una evaluación dialogada en aquellos casos que exista una discrepancia significativa entre las calificaciones propuestas por profesor y alumnos. Este método de evaluación se apoya en un proceso de tutorización de las actividades que seguirá el esquema descrito gráficamente a continuación.



Figura 2: Proceso de evaluación

Por otra parte, al finalizar la asignatura, a partir de la competencia adquirida en evaluación durante el desarrollo de la misma, los alumnos consensuarán una rúbrica para valorar la metodología aplicada, aportando indicadores de posibles desajustes y orientaciones para la mejora.

### 3 Conclusión

Este tipo de actividades prácticas se aproximan a los planteamientos didácticos que subyacen al EEES, que demanda un mayor protagonismo del estudiante en su formación, que se fomente el trabajo colaborativo, organizar la enseñanza en función de las competencias que se deban adquirir para el desarrollo profesional y la potenciación de herramientas de aprendizaje autónomo y permanente.

### Referencias

- Boyatzis, R.E. (2008). Competencies in the 21st century. *Journal of Management Development*, 27 (1), 5-12.
- R. Bar-On y J.D.A. Parker (Eds.), (2000). *Handbook of Emotional Intelligence*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Career Space. (2001). Curriculum development guidelines. *New IC-curricula for the 21st century: designing tomorrow's education*. Luxembourg: CEDEFOP. [On line] Disponible en: <http://www.career-space.com>
- Cherniss, C. (2000). *Emotional Intelligence: What it is and Why it Matters*. Rutgers University. Annual Meeting of the Society for Industrial and Organizational Psychology, New Orleans, LA.
- González, J. y Wagenaar, R. (Eds.) (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Final Report. Phase One*. Bilbao (España): University of Deusto and University of Groningen.
- Koman, E.S. y Wolff, S.B. (2008). Emotional intelligence competencies in the team and team leader: A multi-level examination of the impact of emotional intelligence on team performance. *Journal of Management Development*, 27 (1), 55-75.
- Mayer, J.D. y Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence? En P. Salovey & D. Sluyter (Eds.), *Emotional development and emotional intelligence: educational applications* (pp. 3-31). New York: Basic Books.
- Pertegal, M.L., Castejón J.L., Jimeno, A. (2010). Personal and emotional skill profiles in the professional development of the computer engineer. *International Journal of Engineering Education*, 26 (1), 218-226.

# Evaluación de una Renovación Metodológica bajo ABP; en Función del Pensamiento Crítico, Estrategias de Aprendizaje y Rendimiento Académico

Iván R. Sánchez Soto

Departamento de Física, Facultad de Ciencias I Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile

Email: [isanchez@ubiobio.cl](mailto:isanchez@ubiobio.cl)

## 1 Introducción

El presente trabajo tiene por finalidad compartir las implicancias didácticas de una propuesta de renovación metodológica activa, basada en resolución de problemas y sus efectos en el rendimiento académico, pensamiento crítico y estrategias de aprendizaje. El punto de partida es la presentación de un problema integrador de contenido, el cual representa un desafío a resolver a lo largo del semestre. Asimismo, sirve de hilo conductor para desarrollar y abordar el programa de la asignatura. A partir de este problema se desprenden una serie jerárquica de problemas más acotados y entramados entre sí, que se plantean a lo largo del semestre y consideran actividades de aprendizaje y evaluación para resolver en clase, con la finalidad de compartir significado y favorecer la construcción del conocimiento.

Actualmente, profesorado y estudiantes de la universidad están insertos en transformaciones del sistema educativo que se encuentra centrado en la enseñanza y evoluciona hacia uno centralizado en la construcción del conocimiento, como medio para alcanzar el aprendizaje significativo. Según Sánchez et al. (2008) este proceso es interactivo y se sustenta en los siguientes principios: a) Mayor implicancia y autonomía del estudiante; b) Utilización de metodologías más activas que lleven a trabajar en equipo, y c) el docente debe ser un agente creador de escenarios de aprendizaje que estimulen a los alumnos. Por otra parte, en el aula no se enseña a resolver problemas, es decir, a enfrentarse a situaciones desconocidas ante las cuales el alumno se siente inicialmente perdido, sino que *los profesores explican soluciones* que son perfectamente conocidas y que, por supuesto, no nos generan ningún tipo de dudas ni exigen tentativas. Al resolver estos problemas, el profesor pretende que el estudiante vea con claridad el camino que debe seguir para resolverlo. Por consiguiente, los estudiantes pueden aprender dicha solución y repetirla ante situaciones prácticamente idénticas, pero no aprenden a abordar un verdadero problema y cualquier pequeño cambio les supone dificultades insuperables, provocando manipulaciones no significativas de datos, fórmulas e incógnitas, que a menudo, lo llevan al abandono del problema y de la asignatura.

En respuesta a estas exigencias y razones se cree necesario elaborar una propuesta cuya finalidad es: innovar, desarrollar e investigar en el proceso de enseñar y aprender, a través de problemas: uno integrador y contextualizado con una secuencia de problemas más acotados, realista y de la especialidad. Cuando este enfoque se complementa con una organización cooperativa del trabajo en el aula, los problemas pueden hacerse más complejos y la búsqueda de información puede prolongarse durante más tiempo, a veces varios días o incluso una semana. Es evidente que en la formulación anterior gran parte de la responsabilidad del aprendizaje recae en el propio alumno. A través de esta forma de trabajar en las clases se pretende mejorar la adquisición de conocimientos y desarrollar en los alumnos estrategias de aprendizaje, el pensamiento crítico y un mejor rendimiento académico.

El trabajo de investigación: "Aprendizaje Significativo a través de la Resolución de Problemas integradores y contextualizados (ASARPIC)", presenta un paradigma alternativo al tradicional. Un modelo educativo que permite a los estudiantes: captar conceptos y aplicarlos a nuevas situaciones, a conseguir información de diversas fuentes y recursos, jugar un rol activo en el proceso de buscar alternativas, investigar, proponer soluciones y analizar situaciones de manera colaborativa, sirviéndose de las ventajas que le ofrecen las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación.

## 2 Antecedentes teóricos y Metodología de aula.

En el ASARPIC se trabaja con las clases en pequeños grupos de 4 alumnos de forma colaborativa, que investigan los conceptos y contenidos desconocidos, para después resolver las actividades de aprendizaje (A.A) que pueden ser

abiertas o cerradas y que están programadas para trabajar cada contenido en profundidad, y suponer que todos los alumnos aprenden en la asignatura.

La finalidad es favorecer el aprendizaje significativo de conceptos, procedimientos y actitudes propias de la Física, en concordancia con las nuevas tendencias de la didáctica de las ciencias. Según Sánchez, et al. (2009), existe aprendizaje significativo cuando se relaciona intencionadamente material, que es potencialmente significativo, con las ideas establecidas y pertinentes de la estructura cognitiva. De esta manera, se pueden emplear con eficacia los conocimientos previos en la adquisición de nuevos conocimientos que, a su vez, promueven nuevos aprendizajes. El aprendizaje significativo sería el resultado de la interacción “no arbitraria y no literal” entre los conocimientos del que aprende y la nueva información que se va a aprender.

Es preciso destacar, en nuestra propuesta ASARPIC de trabajo, no se concibe a los alumnos y alumnas como investigadores autónomos trabajando en la frontera del conocimiento (ni tampoco como simples receptores), pues esto presenta graves limitaciones y no es útil para organizar el trabajo de los alumnos. Una mejor comprensión y adquisición de conocimiento, por ende de aprendizaje, se logra al concebir a los estudiantes con un rol de *investigadores*, ordenados en equipos cooperativos, que abordan problemas de interés, interactuando con los otros equipos y con el resto de la comunidad científica, representada por el profesor y los libros.

En el ASARPIC, la responsabilidad del aprendizaje se “traspasa” y corresponde al estudiante, que es el encargado de captar significados. El docente tiene la función de crear entornos de aprendizaje donde se fomente la participación activa de los estudiantes, y así promover el control de su propio aprendizaje, creando instancias de interacciones múltiples, a través de la triada profesor, material educativo y alumno, con el objetivo de compartir significado en clase, fomentando la naturaleza social del aprendizaje (Sánchez et al., 2009).

Por otra parte, la enseñanza de la Física tiene la particularidad de requerir el empleo de las operaciones mentales de mayor complejidad. Es decir, la apropiación de los conocimientos debe evidenciarse mediante procedimientos tales como la R.P. (Sánchez, y Flores 2004). Algunos autores conciben la R.P. como un proceso que transmite procedimientos de la investigación científica. El éxito de la resolución de problemas depende de distintas variables que afectan al problema en sí: al estudiante, al profesor y al contexto de la resolución. Estas técnicas con sus limitaciones, constituyen una aproximación al trabajo científico, promoviendo la relación de conceptos, aplicaciones prácticas y la transferencia de los conocimientos a lo cotidiano.

El curso se inicia con la presentación del problema y su abordaje lo que implica identificar las ideas previas y los contenidos a investigar para asignar entre los alumnos del grupo. Que deben trabajar de modo colaborativo, compartiendo significado. Además se debe tener presente la resolución de actividades de aprendizaje de exploración de ideas previas, introducción de variables, síntesis y transferencia que favorezcan la apropiación de los contenidos, y el resolver el problema integrador. Por otra parte, esta manera de abordar la clase permite mostrar la jerarquía de los contenidos y, eliminar su fragmentación a través de la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.

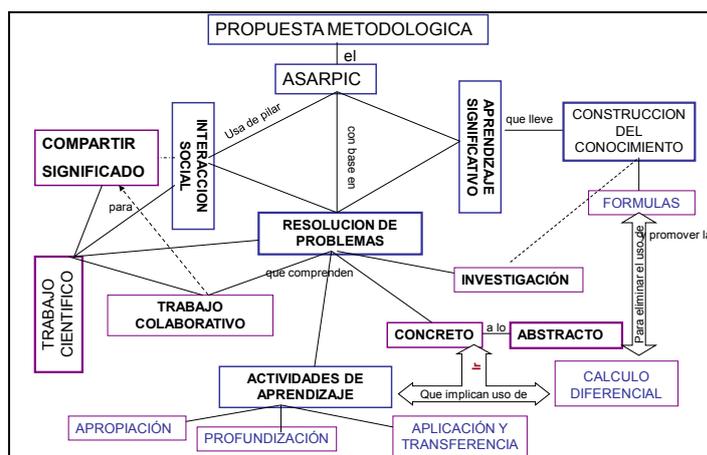


Figura 1: Mapa conceptual que ilustra la propuesta de innovación metodológica de aula aplicada con base en problemas a resolver en el aula (Sanchez, 2007).

En el mapa conceptual de la Figura 1, se presenta la propuesta metodológica para trabajar en el aula, con su correspondiente fundamento teórico. La propuesta es realizada preferentemente en resolución de problemas, como medios para facilitar la adquisición del aprendizaje significativo propuesto por Ausubel y la interacción Social

de Vigotky, donde se incluye las características del trabajo científico y trabajo colaborativo necesarias para compartir significado. Por otra parte, se consideran actividades de aprendizaje de: apropiación, profundización y aplicación o transferencia de contenido, desde la exploración de ideas previas a la transferencia de contenido.

Para Sánchez et al. (2008), el aprendizaje significativo basado en problemas, presenta la ventaja de incluir el desarrollo del pensamiento crítico en el mismo proceso de enseñar y aprender, no lo incorpora como algo adicional sino que es parte del mismo proceso de interacción social generado para aprender. Busca que el alumno comprenda y profundice adecuadamente en la respuesta a los problemas que se usan para aprender abordando aspectos de orden filosófico, sociológico, psicológico, histórico, práctico, etc. con un enfoque integral. La estructura y el proceso de solución de un problema están siempre abiertos, lo cual motiva a un aprendizaje consciente y al trabajo de grupos sistemáticos en una experiencia colaborativa.

A partir de la implementación de la propuesta se busca desarrollar un proceso educativo más activo y participativo centrado en el aprendizaje, donde el alumno asuma la responsabilidad de aprender y el profesor asuma el rol de crear entornos de aprendizaje colaborativos para la interacción, por otra parte, debe orientar y compartir significado con el alumno. El Mapa conceptual de la Figura 2, muestra la propuesta presentada para abordar los contenidos del curso, a través de un problema abarcador y de actualidad que sirve de eje conductor de la asignatura (abierto y lo más integrador posible), a partir del cual surgen una serie jerárquica de problemas más pequeños y actividades de aprendizaje, que presentan un desafío a resolver por los alumnos que deben trabajar en grupos pequeños de forma colaborativa para su resolución. El siguiente esquema realizado por el autor, muestra en general como se abordan los contenidos a partir de un problema abarcador subdividido en una serie de problemas más específicos, con sus correspondientes actividades de aprendizaje, (Sánchez, 2006).

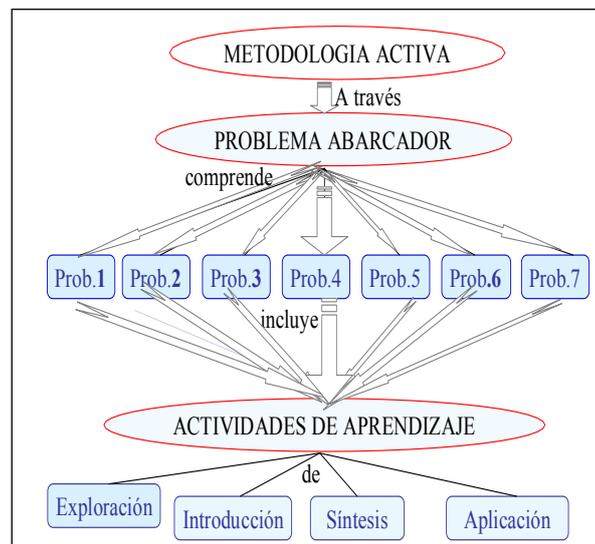


Figura 2: La forma de trabajar en el aula (Sánchez, 2006).

Según Sánchez et al. (2005), el recorrido que toma el proceso de aprendizaje tradicional se invierte al trabajar con aprendizaje basado en problemas. Mientras tradicionalmente se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la solución de ejercicios, en el caso de la propuesta ASARPIC primero se presenta el problema abarcador, se identifican los contenidos, se diseñan y aplican una serie jerárquica de problemas más acotados a resolver, en los cuales se identifican los conocimientos previos y necesidades de aprendizaje, luego se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema.

La dinámica del método en el aula para enseñar y aprender Física de forma activa y participativa, se plasma en el siguiente mapa conceptual mostrado en la Figura 3, donde se promueve el trabajo colaborativo y la interacción social al resolver problemas que por una parte, son contextualizados de una noticia del mundo real (de un periódico, revista, TV. etc.) que en lo posible sea motivadora y facilite la interacción entre las ideas nuevas y los nuevos conocimientos condición necesaria para el aprendizaje significativo, y por otra parte, es el alumno el que resuelve los problemas investigando uno o mas contenidos en grupos y compartiendo significado a través del trabajo colaborativo, lo que promueve la interacción social, el compartir significado y adquirir aprendizaje significativo.

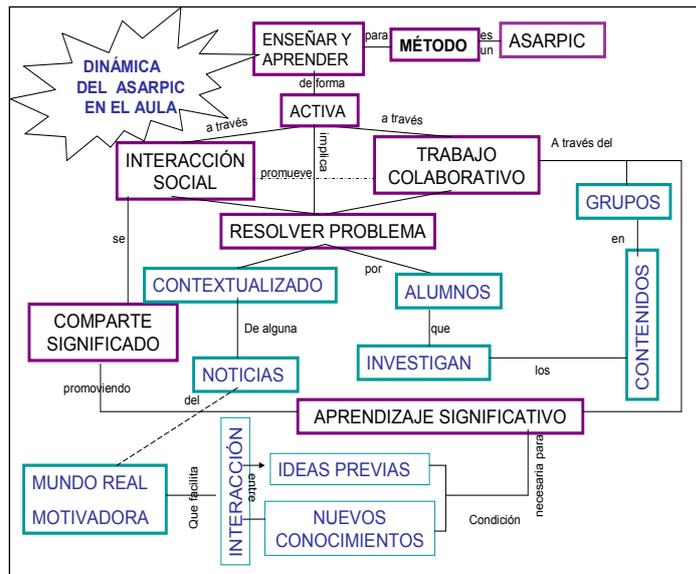


Figura 3. de la dinámica de la propuesta con base en problemas (Sánchez et al., 2005).

El papel del alumno, desde el planteamiento original del problema hasta su solución, es trabajar de manera colaborativa en pequeños grupos, compartiendo significados, investigando de forma individual, para aportar conocimientos, lo que es condición necesaria para un buen funcionamiento del grupo. De esta manera cada cual tiene la oportunidad de construir conocimientos y aportar para alcanzar las metas del grupo. Una vez que la tarea es esclarecida y captada por todos, comienza el trabajo individual que luego se comparte con el grupo y se presentan los conocimientos adquiridos y elaborados que aclaran la pregunta o problema planteado. Esta forma de procesar la información, promueve el desarrollo: de estrategias de aprendizaje profunda y elaborativa, de habilidades cognitivas y de comunicación de información, y por último, la habilidad de observar, reflexionar sobre actitudes y valores que en el método convencional expositivo difícilmente podrían ponerse en acción.

### 3 Metodología y diseño de la investigación

Dos grupos de alumnos de Ingeniería, que cursan la asignaturas de física General, I. reciben una intervención pedagógica de aula distinta en los mismos contenidos simultáneamente y con igual secuencia, el grupo control aborda los contenido de forma tradicional clase expositiva y el grupo experimental bajo resolución de problemas por investigación, ambos grupos se comparan bajo un diseño experimental de investigación ya que cumple supuesto exigidos por él diseño.

Para el grupo experimental N.º1, se diseña y elaboro material escrito para trabajar en el aula, con base en problemas a resolver. Que considera un problema integrador y una secuencia jerárquica de problemas más acotados que son diseñado a partir de una noticia o situación del mundo real, El problema inicial debe ser lo más integrador de contenido posible, a partir del él se reconocen los contenidos a tratar en el curso, y se desprenden nuevos problemas más específicos que son presentados en secuencia para lograr abarcar la mayor cantidad de contenidos del programa del curso.

Tabla 1: Diseño de investigación

Grupo	Asignación	Pretest	Tratamiento	Posttest
Experimental	Azar	T1	X1	T2
Control	Azar	T3	X2	T4

Los Instrumentos de recogida de la información son:

- a) Test de Pensamiento Crítico de Halpern (1998,2005). Este evalúa las diferentes dimensiones del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas, en escenarios realísticos aplicables a un rango amplio de clases social:
  - 1) Habilidad de razonamiento verbal; El lenguaje da forma al pensamiento, se comprender el lenguaje cotidiano.
  - 2) Habilidad de análisis de argumentos, se identifica razones de sustentos, se evalúa la calidad de las proposiciones y razones.
  - 3) Habilidad para pensar probando hipótesis, sujetos actúan como científicos intuitivos.
  - 4) Uso de probabilidad y la incertidumbre, Uso correcto de probabilidades acumulativas, exclusivas y

contingentes para la toma de decisiones 5) Habilidad para la toma de decisiones y resolución de problemas, generación y selección de alternativas frente a situaciones problemáticas múltiples, permite definir el problema, identificar metas, y evaluarlas.

- b) Test de estrategias de aprendizaje R. Schmell (1998), recoge los resultados en cuatro categorías o dimensiones, que permite establecer el nivel de procesamiento de la información, en dos líneas la mecánica de reproducción memorística (superficial y reiterativa) o la del aprendizaje significativo (profunda y elaborativa, sus factores son: 1) Procesamiento elaborativo (PE), se relaciona con realizar mapas, resumen, esquemas con los contenidos, 2) Estudio Metódico (EM), esta relacionado con tiempo designado a la tarea, 3) Procesamiento profundo (PP), se relaciona con la transferencia o aplicación de los contenidos al contexto de la realidad, y 4) Retención de hechos (RH), corresponde al aprendizaje por repetición
- c) Test de Tercer Nivel de Conocimiento Sugrue (contenidos). el cual considera tres niveles en la dimensión estructura de conocimiento en la metodología para enseñar y aprender: primer nivel de conceptos; segundo nivel de principios ; tercer nivel es un enlace de los conceptos y principios a las condiciones y procedimientos para su aplicación.

**Muestra.** Los alumnos del grupo experimental y control son de la Universidad del Bio Bio fueron encuestados 94 estudiantes de los cuales el 17 por ciento fueron mujeres y el 83 por ciento varones , cuya edad promedio fue de 20 años.

## 4 Resultados

- a) Test de Pensamiento Crítico de Halpern (1998,2005).

Los resultados obtenidos al aplicar el pre y pos-test de test de pensamiento crítico se muestran en la representación gráfica de la información de la media entre los grupos en el pre y pos-test. Se muestra en el grafico de caja adjunto. Aquí se analiza los datos con la prueba t de comparaciones medias independientes.

El grafico (figura 4) muestra que el grupo experimental obtiene mejores resultados en ambas mediciones, pero también se observa que independiente de la propuesta metodológica, los alumnos modifican su pensamiento crítico. En general modifican algunos de sus Dimensiones o categorías, que no son las misma en ambos grupos.

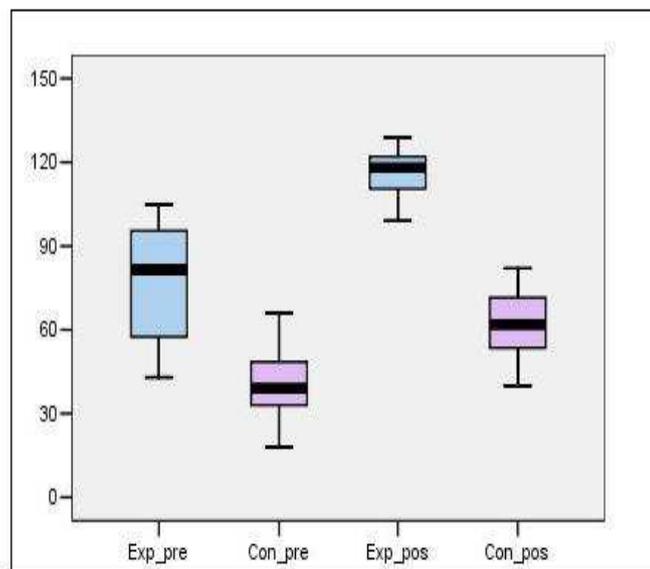


Figura 4: Gráfico de Caja Test Halpern, ambos grupos

Al realizar el análisis estadístico de los datos se encuentra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos según prueba T entre lo pre-test de ambos grupo y tampoco en los Pos-test.. aun que se observa mejora en ambos.

b) Test de tercer nivel de conocimientos Sugrue.

El gráfico de barras (figura 5) muestra los promedios del pretest y posttest para ambos grupos en el rendimiento académico obtenidos por los estudiantes frente al test Sugrue de conocimiento en física general I (mecánica). Del gráfico se deduce que existen diferencias entre los grupos antes y después del tratamiento, en este caso clase bajo las dos propuesta, en primer lugar se puede afirmar que ambas propuesta mejoran el rendimiento académico.

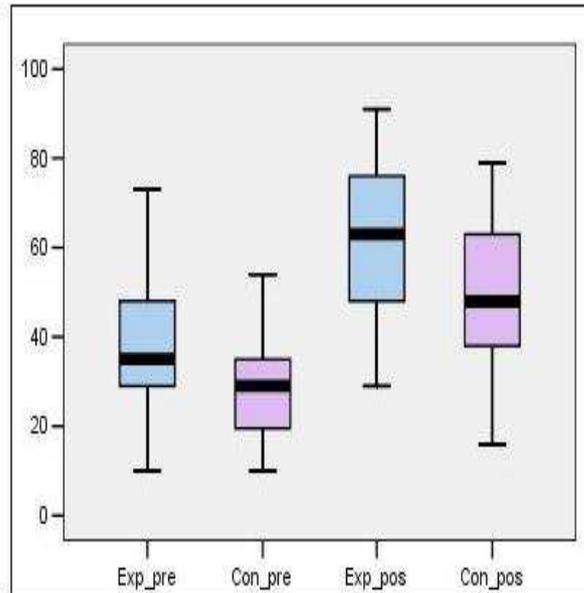


Figura 5

Del análisis estadístico de la información recabada se tiene que en el Pre test se obtiene un estadístico  $t=1.376$ , con un nivel de significado  $P=0,175$ , que establece que no hay diferencias estadísticamente significativas. En cambio en el Post test el estadístico obtenido es  $T=3,687$ , con un nivel de significado  $P=0,001$ , que establece diferencias significativas a favor del grupo experimental.

c) Estrategias de aprendizaje

La representación gráfica de la información de la media entre los grupos en el pre y pos-test del grupo experimental se muestra en el siguiente grafico. Donde los datos son analizado considerando dos categorías que procesamiento superficial y reiterativo de la información (mecánico) y procesamiento profundo y elaborativo (Significativo) Aquí se analiza los datos con la prueba t de comparaciones medias independientes.

Del análisis grafico de la información se puede establecer la influencia de la propuesta metodológica en las estrategias de aprendizaje es positiva y que necesarias para el aprendizaje significativo, esto es, procesamiento profundo y elaborativo de la información alto.

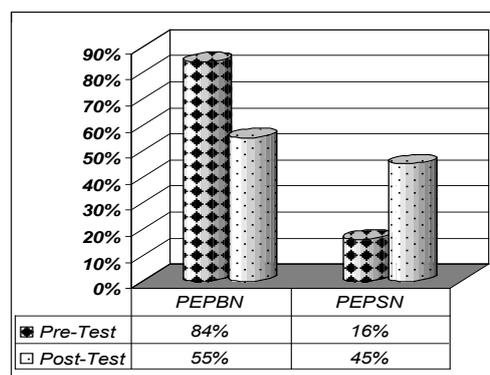


Figura 6

El análisis estadístico de los datos muestras evidencias de un cambio significativo, con un nivel de significado  $P=0,001$ , entre la primera y segunda medición en el grupo experimental, que en condición para el aprendizaje significativo.

## 5 Conclusion

De los resultados obtenidos en relación a las propuestas metodológicas usadas en el aula y el rendimiento de los test aplicados a los grupos en la asignatura de Física se pueden plantear las siguientes aseveraciones de conocimiento.

A partir de los gráficos se puede concluir preliminarmente que los resultados de los test en el grupo experimental son superiores a los del grupo control. También se advierte que las diferencias promedios entre el pretest y postest es mayor en el grupo experimental que en el control. De donde se puede deducir que la propuesta de renovación metodológica usada en el grupo experimental produjo resultados positivos, lo que se corrobora mediante la prueba estadística igualdad de medias basada en el estadígrafo t de Student que mostro cambio significativo en el rendimiento académico.

Las habilidades que conforman la estructura de los test evaluadas en el grupo experimental que recibió el tratamiento, muestra que en general obtienen una media alta en el post-test mucho mayor que las obtenidas por el grupo control que no lo recibió. Lo que significa que las habilidades del grupo experimental tuvieron un cambio significativo al aplicar la innovación metodológica.

En relación al procesamiento de la información se puede afirmar que un % de los estudiantes de Ingeniería que han participado en la renovación metodológica modifican sus estrategias de aprendizaje pasando de un procesamiento superficial y reiterativo a uno profundo y elaborativo necesaria para un aprendizaje significativo.

El método tiene implícito en su dinámica de trabajo el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que permiten la mejora personal y profesional del alumno. Puede ser usado como un método general a lo largo del plan de estudios de una carrera profesional o bien ser implementado como un método de trabajo a lo largo de un curso específico, incluso como una técnica didáctica y aplicada para la revisión de ciertos objetivos de aprendizaje de un curso.

**Agradecimiento:** Este trabajo de investigación se encuentra en el marco: del proyecto Fondecyt N° 1090618

## Referencia

- Gil, D.; Martínez, J. y Senent, F. (1988) El fracaso en la resolución de problemas de Física: Una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias* (6), 131-146.
- Sánchez, I. y Flores, P (2004). Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender Física. *Journal of Science Education*, 5 (2), pp. 77-83.
- Sánchez, I. (2007). Aprendizaje Significativo a través de resolución de problema integradores y contextualizado por investigación (ASARPIC). *Panorama Científico: Conicyt*, julio 2007. V. 21, Santiago de Chile.
- Sánchez, I; Neriz, L; y Ramis, F; (2008). Design and application of learning environments based on integrative problems. *European Journal of Engineering Education (Taylor & Francis)* 33. (4). pp. 445-452.
- Sánchez I. Moreira, M. y Caballero, C. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Revista chilena de ingeniería*, V. 17 (1), 2009, pp. 27-41



# Evaluación de Tres Años de Experiencia con ABP en Física

Iván R. Sánchez Soto

Departamento de Física, Facultad de Ciencias I Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile

Email: [isanchez@ubiobio.cl](mailto:isanchez@ubiobio.cl)

## 1 Introducción

La presente tiene por finalidad mostrar las implicancias didácticas del ABP, en el proceso de enseñar y aprender (E-A) en Física I a estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío Bío. La propuesta tiene como punto de partida la selección de entornos de aprendizaje integradores y contextualizados, a partir de los cuales, se implementa una propuesta de renovación metodológica bajo ABP. Alrededor de este problema, se articula una secuencia de ABP más acotados. La solución de estos problemas en el aula a largo del semestre permite avanzar en la solución del problema original (Sánchez et al. 2009). Aquí se consideran actividades de aprendizaje (A.A) que aseguran la transferencia de contenidos en situaciones nuevas (Sánchez et al. 2008). La finalidad del trabajo es implementar una renovación metodológica bajo ABP, que mejore el rendimiento académico, la tasa de aprobación y retención en la asignatura de Física. Esta renovación metodológica se fundamenta en dos ejes teóricos que aportan significado, el aprendizaje significativo de Ausubel, y la interacción Social Vigotsky.

El trabajo recoge los resultados académicos obtenidos en los últimos 10 semestres de un curso, física I (mecánica), para estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío Bío, que son enfrentado a una renovación metodológica bajo aprendizaje basado en problema (ABP) cuyos resultados, se comparan bajo un diseño longitudinal con los resultados obtenidos en la misma asignatura en 10 semestres anteriores, algunos se dictan a través de lecciones magistrales. Aquí, el ABP se usa con la finalidad de nivelar los conocimientos previos de los estudiantes y establecer sus implicancias didácticas en la construcción del conocimiento y desarrollo de competencias. Se busca nivelar los conocimientos previos, competencias básicas y genéricas de los estudiantes de nuevo ingreso a las carreras de ingeniería civil de la UBB, y así mejorar el rendimiento académico, la tasa de aprobación y retención de la asignatura sin aumentar las horas de clase, agregando cursos de introducción o talleres paralelo. La regulación del aprendizaje bajo ABP se realiza de forma continua con resultados alentadores, alcanzado cambios en la tasa de retención, rendimiento académico, que son estadísticamente significativos.

En esta innovación se pretende, a través de un contexto, plantear un problema integrador, para enseñar y aprender todos los contenidos del curso, (columna vertebral de la asignatura) donde es necesario haber adquirido los conceptos básicos de la asignatura, lo que se logra al resolver una serie de problemas acotados. Estos contenidos son: parámetros de cinemática, tipos de movimiento, cantidad de movimiento lineal o momento, impulso, fuerza, trabajo, potencia, energía, principios de conservación, dinámica de cuerpo rígido, etc.

Este enfoque se plantea para su aplicación en la enseñanza universitaria. Según Schmidt (1995), la propia dinámica interna de esta estrategia fomenta el aprendizaje autorregulado. Así, durante el análisis inicial del problema, el alumno debe crear una representación mental relativa a la situación que se describe en el enunciado. Es muy posible que esta primera representación inicial sea incompleta y que tenga lagunas importantes. Asimismo, descubrirá posibles alternativas y enfoques válidos que, en principio, pueden resultar apropiados para avanzar en la solución del problema. El que investiga debe aprender contenidos relevantes.

## 2 Propuesta de Aprendizaje Significativo

La "teoría del Aprendizaje Significativo que se muestra en Fig. N.º2, de Ausubel supone el primer modelo sistemático de aprendizaje cognitivo" (Shuell, 1990, p. 419), donde el concepto central es el *aprendizaje significativo*, proceso a través del cual una información se relaciona, de manera no arbitraria y sustancial (no al pie de la letra), con lo que el alumno ya sabe, si éste adopta la actitud de aprendizaje correspondiente para que así ocurra (Ausubel et al., 1997, p. 37).

Por tanto, para que el aprendizaje sea significativo, el material empleado para enseñar y aprender debe ser potencialmente significativo y el alumno debe manifestar una disposición para aprender. Es decir, en este proceso, la nueva información entra en interacción con una estructura de conocimiento específica que Ausubel llama "concepto subsumidor o inclusor", existente en la estructura cognitiva de quien aprende. De lo anterior se deduce que el aprendizaje significativo sería el resultado de la interacción entre los conocimientos del que aprende y la

nueva información que se va a aprender (Ausubel et al., 1997; Moreira, 2000). De esta manera, se pueden utilizar con eficacia los conocimientos previos en la adquisición de nuevos conocimientos que, a su vez, permiten nuevos aprendizaje.

El aprendizaje significativo se caracteriza por una interacción entre las ideas relevantes existentes en la estructura cognitiva y las nuevas informaciones, a través de las cuales éstas adquieren significados y se integran en la estructura cognitiva de manera no arbitraria y sustancial, no al pie de la letra, contribuyendo a la diferenciación, elaboración y estabilidad de los inclusores existentes.

Para Ausubel, el almacenamiento de información en la mente del alumno se produce en una estructura altamente organizada, formando una especie de jerarquía conceptual, en la cual los elementos más específicos de conocimiento son asimilados por conceptos, ideas, proposiciones, más generales e inclusivas, debido a la interacción que caracteriza el aprendizaje significativo.

La estructura cognitiva existente juega, en la resolución de problemas, un papel decisivo. Lo que corrobora el hecho de que la solución de cualquier problema dado supone la reorganización del residuo de las experiencias previas, de modo que se ajuste a los requisitos concretos de la tarea planteada. Si los conocimientos previos existentes en la estructura cognitiva (conceptos, principios, leyes, etc.) “son claros, estables y discriminables, facilitan la resolución de problemas. Sin tales conocimientos no es posible de hecho, ninguna resolución de problemas, independientemente del grado de destreza que el alumno tenga en materia de aprendizaje por descubrimiento; sin tal conocimiento, ni siquiera podría empezar a entender la naturaleza del problema que enfrenta” (Ausubel et al., 1997, p. 490).

El principio de la reconciliación integradora de la estructura cognitiva establece que al programar material de enseñanza, con base en un problema integrador de contenido y una serie de problemas más acotados, se favorece la adquisición de aprendizaje significativo y se evita fragmentar o separar ideas en temas particulares dentro de respectivos capítulos o subcapítulos. La figura 1, muestra el mapa conceptual de la teoría de aprendizaje significativo, con un enfoque que favorece el principio de diferenciación progresiva de los conceptos o contenidos del curso, que al abordarlos por medio de problemas más acotados se van diferenciando en el transcurso de la instrucción del semestre.

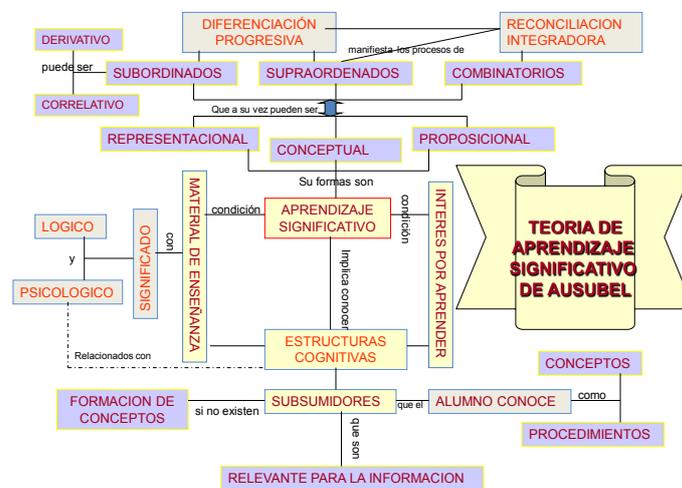


Figura 1: mapa conceptual de la teoría de aprendizaje significativo

Esta renovación metodológica es muy relevante para la enseñanza de las ciencias y ha sido aplicada por diferentes grupos de investigación (Sánchez et al., 2009;) y niveles educativos. El modelo está fundamentado en el quehacer de los científicos, que constantemente resuelven problemas en equipos, investigan y presentan resultados a la comunidad científica en las teorías de aprendizaje significativo y de interacción social, aportando los fundamentos a utilizar dentro de las aulas (clases de física) y así aprender a resolver problemas abiertos.

La propuesta para el aprendizaje significativo con base en la resolución de problemas, muestra que el proceso tradicional se invierte al trabajar con problemas, es decir, mientras mas se expone la información, posteriormente se busca su aplicación en la solución de ejercicios. En la propuesta, primero se presenta un problema, se identifican las ideas previas, los contenidos a trabajar en el curso, las necesidades de aprendizaje, se busca la

información necesaria y finalmente se regresa al problema por medio de una secuencia de problemas más pequeños que llevan a la solución del gran problema, proyecto Fondecyt, 1071050 (Sánchez, 2007).

Por otra parte, la enseñanza de la Física tiene la particularidad de requerir el empleo de las operaciones mentales de mayor complejidad. Es decir, la apropiación de los conocimientos debe evidenciarse mediante procedimientos tales como la R.P. (Sánchez, y Flores 2004). Algunos autores conciben la R.P. como un proceso que transmite procedimientos de la investigación científica. El éxito de la resolución de problemas depende de distintas variables que afectan al problema en sí: al estudiante, al profesor y al contexto de la resolución. Estas técnicas con sus limitaciones, constituyen una aproximación al trabajo científico, promoviendo la relación de conceptos, aplicaciones prácticas y la transferencia de los conocimientos a lo cotidiano.

El enfoque socio-cultural, derivado de la teoría de Vygotsky (1979), aporta una determinada manera de ver y entender la enseñanza, el aprendizaje y el desarrollo de la persona como procesos que van unidos, configurando el proceso socializador de los sujetos. Mediante la interacción y la actividad compartida, el docente procura la ayuda necesaria en el aula, para que el estudiante se apropie progresivamente del conocimiento. Así, muestra al alumno modelos, le proporciona información adicional, reduciendo el grado de dificultad, para disminuir progresivamente la ayuda y asegurar el traspaso del control del proceso de aprendizaje al estudiante.

El desarrollo de las actividades que se suceden, día a día, en los centros educativos puede ser considerado como un proceso en el que profesorado y alumnado van creando y desarrollando contextos mentales compartidos, es decir, formas comunes de conceptualizar los materiales, los contenidos y, en general, todos los elementos del proceso educativo. De cierta manera, es conveniente que los alumnos realicen muchas A.A., pero necesitan adquirir, además de la experiencia, una manera de interpretarla y de hablar de ella. Al hacer esto se genera una memoria colectiva y un conocimiento compartido.

El concepto principal es la interacción social, que promueve la adquisición del aprendizaje dentro de las zonas del desarrollo próximo, lo que provoca la transmisión de conocimientos con significados, lleva a la internalización de los contenidos, que es fundamental para el desarrollo cognitivo dentro de un contexto social y cultural. En la figura 2, se muestra en forma resumida la teoría donde la interacción genera socialización y desarrolla los procesos mentales superiores. Aquí, la función docente es crear instancias para que se dé la interacción social dentro del aula. Es decir, se aprende con los demás de forma cooperativa, lo que promueve el aprendizaje autónomo de conceptos y procedimientos, para lo cual se deben captar los significados compartidos socialmente.

### TEORIA DE APRENDIZAJE DE VIGOTSKY



Figura 2: mapa conceptual de la teoría de la interacción social

### 3 Metodología de aula y diseño de la investigación.

En la propuesta se plantea abordar, si no todo, la mayor parte de los contenidos que se deben enseñar y aprender en Física I, en el nivel universitario, basándonos el ABP. La esencia, consiste en organizar unidades programáticas y didácticas a partir de un contexto, que permite plantear un gran problema a resolver; que sirve de eje o pilar conductor de la asignatura, que se articula en pequeños problemas, que han de ser seleccionados y definidos a partir de noticias de actualidad, los que se estructuran y secuencian de forma que favorezcan la adquisición de aprendizaje significativo.

Aquí se pretende, a través de un contexto, plantear un problema integrador de contenido, para enseñar y aprender todos los contenidos del curso, es decir, al resolver el problema integrador de contenido, (columna vertebral de la asignatura) es necesario haber adquirido los conceptos básicos de la asignatura, lo que se logra al resolver la serie de problemas menos integradores. Estos contenidos son: parámetros de cinemática, tipos de movimiento, cantidad de movimiento lineal o momento, impulso, fuerza, trabajo, potencia, energía, principios de conservación, dinámica de cuerpo rígido, etc.

Se pretende establecer el impacto de la implementación de una renovación metodológica bajo aprendizaje cooperativo y ABP en un curso de Física General I. El estudio es longitudinal descriptivo de tipo exploratorio que trata de describir una aproximación del compartimiento de los diversos grupos de estudiantes cada semestre. La secuencia didáctica seguida en el transcurso de los últimos seis semestres corresponde: las dos primeras semana se trabaja en grupos colaborativo resolviendo guías con preguntas fácticas, de comprensión y creativas, o preguntas de verdadero o falso. Luego se presenta un problema lo mas integrador posible a partir del cual se identifican nuevos problemas más acotados a resolver a lo largo del semestre en los 4 cursos con un total aproximado de de 240 estudiantes por semestre, que cursan la asignatura simultáneamente con profesores diferentes, en un curso rediseñado bajo aprendizaje cooperativo y ABP. El parámetro de comparación es la tasa de retención y aprobación antes y después de usar ABP

La renovación metodológica a realizada bajo ABP se fundamenta en dos ejes teóricos que aportan significado la **interacción social** de Vigotsky (1979) que se muestra en figura 2 y el **aprendizaje significativo** de Ausubel et al. (1997) y Moreira (2000), expresada en figura 1. A través de esta forma de trabajar en las clases se pretende mostrar las implicancias didácticas del ABP, en el proceso de enseñar y aprender (E-A) en Física I a estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío-Bío.

### 3.1 Muestra

Está formada por los alumnos que cursan la asignatura de física I, para ingeniería Civil desde el año 2005 a 2009, años que se trabaja sin ABP (2005 a 2006) y Con ABP (2007 a 2009) y donde se considera trabajar con 4 cursos simultáneamente con un total aproximado de de 240 estudiantes por semestre, y cada uno de ellos trabaja con profesores diferentes, Los cursos han sido rediseñado para enseñar y aprender bajo ABP.

### 3.2 Resultados

La renovación metodológica usada para enseñar y aprender en física se usa en 4 cursos paralelos de manera simultánea con docentes diferentes con resultados muy similares. En primera instancia se genero una alta resistencia al cambio por parte de los estudiantes.

Un análisis de los resultados obtenidos por alumnos de ingeniería a partir del primer semestre del 2005 al segundo semestre del 2008, inclusive en la actualidad se muestra una mejora en el rendimiento académico alcanzando un 60% de aprobación, también una disminución de alumnos que abandona la asignatura, el número total de alumnos que termina la asignatura por semestre y cada año se ha visto aumentado desde el año en que se comienza a trabajar con metodología activa bajo aprendizaje cooperativo y ABP, a partir del primer semestre del 2007.

#### a) Resultados en Ingeniería Civil

A continuación en el gráfico N.º1 (figura 3), se presentan los resultados obtenidos por la carrera de ingeniería civil en el transcurso de estos cuatro años, los dos últimos trabajados con metodología activa bajo ABP y trabajo colaborativo. Del gráfico N.º1, se observa un aumento en el número de alumnos que aprueba la asignatura en cada semestre a partir del primer semestre del 2007, que es cuando se comienza el proceso de renovación metodológica bajo ABP, por otra parte, aumenta la cantidad de alumno que termina la asignatura cada año, lo que indicaría un aumento de la tasa de retención de alumno, lo anterior muestra que la propuesta es la indicada para mejorar en esta especialidad.

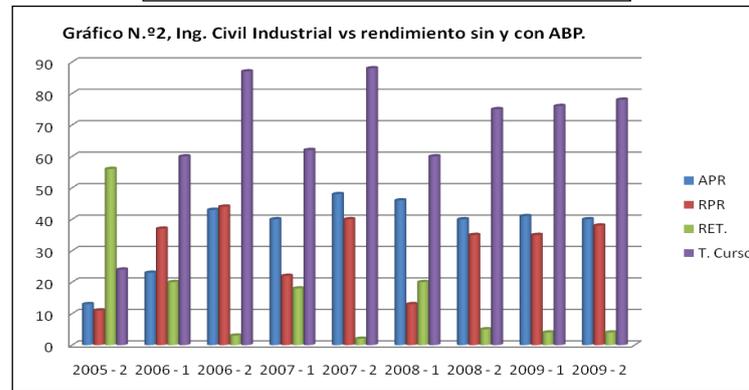
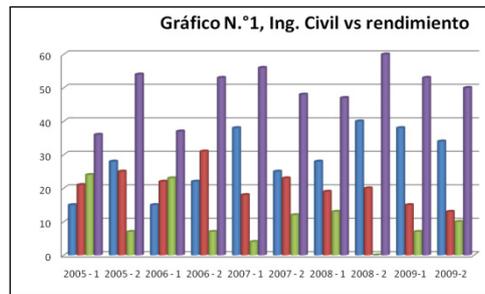


Figura 3: Gráfico N.º1 – Resultados Ing. Civil; Gráfico N.º2 – Resultados Ing. Civil Industrial

#### b) Resultado Ingeniería Civil Industrial

A continuación en el gráfico N.º2 (figura 3), se presentan los resultados obtenidos por la carrera de ingeniería civil Industrial en el transcurso de estos cuatro años, los dos últimos trabajados con metodología activa bajo ABP y trabajo colaborativo. Del gráfico N.º2, se observa un aumento en el número de alumnos que aprueba la asignatura por semestre y que la finaliza a partir del primer semestre del 2007, que es cuando se comienza el proceso de renovación metodológica bajo ABP, lo que prueba que esta propuesta es adecuada para nivelar las competencias básicas y genéricas de estos estudiantes.

#### c) Comparación rendimiento por carrera

El gráfico N.3 y 4 (figura 4), muestra los resultados obtenidos en su rendimiento por tres carreras dos de las cuales trabajan con renovación metodológica bajo ABP, desde el primer semestre del 2007, y una tercera que trabaja de forma tradicional hasta el I semestre del 2009.

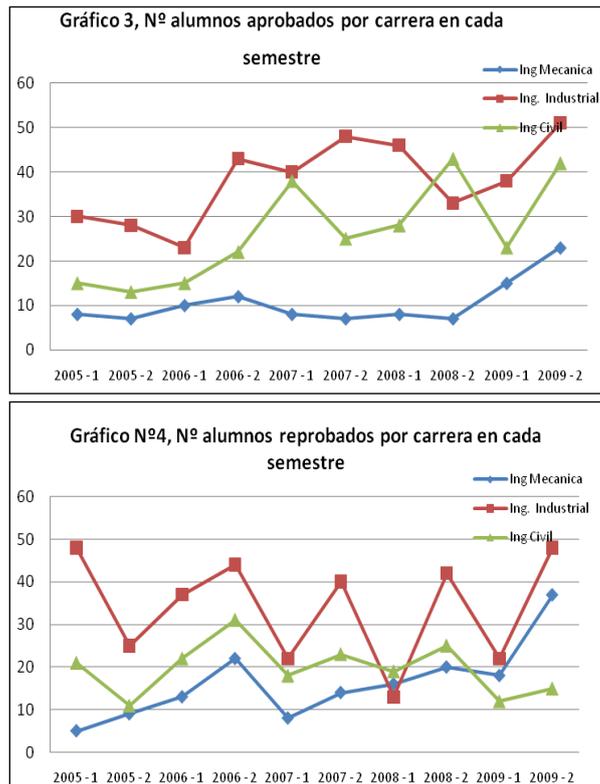


Figura 4: Gráfico Nº3 – alumnos aprobados; Gráfico Nº4 – alumnos reprobados

Del gráfico N.3, se observa que la carrera de ingeniería civil mecánica mantiene y continua bajando los niveles de aprobación y retención de alumnos a lo largo de los cinco años, con un porcentaje de aprobación cercano al 20% cada semestre, en cambio las otras dos carreras muestran un cambio significativo en sus niveles de aprobación y retención de alumnos a partir del 2007, cuando se comienza a trabajar con problemas y trabajo cooperativo, por otra parte la cantidad de estudiantes que aprueba y reprueba el semestre va en aumento, lo que indica una mejora en la retención de alumnos por año.

d) Resultado retención por carrera

El gráfico N.5 (figura5), muestra el número total de alumnos que termina la asignatura por semestre, las carreras de Ing. mecánica y civil tienen un mismo número de alumnos que ingresa a la asignatura por semestre. En cambio Ing. Industrial posee un número mayor 80 de alumnos por semestre.

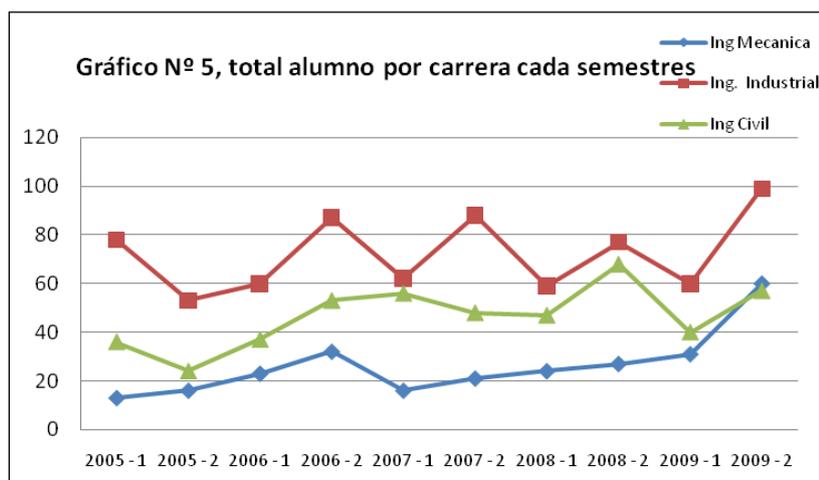


Figura 4: Gráfico Nº5 – total alumno por carrera

Del gráfico N.º5, se observa que el número de alumno que termina la asignatura cada semestre es muchísimo menor en la carrera de Ing. Civil mecánica, que presenta una alta tasa de reprobación y deserción del curso. En cambio las otras dos carreras que trabajan bajo ABP, a partir del 2007 muestran un aumento en el número de alumno que finaliza la asignatura lo que indicaría que va disminuyendo la tasa de deserción.

A demás, se observa que la renovación metodológica usada para enseñar y aprender física en los cuatro cursos dictados en paralelos de manera simultánea con docentes diferentes genera resultados muy similares. En todos los cursos la respuesta en primera instancia es una alta resistencia al cambio por parte de los estudiantes. En transcurso del semestre el uso de la propuesta ha sido recibida de manera alentadora por parte de los estudiantes que se muestran motivados y opinan muy favorablemente acerca de su aplicación.

## 4 Conclusion

Los resultados del análisis de los últimos cuatro años en la asignatura de física I, muestran evidencias significativas a favor de la renovación metodológica bajo ABP y aprendizaje cooperativo, con respecto a la tasa de aprobación y retención de estudiantes que cursan la asignatura de física I. Aquí queda de manifiesto que el ABP favorece la transferencia y comprensión de los contenidos, el desarrollo de competencias básicas y genérica.

Al comparar los resultados obtenidos por las carreras sometidas a la renovación metodológica bajo ABP y aprendizaje cooperativo, versus una tradicional se evidencia las bondades de nuestra propuesta de nivelación y regulación del aprendizaje que se manifiesta en una mayor cantidad de estudiante que cursa con éxito la asignatura.

La renovación metodológica bajo aprendizaje cooperativo y ABP facilita el captar aprendizaje significativo, ya que incluye el contexto, es decir, problema realístico de noticias potencialmente significativo, lo que favorece la interacción entre los conocimientos previos y el nuevos, mejorando la disposición por aprender de estudiante.

El uso de ABP facilita el captar aprendizaje significativo, al ser una problema realístico de noticias se transforma en una material potencialmente significativo, que favorece la interacción entre los conocimientos previos y el nuevos, mejorando la disposición por aprender de estudiante. Así los contenidos se abordan desde la reconciliación integradora (todo) y a la diferenciación progresiva (parte) lo que permite eliminar la fragmentación de los contenidos como se presentan en la actualidad en los libros de textos facilitando el proceso la reconciliación integradora y que luego se van diferenciando jerárquicamente y progresivamente de acuerdo con el principio de la diferenciación progresiva.

## 5 Agradecimiento

Este trabajo ha sido realizado en el marco: del proyecto Fondecyt N° 1071050 y N° 1090618

## Referencia

- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H., (1997). "Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo". Trillas México.
- Moreira, M. (2000). "Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Madrid: Visor. (p.100.).
- Sánchez, I. (2007). Aprendizaje Significativo a través de resolución de problema integradores y contextualizado por investigación (ASARPIC). Panorama Científico: Conicyt, julio 2007. V. 21, Santiago de Chile
- Sánchez I; Neriz L. y Ramis F. (2008). Design and Application of Learning Environments Based on Integrative Problems. European Journal of Engineering Education 33(4), 445-452.
- Sánchez, I; Moreira, M. y Caballero C. Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* [online]. 2009, vol.17, N.1.
- Schmidt, K. (1995). Problem based learning: An introduction. *Instructional Science*, 22, (p.247-250).
- Shuell, T. (1990). Phases of meaningful learning. *Review of Educational Research*, 60, (p.531-547).
- Vigotsky, L. (1979). "Psicología y pedagogía". Akal, España.



# Collaborative Learning and/in Educational Contexts: the EFA Courses

Márcia Barbosa Aguiar\*, Ana Maria Costa e Silva\*

\* Institute of Education, University of Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

Email: [marciab\\_aguiar@hotmail.com](mailto:marciab_aguiar@hotmail.com), [anasilva@ie.uminho.pt](mailto:anasilva@ie.uminho.pt)

## 1 Introduction

The paradigm of complexity present in contemporary societies, assumes a set of characteristics - unpredictability, multiple and diverse interactions, frequently changing ... - that can be experienced as constraints and difficulties or as challenges and potential enriching for innovation and development. One of the major current objectives of Education is forming responsible, participatory and conscious citizens, according to the values of the democratic society. As stress Belarmino and Gomes (2007: 690), "the analysis and involvement in the discussion of issues of general interest can be promoted through the development of attitudes and work habits, individually or in group."

According to Afonso (2001), the concept of learning organization is being implemented in educational settings. In fact, a learning organization is one in which individuals construct their own knowledge, based on collective learning. The concept of learning organizations is being transmuted into learning communities, "the concept of learning communities, understood as the social structure that supports the work of individuals in pursuit of a common goal, houses a new model of culture and organizational education, which supports a change in the educational context. This model is manifested by the ongoing commitment of those involved in collaborative work and by the enhancing of the creation of significant elements within the community" (Afonso, 2001: 428).

In today's society, given its complexity, there is an increasing need to assume roles and deal with situations in a collaborative manner (Azevedo & Tavares, 2001). Learning is an activity that humans perform steadily. In this field, collaborative learning has been analyzed, studied and tested (although it is not our purpose here to address this issue, we must remember the various work experiences of tutorial learning that have been increasingly made in various fields of education work: Baudrit, 2009; Fernandes, Flores & Lima, 2009, among others). In the context of collaborative learning, trainees work together to achieve a given objective, that can only be achieved through a coherent and continuous interaction among all group members.

Collaborative learning requires learners that "have to learn how to learn and be able to question reality and, based on these questions, define lines of research that, starting with what they already know, lead to new knowledge" (Belarmino and Gomes, 2007: 693).

At the heart of these issues is the concept of team and teamwork, in a dynamic and reflexive dialogue on learning. "The learning communities are an intellectual, social, cultural and psychological environment, which facilitates and supports learning, while fostering interaction, collaboration and the building of a sense of belonging among members" (Afonso, 2001: 429).

In learning communities, collaborative learning is being taken - as the curricular intervention behind it - so that participants build their knowledge in a collective and active way. Thus, "it seems clear that by organizing learning around learning communities, it is possible to promote key areas of education: a practical knowledge, the attitudes, habits and behaviors and, finally, autonomy and capacity for self-learning" (*Idem*: 430).

This model also shows that is possible and urgent to change the processes of teaching and learning, going to focus on a transformative model (Torremorell, 2008), where the individual learner is placed at the center of the learning process.

In this area, "adult education can and has the added duty to represent a field to revolutionize teaching methods. New challenges are posed to the initiatives of adult education" (Rocha, 2009: 88).

Thus, the Courses of Education and Training of Adults (EFA) have "establish itself as a field of application of an innovative model of education and training of adults, including devices such as: The Referential Key Competences (...), the Training paths custom, modular, flexible and integrated" (ANEFA, 2001: 8, cit. by Rocha, 2009: 90).

This is a model that is based on the principle of collaborative learning, both in its philosophy as in its practical application. Thus, we stress the search for questioning, raising issues of generating themes, creating spaces for

debate, discussion of solutions for solving problems, enjoying the experience of adults to create dialogues that lead to new knowledge; in short, it intends to use all the strategies and skills that are meaningful to learners.

This article, therefore, aims to identify certain points of the methodology EFA, reflecting on its rationale and practice as a new learning environment, supported by collaborative learning. Our study is based on a methodology based on literature review on the subject and participatory action research, from a field experience.

## 2 Education and Training of Adults: a new design in the educational paradigm

The reality of Education and Training of Adults comes up with an innovative educational *design*, featuring a new learning environment enhancer of the idiosyncrasies of the players involved and having a space as a foundation for collaborative learning.

But how do we materialize these assumptions in practice?

The experience that we here present results from an ethnographic research methodology, seeking an approach to action research, in which data collected during 18 months results from the following strategies and tools to collect information - through action-research - as Mediator of Courses EFA, in a private training organization in Braga (Portugal): participant observation, monitoring the courses *in locus*, attendance at pedagogical meetings of curriculum construction and evaluation.

### 2.1 The courses of education and training of adults

In EFA Courses, we seek to provide the qualification of the adults involved in a logic of lifelong learning. These Courses involve the establishment of a teaching team, which consists of a Mediator and a number of trainers of the base areas and of the technological components that make up each Course. This team must work in a coordinated and integrated form with all the elements, concerning to the educational process framed within de EFA's methodology.

The need to promote an horizontal and vertical coordination among the various areas of competence, which should complement and enrich themselves and, on the other hand, due to the heterogeneity of the public and their particular characteristics, the teaching team should develop pedagogical strategies appropriated to each group that they work with.

The training methodology adopted by the teaching team is based on methods and techniques that are intended to facilitate the application of knowledge in real life situations of the trainees, within a framework of skills development, to enable them to participate in a learning process that appeals to the mobilization of different forms of knowledge in solving concrete problems in their lives.

The Courses of Education and Training of Adults targeted of intervention and study had, therefore, a component of basic training and a vocational component and gave dual certification, in other words gave equivalence to the 9th year of schooling and professional qualification at level 2. In concrete terms, the courses were structured in modules, but the methodology EFA includes a specific component, strongly based on *Themes of Living*, this is, topics that students, through their experiences and expectations, would like to see addressed and all training would have to be constructed keeping assumption as respect for the interests of adults, in conjunction with the content provided for each module in the frame of key skills brought by the Ministry of Education. Some examples of the *Themes of Living* in which they worked are Human Rights, Health Care, Environment, among others.

For each *Theme of Living* there was a set of proposed tasks, defined in pedagogical meetings, in a dialectic between all the trainers and the Mediator, which culminated in a global activity, usually in interaction with the local community, known as Integrated Activity.

Thus, the main teaching methods used by trainers in the context of study in which we focus were: stimulation of the learner, questioning him; focusing on the activity of the learner as a resource for learning, where the person is involved intellectually and emotionally in their learning; centered on the activity of the learner: studying cases, doing group work, organizing events and visits abroad. Thus, the emphasis has been either in active and/or practical participation.

This dynamic of EFA's methodology power, therefore, an environment for significant new learning, fundamental for "that he [the individual] constitutes himself as a lucid and conscious subject, capable, in turn, to change the circumstances in which he lives" (Martins, 1997: 114). Thus, the objective is to enhance the learning and

knowledge of each adult, working towards their autonomy and emancipation, so they can become more aware and critical citizens concerning to the ideas and realities presented to them.

It is to promote a genuine process of teaching and learning. In fact, according to Postic (2007: 23), teaching and learning were treated for a long time as separate entities and, in this context, there is an interactive and dialectical relationship between them, mediated by the knowledge of trainers, by the pedagogical intervention of the mediator and by the experiences of learners.

## **2.2 New pedagogical assumptions in a new context of action**

In the context of the creation of an environment characterized by collaborative learning, the role of trainers and the Mediator has been proved vital, as enhancers of tools to stimulate creativity, dialogue, sharing ideas and critical reflection on issues and activities proposed.

In concrete terms, there is the fact that educators need specific training, either using the Course for Trainers and Mediators EFA, whether through initial meetings with the Mediator. This figure shows a central focus throughout the process; in practical terms and despite the more administrative functions, the Mediator provides the bridge between trainers and trainees and the latter with each other, assisting in resolving conflicts and enhancing their personal, social and professional development, directing practices for a concerted acquisition of skills (Silva, O. S. 2009; Silva, A. M. C. 2009).

In our case study, the Mediator met with the trainers at the beginning of courses, to provide them with information on the operation of this model with specific characteristics. Although some trainers have, already trained in the area, it was necessary to recall some issues, such as the importance of coordination between all the modules that should be integrated and not seen as watertight compartments (Silva, O. S., 2009). This is a global model of action, where they work by project, requiring a continuous interaction between Mediator, trainers and trainees, with a view to collaborative learning and where all players get an active role (Silva & Moreira, 2009).

Thus, the entire design and curriculum construction are developed taking into account the treatment of subjects identified by the trainees, therefore, with which they identify themselves and the trainers are not limited to transmitting knowledge, but they must encourage the conduct of activities that arouse curiosity, reflection and joint working adults who are mutually supportive in the research and discussion of information, assuming the lead role in the teaching-learning process (Silva, O. S., 2009; Rocha, 2009).

In this process, it is intended that students acquire, among others, skills in teamwork, leadership, active listening, problem solving, mutual support, co-responsibility and initiative and it was possible to verify that, over the course of formation, the evolution of adults in this sense, since they are revealing, from theme to theme, more conscious and co-constructors of their knowledge. In fact, they started the Course with the idea that they would be mere recipients of information and after some resistance due to fear of failure, students achieved very significant levels of success, having appropriated the knowledge in a consistent way and revealed a high degree of autonomy, which was accomplished with the help of trainers, who managed the apprenticeship system (Belarmino and Gomes, 2007), facilitating communication, but, especially, with the support of adults with each other, which created debate, questioning, which suggests that interpersonal relationships are an excellent source of learning (Torremorell, 2008; Silva, A. M. C., 2009 b)).

In this context, adults were also encouraged to pro-activity and it was suggested to them that deepen their investigation of the topic, not restricted to expected goals, but to take the initiative to launch new issues, more complex, over the development of the proposed tasks, which indicated a positive and horizontal relationship between trainers and trainees, both subject learners (Silva, A. M. C., 2009), where the opened communication channels were reciprocal, culminating in a process of mutual learning. Indeed, as regards Postic (2007: 177-178) is in adult education that dialogue "is more conducive to symmetry: the speakers, trainers and trainees, because of their varied experiences, of their different ways of analyzing problems, clarify each other: organize confrontation of views, discover the relativity of their judgments and are heading for the search, not of a fact that would be imposed by one of them, but in a sense to give to their own journey.

The trainers appeared as facilitators and not as mere executors, in a humanistic aspect of the pedagogical relationship and posed, therefore, challenging questions, thoughtful discussions, practical activities and supported, in a personalized way, each individual and/or group, motivating them to search and interrogate their own knowledge. Thus, the trainer "has the role of organizing the learning situations, to observe the behavior of each student [trainee] referring to task-related, relational behaviors, cooperation, conflict between students [trainees], and adjust their interventions to the needs that are expressed" (Postic, 2007: 165).

These strategies should be used taking into account the diversity of the public and the need for constant motivation. Thus, the trainer should enhance a pedagogical relation based on mutual trust and in a common ground and, to that extent, it is very important to develop mechanisms for feedback and to make a permanent exercise of reflection on their practices, in order to correct any possibility of bad interpretation of their actions on the part of adults.

### 3 Concluding remarks

The processes of learning based on collaborative management emerge as a pillar of a redefinition of roles in the educational context, returning to the individual the focus in building their knowledge.

Of all the work that has been developed, we concluded, therefore, that the model of EFA courses is the act of teaching that will suit the trainees and not vice versa. The personal journey of adults is analyzed and taken into account in order to find the teaching strategy that best fits their profile and background knowledge. This framework allows them to know themselves and, thus, understand what obstacles stand between them and the new learning, facilitating the discovery of mechanisms that enable them to overcome those difficulties (Almeida and Prado, 2003: 54).

In the experience of intervention/research briefly alluded to, we can see the concern for recovery and building of the characteristics inherent in a collaborative learning environment: the knowledge is socially constructed by the members of the group; the collaboration with other participants in the process or with the trainers led to the individual understanding and shared ways of knowing; the activities of research, interpretation, communication and sharing helped the trainees in building their knowledge and promoted metacognition and critical thinking; teamwork and meaningful experiences are the basis of the plea of EFA's methodology; knowledge is shared by the adult to the other adult group members in a spirit of cooperation, communication and collaboration, where those most likely serve as a support to learners with greater difficulties; we have, here, an educational space that presents a strong structure of interaction and participation, which promotes shared responsibility by the group's sense of their learning.

### References

- Anefa (2001). *Referencial de competências-chave: educação e formação de adultos*. Lisboa: ANEFA.
- Afonso, A. P. (2001). Comunidades de Aprendizagem: um modelo para a gestão da aprendizagem. In P. Dias & C. V. Freitas (orgs.) *Challenges 2001: Actas da II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*. Braga : Centro de Competência Nónio da Universidade do Minho, pp.427-432.
- Almeida, M. E. B. & Prado, M. E. B. (2003). Criando Situações De Aprendizagem Colaborativa. In *IX Workshop de Informática na Escola - WIE*. Brasil: Universidade Estadual de Campinas, pp. 53-60.
- Azevedo, B. F. T. & Tavares, O. L. (2001). Um Ambiente Inteligente para Aprendizagem Colaborativa. In *XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Brasil: Universidade Federal do Espírito Santo, pp. 331-339.
- Belarmino, M. C. & Gomes, M. J. (2007). Aprendizagem Colaborativa com a Plataforma FLE3: um Estudo de Caso. In P. Dias et al. (orgs.) *Challenges 2007: Actas da V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*. Braga : Centro de Competência Nónio da Universidade do Minho ISBN 978-972-8746-52-0. pp. 690-704.
- Baudrit, A. (2009). A tutoria em diferentes domínios: situação actual e pistas possíveis a explorar... In A. M. V. Simão, A. P. Caetano & I. Freire (orgs.) *Tutoria e Mediação em Educação*. Lisboa: Educa, pp. 11-22.
- Fernandes, S., Flores, M. A. & Lima, R. M. (2009). A tutoria no contexto do Project-led Education: potencialidades e desafios. In A. M. V. Simão, A. P. Caetano & I. Freire (orgs.) *Tutoria e Mediação em Educação*. Lisboa: Educa, pp. 89-113.
- Martins, J. C. (1997). Vygotsky e o Papel das Interações Sociais na Sala de Aula: Reconhecer e Desvendar o Mundo. In *Série Idéias, n.º 28*. São Paulo: FDE, 111-122.
- Postic, M. (2007). *A Relação Pedagógica*. Lisboa: Padrões Culturais Editora.
- Rocha, M. A. T. (2009). Ser Mediador, hoje: essência, sentido, experiência... In A. M. Silva & M. A. Moreira (orgs.) *Actas do Seminário Mediação Socioeducativa: Contextos e Actores*. Braga: Universidade do Minho, pp. 85-93.
- Silva, A. M. C. (2009). A mediação no contexto da educação e da formação de adultos. In A. M. Silva & M. A. Moreira (orgs.) *Actas do Seminário Mediação Socioeducativa: Contextos e Actores*. Braga: Universidade do Minho, pp. 101-107.

- Silva, A. M. C. & Moreira, M. A. (2009). *Formação e Mediação Sócio-educativa*. Porto: Areal Editores, S.A.
- Silva, O. S. (2009). Mediação: cruzar pessoas, propósitos, caminhos, estratégias. In A. M. Silva & M. A. Moreira (orgs.) *Actas do Seminário Mediação Socioeducativa: Contextos e Actores*. Braga: Universidade do Minho, pp. 69-83.
- Torremorell, M. C. B. (2008). *Cultura de Mediação e Mudança Social*. Porto: Porto Editora.



# Project and Creativity - a Relational Environment of Sense for Interdisciplinary Innovation

Isabel Carvalho Viana

Institute of Education, University of Minho, Campus of Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

Email: [icviana@ie.uminho.pt](mailto:icviana@ie.uminho.pt)

## Abstract

Project and creativity – a relational environment of sense for interdisciplinary innovation values the learning with meaning, capable of promoting the building of confidence in what we learn. The globalization and interdisciplinarity assume real-time interactive dynamics, if exploited and conceptualized in a comprehensively and dialogical way. Assumed as integrated into the devices that it organizes (e.g., connections between different disciplinary organized knowledge, among others) in use, generates and transforms thinking, ways of perceiving the environment and human activity (the experientially lived pleading with the socially shared). Within this context, interdisciplinarity is understood as a dynamic system of factors (curriculum planning, projects, number of courses, programs, course loads, the distribution of disciplines, the ability of representation, methods, techniques, creativity, innovation among other resources) in constant interaction (enhanced by information systems) and interdependent of the capability of elaborating the summary of its multiple and complex factors, always integrated as a whole, by the different actors. The project and interdisciplinarity structures a relational environment of sense for innovation, as this is our belief and because in the contemporary world, we know that those are knowledges constitutive of human activity which respond to the different challenges that the relation between learning and knowledges require. This communication seeks to place a space for creativity and innovation in interdisciplinary substantiated questioning, to build a sense of human activity.

## 1 Introduction

Today, the globalized world demands an understanding of interdisciplinarity capable of a questioning that enables the building of a powerful knowledge (Young, 2010) that empowers critical and creative citizenship appropriate for an inclusive and democratic action of the citizens. The interdisciplinarity presents itself as a system of relations that results in the development of meaning for knowledge, generating interactivity sustained in expectation, curiosity which seeks satisfaction and makes every citizen remain connected to knowledge with sense, integrating it as a creative and active participant in the building of change.

The continuously changing environment that we live in space education/training, triggered mainly by the conflict that exists between the current curriculum guidelines and current practice in schools, training spaces, causes discomfort and creates a certain anxiety, particularly within class teacher,

“The legislative requirement to build curricular projects, with varying degrees of coverage and the value of a structured curriculum in skills development, brought to the school a lively discussion around the concepts and the ways transform the national educational guidelines into real practice. Move from a logic of teaching content in properly designed programs and supported by textbooks, to a logic of learning, where each student develops a range of competencies, according to their potential and difficulties from the perspective of complex integration of knowledge’s and actors within pedagogical I action, is not an easy task, particularly because it involves the development of a real Curriculum Project, through a collaborative work where all school dimensions have a voice of its own.”(Candeias & Viana, 2004:75).

From our point of view it is through the project work, characterized by interdisciplinarity, that we can achieve greater systematization of knowledge and a stronger capitalization of the most meaningful experiences of the different individuals in different contexts (Dewey, 2002). These are situations that call for reflective practitioners, capable of giving other (s) sense(s) to educational processes: professionals with an active and creative role in designing and managing processes of curriculum development and development of the profession.

In line with this understanding and in conjunction with the challenges facing the educational research, the dynamics of building creative projects calls for educational professionals with a professional attitude capable of

mobilizing expertise, implicit in a investigative and participatory curriculum management, sustained in values and attitudes characteristic of collaborative work.

Thus, it is proposed that the learners, through action-reflection research methodologies and training in real professional contexts, be immersed with the processes of problem solving and the dynamics inherent to the development of projects, fostering a real collaborative work and creative, interdisciplinary and multi-interface, taking into account the various stakeholders who directly or indirectly, contribute and participate in the organization of teaching and learning. It promotes processes of reflection, analysis and decision which allow both the identification of problematic situations, and the discovery of viable and shared routes for their resolution. Searching to meet personal and group interests in order to maximize the professionals dynamics in real contexts. As it is in the construction / transformation of what we perceive as design and creativity, what we look for meaning in a relational environment for interdisciplinary innovation.

This communication tries to situate an area of inquiry substantiated in the project and structured around creative decision-making processes, able to address the unpredictability, which ultimately lead to disorder, a disorder that balances in creativity and invention of interdisciplinarity.

## 1.1 Motivation

Today in the globalized world, for which we were forced to inhabit, some of us are not surprised with the disorder that it may pose, or even if it is a new or an old disorder, because we perceive it rich in creative and innovative ideas, while providing opportunities for collective emancipation/development and not as an individual promotion! Such "splendor" seeks to ensure, especially in the long run, the quality of life, their sustainability ... combining the material with immaterial, the tangible with the intangible, the discipline with the interdisciplinary ... for the common well-being! This is where I situate the greater enjoyment of the Project, as it is here that I believe that the dream levitation reaches the peak of wave emission capable of providing it in a way that I believe very authentic! As it makes us feel and allows us to live human being with dignity.

It is an attitude which I believe can generate project with creativity, where the uniqueness of interdisciplinary innovation through its high substrate, helps to strengthen and design, becoming an area of freedom, as constructed by knowledge. It's an attitude that appears capable of making us believe on a useful fusion between convergent thinking and divergent thinking, the attitude to learn with responsibility, in a continuum that happens from knowledge management to its use - life-time space and time theory (past, present, future), in a research environment recreated - praxis as epistemological field of knowledges.

In the scenario outlined, there emerges the symbolic function of the imagination, creativity and innovation not as a way of situating scientific truths, but rather as seeking truth in the perceptions.

The imaginary, place where the imagination lives, shelters, on the other side of scientific truth, of scientific cooperation, a perceptual truth. Revealing a sensitive experience, which recreates, in multiple colours, the collective memory and/or individual, combined with the "imaginative consciousness", i.e., one that imagines and that always gets transmuted into knowledge, know-how, know-how to be and know how to be together, all that one is perceiving.

Thus, we direct the eyes to places of reflection and invention illuminators of Project and Creativity, while relational environment of meaning for interdisciplinary innovation.

Based on this intention, the project is understood as a space / time of culture and interdisciplinarity, resulting from the articulation of the experientially lived with the socially constructed, characterized by complex and emancipated forms of collective participation, of participation in a globalized world. There are multiple levels and processes of decision-action-evaluation involved, which are linked consistently with a concept of innovation perceived as dynamic, evolving and open to cultural construction, social and attitudinal change in the ecological context of a complex and globalized world to claim education as creative & innovative structural axis of global development. In this sense, it characterizes the core constructs as follows:

- The project as a space/time culturally open, flexible and interdisciplinary integrated.
- Creative & innovative education as a dimension that promotes learning through reflection, negotiation, participatory assessment and clear interaction with the environment/world.
- The teachers/trainers as critical and creative builders of projects based on a dynamic interaction between multiple actors and multiple dimensions, which act at the level of human interactivity, with an inventive understanding that they will develop, within a collaborative action research perspective.

- Students/ earners assume the role/attitude of constructors of knowledge about the global world, in a perspective of the development of various knowledge, skills, of which stand out the ones referring to learn to learn and creative & innovative citizenship.

These principles propose a project perspective that aims to significantly improve the quality of education/training offered to all citizens, while citizens, implying, a strategy that enhances change, an integrated and systemic view of the dimensions that contribute to this quality, i.e., the project, interdisciplinarity, creativity and innovation.

We believe that the meanings of the approaches proposed here, where it seems possible to highlight some key points of the analysis and reflection of change, continuously operated in a globalized world, particularly motivated by the construction of creative projects in an innovative environment that interdisciplinarity raises. Capable of facilitating the understanding of knowledge, the information as a space subject to changes and fluctuations and not as a fixed and timeless reality.

This work has also provided other ways to value the learning to be critical and creative, revealing itself as essential vectors to comprehensive education, which might facilitate multiple forms of knowledge, thought and morality, to understand the subjectivities of the cognitive and emotional perspective, triggering a close relationship with the things of life, a relationship of social school knowledge, with the everyday (Young, 2010).

## 2 Methodology

The methodological approach comprises a comprehensive process that, according to Stake (2006:23) emphasizes "social issues and cultural values as much as the programmatic and personal dilemmas." Based on this understanding, is processed through an action of theoretical and practical nature, with a specific incidence in practice, designed based on a interactive and dialogic dynamic between participants, within an integrated perspective of research-reflection-action-training. The strategies developed will foster collaborative work, critical and creative (facilitator of continued questioning of multiple knowledges) in favour of personal and group interests, capable of providing a space for dialogue and exchange of experiences among participants in order to enhance critical and creative processes of learning sustained in interdisciplinarity.

## 3 In travelling the project, creativity and interdisciplinarity

It is well known that formal education is organized primarily *to learn to know* and very little or nothing *to learn to do*. Going beyond this dimension requires that the curriculum proposals allow learners to orient themselves within the social, cultural, economic, political and military constraints of knowledge that circulates in every society, where the motivation and meaningfulness become important (Jurjo, 2000).

We intend to define interdisciplinarity as a dynamic system of factors, whose greatest achievement depends on the set and the inter-relationships rather than their parts, where the project takes niche structuring of coherent decision making capable of making it possible.

I would like to understand the school as an educational community, where teachers, learners, parents, guardians, representatives of local government, etc. participate, i.e., understanding it as an open system, where the projects are of great importance. They appear as an expression of identity of the educational community, as organizers of the diversity which it contains, guiding the meaning/significance of the educational activity, as an expression of their autonomy. The role of interdisciplinarity seems to me to be concealed from three factors common to the various curriculum areas: the subject, the pedagogy of teaching practice and educational resources.

In this scenario, I value the role of the Project as a pedagogical device deconstructive of the understanding of knowledge as something already done to transform it into a knowledge to be built and facilitator of conditions that require participation, experimentation, discovery, reflection, intervention, reconstruction, verifying whether in action, whether in the inquiry, whether involved in the training of the participants in the Project. Enables significant learning – active, creative practice, as a way of perceiving the environment and transform it, impressing the action/intervention intentionality, giving a new impetus to the development of the curriculum, as an area of citizenship and development of adaptive knowledge.

According to Huebner (2005: 28), we concentrate on the process of becoming rather than being:

We pass next to the admiration of the here and now because of the expected glory, fullness, wealth or safety of the future. However, the struggle for that future and for improving the present within this time that makes us less sensitive to immediacy and totality of the present.

Instead we are pushed to be selective, we analyze the present with the intention of "grabbing" something for an hypothetical later use. This attitude, as referred by the author (*ibid.*, p.29), diverts attention from the whole and uniqueness of the phenomena that we are confronted with, which leads us to turn to ourselves:

The underlying problem may be to conceptualize the essence of being as a learning process, to self-adapt ourselves to the environment as a way to meet our needs and motivations, whether main or secondary ones. We learned more or less stable patterns of behaviour that ensure a reasonable adjustment and satisfaction to the world and a reasonable assurance for the future. We hold ourselves to the environment with our learning, through our standard habits of our knowledge, our behaviours and functional attitudes and, by doing so, we close ourselves in a prison made of what, in the past, we abstracted. We turn on to ourselves. We locked within ourselves. (...). In essence, we give up of our freedom to tied up to our environment through our needs and abstractions, through the learning process.

To this extent, our freedom depends on the ability and/or possibility of surpassing our learning. Today, we are always being driven to exceed our learning because we are constantly asked for a self-training, self-development and we are constantly being requested to solve problems creatively. It is looking to fit the time and impossible that we experience the developing of a code of perceptions and actions enablers of achieving different tasks, which ultimately converge to the solution of problems (Viana, 2008).

This scenario refers to the ability of education,

(...) To develop, at the same time of the singularity, the social conscience or the individual or reciprocity. (...). The individual will inevitably be unique and this uniqueness, because it is something that no other individual has, will be a value to the community. (...). Education should be a process, not only of individualization, but also integration, which is the reconciliation of individual uniqueness as a social unit (Read, 1958: 18).

Divergent education, within this framework, holds a fundamental importance, not in the strict sense, but covering all modes of individual expression (Malpique, 2002).

Is the project set in interdisciplinary and creatively done which may allow for systematic innovation and capitalization of experiences by different individuals in different contexts. These contexts claim reflective professionals. Professionals who react against the fact of being viewed and treated as mere intermediaries technicians, who only meet a number of legislative measures emanating from the organs of power, before claiming an active role in the construction and development of work processes/curriculum, construction and development of the profession lived experience is recognized to reflective practitioners as an important source, since it is reflecting on its own experience that one achieves a better and major professionalism, better and greater personal development.

It is within the involvement of the Integrated Project (Beane, 2002) characterized by Creative Interdisciplinarity that training is meant as a process of *individualization* and *integration* and the expressions as a resource for the development of an integrated program of education of the subject. This is *a place* where you play the confrontation with the creative potential of each one and creating a space for the expressions, where learning is understood as a niche of interpersonal relationships that involve flexibility and the individual expression is fundamental for establishing communication, providing the opportunity to marvel with the school/non-school training, as it intercedes in favour of keeping the learners open to the world around them.

## 4 Considering a dialogic reflection

Project and creativity – the sense of relational environment for innovation Interdisciplinary vocalize in a dialogue innovative practices, integrates new ways of communicating and training and creates conditions for an effective personal and social development of the learner. Thus, emerges as a valuable for the project work which ensures the successful construction and development of meaningful learning.

The scenario outlined leads us to ask ourselves the following: so that the concept will be fulfilled it is indispensable to overcome the feeling of indifference towards interdisciplinarity – how to create conditions for citizens to learn to involve themselves in decisions and assume a knowledge which would be helpful? As we know, legislate is not

sufficient for operating the changes, you must know how to proceed. Participation is not guaranteed by decree, by the financial resources, rather ensuring that the citizen/learner is valued as a subject of its own history, of its own learning.

The concept of Project and creativity – the sense of relational environment for interdisciplinary innovation, framed by a *Glocal* perspective, means broadly informed and not *ghettoised*.

## References

- Beane, J. A. (2002). *Integração Curricular: A Concepção do Núcleo da Educação Democrática*. Lisboa: Didáctica Editora.
- Candeias, I. & Viana, I. (2004). "O Projecto Curricular de Turma na Oficina de Formação". In *Revista ELO 12*. Guimarães: Centro de Formação Francisco da Holanda.
- Dewey, J. (2002). *A Escola e a Sociedade. A Criança e o Currículo*. Lisboa: Relógio D'água.
- Huebner, D. (2005). *Mitografia da Abordagem Curricular, Reconhecimento e Desafios*. Lisboa: Didáctica.
- Jurjo Torres (2000). *Globalización e interdisciplinarietà: el curriculum integrado*. Madrid: Morata.
- Malpique, M. (2002). *Histórias de Vida*. Porto: Campo das Letras.
- Read, Herbert (1958). *A educação pela Arte*. Lisboa: Edições 70.
- Stake, R. E. (2006). *Evaluación Comprensiva y evaluación basada en estándares*. Barcelona: Graó.
- Viana, Isabel Carvalho (2008). "The Classroom Curriculum Project within changing practices of the Basic Education system – effects of national policies in practices". ICET 53rd World Assembly, sob o tema *Learning, Leading and Linking: The Impact of Policy and Research upon Practice*, July 14-17, University of Minho, Braga, Portugal, pp.607-619, ISBN 978-1-4276-3411-5.
- Young, M. F. D. (2010). *Conhecimento e Currículo. Do socioconstrutivismo ao realismo social na sociologia da educação*. Porto: Porto Editora.



# Project Approaches in Engineering Education: Research in Practice

Natascha van Hattum-Janssen, Sandra Fernandes

\*Research Centre for Education, University of Minho, Campus of Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

Email: [nvanhattum@ie.uminho.pt](mailto:nvanhattum@ie.uminho.pt), [sandra@dps.uminho.pt](mailto:sandra@dps.uminho.pt)

## 1 Introduction

Soon after the first Project Led Engineering (PLE) pilot project at the Industrial Management and Engineering (IME) degree programme in 2004, an educational researcher started to carry out an evaluation of the project. This evaluation was the beginning of the involvement of a series of educational researchers and assistants in the project approaches at the IME degree programme. A number of studies have taken place, both by the educational researchers as well as by the teachers of the IME project coordination team and also cooperatively by both groups. The studies tried to increase understanding of the relationship between project approaches and student learning as well as improving the functioning of the projects and its results, both in terms of the solutions that students obtain through the project as well as in terms of competencies that are developed in different technical and transversal areas.

This paper outlines the different types of studies that have taken place over the years and seeks to reflect on the meaning of educational research in the context of project approaches to engineering education.

## 2 Scholarship of Teaching and Learning

Research on engineering education has long been aimed at reform, stressing curricular change and improved pedagogy. Borrego *et al.* (2008) argue that the engineering education debate is shifting from the reform paradigm to the research paradigm, emphasizing systematic investigation, rigorous methods and convincing evidence. As the reforms did not produce the breakthroughs that are needed for new skills and technologies, the hope is that the research paradigm can change the landscape. The authors describe four levels of inquiry that represent a development of engineering education research starting with Excellent Teaching on Level 1 and leading to Rigorous Research in Engineering Education on Level 4, the latter being characterised not by questions of “what” and “how much” in the learning process, but by “why” and “how” questions and interpreting results in the light of pedagogical, learning or social theories (Borrego *et al.*, 2008). The Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) is considered a Level of Inquiry 3 and much of the literature on project approaches in engineering education can be found at this level. Borrego *et al.* (2008) describe this level as “(...) public and open to evaluation, is in a form that others can build on, involves question-asking, inquiry and investigation, particularly about student learning” (Borrego *et al.*, 2008, p. 155).

To understand the nature of much of the research on project-based learning, SoTL needs some more attention in this context. According to McKinney (2007), SoTL goes beyond scholarly teaching and includes publication that is subject to critical peer review. She describes strong engagement in teaching, self-reflection on practice, sharing of teaching and learning of concerns with colleagues and publication of ideas in specific peer reviewed journals on teaching and learning as features of SoTL. As far as the reasons for SoTL, Shulman (2000) suggests three rationales: professionalism, pragmatism and policy. Professionalism means taking teaching seriously as a profession and using the course and the classroom as a laboratory or field site through which one performs systematic analysis and reflection, constructing as such knowledge that can be passed on to professional peers. Pragmatism “(...) helps guide our efforts in the design and adaptation of teaching in the interests of student learning” (Shulman, 2000, p. 50). Making results of studies on teaching and learning public contributes to the improvement of teaching and learning. SoTL publications can also play a role in policy decisions, as they are grounded in the teaching practice of teachers in a wide range of areas. McKinney (2007) lists a series of reasons for SoTL, among them: help with classroom and program assessment effort, use in program review and accreditation, revitalize senior faculty members, strengthen faculty development efforts, provide research opportunities for students, add publications, presentations and performances to faculty accomplishments, and improve reflection on teaching and learning (McKinney, 2007, p. 14). Current research on project approaches in engineering education is driven by many of these reasons, with an emphasis on the reflection on teaching and learning with the objective to improve current practice.

The difference with SoTL in project approaches and SoTL as done by many teachers in other approaches to learning is that the former is no longer the work of an individual or a small number of teachers. It becomes a multidisciplinary team effort, usually including people from different areas. Teams of teachers define questions and methods to find answers to these questions in their search for a better understanding of the project approach that they use. The intrinsic interdisciplinarity of SoTL, being on the edge of education and another disciplinary area, becomes multidisciplinary as more disciplinary areas are included in the studies. Teachers with different disciplinary backgrounds start sharing ideas on teaching and learning and on the improvement of the learning process of students. Most of the literature on project approaches in engineering education started the 1970s with the foundation of the alternative universities (Huisman *et al.*, 2002), although long before authors from different areas did discuss project approaches as a way of learning (Kilpartick, 1921; Stevenson, 1922). Simultaneously, project-based learning gained the interest of educational researchers, not so much in an engineering context, but as a way of influencing student motivation at different levels of education (see e.g. Blumenfeld *et al.*, 1991). Classrooms in primary and secondary education were used as experimental environments for project-based learning and theory was formed about, like for example by Barron *et al.* (1998) who analyse the implementation of problem and project-based learning at 5<sup>th</sup> grade level, identify the value of the concrete artifact to be produced by students on the one hand and the difficulties of the implementation of a project and problem-based curriculum on the other hand. Nowadays, literature on project-based learning is not only focused on issues of definition of what a project is, but shifts to questions on specific aspects of the project approach. Most of these publications are somehow based in SoTL, although links to educational research is also becoming more visible.

### **3 Research on project approaches at the UM engineering programmes**

At the University of Minho (UM), Portugal, several degree programmes have implemented project approaches to learning. From the start of the first pilot project in 2004 at the IME degree programme, research activities have taken place to analyse the implications of the project model that was used (Fernandes, Flores & Lima, 2009b), to improve the models, to study the learning outcomes of the students and to prepare the teaching staff involved for their different roles in a project. The following sections give a brief outline of studies that have taken place in the context of the projects at IME since the implementation of project approaches.

#### **3.1 Roles of teaching staff**

For the teachers, a shift to a project approach means a complete change of paradigm. Therefore, staff development for project-led engineering education has been provided to teachers through an intensive training. This kind of support intended to allow teachers to learn about project approaches, to design a project and to learn to work as a team of teachers within strict conditions. Teachers are no longer only lecturers, but also become tutors (van Hattum-Janssen, 2009; Alves *et al.*, 2009a; Alves *et al.*, 2009b). The role of the tutor has been an important issue of reflection amongst participants in project experiences, as this kind of support to students can be very diverse in terms of tutoring practices and is conditioned by student's individual characteristics and the learning context itself. Therefore, the research developed in this area suggests the importance and recognition of the need for training by teaching staff and the need for greater clarification of the tutors role and profile (Alves, Moreira & Sousa, 2007; Veiga Simão *et al.*, 2008; van Hattum-Janssen & Vasconcelos, 2008; Fernandes & Flores, 2009; Lima *et al.*, 2009a). An important outcome of this reflection process was the design of a Tutor Guide, for tutors involved in project approaches in the Industrial Management and Engineering program.

#### **3.2 Links with industry**

The engineer profile has changed over the past few years. Employers not only seek technical experts, but professionals who are able to manage projects and teams, be project leaders and effective communicators with their colleagues. Aware of this concern, teachers at the IME degree programme have promoted learning experiences linked to industrial contexts, which allow students to be exposed to similar situations and problems as they will face in their future professional practice. At IME, several projects have been developed with undergraduate (1st year, 1st cycle of studies) and graduate students (1st and 2nd year, 2nd cycle of studies) in cooperation with industries. This interaction with industries has been considered positive by students, teachers and industry representatives (Lima *et al.*, 2009; Mesquita, Lima & Pereira, 2008; Mesquita *et al.*, 2009).

#### **3.3 Development of transversal competencies**

Findings from research carried out based on the effects of PLE on students' learning process suggest that it can be regarded as a useful way to develop technical and non-technical competencies. Therefore, the need to include

these competencies in the curriculum is crucial (van Hattum-Janssen, Vasconcelos & Pacheco, 2007; Mesquita, Lima & Flores, 2009). The definition of competencies can help students to understand better what they are supposed to develop, namely, the knowledge skills, attitudes and beliefs that are related to their future professional context.

### 3.4 Assessment of learning

As one of the main components of the curriculum, assessment processes within project approaches have faced several changes, since the pilot project implemented in 2004/2005. The involvement of educational researchers in these experiences has supported the implementation of significant changes in the assessment process. The focus on formative assessment and on monitoring student's learning process throughout the project's development has provided relevant information to adapt the assessment model to students' and teachers expectations. Some of the changes implemented include student participation in the definition of assessment criteria, peer assessment processes (including peer review), improving the nature and timing of feedback, amongst others (van Hattum-Janssen & Lourenço, 2008; Fernandes *et al.* 2009; Fernandes, Flores & Lima, 2009a; Lima *et al.*, 2007)

### 3.5 Entrepreneurship

The Integrated Project on Entrepreneurship and Innovation is a project that started to enhance entrepreneurship of more advanced students. Therefore, 4<sup>th</sup> year students became the target group for this multi-disciplinary project approach. As innovation and entrepreneurship are usually not bound to specific engineering areas, students from four, later five, different courses were selected to participate in a project that sought to find a solution for a real engineering problem, proposed by a company. Mechanical Engineering, Polymer Engineering, Industrial Management and Engineering, Industrial Electronics Engineering and, finally, Architecture are the degree programmes that are involved in this project approach. Two students from each programme form teams of ten students. Studies aimed to analyse the influence of this kind of project approaches on entrepreneurial attitudes of students (Carvalho, Lima & Fernandes, 2008; Moreira & Carvalho, 2009; Carvalho & Moreira, 2009).

## 4 Final reflections

Looking at the research activities that have been carried out in the context of the projects at the Industrial Management and Engineering degree programme, a range of different themes have been explored, some to assess the impact of the projects, some to improve the model of learning through projects, and others to assist teachers in this process. The research activities led to a culture of continuous reflection on practice, to inclusion of new insights through literature and to improvement of the project models that is currently used. Most of the publications can be considered as SoTL research, although many are characterised by involvement of educational researchers as well. A stronger presence of what Borrego *et al.* (2008) call rigorous research on engineering education could, in our opinion, contribute to scientific evidence of the impact of project approaches in engineering education and a better representation of engineering education research in the general literature on educational research. This means that the research begins with a research question not an assessment question, the question is interpreted in the light of theory from e.g. psychology, sociology etc and that careful attention is paid to the design of the study and the methods used. A stronger focus on experimental research can increase the impact of research results on student learning.

## References

- 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. In A. Barca, M. Peralbo; A. Porto; B. Duarte da Silva & L. Almeida (Eds.) Proceedings of the Congresso Internacional Galego-Português de PsicoPedagogía. Número extraordinário da Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación. (pp. 1759-1770). A Coruña: Universidade da Coruña.
- Alves, A., Moreira, F., Sousa, R. & Lima, R. M. (2009a). Projectos para a Aprendizagem na Engenharia e Gestão Industrial. In Proceedings of the X Congresso Internacional Galego Português de Psicopedagogia. (pp. 3360-3375). Braga: Universidade do Minho,
- Alves, A., Moreira, F., Sousa, R. M. & Lima, R. M. (2009b). Teachers' Workload in a Project-Led Engineering Education Approach. In U.Dominguez (Ed.) International Symposium on Innovation and Assessment of Engineering Curricula (pp. 41-52).Valladolid: Universidad de Valladolid & SEFI CDWG.

- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J.D., & The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 7(3&4), 271-311.
- 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.
- Borrego, M., Streveler, R.A., Miller, R.L., & Smith, K.A. (2008). A new paradigm for a new field: communicating representations of engineering education research. *Journal of Engineering Education*, 97(2), 147-162.
- Carvalho, D. & Moreira, N. (2009). Fostering Students' Entrepreneurial Attitude through Project-based Learning and Multidisciplinary Teams. In D. Carvalho, N. van Hattum & R. M. Lima (Eds.). *First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (pp. 85-94). Guimarães: Universidade do Minho.
- Carvalho, J.D., Lima, R. M., & Fernandes, S. (2008). Aprendizagem em Engenharia: Projectos e Equipas Interdisciplinares. In *Proceedings CLME'2008/IICEM, 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia / 2º Congresso de Engenharia de Moçambique*. Edições INEGI. Maputo, Moçambique. 2-4 Setembro de 2008.
- Fernandes, S. & Flores, M. A. (2009). Aprendizagem baseada em projectos na Engenharia: experiências e desafios no trabalho docente. In B. Silva & A. B. Lozano (Eds) *Actas do X Congresso Galego-Português de Psico-Pedagogia* (pp. 4980-4995). Braga: Universidade do Minho.
- Fernandes, S., Flores, M. A. & Lima, R. M. (2009b). Using the CIPP Model to Evaluate the Impact of Project-Led Education. A case study of Engineering Education in Portugal. In Xiangyun Du, Erik de Graaff and Anette Kolmos (Eds.). *Research on PBL Practice in Engineering Education* (pp.45-56). SENSE Publishers.
- Fernandes, S., Flores, M. A., Lima, R. M. (2009a). Engineering Students' Perceptions about Assessment in Project-led Education. In Urbano Dominguez (Ed.) *International Symposium on Innovation and Assessment of Engineering Curricula* (pp. 161-172). Valladolid: Universidad de Valladolid & SEFI CDWG.
- Fernandes, S., Lima, R. M., Cardoso, E., Leão, C. & Flores, M. A. (2009). An Academic Results Analysis of a First Year Interdisciplinary Project Approach to Industrial and Management Engineering Education. In D. Carvalho, N. van Hattum & R. M. Lima (Eds.). *First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (pp. 37-43). Guimarães: Universidade do Minho.
- Huisman, J., Norgård, J.D., Rasmussen, J.G., & Stensaker, B. (2002). 'Alternative' universities revisited: a study of the distinctiveness of universities established in the spirit of 1968. *Tertiary Education and Management*, 8(4), 315-332.
- Kilpatrick, W.H. (1921). 'Dangers and difficulties of the project method and how to overcome them: Introductory statement and definition of terms', *Teachers College Record* 22(4), 283-288.
- Lima, R. M., Carvalho, D., Sousa, R. M. e Alves, A. (2009a) Management of Interdisciplinary Project Approaches in Engineering Education: a case study. In C. Carvalho, N. van Hattum-Janssen & R.M. Lima (Eds) *First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (pp. 149-156). Guimarães: Universidade do Minho.
- Lima, R. M., Fernandes, S., Mesquita, D. & Sousa, R. (2009). Learning Industrial Management and Engineering in Interaction with Industry. In D. Carvalho, N. van Hattum-Janssen & R. M. Lima (Eds.). *First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (pp. 219-228). Guimarães: Universidade do Minho.
- Lima, R., Cardoso, E., Pereira, G., Fernandes, S. & Flores, M. A. (2007). Aprendizagem baseada em Projectos Interdisciplinares num Curso de Engenharia: uma Leitura dos Resultados Académicos. In A. Barca, M. Peralbo, A. Porto, B. Duarte da Silva & L. Almeida (Eds.), *Libro de Actas do Congresso Internacional Galego-Português de PsicoPedagogía* (pp.1269-1280). A Coruña/Universidade da Coruña: Número extraordinário da Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación.
- McKinney, K. (2007). *The scholarship of teaching and learning. The challenges and joys of juggling*. Bolton, MA: Anker Publishing Company.
- Mesquita, D., Lima, R. M. & Flores, M. A. (2009). Student Teamwork in Higher Education: a Project Based approach in Industrial Management and Engineering. In *Proceedings of the 2nd International Research Symposium on PBL, 3-4 December 2009, Melbourne, Australia*.
- Mesquita, D., Lima, R. M. e Pereira, G. (2008) Engenharia e Gestão Industrial em Portugal: Uma visão da procura profissional. In *Proceedings of the 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2008)*, Maputo - Moçambique.
- Mesquita, D., Lima, R. M., Sousa, R. & Flores, M. A. (2009). The Connection between Project Learning Approaches and the Industrial Demand for Transversal Competencies. In *Proceedings of the 2nd International Research Symposium on PBL, 3-4 December 2009, Melbourne, Australia*.

- Moreira, N. & Carvalho, J. D. (2009). O Desenvolvimento da Atitude Empreendedora através da Metodologia de Aprendizagem baseada em Projecto: Percepções dos Alunos dos Curso abrangidos pelo PIEI. In Actas do X Congresso Internacional Galego Português de Psicopedagogia (pp. 3150-3163). Braga: Universidade do Minho.
- Shulman, L. (2000). From Minsk to Pinsk: why a scholarship of teaching and learning? *Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 1(1), 48-53.
- Stevenson, J.A. (1922). *The project method of teaching*. New York: The MacMillan Company.
- van Hattum-Janssen, N. & Lourenço, J. M. (2008). Peer and self-assessment for first year students as a tool to improve learning, *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 134(4), 346-352.
- van Hattum-Janssen, N. & Vasconcelos, R. (2008). The tutor in project-led education: evaluation of tutor performance. In: *Proceedings of the SEFI 2008 36th Annual Conference*. Denmark: Aalborg.
- van Hattum-Janssen, N. (2009). Staff Development for Project Led Engineering Education: the Portuguese case. In *Proceedings of the 2nd International Research Symposium on PBL*, 3-4 December 2009, Melbourne, Australia.
- van Hattum-Janssen, N., Vasconcelos, R. M., Pacheco, J. A. (2007). As competências transversais no desenho curricular no ensino superior. Trabalho apresentado em IX Conferência da Sociedade Portuguesa da Educação, In *Actas da IX Conferência da Sociedade Portuguesa da Educação*, Funchal.
- Veiga Simão, A. M., Flores, M. A., Fernandes, S. & Figueira, C.(2008). Tutoring in higher education. Concepts and practices. *Sísifo. Educational Sciences Journal*, 7, pp. 73-86. Retrieved May, 2009 from <http://sisifo.fpce.ul.pt>



# Desenvolvimento de uma Aplicação Multimédia na Área da Saúde para Crianças - Patologias para Minorcas

Inês Oliveira \*, Ângela Oliveira \*, Pedro Silva \*, André Leal \*

\* Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco, Avenida do Empresário 6000-767 Castelo Branco, Portugal

\* Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias de Castelo Branco, Avenida do Empresário 6000-767 Castelo Branco, Portugal

Email: [nes\\_oliveira@hotmail.com](mailto:nes_oliveira@hotmail.com), [angelaoliveira@ipcb.pt](mailto:angelaoliveira@ipcb.pt), [psilva@ipcb.pt](mailto:psilva@ipcb.pt), [andrejbl@hotmail.com](mailto:andrejbl@hotmail.com)

## 1 Introdução

Na segunda metade do século XX mudanças importantes ocorreram na comunicação, na forma e no local onde ocorre. Vários exemplos demonstram que, também na saúde, a forma como a comunicação é feita é um factor muito importante no sentido de informar e influenciar as decisões de indivíduos e de comunidades. Sobre esta problemática José Teixeira do Instituto Superior de Psicologia Aplicada de Lisboa diz que a comunicação efectiva em saúde tem influência importante a nível individual e comunitário. Desta forma este estudo para além de explorar novas formas de comunicação recorrendo à utilização de ferramentas informáticas, propõe o desenvolvimento de uma aplicação multimédia intitulada Patologias para Minorcas, que possibilita novas formas de comunicação das principais patologias em crianças.

O desenvolvimento desta aplicação enquadra-se no trabalho efectuado no final do curso de Informática para a Saúde da Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco, em colaboração com a Escola Superior de Saúde do mesmo Instituto. Este projecto surge no seguimento de uma necessidade sentida pelos profissionais de saúde no que diz respeito à comunicação de patologias em crianças uma vez que a comunicação em saúde, a crianças e jovens, tem que ser específica, não se podendo comparar à que é feita a um adulto, desta forma criou-se um ambiente multimédia que facilita o processo de comunicação bem como o entendimento do tipo de patologia e das suas especificidades.

Esta deve funcionar, como auxiliar do profissional de saúde, professores e educadores de infância, na explicação do tipo de patologia existente, pretendendo facilitar a aprendizagem dos conceitos através da utilização de jogos intuitivos e construídos em função da idade da criança.

### 1.1 Problema e sua relevância

Denota-se cada vez mais interesse por parte das crianças e jovens na procura de informação sobre doenças que vão sendo, cada vez mais, uma realidade no mundo que os rodeia. As tecnologias, fazendo parte do mundo actual, interferem no nosso dia-a-dia constantemente, tornando-se assim, num dos meios mais utilizado para obter a informação. Surge assim, a ideia de interligação da tecnologia, por intermédio da multimédia, à informação procurada.

As mudanças tecnológicas afectam a forma como se ensina e se aprende, assim como a forma onde esta pode ocorrer. O crescimento rápido da tecnologia, o aparecimento vulgarizado dos laptops, PCs portáteis/tablet PCs, com ligações Wireless, significa que cada vez mais é importante repensar a comunicação e a forma como esta deve ser efectuada.

As crianças e os jovens de hoje satisfazem a sua curiosidade por si, basta para isso, terem um computador com ligação à internet. Os seus ideais são os jogos, e se estes tiverem características interactivas melhor. Seguindo este paradigma considera-se que a melhor forma de comunicação das patologias será a utilização de jogos e actividades didácticas.

Para além das mudanças tecnológicas, temos as capacidades da Multimédia e as possibilidades de integração (combinação ou conjugação) que estes proporcionam, sejam eles, imagens, textos, vídeo ou sons. Se juntarmos a estes ingredientes a cor e o movimento como um factor cada vez mais persuasivo no mundo da criança e que permite uma mais fácil condução e aprendizagem de conceitos, mesmo que por vezes abstractos, surge a convicção que a comunicação irá ser feita de forma muito mais fácil e os conceitos muito mais rapidamente apreendidos.

## 2 Aplicação Multimédia - Patologias para Minorcas

O objectivo deste estudo foi desenvolver, implementar e avaliar uma ferramenta Multimédia que funcionasse como meio de comunicação e aprendizagem de crianças sobre as principais patologias que estas podem vir a sofrer. O desenvolvimento desta aplicação encontra-se dividido em três fases distintas de desenvolvimento. Fase I (descritiva ou exploratória), Fase II (construção da aplicação), Fase III (avaliação da aplicação). De seguida irão ser explicados os procedimentos de cada uma das fases.

### 2.1 Fase I

A Fase I, iniciou-se em forma de investigação, onde foi definido o público-alvo da aplicação a ser construída. Para isso foram analisadas diversas teorias psicológicas que explicam o desenvolvimento cognitivo infantil, entre elas a teoria de Piaget e Robert Selman que serviram de base para a definição das faixas etárias da aplicação aliando as fases de escolaridade instituídas em Portugal. Dessa investigação resultou a divisão etária que foi implementada na aplicação Multimedia desenvolvida, depois de conjugados os aspectos representados na tabela 1, definimos como faixas etárias as seguintes: dos 3 aos 5 anos; dos 6 aos 8 anos e dos 9 aos 12 anos.

Tabela 1: Resumo das teorias psicológicas do desenvolvimento cognitivo infantil

Teoria de Piaget	Teoria de Selman	Fases de Escolaridade
Estádio Pré-operacional (dos 2 aos 7 anos)	Estádio Não Existente (2-4 anos)	Grupo 1 - Pré-escolar (3-6 anos)
	Estádio 1 – Atitude social egocêntrica (4-6 anos)	
	Estádio 2 – Atitude social determinada pela informação (6-8 anos)	Grupo 2 - 1º Ciclo (6-10 anos)
Estádio das Operações Concretas (dos 7 aos 11 anos)	Estádio 3 – Atitude social determinada pela reflexão (8-10 anos)	
	Estádio 4 – Atitude social determinada pela reciprocidade (10-12 anos)	Grupo 3 - 2º Ciclo (10-12 anos)

Depois de definido o público-alvo da aplicação, deu-se início à escolha de tema a abordar. De forma resumida pode ver-se na tabela seguinte a estrutura da aplicação. De salientar que nesta fase decidimos não produzir uma aplicação Multimédia para todas as idades mas sim uma aplicação por cada faixa etária, a que demos o nome de Patologias para Minorcas I, II e III, e fisicamente apresentadas em três CD's.

Tabela 2: Resumo dos temas abordados e sua justificação

Minorcas	Temas	Justificação
I (CD 1)	Saúde Oral	Preservar a saúde do nosso corpo
	Audição	Preservar a saúde do nosso corpo
	Visão	Preservar a saúde do nosso corpo
	Constipação	Introdução do conceito de patologia, procedimentos de consulta, de exames de diagnóstico e de recuperação
II (CD 2)	Febre e Inflamações	A maior parte, das patologias incluem este tipo de reacções do organismo.
	Diabetes	É importante diagnosticar o estado de diabetes infantil entre os cinco, sete anos, referindo o quão importante é a criança tomar conhecimento sobre as causas das patologias e os seus meios de diagnóstico e tratamento para saber lidar mais facilmente com elas
	Vacinação	As primeiras vacinas tomadas pelas crianças, quando estas já têm noção do que lhes está a acontecer, são dadas aos 5/6 anos, como consta no plano nacional de vacinação. Segundo a informação recolhida junto de profissionais de saúde, a maioria das crianças não estão informadas sobre o porquê da toma da vacina, o que dificulta a forma como a criança encara a vacinação.
	Cancro	Cada vez mais incidente nas crianças, o cancro é uma patologia que acarreta sofrimento de ordem psíquica, física durante anos, sendo importante abordá-la para que as crianças possam ter um conhecimento da mesma.
III (CD 3)	Asma	Segundo o INE (Instituto Nacional de estatística), "A asma, que afectava 5,5% do total da população residente, era referida com maior frequência (4,9%) no grupo da população jovem (com menos de 15 anos)."
	Hepatite	Surge como patologia com alta incidência em Portugal. Calcula-se que cerca de 150.000 de indivíduos infectados de forma crónica com o vírus da hepatite B e igual número com hepatite C
	Epilepsia	Representa a desordem cerebral crónica mais comum na infância, com maior incidência nos dez primeiros anos de vida.
	Doenças Hereditárias	Em Portugal existem já várias doenças hereditárias familiares com incidência relevante, de entre elas, e a que apresenta maior incidência em Portugal, é uma doença neurológica designada de doença de Machado-Joseph, com uma prevalência nacional de duas em cada 100 mil pessoas.

### 2.2 Fase II

Na fase II procedeu-se à construção da aplicação. Foram criadas interfaces iniciais diferentes para cada uma das aplicações, embora se seguisse o mesmo padrão de design, no que diz respeito às cores, bem como à disposição de tarefas, estas foram alteradas. De salientar que para a construção destas aplicações foram tidos em consideração aspectos de design, usabilidade e construção de interfaces. O processo de desenvolvimento dos

mesmos foi feito tendo em conta princípios de desenvolvimento centrados no utilizador. No que diz respeito aos sons, foram captados de quer vozes de crianças, quer de profissionais de saúde.

Todos os interfaces foram testados quer por crianças dessas idades quer por monitores e professores de várias instituições. Os interfaces iniciais de cada aplicação ficaram com a seguinte configuração:



Figura 1: Interfaces da aplicação Patologia para Menorcas

Depois da interface inicial, independentemente do jogo escolhido, é apresentada a sua explicação, como ilustram as imagens seguintes a título de exemplo.



Figura 2: Interfaces de jogo da aplicação Patologia para Menorcas

Para um manuseamento simples da aplicação todos os passos, botões e formas de jogo são descritos. No caso dos dois primeiros CD's, ainda há implementação da descrição oral facilitando assim, a compreensão dos mais novos.

No conjunto total da aplicação as crianças podem interagir com vários tipos de jogos, sendo eles: questionário simples, questionário ilustrado, jogo de tabuleiro, história interactiva, jogo de sequência lógica e jogo de descoberta de palavras. Todos os jogos possuem um botão de retorno ao menu inicial para que, em qualquer momento, se possa mudar de actividade ou desligar o jogo.

Apesar de a aplicação Patologias para Menorcas se propor à aprendizagem de algumas potencialidades como: aprendizagem de conceitos patológicos e alguns procedimentos médicos, identificação e técnica geral de métodos complementares de diagnóstico, sintomas e tratamentos de patologias e alguns procedimentos que se podem tomar para ajudar o doente, o uso dela, num contexto adequado, como escolas, pode ter objectivos mais amplos. Desta forma, será possível aliar à aprendizagem destes conceitos, noções de: lateralidade (esquerda/direita), de profundidade (perto/longe), de numerologia, de quantificação de volume (baixo/médio/alto), ampliação de vocabulário (pesquisa de palavras no mini dicionário) e desenvolvimento do pensamento lógico que poderão ser um recurso didáctico que irá enriquecer a prática pedagógica na educação infantil.



Figura 3: Produto acabado

## 2.3 Fase III

A avaliação do impacto da aplicação está a ser implementada em diversas instituições de ensino público e privado, nos níveis do pré-escolar, 1º ciclo e 2º ciclo, do distrito de Castelo Branco, para além das unidades de pediatria dos hospitais da Guarda, Covilhã e Castelo Branco.

O procedimento passa por apresentar um questionário sobre os temas abordados nos jogos para cada faixa etária, no caso do pré-escolar e 1º ano do 1º ciclo o questionário é oral. É estipulado um tempo entre 30 a 60 minutos de jogo e apresentado o mesmo questionário dado inicialmente para determinar os conhecimentos apreendidos.

A fase de estudo terá a duração de cerca de 6 meses abrangendo cerca de 600 alunos, mais os pacientes das pediatrias dos referidos hospitais.

A aplicação foi testada na Escola Internacional da Covilhã – instituição piloto, uma vez que dispõe de todas as faixas etárias em análise. Nesta instituição, os resultados obtidos estão descritos nas tabelas seguintes.

Tabela 3, 4 e 5: Resultados dos testes efectuados na instituição piloto em que: N- Amostra; Minimum-Mínimo; Maximum-Máximo; Mean-Média; Std. Deviation-Desvio Padrão; Valid N-Amostra Válida; Tabela 3: S-Saúde oral; A-Audição; V-Visão; C-Constipação; Tabela 4: FI- Febre e Inflamações; V- Vacinação; D-Diabetes; C-Cancro; Tabela 5: A-Asma; D-Doenças Hereditárias; E-Epilepsia; H-Hepatite;

Descriptive Statistics – Patologias para Minorcas I						Descriptive Statistics – Patologias para Minorcas II						Descriptive Statistics – Patologias para Minorcas III					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SCorrecto_pré	8	2	7	4,63	1,685	FICorrecto_pré	16	0	5	2,81	1,424	ACorrecto_pré	7	0	3	1,71	,951
SErrado_pré	8	1	6	3,38	1,685	FIErrado_pré	16	0	5	2,19	1,424	AErrado_pré	7	2	5	3,29	,951
ACorrecto_pré	8	1	4	2,00	1,069	VCorrecto_pré	16	0	4	1,81	1,515	DHCorrecto_pré	7	0	2	1,29	,756
AErrado_pré	8	1	4	3,00	1,069	VErrado_pré	16	1	5	3,19	1,515	DHErrado_pré	7	3	5	3,71	,756
VCorrecto_pré	8	0	5	2,38	1,685	DCorrecto_pré	16	1	4	2,31	,793	ECorrecto_pré	7	0	3	1,57	1,272
VErrado_pré	8	0	5	2,63	1,685	DErrado_pré	16	0	3	1,69	,793	EErrado_pré	7	2	5	3,43	1,272
CCorrecto_pré	8	2	4	2,88	,835	CCorrecto_pré	16	1	5	3,50	1,265	HCorrecto_pré	7	0	2	,71	,756
CErrado_pré	8	2	4	3,12	,835	CErrado_pré	16	1	5	2,50	1,265	HErrado_pré	7	3	5	4,29	,756
SCorrecto_pós	8	6	8	7,75	,707	FICorrecto_pós	16	2	5	4,19	,981	ACorrecto_pós	7	4	5	4,43	,535
SErrado_pós	8	0	2	,25	,707	FIErrado_pós	16	0	3	,81	,981	AErrado_pós	7	0	1	,57	,535
ACorrecto_pós	8	3	5	4,38	,744	VCorrecto_pós	16	2	5	3,44	1,094	DHCorrecto_pós	7	3	5	4,43	,787
AErrado_pós	8	0	2	,63	,744	VErrado_pós	16	0	3	1,56	1,094	DHErrado_pós	7	0	2	,57	,787
VCorrecto_pós	8	1	5	4,13	1,356	DCorrecto_pós	16	2	4	3,25	,683	ECorrecto_pós	7	3	5	4,29	,756
VErrado_pós	8	0	4	,88	1,356	DErrado_pós	16	0	2	,75	,683	EErrado_pós	7	0	2	,71	,756
CCorrecto_pós	8	3	6	5,50	1,069	CCorrecto_pós	16	4	6	5,31	,793	HCorrecto_pós	7	4	5	4,43	,535
CErrado_pós	8	0	3	,50	1,069	CErrado_pós	16	0	2	,69	,793	HErrado_pós	7	0	1	,57	,535
Correctas_pré	8	7,00	15,00	11,8750	3,31393	Correctas_pré	16	5,00	16,00	10,4375	2,80401	Correctas_pré	7	2,00	9,00	5,2857	2,28869
Erradas_pré	8	9,00	17,00	12,1250	3,31393	Erradas_pré	16	4,00	15,00	9,5625	2,80401	Erradas_pré	7	11,00	18,00	14,7143	2,28869
Correctas_pós	8	13,00	24,00	18,7500	3,73210	Correctas_pós	16	13,00	20,00	16,1875	1,90504	Correctas_pós	7	16,00	19,00	17,5714	1,13389
Erradas_pós	8	,00	11,00	2,2500	3,73210	Erradas_pós	16	,00	7,00	3,8125	1,90504	Erradas_pós	7	1,00	4,00	2,4286	1,13389
Valid N (listwise)	8					Valid N (listwise)	16					Valid N (listwise)	7				

Todos os jogos foram testados seguindo o procedimento referido e usando estatística descritiva pode concluir-se que 90% dos alunos revelou melhoria significativa no segundo questionário apresentado que se efectua depois da interacção com a aplicação Patologias para Minorcas.

### 3 Conclusão

A elaboração deste tipo de aplicações e o trabalho com crianças torna o desenvolvimento e o resultado final numa experiência aliciante.

Depois de terminada a fase de avaliação da aplicação espera-se atingir resultados satisfatórios e que as crianças possam adquirir conhecimentos a nível das patologias, fundamentalmente e para as crianças das instituições escolares, no caso das instituições hospitalares a expectativa não será tão alta, sendo o objectivo maior nesses casos que a criança se divirta e seja uma ajuda na recuperação, para além das possível transmissão e aquisição de conhecimentos. Tornando assim, este tipo de aplicações uma mais-valia quer para as instituições escolares, quer para as instituições de saúde.

### Referências

- <http://209.85.229.132/search?q=cache:t9Czy7k9yg4J:www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/aps/v22n3/v22n3a21.pdf+Comunica%C3%A7%C3%A3o+em+sa%C3%BAde&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt>
- <http://www.min-saude.pt/porta/conteudos/informacoes+uteis/vacinacao/vacinas.htm>
- <http://tekatun.blogspot.com/2008/11/diabetes-infantil.html>
- <http://www.acreditar.org.pt/>
- <http://www.spg.pt/textos/?imc=85n31n44n49n>
- [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=48434179&PUBLICACOESmodo=2](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=48434179&PUBLICACOESmodo=2)
- <http://www.tvciencia.pt/tvcnot/pagnot/tvcnot03.asp?codpub=21&codnot=5>
- <http://www.comciencia.br/reportagens/epilepsia/ep27.htm>
- <http://www.psicastro.com/artigos/teorias-do-desenvolvimento>





# Desenvolvimento de um Jogo de Empresas para apoiar o Processo de Ensino-Aprendizagem de Empreendedorismo

Izabela Lorca Nagano<sup>\*</sup>, José de Souza Rodrigues<sup>\*</sup>, Kátia Livia Zambon<sup>\*\*</sup>, Ariane Scarelli<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup> Production Engineer Department, School of Engineering, Paulista University, Campus of Bauru, 4800-058 Av. Luis Edmundo C. Coube, sn – 17033360, Brazil

<sup>\*\*</sup> Industrial Technical School, CTI-UNESP-Bauru, Brazil

Email: [izabelaln@feb.unesp.br](mailto:izabelaln@feb.unesp.br), [jsrod@feb.unesp.br](mailto:jsrod@feb.unesp.br), [katia@feb.unesp.br](mailto:katia@feb.unesp.br), [ariane@feb.unesp.br](mailto:ariane@feb.unesp.br)

## 1 Introdução

A introdução das “TICS” no processo ensino-aprendizagem busca auxiliar o desenvolvimento do potencial humano, podendo desencadear situações que requerem avaliação contínua, visando à criação de ambientes de aprendizagem que favoreçam a construção de conhecimentos. O processo de ensino-aprendizagem deve ser constantemente modificado segundo o perfil dos estudantes e a disponibilidade de novas tecnologias. O método de ensino deve estar sempre em consonância com os estímulos necessários para a adequada motivação do público alvo.

A utilização de jogos como um auxiliar no processo de ensino-aprendizagem tem atraído a atenção de profissionais de treinamento e de educadores (Garris, Ahlers e Driskell, 2002; Lacruz, 2004; Johnsson, 2006). Isto permitiu que as disciplinas de cursos regulares e presenciais se tornassem mais interessantes pelo acréscimo de atividades lúdicas. A simulação de ambientes organizacionais proporciona melhor assimilação dos conteúdos pela interconexão entre eles e pelo estímulo ao entendimento da lógica “por trás do jogo”.

Dadas suas características, o aprendizado mediado por jogos de empresas apresenta grande potencial de síntese e interconexão de conteúdos multidisciplinares, contribuindo para a aquisição de competências e o aprimoramento da formação profissional do aluno. Além disso, os jogos apresentam a vantagem de permitir que o aprendiz vivencie o processo decisório sem o risco de causar prejuízos ou danos às organizações reais. É uma ferramenta que facilita o aprimoramento dos conhecimentos teóricos de disciplinas relacionadas à gestão de negócios, estimula o empreendedorismo e a visão sistêmica das organizações, exigindo do educando uma atitude proativa no processo educacional (Nagamatsu et al., 2006; Santos e Lovato, 2007).

A Internet representa para a sociedade do conhecimento a consolidação do mundo sem fronteiras. Em muitas circunstâncias não se sabe a origem de onde os dados, as informações e os conhecimentos provêm. Em outras palavras, a plataforma web tornou o mundo, de fato, global e o conhecimento, digital. Com isto, a educação, antes linear e estática, ganhou dinamismo (Moran, Masetto e Behrens, 2008).

Neste sentido, a concepção, o desenvolvimento e a aplicação do jogo de empresas denominado Bom Burger e aqui apresentado, se propõe a atender as necessidades do processo ensino-aprendizagem e o estímulo ao empreendedorismo, aplicando conceitos da gestão de um negócio, da administração, contabilidade e outros. No contexto em que se insere esta ferramenta, desenvolvida para *Web* onde os jogadores podem administrar uma lanchonete que vende hambúrgueres e refrigerantes e participar de uma competição com oscilações inerentes de um mercado competitivo.

## 2 Jogo de empresas – Bom Burger (Best Burger)

Desenvolvido em parceria com o Colégio Técnico da Unesp de Bauru, o software Bom Burger teve sua origem na necessidade de um produto que contemplasse as necessidades da simulação organizacional e que pudesse ser utilizado para a avaliação de diferentes cenários e estratégias de decisões na gestão de um negócio. O projeto em que está inserido se baseia na linha de pesquisa Jogos de Empresas do Departamento de Engenharia de Produção, também da Unesp de Bauru. Outro jogo que proporcionou a avaliação e a definição dos principais pontos a serem abordados nesta ferramenta foi o Mercado Virtual (disponível em [www.mercadovirtual.feb.unesp.br](http://www.mercadovirtual.feb.unesp.br)) também fruto desta parceria e em desenvolvimento desde 2003 e que possui um nível de complexidade maior (Rodrigues et al., 2005; Rodrigues, 2008).

O jogo em sua primeira versão e ainda disponibilizado somente em português pode ser acessado em: [www.bomburger.net](http://www.bomburger.net). O Bom Burguer foi criado com o objetivo de se trabalhar com uma interface que pudesse ser acessada também fora da sala de aula e com um produto conhecido mundialmente, o hambúrguer e o refrigerante. A página principal (home) pode ser visualizada no endereço citado e como apresentada na Figura 1.

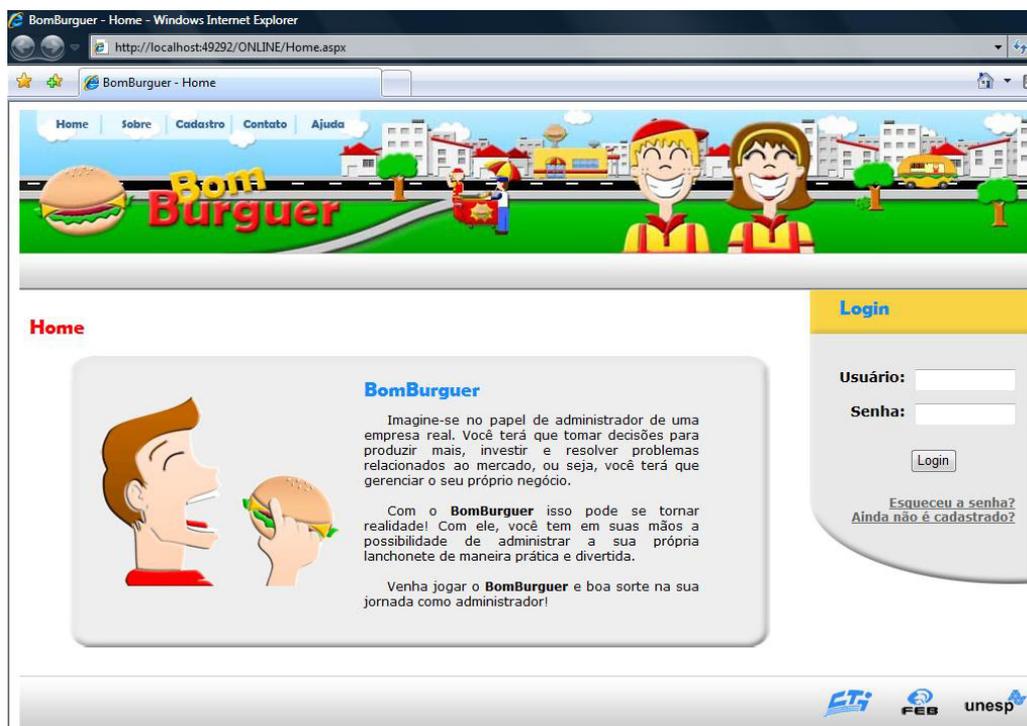


Figura 1: Tela inicial do Bom Burguer versão 1.0

## 2.1 Cadastros

Como o Bom Burguer é um jogo Web e que estará disponível para a utilização por pessoas interessadas em treinamentos e aulas com o uso de ferramentas para estímulo ao empreendedorismo, a parte inicial de cadastros é um processo realizado com a aprovação dos administradores da ferramenta. Este processo também é necessário porque o jogo é um objeto de pesquisa e há necessidade de se gerar estatísticas de uso e também do público que o utiliza. Por esta razão, o cadastramento acontece em níveis: Escola, Professor e Jogador. A tela apresentada na Figura 2 mostra este processo e traz outras informações.

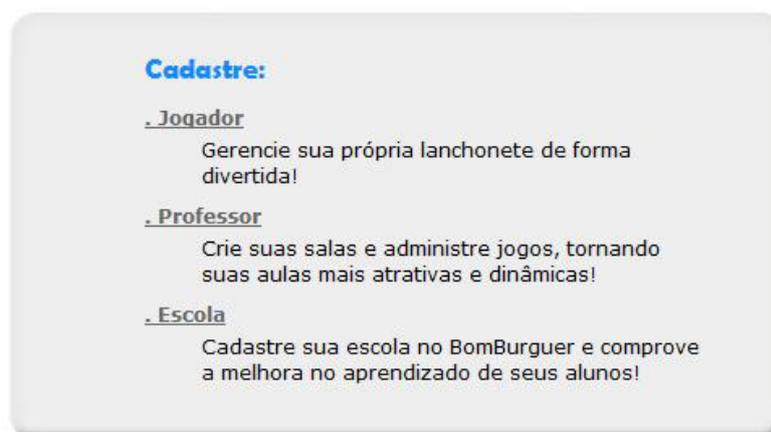


Figura 2: Opções disponíveis para cadastro no bom Burguer

Cada um dos níveis requer a ativação da conta, isto por questões de segurança que softwares disponibilizados na web devem ter. Na tabela 1 é possível verificar a seqüência de ativações das contas necessárias para que o jogador possa efetivamente utilizar o jogo. Além disso, a ferramenta tem como objetivo proporcionar ao professor a autonomia para criar e parametrizar suas salas, equacionar o tempo de jogo e ainda avaliar seus alunos com os recursos e relatórios de cada jogada.

Tabela 1: Níveis de acesso ao jogo e dependência de ativação da conta

Nível	Cadastro	O que precisa para fazer o cadastro	Quem faz a ativação da conta?	Loga no sistema?	Autonomia que tem no sistema
1º	Escola	Código da escola	Gestor do Bom Burguer	Não	– Nenhuma
2º	Professor	Código de ativação enviado à escola	Gestor do bom Burguer	Sim	– Criar salas de jogos – Manipular as rodadas de cada sala – Iniciar/encerrar jogo – Analisar os resultados
3º	Jogador	Código da escola	Não precisa de ativação da conta	Sim	– Participar do jogo na sala que o professor disponibilizou – Analisar seus resultados

## 2.2 Criação de cenários para a simulação organizacional

A simulação organizacional deve proporcionar um ambiente competitivo e sujeito às oscilações do mercado, tornando-se assim, o mais próximo possível da realidade. É no processo de criação e parametrização da sala (um professor pode criar e habilitar quantas salas forem necessárias) que o professor pode criar estes cenários. Os dados solicitados são: total de rodadas de um jogo, demanda de mercado, variação da demanda, caixa inicial e juros da dívida, caso algum jogador venha necessitar. Além disso, dados como nome da sala e senha são disponibilizados pelo professor quando lhe for conveniente, evitando que os alunos entrem em qualquer sala para efetuar suas jogadas.

O empreendedor em questão poderá adquirir ao longo do jogo, níveis diferentes para o seu negócio, sendo eles a barraquinha, o quiosque e a lanchonete em local fixo. Na figura 3 tem-se o layout dos possíveis níveis que o empreendimento poderá assumir. Este aspecto do jogo estimula o jogador a analisar a situação do seu empreendimento, se será móvel ou fixo, se a localização influencia nas vendas e o instrutor pode discutir estes aspectos relevantes ao sucesso do negócio em questão. Além disso, o tipo de empreendimento sugere o tipo de investimento em propaganda que se deve fazer, também contemplado no jogo.

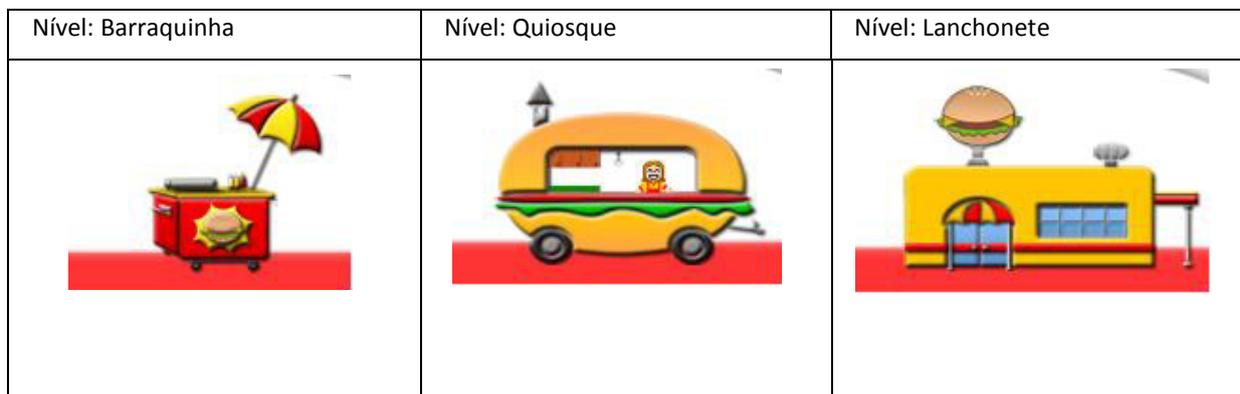


Figura 3: Ilustrações dos possíveis níveis do empreendimento

Para finalizar as parametrizações ao criar uma Sala é necessário atribuir valores de preços iniciais, porcentagem da variação de preços do mercado, porcentagem de deterioração e porcentagem de perdas de cada componente do lanche, quais sejam: pão, hambúrguer, queijo, alface, tomate e o refrigerante, vendido junto com o lanche. Um exemplo de como estes itens entram na formulação do problema é dado para o caso do pão na equação 1 e 2, sendo respectivamente, a deterioração e a perda que se tem.

$$PãesDeteriorados = \frac{EstoqueDePão \times DeterioraçãoDoPão \times RandomD}{100} \quad (1)$$

$$RandomD \in \mathbb{R} \mid 0 \leq RandomD \leq 1$$

$$PãesPerdidos = \frac{PãesComprados \times PerdaDoPão \times RandomE}{100} \quad (2)$$

$$RandomE \in \mathbb{R} \mid 0 \leq RandomE \leq 1$$

## 2.3 Processo de Decisão ou Rodada do Jogo

O jogador pode logar no sistema com o seu nome de usuário (login) e senha e Habilitar uma Sala. Um mesmo jogador pode participar de mais de uma sala, desde que tenha o login e a senha fornecida pelo instrutor. Na Figura 4, está a folha de decisão do jogador para que os dados inseridos sejam processados após o encerramento da rodada. Aqui, é o momento de explorar vários conceitos da administração e/ou gestão de negócios e do jogador demonstrar seus conhecimentos. Note que a moeda corrente no jogo é o β\$ para a consideração do aspecto lúdico do jogo.



**PAEE\_2010**

Rodada: 1/20  
Caixa: β\$2000,00  
Dívidas: β\$0,00  
Contas a Pagar: β\$94,00  
Nível Atual: Barraquinha

**Barraquinha**

Item	Quantidade	Preço	Estoque	Compra
Pão	(16 lanches)	β\$3,50	0	0
Hambúrguer	(36 lanches)	β\$13,90	0	0
Queijo	(112 lanches)	β\$42,85	0	0
Alface	(224 lanches)	β\$23,40	0	0
Tomate	(496 lanches)	β\$31,00	0	0
Refrigerante	(12 lanches)	β\$9,80	0	0

Propaganda	Investimento
Panfleto	0,00
Jornal	0,00
Rádio	0,00
Televisão	0,00

**Preço de Venda**

Figura 4: Página de decisão do jogo (rodada)

## 3 Aplicação do jogo

O Jogo de Empresas Bom Burguer apresenta já no momento de iniciar o cadastro como jogador tem a opção de formar equipes (possibilidade de até 10 jogadores por equipe) ou individual. Esta situação que o jogo oferece é permitida que uma área do conhecimento seja explorada, que é a questão da equipe e do ser individual, do consenso do nome do empreendimento, do responsável em ativar a conta, enfim, muito pode ser explorado mesmo antes da página principal de decisão do jogo. O jogo é inicialmente parametrizado, pelo professor/coordenador, com um cenário de demanda de mercado, quantidades, preços, perdas, deteriorações e as variações de cada item. Entretanto, esse cenário pode ser modificado em qualquer momento que o gestor (professor/coordenador) desejar, esse fator traz dinamismo para os alunos e faz com que seja despertado o espírito empreendedor e a proximidade com a realidade a partir da existência permanente de mudanças e que devem estar preparados ao risco. E além de ter o jogo de empresas, Bom Burguer, como um instrumento dinâmico no processo ensino-aprendizagem há a possibilidade de que o jogo seja usado de forma multidisciplinar, ou seja, é

possível ser inserido no ensino de contabilidade, matemática, linguagem da comunicação e entre outras. O jogo Bom Burger por apresentar um produto conhecimento por todas as gerações e ser de fácil acesso apresenta uma vantagem que é o campo de exploração para o seu uso que já usado por alunos: do ensino médio tradicional e técnico, escolas de formação técnicas, graduação de Engenharia de Produção e até mesmo para treinamentos corporativos – pois é possível a partir do jogo estabelecido analisar o comportamento de cada jogador.

## 4 Conclusões

O Bom Burger está em andamento com o seu uso e excelentes experiências foram observadas. O uso do jogo já se mostrou em diferentes situações e cenários. Já foi usado em uma escola de formação técnica na disciplina de contabilidade, experiência esta onde os alunos inicialmente se mostraram pouco entusiasmados e logo após a finalização da primeira rodada e o ranking estabelecido, deu-se início a disputa pelo mercado de venda de “Bom Burger” e o jogo se tornou contagiante e instigante. Outro momento foi o uso por alunos do ensino técnico-médio, neste caso teve um despertar de interesse maior pelo desenvolvimento da lógica e das interfaces que compõem o jogo. E ainda em andamento um projeto voltado para alunos do ensino médio de uma escola pública da cidade de Bauru, experiência esta que tem a cada encontro derrubado paradigmas, pois mesmo com menor capacidade de infra-estrutura o sabor do conhecimento e do saber com o uso do jogo de empresas Bom Burger tem tido bons. E ainda há uma proposta que contempla também àquelas escolas que não possuem equipamentos disponíveis para todos os jogadores é a possibilidade de se ter as folhas de decisão (Figura 4) na forma impressa e de se ter um único computador conectado para acessar a página do Bom Burger e registrar as decisões das equipes e mostrar os relatórios e os gráficos durante as rodadas.

O Bom Burger já está em fase de transição da versão 1.0 para a 2.0. Nesta atualização têm ocorrido ajustes que foram identificados a partir do testes realizados. E, então como consequência, o jogo será incrementados por fatores que farão do Bom Burger mais desafiador e dos alunos melhores empreendedores e estrategistas no processo de aprendizagem.

A interface aplicada aos recursos de internet, onde o aluno poderá ter a flexibilidade de participar do jogo e tomar suas decisões de qualquer local com acesso à internet propõe uma viabilidade de uso e uma adaptação ao perfil do aluno atual. O uso de jogos de empresas tem-se mostrado eficaz no processo de apoio ao ensino-aprendizagem e uma das metas é ter à disposição jogos com níveis de complexidade diferentes que possam ser parametrizados e aplicados em fases diferentes dos treinamentos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos futuros técnicos de informática do Colégio Técnico da Unesp de Bauru, Alan Vitor Ostanik, Fábio Aparecido Parigi, Flávio Antonio Matano Junior, Guilherme Gabriel Teixeira, José Umberto Lenharo, Murilo Alves Alborghette, Pedro Henrique Delmont Ranzani, Saulo Prudente Feliciano Dias e William Cesar Bellini pelo trabalho prestado à comunidade acadêmica via departamento de Engenharia de Produção da Unesp de Bauru. Agradecem também à FAPESP, CNPq e FUNDUNESP pelo apoio financeiro.

## Referências

- Educação SEBRAE. Cursos Sebrae-SP – Empreendedores do Futuro, 2008. Disponível em: <[http://www.sebraesp.com.br/educacao/programa\\_jovens\\_empreendedores](http://www.sebraesp.com.br/educacao/programa_jovens_empreendedores)>. Acesso em: maio/2009.
- Garris, R.; Ahlers, R.; Driskell, J. E. Games, motivation, and learning: a research and practice model. In: *Simulation & Gaming*, v. 33, n. 4, p. 441-467, dez. 2002.
- Johnsson, M. E. Jogos de empresas: modelo para identificação e análise de percepções da prática de habilidades gerenciais. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2006.
- Lacruz, A. J. Jogos de empresas: considerações teóricas. In: *Revista de Gestão da USP: Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 93-109, out./dez. 2004.
- Lima, J. F.; Molinaro, L. F. R. O uso das novas tecnologias como suporte as aulas presenciais na modalidade de ensino para jovens e adultos: o caso dos laboratórios virtuais. In: *RNTI - Revista Negócios e Tecnologia da Informação*, v. 3, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://publica.fesppr.br/index.php/rnti/article/viewArticle/84>>. Acesso em: abr./2009.

- Moran, J. M.; Masetto, M. T.; Behrens, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. Campinas: Papirus, 14 Ed, 173 p., 2008.
- Nagamatsu, F. A.; Fedichina, M. A. H.; Gozzi, S.; Boldrin, V. P. A aplicação do jogo de empresas no desenvolvimento gerencial: um estudo aplicado em cursos de graduação e de pós-graduação (nível lato sensu). In: IX SEMEAD – Seminários em Administração, FEA, USP, São Paulo, 2006.
- Rodrigues, J. S.; Crepaldi, F. A.; Ferreira, D.; Manfrinato, J. W. S.; Zambon, K. L. Mercado virtual - jogo de empresas voltado ao ensino em engenharia. In: GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, n. 1, p. 110-115, 2005.
- Rodrigues, J.S. Manual do Jogo. Bauru: UNESP, 2008. Disponível em: <<http://www.mercadovirtual.feb.unesp.br>>. Acesso em: fev/ 2009.
- Santos, M. R. G. F.; Lovato, S. Os jogos de empresas como recurso didático na formação de administradores. In: CINTED – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, UFRGS, v. 5, n. 2, dez. 2007.

# Project Management Tools and Techniques for Teams under Project Based Learning Environments

João R. Carneiro\*, Rui M. Lima\*

\* Production and Systems Department, School of Engineering, University of Minho, Campus of Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

Email: [ricsheep@gmail.com](mailto:ricsheep@gmail.com), [rml@dps.uminho.pt](mailto:rml@dps.uminho.pt)

## 1 Motivação

A aprendizagem baseada na realização de projectos interdisciplinares tem como propósito fomentar o foco no estudante, a interdisciplinaridade, o desenvolvimento do pensamento crítico e ainda o desenvolvimento de competências relacionadas com a comunicação interpessoal e a gestão de projectos (Fernandes *et al.*, 2007). Com esta metodologia de ensino, os estudantes têm também uma maior responsabilidade, autonomia e controlo do processo de aprendizagem. Estudos recentes efectuados com base nesta temática têm comprovado que o trabalho em equipa assume uma importância essencial para a motivação dos alunos.

É também verificado que a relevância da aprendizagem, através da resolução de problemas que simulam a realidade empresarial, é potenciada através da articulação entre a teoria e prática. Esta articulação entre a teoria e a prática visa aproximar o ensino à realidade profissional e às competências que são requeridas pelos empregadores. No entanto, aquando da execução do projecto, ocorrem frequentemente problemas próprios da gestão de equipas. Estes ocorrem sobretudo ao nível da motivação, gestão de tempo, gestão de conflitos e ainda ao nível da organização interna (Fernandes *et al.*, 2007; Lima *et al.*, 2007). Obviamente que estas condicionantes influenciam outros elementos inerentes ao processo de ensino-aprendizagem, tais como os objectivos e os resultados de aprendizagem, o processo de avaliação e a qualidade do trabalho dos alunos.

Assim, conclui-se que existe a necessidade de preparar e de apoiar melhor os alunos no contexto de organização, planeamento e comunicação, com o propósito de responder às exigências particulares deste método de aprendizagem e também às que são sentidas num contexto profissional. Como tal, a Gestão de Projectos, e em particular o PMBOK (Project Management Body of Knowledge) fornece um conjunto de ferramentas e instrumentos que podem ser importantes para o processo de gestão de uma equipa. Estes estão muitas vezes relacionados com as principais dificuldades sentidas por uma equipa que desenvolve um projecto intenso, exigente e complexo, como por exemplo, as questões de planeamento, comunicação e integração (van Rooij, 2009).

A motivação inerente à investigação efectuada prende-se com a análise dos processos e procedimentos de Gestão de Projectos que podem ser utilizados num contexto de aprendizagem em Engenharia. Tem como objectivo investigar processos de integração e comunicação, através do estudo e conseqüente desenvolvimento de estratégias e práticas de gestão de equipas em ambientes de aprendizagem cooperativa. Pretende-se assim diminuir os problemas que habitualmente se sentem a este nível e que naturalmente influenciam o processo de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, os resultados obtidos.

Este estudo tem como foco principal a análise de dois grupos de alunos envolvidos num projecto integrado do 4º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial leccionado na Universidade do Minho. Nesta análise, ambiciona-se recolher informações acerca da forma de funcionamento dos grupos e tentar fornecer algumas ferramentas que possam utilizar como auxílio à gestão dos seus projectos.

## 2 Metodologia

A investigação que se encontra em realização, permitirá responder a um conjunto de questões do processo de investigação, que se centram essencialmente na organização de equipas de trabalho em ambiente de projecto.

- Quais são as diferenças existentes entre as várias equipas no que diz respeito à análise, desenvolvimento e gestão do projecto?
- As equipas que tomaram consciência e utilizaram ferramentas/metodologias de Gestão de Projectos obtiveram melhores resultados que outras equipas que não usufruíram?

- Em projectos interdisciplinares desta dimensão, de que forma se pode auspiciar o nivelamento da aprendizagem entre os vários elementos da equipa?

Procurou-se com estas questões de investigação, procurar compreender como os membros das equipas se organizam, como comunicam entre si, com os docentes e as restantes equipas, como planificam e também como realizam as actividades. Isto é importante para analisar a forma como as equipas trabalham, o tempo de concretização, a interacção entre os elementos, a dimensão da equipa, entre outros aspectos.

De forma a obter as respostas para as questões que orientam esta investigação, a recolha da informação junto do público-alvo passou pela observação/análise, pela aplicação de inquéritos por questionário e, dependendo do andamento da investigação, por eventuais entrevistas de grupo (Focus Group).

A observação das equipas de trabalho foi uma das técnicas utilizadas que permitiu conhecer os processos da gestão da equipa, averiguar de que forma eles distribuíam as várias tarefas entre si e como transmitiam os conhecimentos adquiridos entre os vários elementos da equipa. Permitiu também analisar como os membros da equipa interagiam entre si e averiguar se as técnicas visuais de gestão de projectos foram utilizadas e foram consideradas úteis.

Os inquéritos por questionário permitiram obter uma visão mais abrangente acerca das percepções de cada um relativamente às técnicas propostas e de que forma elas influenciam o resultado final. A utilização desta técnica é útil para complementar a informação recolhida pela observação. Esta é uma técnica de recolha de dados que, segundo Almeida e Pinto (1995), se apoia numa série de perguntas dirigidas a um conjunto de indivíduos (inquiridos). Neste estudo, os inquiridos foram todos os agentes envolvidos no contexto a ser analisado de forma a averiguar as suas representações acerca da temática em causa nesta investigação.

Com o decorrer da investigação e caso seja necessário, poderá ser utilizada a técnica do *focus group* de forma a complementar a técnica anterior. Esta técnica permitirá o confronto de opiniões e expectativas, assim como a exploração de uma questão ou conjunto de questões que exigem um maior aprofundamento. Pontualmente, poderão ainda ser feitas entrevistas individuais, no sentido de focalizar a informação pretendida.

Ao longo do trabalho, as conversas informais foram também um modo de partilha de informação e de ideias que foram importantes no desenvolvimento desta investigação. A interacção com os demais intervenientes permitiu a avaliação de alguns componentes e a melhoria de alguns pontos.

### 3 Descrição do trabalho

Numa primeira fase, foi apresentado aos alunos um exemplo de um *Project Charter* para utilizarem. O *Project Charter* é o documento que autoriza formalmente o projecto (Miguel, 2009). Concede ao gestor a autoridade para utilizar os recursos da organização na execução das actividades do projecto. Este documento deve, quando bem estruturado, permitir responder a questões como:

- O que deve ser feito para atingir o objectivo do projecto?
- Como deve ser feito?
- Quem o vai fazer?
- Quando deve ser feito?

É durante a fase de planeamento do projecto que o *Project Charter* deve ser definido. Este documento permite definir mais claramente os objectivos do projecto e quais as suas fronteiras, define o âmbito do projecto bem como o produto final.

Com a implementação desta técnica, pretendia-se que os alunos estivessem mais conscientes daquilo que necessitavam de fazer, aquilo que pretendiam com o projecto, aquilo que não pretendiam e quais as restrições que tinham para a elaboração do mesmo. Com isto, poderiam, em alturas de maior desorientação, analisar o *Project Charter* e tentar situar a equipa perante o momento de desorientação e redefinição, de acordo com os objectivos para os quais se propuseram atingir aquando o início do projecto.

De forma a auxiliar a forma como os grupos gerem os seus projectos, foi apresentada, a um dos grupos, uma ferramenta visual de apoio à gestão do seu projecto. Nesta ferramenta, em forma de tabela de 2 entradas, estão as várias semanas de duração do projecto como uma entrada e os dias da semana como outra. Assim, e com o auxílio de *post-it* coloridos que definem os dois sub-projectos existentes (Plano de Processos (PP) e Projecto de Avaliação de Posto de Trabalho (PAPT)), é possível a alocação das várias tarefas a executar no projecto (tanto ao nível da temporização como da execução). Ambicionou-se com a aplicação desta ferramenta que os alunos fossem capazes de programar as tarefas que tinham de executar no decorrer do projecto, de gerir a comunicação (interna e de certa forma a externa), e também de monitorizar o andamento do projecto.

Durante o semestre, foram efectuadas algumas análises de Auto-Regulação. Estas análises pretendiam averiguar em que posição os alunos se encontram e o que podiam fazer para melhorar essa capacidade. Foram também efectuadas algumas análises de distribuição de carga. Estas tinham como finalidade avaliar a forma como os alunos geriam a temporização das várias tarefas propostas, numa altura com poucas tarefas e numa altura com maior número de entregas.

Ao longo do projecto, intentou-se frequentar o maior número possível de reuniões dos grupos de forma a tentar perceber qual o seu estado actual, quais as suas dúvidas, problemas, conflitos, etc.

## 4 Considerações finais

Num contexto de aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares, ocorrem frequentemente problemas próprios da gestão de equipas. Assim, existe a necessidade de preparar e de apoiar melhor os alunos no contexto de organização, planeamento e comunicação, com o propósito de responder às exigências particulares deste método de aprendizagem.

Durante a elaboração deste estudo, recolheram-se informações acerca da forma de funcionamento dos grupos e tentou-se fornecer algumas ferramentas que pudessem ser utilizadas como auxílio à gestão dos seus projectos. Para tal, foram propostas duas técnicas.

A primeira foi a criação, juntamente com os alunos, de um modelo de um *Project Charter* onde se pretendia que os alunos estivessem mais conscientes daquilo que necessitavam de fazer, aquilo que pretendiam com o projecto, aquilo que não pretendiam, quais as restrições que tinham para a elaboração do mesmo, quais as suas motivações, etc. Em alturas de maior desorientação, poderiam analisar o Project Charter e tentar averiguar qual o rumo que deveriam seguir. No entanto, aquando do seu preenchimento e mesmo depois, parecem apresentar-se um pouco renitentes e sem perceberem o propósito ou utilidade da técnica.

A segunda consiste numa ferramenta visual, onde se pretendia que os alunos fossem capazes de programar as tarefas que tinham de executar no decorrer do projecto, de gerir a comunicação (interna e de certa forma a externa), e também de monitorizar o andamento do projecto. Esta, ao contrário da anterior, pareceu atraí-los muito mais. Mostraram-se mais pró-activos e envolvidos no desenvolvimento, demonstrando interesse e eventualmente denotando a utilidade desta ferramenta.

Pode-se concluir que a Gestão de Projectos, e em particular o PMBOK (Project Management Body of Knowledge) fornece um conjunto de ferramentas e instrumentos que podem ser importantes para o processo de gestão de uma equipa. Estes estão muitas vezes relacionados com as principais dificuldades sentidas por uma equipa que desenvolve um projecto intenso, exigente e complexo, como por exemplo, as questões de planeamento, comunicação e integração (van Rooij, 2009).

## Referências Bibliográficas

- Almeida, J. & Pinto, J. (1995). "A investigação em Ciências Sociais" Editorial Presença, Lisboa.
- Fernandes, S., Flores, A. & Lima, R. (2007), "Project-Led Education in Engineering: Monitoring and Assessing the Learning Process", Proceedings of SEFI and IGIP Joint Annual Conference 2007, 1-4 July, pp. 341-342.
- Lima, R. M., Carvalho, D., Flores, M. A., Van Hattum-Janssen, N. (2007), "A case study on project led education in engineering: students' and teachers' perceptions", European Journal of Engineering Education, Vol. 32, No. 3, pp. 337-347.
- Miguel, A. (2009), "Gestão Moderna de Projectos", Edições Lidel, Lisboa
- Van Rooij, S. W. (2009), "Scaffolding project-based learning with the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)", Computers & Education, Vol. 52, pp. 210-219.



# The Thematic Areas of a Course in Biomedical Engineering using PBL Methodology

Luiz Carlos de Campos <sup>[1]</sup>, Ana Lúcia Manrique <sup>[2]</sup>, Ely Antonio Tadeu Dirani <sup>[3]</sup>

<sup>[1]</sup> Departamento de Física, Faculdade Ciências Exatas e Tecnologia, PUC/SP, Rua Marquês de Paranaguá, 111, 01303-050, São Paulo, Brasil

<sup>[2]</sup> Departamento de Matemática, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, PUC/SP, Rua Marquês de Paranaguá, 111, 01303-050, São Paulo, Brasil

<sup>[3]</sup> Departamento de Engenharia, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, PUC/SP, Rua Marquês de Paranaguá, 111, 01303-050, São Paulo, Brasil

Emails: [lccampos@pucsp.br](mailto:lccampos@pucsp.br), [manrique@pucsp.br](mailto:manrique@pucsp.br), [dirani@pucsp.br](mailto:dirani@pucsp.br)

## 1 Introduction

The undergraduate course in Biomedical Engineering at the Pontifical Catholic University in São Paulo – PUC/SP – was originally conceived from a strategic market study. The aim was to fulfil the needs of professionals with skills in the exact sciences, knowledge of the fundamentals of biological sciences, management and different disciplinary content interlinked with a humanistic education. This would be a full-time course with an emphasis on morals, ethics and social responsibility, as well as education for sustainable regional and global development.

In the globalized modern world, the engineer of the future should have a general background that allows them not only to develop the core spirit of analysis, but also a mentality hinged on synthesis, with a broader outlook concerning administration and human relationships. They should be prepared to deal with frequent changes and, as such, develop new competences, skills, with flexibility, an enterprising spirit and a willingness to continue learning; given the accelerated transformation taking place in the technological world.

This work deals with the question of choosing a teaching methodology for the graduate courses and their preparation.

## 2 A PBL course project

The traditional teaching of engineering does not answer the new demands of professionals' needs in this area in the globalized world. As such, new teaching tools and methodologies have to be adopted. Within this context, a biomedical engineering course was created at PUC/SP based on PBL methodology. This course complies with the clause in the report published by the International Commission on Education in the XXI Century, by UNESCO, (DELORS, 2000; ANTUNES, 2001), which defined the central pillars for education in the future. These principles are also included in the Institutional Pedagogic Project prepared by PUC/SP.

Although there are more than 1,000 engineering courses currently on offer in Brazil, the volume of work involving the problem-based learning (PBL) methodology in teaching engineering is practically none at the moment. In addition, the initiatives are extremely recent and restricted to a small number of specific disciplines within a course designed to be taken over a period of at least five years.

The extent of the challenges involved in student learning is vast, as it requires that they develop multidisciplinary skills and knowledge in biology, chemistry, mathematics, physics, information technology and technological content. Newstetter (2006) states that certain engineering courses, such as the one offered at the University of Aalborg in Denmark; and the University of Twente in the Netherlands, have adopted a series of educational practices based on those used in medical schools for more than three decades to draw up strategies to solve interdisciplinary problems and integrate knowledge.

Other methodological variations have been developed within the scope of PBL. Eberlein et al (2008) present the characteristics of three methodologies commonly used in the teaching of sciences, comparing and contrasting them to make it possible to choose one; or a combination in any given situation. The three methodologies that the authors present are: Problem-Based Learning – PBL, Process-Oriented Guided Inquiry Learning – POGIL and Peer-Led Team Learning – PLTL, all these methodologies are centered on students considering active learning.

Andersen (2009) created a program for engineering graduates in Helsingor, Denmark, the EPS (European Project Semester), with groups of international students who worked on interdisciplinary projects carefully selected to

develop their abilities and specializations, as well as to develop intercultural communications and the skills involved in working in groups (teamwork). Segalàs and Esbri (2009) coordinate the EPS program at the Polytechnic Engineering School at Vilanova and Geltrú (EPSEVG) run by UPC-Barcelona Tech. This project implemented a curricular PBL structure at EPSEVG, as well as technical teaching in English together with the intercultural factor. Another important aspect was the inclusion of sustainability in the teaching material. The projects associated with this program are proposed by companies in the region and last six months. They are overseen by an academic tutor and supervised by a professional from the company in question. A group of students work on a real project, and these groups are made up of students with different areas of knowledge, and from several different countries. The course dynamics also include individual and group seminars during the semester. The EPS is spreading throughout Europe. The students receive a 30 ECTS certificate (European Credit Transfer System) as and when they satisfactorily complete the course, which generally involves a workload of between 750 to 900 hours. Nowadays there are 10 universities in 9 European countries where EPS programme is running. For more information about EPS providers access the website <http://europeanprojectsemester.org>. Puente, Jongeneelen and Perrenet (2009) coordinate a support group to develop didactic skills for professors at Eindhoven University of Technology (TU/e) within the scope of a concept of technological innovation called DBL (Design-Based Learning).

Several institutions around the world are working with new methodologies for teaching engineering, e.g., Wim and Maria (2009), who work at the University of Twente, in the Netherlands, have developed a PLEE (Project-Led Engineering Education) project, focused on group work. Xiangyun and Stojcevski (2009) have developed, at the University of Victoria in Australia, an innovational educational approach based on problems, projects and practices for teaching engineering, adopting a technique for subject matter at institutional, community and corporate levels. Lima (2009a, 2009b) coordinates a work group with engineering students with strong industrial ties at the University of Minho, in Portugal.

According to Newstetter (2006), PBL has been used as a means of integrating a basic graduation in sciences with a graduate degree in engineering. Based on this approach, student learning is non-linear, but allows them to explore the scope of a problem. If different groups of students are confronted with the same problem, they will likely choose different routes to solve it and quite possibly arrive at different solutions. Multiple topics and areas of knowledge are inherent in this process, which helps the students build a more extensive, integrated and flexible knowledge base.

In the project related with this course, the curricular organization is no longer based on subjects, as the priority has shifted to a multidisciplinary course framework in inter and trans-disciplinary modules. The module is a planned unit and designed to be linked with or adjusted to other analogue units in various different ways, forming a functional whole. However, a module is a complete unit designed for learning in a full-time course environment and focused on a central theme that includes contents from different subjects. The course is structured to include five different thematic areas, which are dealt with progressively, as well as complement and integrate ways of learning over the period of the course (five years). The thematic areas are:

- 1) Medical Images: the area of biomedical engineering that studies the principles, forms and mechanisms used to create images of the human body.
- 2) Medical Electronics: the area of biomedical engineering that studies the application of electricity in medicine and health, projects and the development of diagnostic equipment, therapies, control and data collection systems, as well as the analysis of biomedical signals and sensors.
- 3) Medical Informatics: the area that integrates computer sciences with biomedical information, the development of systems, management of information, simulations and data processing.
- 4) Biomechanics and Rehabilitation Engineering: the area that studies the mechanics of living beings, analyzing their movements and structures from a mechanical viewpoint, studies and develops prostheses and orthoses and mechanical efforts, as well as the study and development of materials and their properties.
- 5) Clinical Engineering and Health Management: a specialized area responsible for the application and management of biomedical technology to optimize health, manage hospitals, clinics, companies and people, as well as the physical and financial resources to ensure the quality of the health systems adopted.

Each area is treated specifically in each year of the course, with different concepts and levels of depth.

An introduction is taught in the first year, together with the basic applications of the technology associated with the area of health.

The second year includes analysis and discussion about the current more specific applications of technology in the area of health.

The third year includes presentations and discussions related to the applications, focused on the development of technologies specifically designed for the area of health.

The fourth year includes discussion and analysis of the state-of-the-art of technology related to the area of health.

The fifth year includes presentations and discussions of technological research in the health area and their practical applications in the day-to-day running of a clinic.

The thematic areas are structured into central and associated modules. The former are determined by the theoretical content and practices in each academic year related to each thematic area. The latter complement the existing content in the central modules and include the presentation of communication skills and expression, administration, legislation, entrepreneurial skills, bioethics, social inclusion and sustainability.

Each module consists of a set of problems and their related themes. The themes allow the horizontal integration (correlation of the same topic with various subject matters) and vertical integration (correlation within and between the basic and professionalizing subject matter during the various stages of the course).

The problems included in each module prioritize the technical, ethical and humanist aspects, the most important situations, the most likely to occur and those with the highest potential in terms of successful intervention.

The content is presented in different problems produced to make them accessible to students in self-directed study. The various contents are distributed throughout the five-year course, and taught based on their importance on the problem solving-

### 3 Final Considerations

According to Possa (2008) the Biomedical Engineering course in Brazil is a recent experience. This fact allowed the choosing of the thematic areas proposed in the course of PUC/SP, in order to contemplate the activity areas for Biomedical Engineers, according to SBEB (2007).

One of the challenges that we are finding in the implementation of the curriculum in PBL is how to contemplate the content of basic sciences in the proposed problems of each thematic area. This difficult is related to the learning aims that must be answered by the propositions of the tutor and that are not easily identified and understood by the students.

Another challenge is how to get the total load of the content, competences and skills that the engineer must obtain during the extension of course. It is a lot of information to be completed in five years of the course.

### References

- Antunes, C. (2001). Como desenvolver as competências em sala de aula. Petrópolis: Vozes.
- Andersen, A. (2009). "The European Project Semester -EPS". 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education -(PAEE2009). UMINHO, Portugal.
- Campos, L.C., et al. "PBL in the teaching of biomedical engineering: a pioneer proposal in Brazil". 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education – PAEE2009, Uminho, Portugal, 2009.
- Campos, L. C.; Manrique, A. L.; Dirani, E. A. T. "Desafios na implemetação do curso de engenharia biomédica em PBL na PUC-SP". III Congreso Mundial sobre las Competências Laborales – COMCOM2009 – Bogotá, Colômbia, 2009.
- Delors, J. et al. (2000). Educação: um tesouro a descobrir, relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI.
- Eberlein, T., et al.(2008). "Pedagogies of Engagement in Science. In: Biochemistry and Biology Education". v. 36, n.4, pp. 262-273.

- Lima, R. M., et al. (2009a). "Management of interdisciplinary Project Approaches in Engineering Education: a case Study". 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education – PAEE2009, UMINHO, Portugal, 2009.
- Lima, R. M., et al. (2009b). "Learning Engineering in interaction with Industry." 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education – PAEE2009, UMINHO, Portugal, 2009.
- Manrique, A. L.; Dirani, E. A. T.; Campos, L. C. "PBL em um curso de engenharia biomédica: a experiência da PUC/SP". PBL2010 International Conference – Problem-Based Learning and Active Learning Methodologies – São Paulo, SP, Brazil, 2010.
- Newstetter, W. C. (2006). "Fostering Integrative Problem Solving in Biomedical Engineering: The PBL Approach". In: Annals of Biomedical Engineering. v.34, n. 2, p.217-225.
- Possa, P. R. C.; et al. (2008). "A inserção da Engenharia Biomédica nos cursos de graduação de Engenharia Elétrica no Brasil." Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 24, n. 2, p. 99-108, agosto 2008, ISSN 1517-3151.
- Segalàs, J. "Effective team building in international interdisciplinary frameworks: EPS experience at UPC". 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education – PAEE2009, UMINHO – Portugal, 2009.
- SBEB (2007). "Áreas de atuação do Engenheiro Biomédico". Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica. Disponível em: [www.sbeb.org.br](http://www.sbeb.org.br).
- Projeto Pedagógico Institucional – PPI: Diretrizes para a Graduação da PUC/SP. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Del. 11/2004; São Paulo, 2004.
- Puente, S. M. G.; Jongeneelen, C. J. M.; Perrenet, J. C. "The different roles of the tutor in Design-Based Learning". 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education – PAEE2009, UMINHO – Portugal, 2009.
- Wim, W., van der Blij, M. "Students Teamwork in Project Led Engineering Education (PLEE)". 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education – PAEE2009, UMINHO – Portugal, 2009.
- Xiangyun D., Stojcevski, A. "Educational Innovation – Problem – Project – Practice Approaches in Engineering Education". 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches for Engineering Education – PAEE2009, UMINHO, Portugal, 2009.

# Mixing Personal Learning and Control Engineering: Education Environments

Sandra Costa<sup>#\*</sup>, Filomena Soares<sup>#\*</sup>, Celina P. Leão<sup>\*+</sup>

<sup>\*</sup>Production and Systems Department, School of Engineering, University of Minho, Campus of Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

<sup>#</sup>Industrial and Electronics Department, School of Engineering, University of Minho, Campus of Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

<sup>+</sup>Algoritmi Research Centre, University of Minho, Campus of Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

Email: [scosta@dei.uminho.pt](mailto:scosta@dei.uminho.pt), [fsoares@dei.uminho.pt](mailto:fsoares@dei.uminho.pt), [cpl@dps.uminho.pt](mailto:cpl@dps.uminho.pt)

## 1 Motivation

This paper describes the first thoughts of a multidisciplinary research group on a strategy concerning educational systems. Knowing that, students have different levels of motivation, different attitudes towards teaching and learning, and different responses to specific classroom environments and instructional practices, there is a need for configurable learning environments. New and innovative teaching approaches can efficiently respond to learners' needs and requirements. The more aware of these differences the teachers are the better chance they have in reaching the diverse needs of their learners (Felder and Brent, 2005). Following this trend and using the advances in technology, the WALC (Web Assisted Laboratory for Control Engineering on-line Education) platform was developed and set online available in University of Minho. WALC is a configurable platform on Automation, Process Control and Numerical Methods subjects, enabling the access to virtual and remote laboratories. It allows re-using contents in Web environment.

## 2 Introduction

Personal Learning Environments (PLEs) can be defined as "systems that help learners take control of and manage their own learning" (van Harmelen, 2006). However, there are still some difference of opinion on what a Personal Learning Environment (PLE) may be. Following the work of van Harmelen (2006) which state that PLE is a phenomenon in the e-learning domain and is stimulated by the needs of life-long learners, as a response to pedagogic approaches which requires that learners at e-learning systems need to be under the control of the learner process themselves, and by the needs of learners that performs there learning activities offline (via mobile system in a wireless-free hospital, or on a remote mountainside).

PLE came into sight in early 2005 and at that time it was identified as the "virtual learning environment (VLE) of the future" (Wilson, 2005). An updated version of the diagram is presented and described in Figura 1. It illustrates the possibilities of a PLE (Wilson, Beauvoir, Milligan, Sharples, Johnson & Liber, 2006).

The system allows several connections between the user and a wide range of services offered by organizations and others, enabling a wide range of contexts in order to meet the objectives of the user. As an approach to learning and skills, this explicitly recognizes the need to integrate experiences into a series of environments, including education, work and leisure activities (Wilson, Beauvoir, Milligan, Sharples, Johnson & Liber, 2006).

Some educators are still resisting to using PLE. Some proponents of PLEs see this approach as the needed counterpoint to intelligent tutors (Godwin-Jones, 2009). Wild, Mödritscher, and Sigurdarson (2009) wrote: "Planned adaptation takes experiences away from the learners: external planning keeps them from becoming competent, as it takes chances to self-organise away and personal discovery is prevented. Learners, however, are not only sense-makers instructed by teachers along a predefined path. Learners need to actively adapt their learning environment to their needs so that they can construct the competences necessary for successful learning".

Wild, Mödritscher & Sigurdarson (2009) argue that the process of creating a PLE can itself be a learning outcome. PLE can even be an interesting alternative to a LMS (Learning Management System), providing it is a common site for institutional instructional use, enabling an informal learning, on-the-job training, and an e-portfolio.

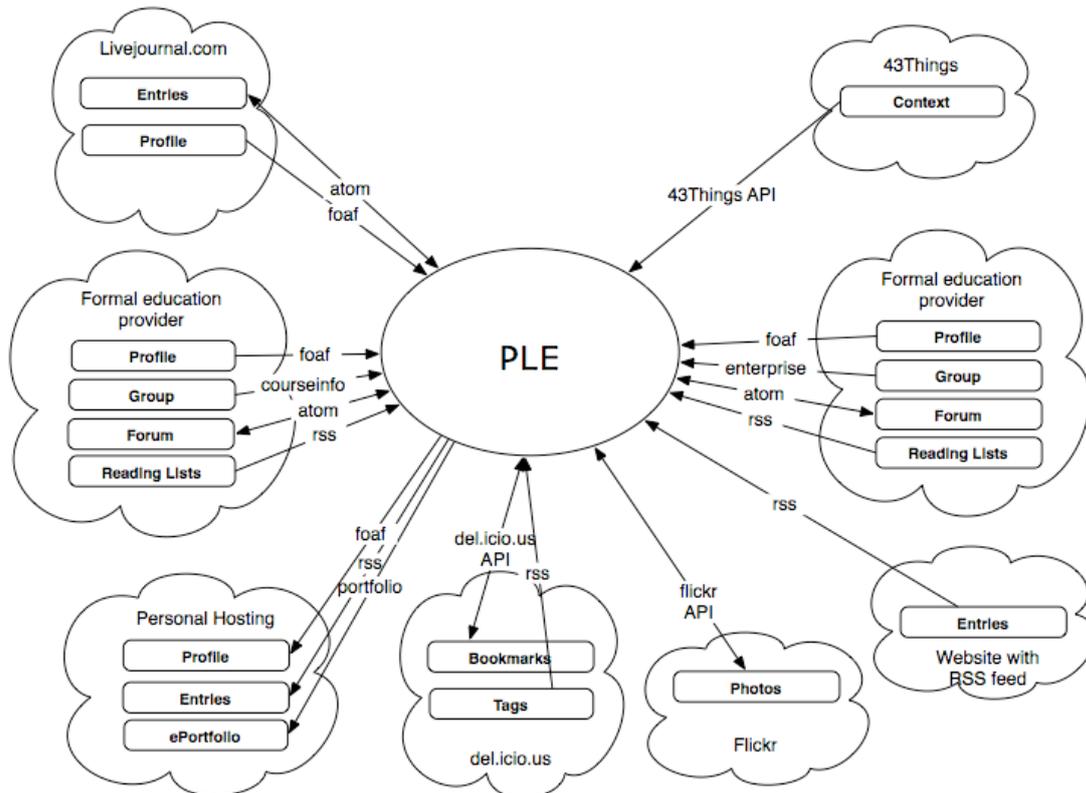


Figure 2: Conceptual model of a personal learning environment, a development of the model by Wilson (Wilson, Beauvoir, Milligan, Sharples, Johnson & Liber, 2006)

### 3 Web Assisted Laboratory for Control Engineering

The WALC platform (Web Assisted Laboratory for Control Engineering on-line Education) is being developed to facilitate the remote process, monitoring and control of the laboratories developed in this context (Figure 2), transforming the learning process to be centralized in the student. This implies not only a precise definition of objectives and capabilities to be acquired, but also strategies and teaching methodologies reformulation. The student should play the principal role in the learning/teaching process; he should be engaged in doing something besides listening to a lecturer and taking notes. Different and capable learning tools must be available for an autonomous study, helping the student to reach with success his university degree. Several departments from Engineering School of Minho University, concerned with this subject, bring together human and physical resources in order to reach these objectives, namely in Automation and Control subjects. The objective is to develop, implement and deploy in a Web environment a virtual and remote laboratory applied to the Automation, Numerical Methods and Control teaching/learning in Engineering. The idea is to set available in a Web environment the theoretical and practical problems regarding each subject as well the relationship they may have in common. The user is able to re-use the web contents whenever he pleases. In Control teaching/learning process, for example, WALC allows the student to choose the practical engineering problem and the control type to be implemented. The user is also able to test different numerical methods to solve the referred problems. The available real-world problems include: DC Motor Control, Temperature Control of a Classroom, BakSim - Baker's Yeast fermentation, LabSim - Virtual Laboratory for control problems, Bar Control.

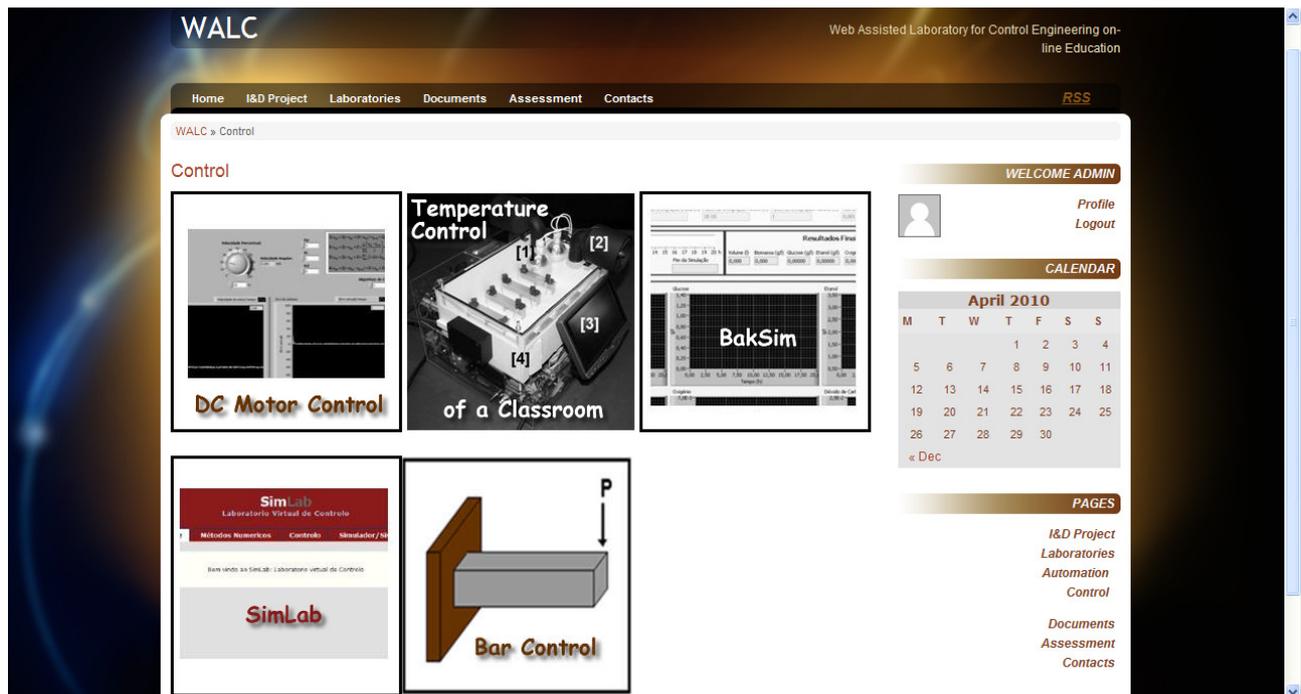


Figure 2: WALC platform interface for Control experiences.

## 4 Conclusion and Future Work

WALC is a laboratory which allows students-centered study and an autonomous effort to accomplish their goals. The work described in this paper is still under construction and development. However, the first step is done: WALC platform is available online for students of Engineering in University of Minho. They can use each laboratory, exploring different options and analysing each result from their choices. Students are able to interact with different real engineering problems which they may face in their future professional life. The simulations of the virtual control examples allow the simultaneously use of the laboratory. The remote laboratories are extremely useful to have available the same materials to different students in different places (home, university, workplace,...). For future work, this platform will be tested in real context, analysing students' interactions in their assessment of the platform, namely motivation, technical and collaborative skills acquired. It is the team' believe that with WALC platform, the student will be able to identify and follow their learning course in Control, by interacting with the interface parameters, testing system performance, defining inputs and analyzing results.

## Acknowledgements

The authors are grateful to the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) for funding through the R&D project PTDC/ESC/68069/2006.

## References

- Felder, R. M. & Brent, R. (2005). "Understanding students' differences", *Journal of Engineering Education*, 94, 57-72.
- Godwin-Jones, R. (2009). *Emerging Technologies Personal Learning Environments*, *Language Learning & Technology*, 13(2), 3-9.
- van Harmelen, M. (2006). *Personal Learning Environments*, in *Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)*.
- Wild, F., Mödritscher, F., & Sigurdarson, S. (2009). *Designing for change: Mash-up personal learning environments*, *eLearning Papers*, 9.
- Wilson, S. (2005). *Future VLE – The Visual Version*, Available in [www.cetis.ac.uk/members/scott/blogview?entry=20050125170206](http://www.cetis.ac.uk/members/scott/blogview?entry=20050125170206). (accessed in May 2010).

Wilson, S., Beauvoir, P., Milligan, C., Sharples, P., Johnson, M.W. & Liber, O. (2006). Challenging the dominant design of educational systems, in Proceedings of the ECTEL Conference, Crete.

# Didactic Experiments for Soil Mechanics

José Couto Marques\*, Rafael Gonçalves\*

\* Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

Email: [jmarques@fe.up.pt](mailto:jmarques@fe.up.pt), [rgoncalves@fe.up.pt](mailto:rgoncalves@fe.up.pt)

## 1 Introduction

This paper describes five small scale experimental setups developed with the purpose of demonstrating to Civil Engineering students some Soil Mechanics phenomena in order to facilitate the learning of fundamental principles. The setups address the following topics: i) effective stress in saturated soil; ii) liquefaction of sand; iii) lateral soil pressure on a retaining wall; iv) stability of a slope deposit; v) failure mechanism of a shallow foundation.

The five experiments have been put together with very limited resources due to financial constraints. The experience collected with these preliminary versions is being applied to the design and professional construction of the definitive setups that are due to be ready soon.

The work reported here has been extracted from the MSc thesis of the second author (Gonçalves, 2009) whose development has been in itself a good example of project based learning.

The setups, in their definitive, professionally constructed version, will be used in the Soil Mechanics classes for 4<sup>th</sup> year students of the Civil Engineering Integrated Master course at FEUP. This will be done in two complementary ways:

- for demonstrative purposes in the lecture theatre, as physical tools that show the theory at work and help students gain complete confidence in mastering the underlying abstract concepts;
- for use by small student teams in the context of "learning by doing" practical assignments at the Geotechnics Laboratory. This will represent a major change from the current lab class format, in which the students are passively shown by the lab technician how things are done, without ever actually having a chance to do it by themselves.

### 1.1 Motivation

Soil mechanics phenomena often possess a powerful visual quality that is sometimes insufficiently explored in course curricula. The inclusion of a number of carefully designed experiments in the teaching/learning activity provides a clear visualization of the underlying physics and assists in the apprehension of the related concepts, while making the whole process much more attractive to both staff and students.

## 2 Small scale experiments

Previous experimental work (Figure 1) focusing on a didactic approach to groundwater flow problems (Marques & Ferreira, 2009) has now been extended to cover additional relevant topics of an introductory soil mechanics course with small scale, inexpensive experiments which will be briefly described in the following sections.



Figure 1: Small scale modelling of groundwater flow into a trench with visualization of a flow line

## 2.1 Effective stress in saturated soil

Terzaghi (1925) has been the first to correctly interpret the mechanical interaction between the pore water and the soil particles with the "effective stress principle". The increase of the pore water pressure reduces the forces transmitted through the interparticle contact points, thereby diminishing the mechanical resistance and the bearing capacity of the soil skeleton.

This effect has been highlighted in the small scale experiment of Figure 2. A container with dry sand has two structures, one founded at the surface (shallow foundation) and the other at depth (pile foundation). As the water level rises (and so does the pore water pressure), the low rise structure experiences some settlement while the tall one eventually collapses. Both responses are a direct consequence of the decrease in the soil shear resistance associated with the rise of the phreatic level and of the pore water pressure value.



Figure 2: Influence of effective stress in foundation stability

## 2.2 Liquefaction of sand

Liquefaction may occur in loose, saturated granular soils when subject to strong seismic action. The earthquake cyclic loading leads the soil grains very rapidly to a more compact arrangement, which is accompanied by a fast increase of pore water pressure and a simultaneous decrease of effective stress. When this reaches zero the soil loses its shear resistance and starts to behave like a liquid. Buildings founded on soil under such conditions may tilt severely, as in the case of the 1964 Niigata earthquake in Japan (Figure 3).



Figure 3: Niigata earthquake (<http://www.ce.washington.edu/~liquefaction/html/quakes/niigata/niigata.html>)

The evolution of the small scale liquefaction experiment is shown in Figure 4. The plastic container filled with saturated sand is repeatedly and very rapidly hit with a rubber hammer. The structural model founded on the loose sand is seen to gradually tilt and sink in the liquefying soil.



Figure 4: Tilting of structure caused by liquefaction of sand

## 2.3 Lateral soil pressure on a retaining wall

The lateral pressure of the soil backfill on a retaining wall has two limit values:

- a minimum when the wall is allowed to move sufficiently away from the retained soil – the active limit state;
- a maximum value when the wall is forced to move a sufficient distance into the soil backfill – the passive limit state.

These limit conditions have been recreated in the setup of Figure 5, where the "soil" is materialized with wooden sticks of circular cross section. The geometry of the active and passive soil wedges agree well with the predictions of the Rankine theory and are reproduced with reasonable accuracy by a finite element numerical model, specially for the passive case, as shown in Figure 6.

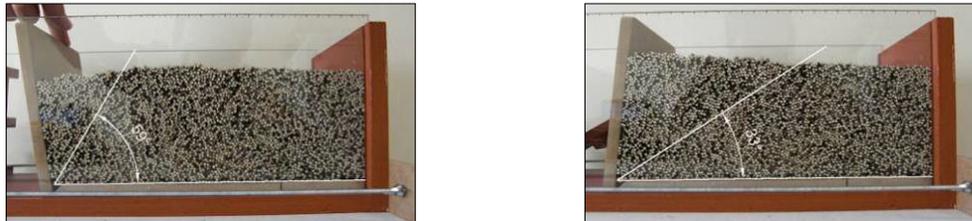


Figure 5: Active limit state (left) and passive limit state

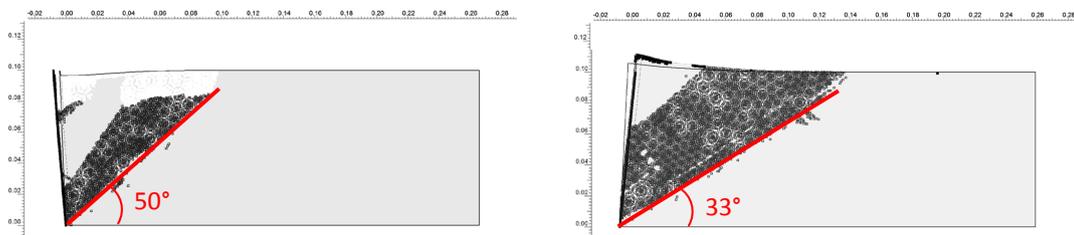


Figure 6: Active (left) and passive wedges obtained with finite element modelling

The stability of slope deposits is frequently precarious. Such deposits exhibit slow, intermittent movement. As additional material slides down from the top of the hill and increases the weight of the active block, the whole mass moves slightly downhill until part of the weight of that block is transferred to the passive block. This type of instability is often triggered by heavy rainfall.

## 2.4 Stability of a slope deposit

The stability of slope deposits is frequently precarious. Such deposits exhibit slow, intermittent movement. As additional material slides down from the top of the hill and increases the weight of the active block, the whole mass moves slightly downhill until part of the weight of that block is transferred to the passive block. This type of instability is often triggered by heavy rainfall.

In the setup of Figure 7 the deposits are simulated by a series of small wooden blocks lying on two wooden plates arranged with decreasing steepness. Once one additional piece is added at the top of the set a sliding movement occurs until a new equilibrium configuration is found.



Figure 7: Initial state (left) and new equilibrium configuration after instabilization

## 2.5 Failure mechanism of a shallow foundation

When the vertical load applied to a shallow foundation is increased until the bearing capacity of the soil is exhausted, the corresponding failure mechanism has the aspect illustrated in Figure 8. The triangular zone I is punched down by the footing, while zone II is forced to move laterally and pushes zone III upwards.

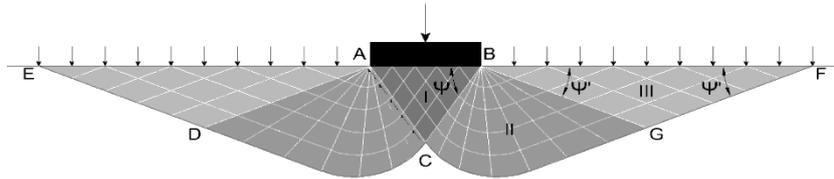


Figure 8: Failure mechanism of a shallow foundation (Craig, 2007)

In the setup of Figure 9 wooden sticks of circular cross section were used once more to simulate the soil. Two situations were explored, the one on the left taking into account the symmetry of the failure mechanism. The white line highlights the shape of the sliding surfaces of the failure mechanism.



Figure 9: Failure mechanism of shallow foundations

## 3 Conclusion

The primary objective of this work has been to test the feasibility of small scale experimental setups whose aim is to assist in the visualization of some relevant phenomena and concepts of soil mechanics. The resources involved in their development were very modest but their pedagogic value is quite substantial since they provide a most valuable insight into the physics involved and give students a chance to see the "theory at work". The experience gained so far is being instrumental in the professional construction of more robust and durable versions. These will provide the means to introduce a radical change of paradigm in the laboratory classes of Soil Mechanics by giving the students the chance to learn by doing using a hands on approach.

## References

- Craig, R. F. (2004). *Craig's Soil Mechanics*, 7th ed. London: Spon Press.
- Gonçalves, R. (2009). *Desenvolvimento de Equipamentos Didáticos para o Ensino da Mecânica dos Solos*. Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Civil - Geotecnia, FEUP, Porto, 109 p.
- Marques, J. C., & Ferreira, C. R. (2009). A Project Based Learning Case Study - Development of a Didactic Equipment for Groundwater Flow Problems. *Proc. PAEE 2009*, pp.247-253, Dinis Carvalho et al. (eds.), Guimarães.
- Terzaghi, K. (1925). *Erdbaumechanik*. Wien: Franz Deuticke.





# Project-Organised Learning Method in the System of Engineering Education of Russia by the Example of National Research Tomsk Polytechnic University

Igor A. Safyannikov\*, Evgeniya V. Vehter+, Natalia Y. Vyuzhanina\*

\* Centre of Additional Professional Education, Institute of Additional and Continuous Education,  
National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenina pr., Tomsk, 634050, Russia  
+Chair of Descriptive Geometry and Graphics, Faculty of Mechanical Engineering,  
National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenina pr., Tomsk, 634050, Russia

Email: [nvy@tpu.ru](mailto:nvy@tpu.ru)

## 1 Introduction

In the condition of transition to the two-cycle bachelor-master system of education in Russia, a different approach to the organization of educational process is required. And, above all, it concerns the implementation of basic educational programmes considering the principles of the Bologna Process, that focus mainly not on students being informed about the complex of theoretical knowledge, but on graduates forming set of "universal competences", which will enable the graduate to become competitive on the labour market and fulfil professionally in wide spectrum of branches of economy and culture. The transition to competence building education determined the need to find appropriate learning technologies to ensure the development of these competencies and the assessment of the level of their formation (European Qualification Framework).

In this connection, the establishments of higher education have recently increased their interest to the implementation of project-based learning, as the basic characteristic of competence is connected with the way of its formation: it forms and reveals only in the process of activity, and its quality is determined by the measure of involvement in activity. Therefore, the great hopes are begun to be placed on project-organised method in education because of its potentialities to organize learning by doing, to develop the ability to apply knowledge and skills for solving practical, vital tasks. In this regard, the project process is started to be viewed as a tool for the development of key competencies. And the list of competencies that are formed through the project process usually is specified by and changes in different educational practices.

### 1.1 Project-organised learning as a way of stimulation of learning and cognitive activity of students

According to international standards and requirements, the modern graduate of engineering university should be able to define the objective and formulate the tasks related to the fulfilment of professional functions, find and make right management decisions, be methodologically and psychologically ready to change type and character of his/her professional activity. In connection with the transition of the Russian educational system from the existing qualification-oriented educational programmes to the competence-oriented ones, the search of ways to stimulate learning and cognitive activity of university students is one of the main directions of didactics of higher education.

Project-organised technology of learning in teams (task, role, creative teams) is gaining particular importance in stimulating learning and cognitive activity of engineering students; this technology is a major source of students' self-development, self-realization and the stimulus for further personal growth. The results of project work are connected with the analysis of content and sequence of actions that a student should carry out: definition of problem and research tasks arising out of it; formulation of hypotheses and their solutions; discussion of research methods; data collection, systematisation and analysis; summarising, presentation of results; making conclusions, bringing forward new research problems (Kolmos, A., Fink, F. K., and Krogh, L., 2004). So the conditions are created that almost completely correspond to the real engineering activity, and, thus, students gain experience of participation in integrated engineering project with assignment of functions and responsibilities among team members.

## 2 Experimental model of teaching of engineering graphics disciplines

One of the key world tendencies in engineering education development is increased attention to fundamental education and approach of educational process to practical problem-based professional activity (Chuchalin, A.I.,

Agranovich, B. L., Soloviev, M. A., 2003). In National Research Tomsk Polytechnic University experimental model of teaching of engineering graphics disciplines is implemented.

Graphics disciplines due to some of their properties are unique in the engineering communicative process, as the presentation of professional information in engineering activity is carried out by means of graphic language. Therefore, engineering graphics is one of the basic general engineering subjects that develop graphic thinking and RD competence of the future engineer, and, what is most important, is the required subject for all engineering educational programmes of university. Thus very wide coverage of university students with the experience in projects is provided that makes possible further use of project-organised learning for training specialists in the field of engineering and technology.

The model includes the implementation of practice-oriented project-organised learning and the building of individual and group learning trajectories. In addition to lectures and practical training, such forms of learning as training workshops and project activity take the important place in this model. With the use of these forms, the work on cross-disciplinary projects becomes possible. Thus from the first year of study on a student gets involved into the real professional activity including participation in the specific projects in the relevant field of science and technology that are done by chair's staff within their work. (Pokholkov, Y. P., Agranovich, B. L., 2007).

## 2.1 Theoretical considerations

The theoretical considerations of project-organised method implementation in TPU can be summarized in the following points:

- The educational process is based not on the logic of a subject, but on the logic of the activity that has personal meaning for a student, thus learning motivation of the student increases.
- The solving of a real-world specific problem is put in the centre of project work.
- A teacher only guides the project activity; project work is aimed at the independent work of students.
- A student becomes a party of educational process, he/she sets goals and selects information, determines its relevance to the idea of the project.
- The integrated approach to educational project realisation contributes to the development of general educational, communicative and research skills.
- The individual pace of project work provides that each student reaches his/her own development level.
- The deep, conscious acquisition of basic knowledge is provided by its universal use in different situations.

## 2.2 Organisation of project work

The objective of project-organised learning in TPU is to create conditions under which students:

1. independently acquire new knowledge from different sources;
2. learn how to use the acquired knowledge to address cognitive and practical tasks;
3. acquire teamwork skills;
4. develop research skills (in definition of problems, information gathering, observation, carrying out of experiment, analysis, hypothesis advancing, generalization, etc.) and systems thinking.

A teacher who uses the project-organised method organises his/her activity in three main directions: to compose tasks bank; to create conditions for development and implementation of educational projects by students; and to arm them with knowledge and skills necessary for it. It is carried out through delivering of special courses on themes corresponding to those of projects, with the use of system of educational creative and professional-oriented heuristic tasks, organisation of work-shops and consulting.

In project work the students themselves form groups, set learning tasks, plan and solve them, monitor their actions and evaluate the results; a teacher performs only administrative and correction functions, creates the conditions for stimulation of creative independent work of students. The teacher supervising project work should:

1. determine main and secondary objectives and stages of work that facilitate the development of skills and stimulate the initiative of students;
2. constantly enrich his/her own knowledge in project themes, be "playing coach" in work on the project;
3. provide the base for the project (demonstration, reference and visual teaching aids; equipment, special instruments; materials, etc.);
4. create positive emotional background during the project work (design, music, etc.);
5. mainly consult rather than work jointly;
6. suggest directions of problem solution search, etc. (Kovalenko, A.V., 2007)

The results of the project are delivered by the students in the form of presentation; the main criteria for project work results evaluation are the following: independence in learning, level of mastery of specific type of activity, project quality level, self-determination, time spent on the project, originality (novelty). After presentation students receive the same grade that was given for the whole project, to stimulate the involvement into the work of each student in group.

### **3 The results of use of project-organised learning method**

The results of the anonymous survey of students and observations by teachers highlighted the following key constraints (difficulties) of the experimental use of project-organised learning method in TPU:

- Students have low motivation to participation in a project.
- Students' level of development of research skills, systems thinking and creative qualities necessary for the effective project work is insufficient.
- Students of the first year are not psychologically prepared to the new organisational activity in real professional situations.
- It is difficult to determine the evaluation criteria of project work results.

The analysis of reports of teachers and students involved in the experiment, which in addition to a detailed description of the project included their personal reflections, led to the conclusion that the project-organised learning is the basis of RD competence of technical university students. The analysis of skills developed through the project work allowed to identify several types of results:

1. Presentation of work content and project results: skills in presenting of successful written action plan; writing of technical report on the work performed; presenting the report in conference format; making professional oral presentations, including preliminary and critical comments on the project, final presentations; doing professional writing reports, including instructions; understanding of content and style of oral presentations.
2. Work with information and knowledge in the project: acquisition and understanding of information from modern technical literature, for example, economic editions, magazines, books, conference proceedings and additional literature on computer hardware, software, tools of engineering design, etc., skills to demonstrate the ability to collect, correlate and make the best use of information from different sources, combine and use acquired knowledge in all disciplines.
3. Development of problems, objectives, content of the project activity: skills in critical analysis of the investigated problem; solution suggestions, making recommendations and proposals for further work; formulation of problem for solving of which it is necessary to develop a project, clear formulation of the essence of a problem in problem situations; generating alternative projects that potentially contribute to the solution of problem situation.
4. Use of project skills and culture in the professional activity: skills in engineering design, project management, including time and financial limitations; description and understanding of engineering project process as a whole, for example, motivation of project, identification of limits, definition of project criteria and schedule, work distribution, evaluation of the process of project work; description, understanding and use of the basic tools of engineering design.
5. Teamwork: awareness of the importance of teamwork in the achievement of result, writing of proposals on the project and meeting the approval of colleagues; skills in peer evaluation in groups; understanding of the advantages and potential problems of teamwork, description of qualities and processes needed to work effectively in a team and description of the role of teamwork in the engineering project.
6. Research skills: skills in analysis of problem situation, definition of problem, selection of necessary information from literature, study of practical situations, record and analysis of results, hypothesizing, realization, generalization, drawing conclusions.
7. Communication skills: skills not only in expressing of the own point of view, but in listening, understanding of the other one, ability in case of disagreement to constructively criticize an alternative approach in order to eventually find a solution that synthesizes, combines the positive ideas of each proposal.

## References

- European Qualification Framework. [http://ec.europa.eu/education/policies/educ/eqf/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/education/policies/educ/eqf/index_en.html), free access.
- Kolmos, A., Fink, F. K., and Krogh, L. (eds.). (2004). The Aalborg PBL model – Progress, Diversity and Challenges. Aalborg: Aalborg University Press.
- Chuchalin, A.I., Agranovich, B. L., Soloviev, M. A. (2003). Innovative Engineering Education. Engineering Education, 1, 11-14.
- Pokholkov, Y. P., Agranovich, B. L. (2007). Surpass training of elite specialists and commands of world level professionals in engineering and technology. Engineering Education, 4, 4-9.
- Kovalenko, A.V. (2007) Formation of Effective Team. Tomsk: TPU Publishing.

# Designing Project Assignments; Experiences and Recommendations from PLE-practice in Engineering Education

Lisa Gommer<sup>\*,+</sup>, Mark Rijkeboer<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> Faculty of Engineering Technology, University of Twente, P.O. Box 217, 7500 AE Enschede.

<sup>+</sup> Student and Education Service Centre, University of Twente, P.O. Box 217, 7500 AE Enschede.

E-mail: [e.m.gommer@utwente.nl](mailto:e.m.gommer@utwente.nl), [m.rijkeboer@utwente.nl](mailto:m.rijkeboer@utwente.nl)

## 1 Introduction

The University of Twente is a relatively small university in The Netherlands, with approximately 8000 students and 2000 staff members, divided over 6 faculties. The faculty of Engineering Technology is one of the larger faculties and offers three programmes: Mechanical Engineering, Industrial Design Engineering and Civil Engineering. Since 1994, Mechanical Engineering has adopted PLE (Project Led Education) as its leading educational philosophy, structuring the educational programme by themes that cover the whole subject matter and introducing one project per theme to induce learning activities.

At Industrial Design Engineering, PLE was implemented as educational philosophy right from the start of the programme in 2001. Both programmes have gained a lot of experience with Project Led Education (PLE) over the years.

In this paper, we describe the criteria teachers use for designing new project assignments. Having years of experience in putting PLE into practice, what is their approach when designing a project assignment? What do they perceive to be the most important success and fail factors for project assignments? How does this relate to the original PLE philosophy as was implemented 16 years ago and what recommendations can we derive from this that can be used to strengthen project education at the faculty?

## 2 Research method - what did we do?

The initial idea for this extended abstract was to find the success factors for a good project. From a quick scan of available literature it became clear that a lot has already been written about this subject. In the book 'Project-led Engineering Education' (Powell & Weenk, 2003) an elaborate list of important features of a good project is given. The characteristics are divided in three categories:

- Academic issues (e.g. compliance with semester aims, task complexity, room for creativity)
- Reality issues (e.g. reality of problem and context, relevancy)
- Student activity and behaviour issues (e.g. motivation, challenge, responsibility)

These characteristics being known, it then becomes interesting to see how teaching staff deals with this subject in daily practice. How does a teacher in the Engineering faculty come up with a design for a project assignment? What factors are taken into account? What choices are made and why?

To find out what is being done in practice, we interviewed several teaching staff members (project coordinators) from both programmes. We also interviewed the programme director who has been involved in PLE at the Engineering faculty from the start of the implementation process.

Interview questions for the project coordinators were:

- What do you perceive as the added value of project education? How does it improve the learning process of the students?
- What are the conditions that should be met by a project assignment?
- Think of a successful project. What made this particular project successful?
- Think of a less successful project. What made this particular project less successful?
- A new colleague has been given the task to design a project assignment for the first time. What tips would you give him or her?

Finally, we asked the programme director to give us his vision on PLE and good project assignments. He is familiar with the original vision behind PLE as an educational philosophy in the faculty and knows the differences between PLE practice in both programmes.

### 3 Outcomes: design criteria for project assignments

When asked for added value of PLE for student learning, the teachers we interviewed gave very different answers are all very good reasons for practicing PLE:

- Students learn to cooperate in a (multidisciplinary) team
- The possibility to offer larger and more complex subjects to students
- Coherence, integration of subject matter
- Simulation professional practice
- Applying theoretical knowledge on a design
- Motivating students, keeping them engaged by active learning

This section describes how teachers translate this added value into criteria for project assignments.

#### 3.1 Learning goals and feasibility

All of the teachers we interviewed indicate that when designing a project assignment, they take the theme (mail goal) of the project as a starting point. These themes are often of a very different nature. The mail goal of the KOP project for example (the first project at INDUSTRIAL DESIGN ENGINEERING programme) is for the student to become acquainted with PLE and the Industrial Design Engineering programme. Project O that takes place in the third year, aims at designing for a specific target group. Teachers take this theme as a basis for the project assignment and then look at the limiting conditions the project has to meet (think of: prior knowledge, time available, materials to be used, availability of workshop facilities, etcetera). The theme determines the direction of the project design. A good project assignment is designed to integrate several aspects of the theme within the solution of the problem. An example of Mechanical Engineering assignment that fits this requirement is designing a crane: designing a crane automatically requires students to do stress and stain calculations, use of bearings, etcetera; several aspects of the theme 'design and construction'.

#### 3.2 The 'fun-factor'

Teaching staff also indicate, that the 'fun-factor' is very important for a good project assignment. Most teachers find it important that the subject of the project assignment (the type of product the students have to design) is fun and engaging for students, because it keeps students motivated to complete the assignment. To optimize the 'fun-factor', teachers mention different possibilities:

- Connect with the interests and environmental perceptions of the target group. For example, projects in the first year of the ME programme are perceived as 'fun' when students are asked to design a so called 'demolishing device' (e.g. a can crusher).
- The value of the solution to be designed has to be clear to students. An example of a less successful project is designing a shoe polishing machine. This is something that can be easily done by hand. Students didn't see the use for a machine to solve this problem.
- Connect with actuality or a so called 'hot item'. Sustainability for example is a theme that is perceived as relevant by INDUSTRIAL DESIGN ENGINEERING students.
- Manufacturability. Especially for students in the first year of the programme, it's motivating to design a solution that can be made into a working full-scale prototype. Often, a fun closing session is organized, in which a contest is held with the working prototypes (battle robots, baking sausages on barbeque designs, etcetera).

Apart from student motivation, the fun-factor is also important to the teaching staff involved in the project. Doing the projects year after year, they also find it important that the project assignment is original and appealing to them in order to keep them engaged.

### **3.3 The 'new-factor'**

Besides the fun-factor, the new-factor is also mentioned as important by several teachers. A product that isn't available on the market yet makes copy cat behaviour less probable. Students do not have the opportunity to google for solutions. Also creativity of students is stimulates more, because a new product doesn't make them think of existing solutions. For example, designing a new type of bike would be a less successful assignment, because it is a very familiar product that students have many associations with.

### **3.4 The challenge**

What is also important according to teachers is the balance between too hard and too simple. A project assignment has to be an ill-defined problem that offers a challenge to students. This challenge is to meet the criteria within the boundary conditions that are set. The problem should not be too hard for students, because it will leave them frustrated and motivated. When it's too simple however, students aren't motivated either, because the challenge of finding a solution by themselves is taken away. This is the dilemma that teachers face when setting up the criteria and boundary conditions for a project assignment. In order to prevent students from getting lost, clear boundaries are set. For example by prescribing the type of material that should be used or give clues on how to tackle the problem.

### **3.5 Reality check**

An aspect on which teachers have different opinions is the reality factor of the project assignment. Some teachers find it very important that a project assignment resembles real life as much as possible to let students experience how it will be in professional practice after their graduation. Cooperation with industry and stakeholders from real companies can be good a way to realise this. Other teachers indicate this as a high-risk factor for project failure, because it can mess up the controlled learning environment that is set up for students and interfere with learning goals.

## **4 Conclusions and recommendations**

In this section, conclusions are drawn from the above and translated into recommendations for strengthening PLE at the faculty.

### **4.1 Insight in PLE and its effects on learning**

Though all teachers interviewed are positive about PLE and have a clear opinion of the added value it has for student learning, none of them seem to have a complete view on the benefits and effects of PLE. All reasons mentioned for doing PLE are still very valid, but only provide a limited view. PLE was implemented years ago in both programmes. Since then, formal instruction on this education philosophy hasn't taken place. Over the years, the original PLE philosophy has faded away a bit with most teaching staff. This is even more so for new teaching staff that can only rely on their more experienced colleagues to introduce them into PLE. An annual PLE focus session and a course on PLE for new teaching staff would help to optimize PLE practice in the faculty.

### **4.2 It's about the process, not about the product**

It's important to convince teaching staff of the idea that it's not the end-product that matters most in a project assignment, but the process that students engage in to find this final solution. Most teachers are aware of this, but at the same time it's very tempting to focus on the fun-factor in order to keep students motivated. The real motivation however, can be induced by the challenge presented to students. This can be done by adding context. An example of this is an assignment in which students are asked to design an egg-boiling device. Not a very motivating and challenging subject. However, when context is added, the problem becomes more complex and more interesting: "Air France – KLM wants to offer their first class passengers on intercontinental flights a fresh boiled egg. Design a system to boil eggs in a reproducible way using a microwave."

### **4.3 Cooperation with industry**

Cooperation with industry is possible and in some cases even recommendable. The advantage of involving real stakeholders is that it enhances the sense of reality of a project assignment. The value of designing a solution becomes very evident to students when designing for a real company. It's also a risk-factor however, because companies having a real interest in the outcome of a project can lead to too much emphasis on the end-product, endangering the process and the learning effect. For example when a company introduces too many restraints

(choice of materials, costs, etc.), limiting the range of possible solutions. To prevent this from happening, it's important to have clear understanding about expected results and time investment from both parties.

#### **4.4 A project can never be too hard**

A project can't be too hard or too complex. A good project (Powell & Weenk, 2003) offers students a complex, open-ended and multidisciplinary task that requires task division and cooperative work. Though teachers are aware of this, there is a tendency not to make projects too complex, because students could be lost and frustrated. When designing a project assignment, one can better make it too complex than too simple. It's always possible to make an assignment easier by giving hints or extra guidance to students. Making an assignment more complex will be perceived as 'changing the rules of the game' and frustrate students.

#### **4.5 Project design as a team effort**

It is recommendable to design project assignments in design teams of three or more people. This prevents people from 'riding hobby horses' or putting too much emphasis on their own subject matter. Also, it creates support within the team that will be involved in the project as teaching staff and tutors. Also, this is a good way to introduce new teachers into PLE, giving them the possibility to get acquainted with different points of view regarding PLE from their colleagues and preventing a one-sided conceptualization of the educational philosophy.

### **References**

Powell, P.C. & Weenk, G.W.H. (2003). Project-led engineering education. Utrecht: Lemma.

# PBL - an Innovation in Education: Evaluation and Analysis of a Process

Ana Lúcia Manrique<sup>†</sup>, Ely Antonio Tadeu Dirani<sup>\*</sup>, Luiz Carlos de Campos<sup>#</sup>

<sup>†</sup> Department of Mathematics, Pontifical Catholic University of São Paulo, R. Marquês de Paranaguá, 111, 01303-050 São Paulo-SP, Brazil

<sup>\*</sup> Department of Engineering, Pontifical Catholic University of São Paulo, R. Marquês de Paranaguá, 111, 01303-050 São Paulo-SP, Brazil

<sup>#</sup> Department of Physics, Pontifical Catholic University of São Paulo, R. Marquês de Paranaguá, 111, 01303-050 São Paulo-SP, Brazil

Emails: [manrique@pucsp.br](mailto:manrique@pucsp.br), [dirani@pucsp.br](mailto:dirani@pucsp.br), [lccampos@pucsp.br](mailto:lccampos@pucsp.br)

## 1 Introduction

Attention has been drawn to the deficiencies in existing engineering courses for not providing the knowledge and skills that favour solving routine problems in the profession, presupposing the implementation of a more dynamic model for teaching and learning. On the one hand, there are the curriculums of the current engineering courses in Brazil, structured in such a way that knowledge is compartmentalized into subjects, which fails to live up to these demands, largely due to the multidisciplinary engineering qualifications required nowadays. On the other hand, the evaluation methods prioritize the reproduction and memorization of information, and obtaining the minimum requirement to pass, just as they limit the students' studying to what is considered the most essential course material, in detriment to sharing ideas, making connections with previous experiences, and debating with other students to analyze different points of view (Rué, 2009, Manrique, Dirani, Campos, 2010).

In its proposal to resolve these problems in engineering courses, PUC-SP has been innovative from the outset, by adopting a new teaching methodology, and notably one that is active, collaborative and integrated. The methodology chosen was PBL – Problem Based Learning. This experience is being shared with a group of teachers at several different institutions of higher learning in Europe, Asia, Oceania, the United States and Latin America, in work presentations given at international events.

This teaching methodology allows for the use of a variety of learning tools and abilities by students, such as: group work, intercultural skills, effective communication, continuous learning, project and team management and ethical, social and environmental responsibilities.

This set of abilities matches the profile of a professional considered apt to work in a more innovative way in a company, constructing specialized environments and cooperatives for innovation, drawing up projects to fundraising from different types of financial sources available for research, development and technological innovation.

Although there are more than 1,000 engineering courses running nowadays in Brazil, the volume of work involving the problem-based learning (PBL) methodology in teaching engineering is practically none at the moment. In addition, these initiatives are extremely recent and restricted to a small number of specific disciplines within a course designed to be taken over a period of at least five years.

The aim of this work is to consider the processes of evaluation implemented for the Biomedical Engineering course offered at PUC-SP.

## 2 The evaluation process

The challenges involved in student learning is vast, as it requires that they develop multidisciplinary skills and knowledge in biology, chemistry, mathematics, physics, Information technology and technological content. Newstetter (2006) states that certain engineering courses, such as the one offered at the University of Aalborg in Denmark; and the University of Twente in Holland, have adopted a set of educational practices based on those used in medical schools for more than three decades to draw up strategies to solve interdisciplinary problems and integrate knowledge.

According to Newstetter (2006), PBL has been used as a mean to integrate a basic graduation in sciences with a graduate degree in engineering. Based on this approach, student learning is non-linear, but allows them to explore the scope of a problem. If different groups of students are confronted with the same problem, they will likely choose different routes to solve it and quite possibly arrive at different solutions. Multiple topics and areas of knowledge are inherent in this process, which helps the students build a more extensive, integrated and flexible knowledge base.

According to the content offered in basic education, professionalizing and specific professional courses conforming to the Curriculum Directives for engineering courses of Brazil, is the biggest challenge for PBL. To overcome this and other challenges, instruments of continuous evaluation were used and critically analyzed. The coordinators and the collegiate of the course discuss the matter, so that their interpretations could be used to ward off the challenges that are constantly interposed in this methodology.

The system of evaluating PBL methodology offers some extremely important insights in terms of improving the course and ensuring its continuation. According to Enermark and Kjaersdam (2009), the students need to develop the necessary skills to solve unknown problems in their future profession and the capacity to learn how to learn, cooperate in and run projects. It is important too refine their communication with tradesmen, businessmen and industrial workers to solve problems that they encounter during their projects and hone the interaction between teaching and research to stimulate the most innovative solutions. As such, the evaluations proposed for the course need to include questions about the students, the teachers, the coordination and the actual curriculum, as these all represent the elements essential to making any improvements to the course, and thus have to be included in the analysis and discussion.

The instruments for the evaluation proposed include new ways of evaluation involving not only the student, but also the teaching staff and the course itself. Forms were prepared for the evaluation, along with portfolios and exams, as well as meetings with both students and teachers. The purpose of these evaluations and their analysis is to allow for a continuous process of considering all the aspects that the new curriculum was based on, as well their frequent rethinking. Another important aspect of the diverse evaluation instruments used is to contemplate the formative and summative characteristics of the evaluative processes, which are outlined below.

The formative evaluation should be used to monitor the teaching-learning process providing continuous feedback, both for the student and the teacher. As far as the students are concerned, this reinforces successful learning and helps identify the difficulties, thus providing a way to correct the course. For the teachers, the formative evaluation allows, by means of the constant feedback provided by the students, their roles to be rethought. Neither concepts nor grades will be attributed to these instruments.

The instruments used in formative evaluation at different pedagogic moments are: structured models, portfolios and progressive tests.

The structured models include pre-defined topics to evaluate the quality of student participation, teachers and the problems used, specifically in the tutorial sessions. The evaluation of problems involves filling out forms, such as a self-evaluation by students, student evaluation and of the group by the tutor, and evaluation of the problem by the group. The evaluation modules also include forms for self-evaluation by the tutor, for an evaluation of the tutor by the student, as well as of the group by the group.

The portfolio is the work produced by the student that can be presented for an evaluation of the various different activities undertaken during the week. The portfolio was considered as a means for the student to learn during the constructive process. The portfolio should simultaneously be a strategy that facilitates learning and one that can be evaluated. Portfolios were collected from support laboratories; the theoretical support given and from tutorials.

The students create their files by gathering the information they present collectively, illustrating the strong points and weaknesses of their development during the course. These files contain the results of the various laboratory work experience, their research of books and magazines, the problems solved during the modules, as well as the exercises and theoretical references studied. In this way, "the file is used to encourage them to reflect on the objectives associated with their learning and experiences during their graduate course, and to evaluate their own performance." (Deelman and Hoeberigs, 2009, p. 90).

The progressive tests are multiple choice papers designed to evaluate cognitive skills, and are given once a year. These tests have not been given yet, as the first year of the course still has to be completed.

The summative evaluations are designed to analyze whether and how the student is progressing over the years. They also classify them at the end of a given period of learning (year, semester, month, module), according to whether or not they are used. The instruments used for general evaluations at different pedagogic moments are written exams, triple jump assessment and final reports.

The written exams were considered cognitive evaluation instruments and include discursive, interpretative and multiple-choice questions. The aim of these exams is to evaluate the students' individual capacity to analyze and summarize answers to questions based on the subjects in the units studied.

In the so-called triple jump, at its first stage (the first hurdle), the students individually and in writing evaluate a problem situation in the same way as during a tutorial. At the second stage (second hurdle) the students find and select learning material about a given situation. At the third stage (third hurdle) the students should answer the questions posed about the subject matter involved in the problem.

Based on the partial reports made up the analysis of students' portfolios, the teacher prepares a final report at the end of the module or course/subject during which this instrument is used. The evaluation made comprises all the instruments that indicate, as well as whether the student can continue the course, a means of redirection in terms of course development.

The purpose of this system of evaluation is to develop the students' individual competence and autonomy in the cognitive environment as well as awareness of their responsibilities. For Rué (2009, p.162), what makes a student more autonomous is:

- have a clear understanding of their style of learning and their overall strategies;
- adopt a communicative approach to the tasks undertaken;
- be willing to take risks and make mistakes;
- to do the lessons and individual tasks, independent to being evaluated or not;
- give importance to the formal concepts and their assimilation.

Furthermore, Rué (2009) distinguishes three possibilities in terms of the concept of autonomy: one that emphasizes the technical nature of student autonomy; other that strengthens their cognitive dimension and another that highlights the capacity to be an agent in their own learning process, emphasizing a political dimension.

On implementing the course, it can be seen that not all the learning situations favor the development of student autonomy, although this is the intention of those responsible for the course. Another question refers to the students' interest and motivation to actually be more autonomous in their learning process given the favorable conditions for this type of development. Finally, it should be emphasized that even in determined contexts potentially favorable to the development of student autonomy, they do not have the same effect on all students.

As such, an efficient management process of the evaluation by the coordinators of course is required; of the time available for learning and development of problems by the students; of the purposes of the study and research, as well as the individual and group work, by the teaching staff; and the preparation of instruments for the self-regulation of their own work undertaken by all are highlighted in this analysis as a fundamental characteristic for implementing the course.

### **3 Final Considerations**

The challenges faced by the teaching staff of the course and the implementation of the evaluation instruments presented, show that evaluation and its analysis are crucial in the development of a course structured according to PBL. The purpose of these evaluations and analyses is to ensure a continuous process of rethinking all the aspects that the new curriculum is based on as well as the possibility of reworking them.

The changes proposed in the evaluation methods often tend to be forgotten, altered or omitted. "In many cases, maintaining the 'old' methods of evaluation by teaching staff allows them to pretend that the new model works, when they are actually following the evaluation criteria of the old system. This situation is counterproductive and should be frowned upon, mainly to ensure the evaluation method adjusts to the new philosophy of teaching and learning. (Moesby, 2009, p. 55).

In the first evaluation of the process are highlighted both positive and negative points. Some of the positive points are: coverage of the issues evaluated in a more agreeable and relaxed fashion; more interaction between the student work groups; more student involvement in dealing with complex problems and developing an interest in research by seeking to acquire the skills to provide workable solutions to the problems set.

Of particular note among the points that need to be rethought to generate the necessary changes in the organization of the course, and to better suit the main objectives in graduating from a course based on this methodology, are: a diagnostic of the previous knowledge of the students in areas such as basic sciences and mathematics; interaction

between the teachers and the work groups; student preparation to understand the new methodology; planning of classes, exercises and laboratory work, as well as the evaluation process of the results obtained.

## References

- Deelman, A, Hoeberigs, B. (2009) A ABP no contexto da universidade de Maastrichi. In: Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. Ulisses F. Araújo, Genoveva Sastre (org.). São Paulo, Brasil: Summus. p.79-100.
- Eberlein, T., et al. (2008). Pedagogies of Engagement in Science. In: Biochemistry and Biology Education. v. 36, n.4, pp. 262-273.
- Enermark, S., Kjaersdam, F. (2009). A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. In: Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. Ulisses F. Araújo, Genoveva Sastre (org.). São Paulo, Brasil: Summus. 17-41.
- Manrique, A. L.; Dirani, E. A. T.; Campos, L. C. (2010) PBL em um curso de engenharia biomédica: a experiência da PUC/SP. PBL2010 International Conference – Problem-Based Learning and Active Learning Methodologies – São Paulo, SP, Brasil.
- Moesby, E. (2009) Perspectiva geral da introdução e implementação de um novo modelo educacional focado na aprendizagem baseada em projetos e problemas. In: Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. Ulisses F. Araújo, Genoveva Sastre (org.). São Paulo, Brasil: Summus. p.43-78.
- Newstetter, W.C. (2006). “Fostering Integrative Problem Solving in Biomedical Engineering: The PBL Approach”. In: Annals of Biomedical Engineering. v.34, n. 2, p. 217-225.
- Parecer CNE/CES 1362/2001 – “Diretrizes curriculares nacionais dos cursos de engenharia”. 12/12/2001.
- Rué, Joan. (2009) Aprender com autonomia no ensino superior. In: Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. Ulisses F. Araújo, Genoveva Sastre (org.). São Paulo, Brasil: Summus. p.157-176.

# The Management of Teaching and PBL Faculty Staff: the Experience of the Biomedical Engineering Course at PUC-SP

Ely Antonio Tadeu Dirani<sup>\*</sup>, Luiz Carlos de Campos<sup>#</sup>, Ana Lúcia Manrique<sup>+</sup>

<sup>\*</sup> Department of Engineering, Pontifical Catholic University in São Paulo, R. Marquês de Paranaguá, 111, 01303-050 São Paulo-SP, Brazil

<sup>#</sup> Department of Physics, Pontifical Catholic University in São Paulo, R. Marquês de Paranaguá, 111, 01303-050 São Paulo-SP, Brazil

<sup>+</sup> Department of Mathematics, Pontifical Catholic University in São Paulo, R. Marquês de Paranaguá, 111, 01303-050 São Paulo-SP, Brazil

Emails: [dirani@pucsp.br](mailto:dirani@pucsp.br), [manrique@pucsp.br](mailto:manrique@pucsp.br), [lccampos@pucsp.br](mailto:lccampos@pucsp.br)

## 1 Introduction

When one talks about technological innovation invariably exists the need to comment on the relationship between the university and the corporate world. One important point is that the issue of protecting intellectual property rights is almost always on the agenda of any meeting. Most patents are the result of collaborative work or partnerships between universities and companies. Although technological innovation may take place at the company, Brazilian firms rarely have the financial or human resources to invest in research. The answers to these questions inherently require ways of approximating the academic capacity of innovative business activity, in the sense of preserving and intensifying this to evaluate its interface with the frontiers of knowledge and potential contributions to making further advances. This is, perhaps, one of the biggest challenges in terms of the development and generation of innovation: establishing agreements between universities and companies that allow both parties to benefit.

However, this interaction is severely limited by cultural differences and missions. One of the first differences relates to the result of the collaborative research. The university wants to publish the result, and the company obviously wants to keep it confidential. A second point is related to the question of the time available to develop a survey or research project. Research development at a university is an activity inherent to the faculty's work and is also related to its human resources profile, while a company needs to maintain its flexibility so as not to lose its competitive advantage. Furthermore, the research that can be carried out in the two environments is different in nature, as the company is interested in development and innovation, while the university tends to focus its interest on basic and applied research.

This mismatch creates challenges in terms of improving the relationships between universities and companies. The company should intensify its internal research and development (R&D) activities, involving, among other things, the incentive to train its employees with the aim of having more researchers on its payroll, thus obtaining more results in terms of innovations, patents and competitiveness, as well as improving its ability to successfully interact with academia. In turn, academia, should also attempt to develop its interaction with the corporate world, so that the needs of the production sector can generate themes for the research applied and developed at the universities.

This collaborative work can be initiated by university students taken on by companies as (part-time) trainees, which is an integral part of pedagogic projects in graduate courses in Brazil. During these periods spent as a trainee, students have the opportunity to put the knowledge they have acquired at university into practice, and to interact socially and culturally in a professional environment. In addition, trainees are the bridge between university theory and the actual day-to-day running of a company, and they are thus an important instrument integrating theory, practice and professional training, which is characterized as a joint responsibility between the university and the company.

However, reality shows us that there is an enormous difference between what students learn at university and what actually goes on at a given company. The engineering schools have been undergoing a global and effective change, with new relationships being established between faculties, students and the available resources. In addition, the engineering students that have just graduated are being questioned about whether their degree gave them the knowledge and skills necessary to solving routine problems in their chosen profession, presupposing a more dynamic model of teaching and learning. On the other hand, the curriculums of the existing engineering courses, structured to compartmentalize knowledge into different subjects, cannot cope with these demands, mainly as a result of the multidisciplinary training engineers get nowadays. In this sense, it is fair to say that new methodologies are required to teach graduate studies in this field to meet these requirements.

This rather bleak outlook could easily be altered with a change in the methodology used to teach engineering courses. In this sense, the implementation of PBL – Problem-Based Learning, could provide a solution to the demands and problems faced by human resources, particularly in the area of Engineering. PUC-SP, due to its innovative spirit, is proposing a course on Biomedical Engineering the curriculum of which is entirely based on PBL.

This teaching method is characterized by the fact that learning in several areas/subjects is integrated, as the students discuss and resolve problems in small groups. The problem is the key element in a PBL curriculum. The body of the problem is constructed to include material from several areas/subjects.

Moreover, this methodology involves the development of a series of skills that match the profile of a professional capable of working in an innovative way in a company, constructing specialized and cooperative environments suited to innovation, drawing up projects to attract funding from various types of financial support for research, development and technological innovation. This methodology is also in line with the country's technological development policies, which seek to establish measures to encourage innovation and scientific and technological research in a productive environment, with the aim of encouraging professionalization and achieving autonomy in terms of industrial technology and its development in the country.

The organization of the course involves tutoring, theoretical and laboratory support, self-directed study consulting specialists in the area, and solving problems encountered in professional practices. This work requires a rethinking of tutoring, due to the challenges faced by the faculty staff that runs the course using this methodology.

## 2 Challenges

The pedagogic project established tutors as the backbone of the course. To be a tutor one has to acquire an entirely new set of skills compared with those of a teacher giving courses structured into different subjects. Rather than giving the student the information and all the data, in classes and notes, they now have to adapt to facilitating learning and, indirectly, guide the student's learning process. They should allow students to determine, by themselves, what they need to learn and, at the same time, know the resources they will need, particularly in terms of the university's human resources pool. Rather than telling the student exactly what they should learn and the sequence this should be done in, the tutor should help students determine this independently. The role of a tutor should be to ensure the learning process is a process centered on the student and not the teaching staff. This represents facilitating learning rather than offering ready-made knowledge. The tutor should constantly provide the student the opportunity to learn how to learn.

There are a series of challenges related to these new roles for tutors in terms of implementing the course. First, the teachers giving the biomedical engineering course graduated in traditional BA/BSC degree courses, such as engineering, mathematics, physics and medicine. Thus their degrees, as for most university professors, did not involve questions of a didactic and pedagogic nature. As such, the professors interested in using this methodology tend to be those with some successful experience in the classroom, and not necessarily solely theoretical thoughts about the steps that should be taken in an environment of tutorials/seminars. The work involved in updating previously-qualified tutors will be essential in raising their awareness of and rethinking the skills necessary to be successful teaching with this methodology. However, the need was identified for some form of continuous and permanent activity in terms of both study methods and thought about the approach taken in tutorials.

To adequately perform the role of a supervisor and answer the questions about new theories that the students encounter during their research to resolve the problem set, it is absolutely vital that tutors constantly update their own knowledge and broaden their range of experience. "In problem-based learning, you never know what the students will ask, but they all expect their teacher to know what is going on." (Enemark and Kjaersdam, 2009, p.19).

The need to resolve the aforementioned problem and the identification of certain other deficiencies mean that the student will have contact with other ideas and even people. Creative and innovative solutions may result from this type of interaction, and that do not just simply reproduce pre-defined models. This means that the tutor should bear in mind that it is their responsibility to develop the students' competence and more autonomy in terms of the learning process. According to Rué (2009), in the efficient management of information and time available; as far as the work, study and research, both individual and in groups are concerned; it is attitudes such as flexibility, imagination, open mindedness to new information and methodologies; and self-regulation of any work done that are the fundamental conditions for the development of autonomy in learning.

These challenges discovered in the implementation of the course presuppose a tutor is also committed to teaching, research, development and innovation. These tutors should have an academic trajectory that has or will provide them with the requisite experience in defining problems, analysis, theories, experiments, syntheses, possible and acceptable solutions, as well as conclusions, evaluations and possible consequences.

### 3 Final Considerations

To overcome the challenges presented, it is essential to develop a management model for the teaching staff. This model should be committed to the principles of PBL and the profile of an engineer who wants to graduate to work in as innovative a manner as possible in the market.

This management model presupposes efficient coordination in planning the activities of the teaching staff and determining the time dedicated to administrative tasks. It is also the role of this coordination to adopt the principles that will allow the development of work in meetings and committees in a way that does not take up too much of the teachers' time. According to Branda (2009, p. 221), these principles are:

- 1) ensure that everyone has the opportunity to be heard;
- 2) respect all the participants and their legitimate interests;
- 3) adopt a corresponding system of interdependent thought;
- 4) speak concisely, without any ambiguities and without repeating what has already been said;
- 5) show a commitment to expressing possible disagreements;
- 6) know how to differentiate brainstorming sessions from meetings designed to take decisions;
- 7) facilitate decision making based on consensus, ensuring that this corresponds with the group's requirements.

Several levels of evaluation are necessary to measure the results of this management. The first, which already exists for the various graduate courses on offer, involves student evaluations of subject matter, format and the how well the course is organized. The PBL methodology adopted demanded the adoption of new instruments of assessment in order to contemplate the content, the competences and the skills acquired by the students. The difficulty is how to consolidate all the outcomes obtained by the instruments along the modules. The second level, which is on the agendas of institutions of higher learning, includes an evaluation of the implementation of the pedagogic project and teachers. This level of assessment is nowadays running and shows the needs of continuing learning to teachers that are working and an initial formation to those that are starting in the team using the PBL methodology. The last level, which is still not included in the results metrics of teaching management and the faculty staff, refers to the evaluation of the course coordination, and which deserves special attention from the committee for didactic courses and university management.

### References

- Branda, L.A. (2009). A aprendizagem baseada em problemas o resplendor tão brilhante de outros tempos. In: Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. Ulisses F. Araújo, Genoveva Sastre (org.). São Paulo, Brasil: Summus. 205-236.
- Enermark, S., Kjaersdam, F. (2009). A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. In: Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. Ulisses F. Araújo, Genoveva Sastre (org.). São Paulo, Brasil: Summus. 17-41.
- Rué, Joan.(2009). Aprender com autonomia no ensino superior. In: Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. Ulisses F. Araújo, Genoveva Sastre (org.). São Paulo, Brasil: Summus. 157-176.



# A Real World University-Business Project Approach in Engineering

Isabel S. Carvalho<sup>\*+</sup>, Rui Vilhena<sup>++</sup>

<sup>\*</sup> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Department of Mechanical Engineering, Lisbon Polytechnic Institute, Lisbon, Portugal

<sup>+</sup> IDMEC/UISPA, University of Porto, Porto, Portugal

<sup>++</sup> EDP, Energy Engineering Process and Optimisation, Project and Investment Division, Lisbon, Portugal

Email: [icarvalho@moonlight.pt](mailto:icarvalho@moonlight.pt)

## 1 Introduction

The challenge of the future engineer will be enormous as natural resources and environmental concerns will continue to drive world challenges (NAE, 2005; 2008). These challenges will also require the need for collaboration with multidisciplinary technical teams which will also drive the need to develop non-technical skills as good communication (both technical and with society) and the use of communication technology among others.

Although a lot is said about the need of interaction between Industry and Academia in practice, besides isolated experiences, the “...disconnect between the systems of engineering education and the practice of engineering appears to be accelerating” as referred and supported by a national survey carried out in the US (NAE, 2005).

The careers our students are going to pursue in the labour market require team-work and collaboration skills among others. Although most students welcome group-work (not the same as team-work) faculty often looks at group-work or any type of collaborative work as a way of making the evaluation a “lighter” and less consuming process or as a way of “covering” cheating (Bachelet et al, 2004; Handley et al, 2007).

The main purpose of this paper is to describe some key aspects of the design, implementation and evaluation of a team work project, targeting real world applications, with Industry/Business support carried out in an MSc Engineering degree.

The Energy Production and Management course, referred here, is a mandatory subject over one semester in the first year of the degree course leading to an MSc in Mechanical Engineering. In this course emphasis is given on engaging the students, the use of a wide variety of learning activities which intend to assist and promote different learning preferences, promoting autonomous learning and incorporating assessment at the design level (Carvalho, 2006; 2009).

Presently the Energy Production and Management course includes three course projects incorporating a wide variety of learning activities: i) Project 1 (individual) is running for several years (Carvalho, 2005; 2007) and each time it is implemented, new tools and updated information is incorporated; ii) Project 2 (Problem Based Learning) is a group assignment which includes peer evaluation, and; iii) Project 3 (Real World Case with Industry / Business support) is running for the first time.

The present paper addresses the latter course project which aims at engaging students with real world problem solving and working environment. This course project is still under implementation.

## 2 Motivation

The major motivation to this work is closely related with the following questions: i) How do we get Engineering students to work effectively in teams? ii) How to promote students’ engagement and motivation? iii) How to use formative assessment as a part of learning and a path to evaluate the learning process and the final results?

On the other hand the opportunity to enhance the cooperation with an Industry/Business partner also allowed the implementation and optimization of previous ideas when learning and teaching is concerned.

Therefore, the other specific objectives of this work are related with:

- Get students to learn/work within a real world framework;

- Get students to formulate questions,...not just to answer questions;
- Promote learning through self-generating questions, analysis and reflection;
- Get students to work as a team;
- Promote critical thinking.

### 3 Methodology and Brief Discussion

The methodology aims at incorporating the teaching, learning and assessment processes that allow students to move from a state of technical knowledge into the real professional world. This case was built taking into consideration the importance of the combination of both technical and non-technical skills. In this particular case, soft-skills are considered to be as important as technical skills.

This Course Project is mainly characterized by the following:

- Team work (teams of four) running for twelve weeks;
- Direct Industry / Business support;
- Preparing the meeting Agenda (to be sent by email two days before the Working session);
- Three working “Questions & Answers” sessions (every three weeks);
- An assessment rubric is used in all working sessions;
- One final working session for oral presentations and discussion;
- A final report.

Figure 1 shows the time frame of the course project as well as the assessment, feedback and evaluation moments. All three working sessions as well as the final session make use of the same assessment rubric.

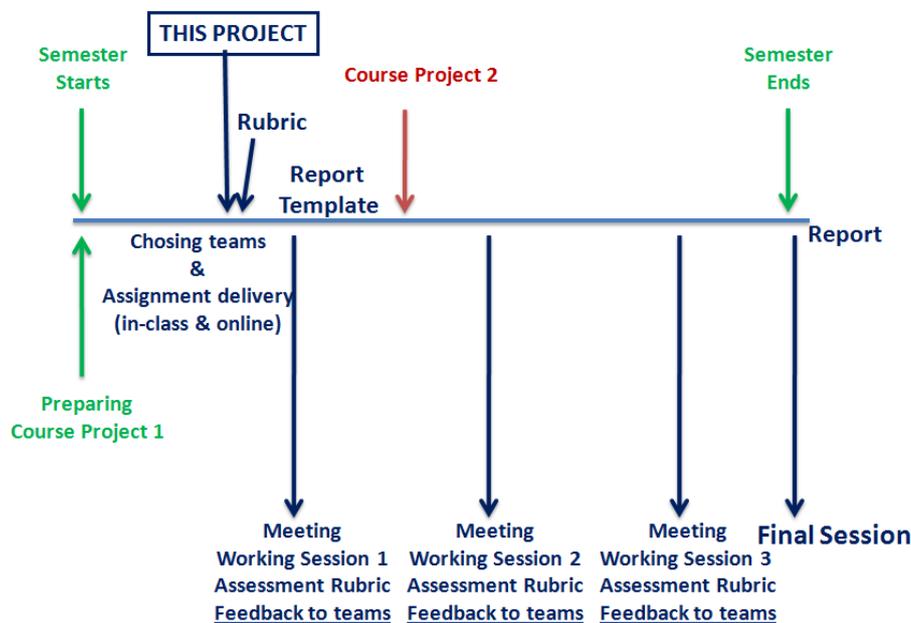


Figure 1: Project time frame and assessment

This Course Project is presented to the students’ in-class and support is given towards interpretation and clarification of the content, process and outcomes. As the project targets the teaching of thinking skills an assessment rubric (with evaluative criteria, quality definitions, and a scoring strategy) was designed to assist gathering evidence on students’ learning. This rubric has six categories namely: i) Content; ii) Comprehension (identifies important information); iii) Identifies details; iv) Preparedness; v) Team work, and; vi) Time.

The working sessions run as in a real world environment, i.e., on a Client / Supplier format. Meeting the Client specifications and needs and providing integrated, efficient and reliable as well as cost-effective products and processes is the objective of this challenging conceptualization project presented to the students. The main objective is to expose students to the real nature of engineering practice by means of promoting Q&A (Questions & Answers) time-controlled meetings between the Client (Instructor and Industry/Business Engineer) and the Supplier (Teams of four students). It was possible to observe that by inviting an Industry Engineer into the class the learning environment suffers a dramatic but positive transformation as the students will immediately and naturally be set into a higher level of responsibility.

In contrast with the collaborative working environment of the whole course, where the students are requested to share information, resources, and assignments' results (both in-class and online) and are asked to get involved in peer review assignments, for this particular Course Project with an Industry / Business partner, the students are not to share any information along the project duration. Only at the final session level will students get acquainted with the other teams' procedures and results to achieve a common goal.

The rubric, to be used in all the working sessions, is made available to the students since the course project kick-off so that students can get familiar with the way they will be assessed. After each session structured feedback is provided to students in all the rubric's categories and suggestions are made for performance improvement. Here, the major challenge is to find out how to perform assessment (summative and formative) in a more objective, reliable and valid way in order to reflect student's knowledge and skills acquisition. This includes the final product (Report) evaluation in the fairly traditional way but more emphasis is given to the learning process itself, the skills, the attitudes, the motivation and level of engagement as well as team work.

Although this course project is still ongoing evidence collected from the working sessions and rubric analysis has shown distinct levels of team work among the Groups. Students/Groups that work as a team usually come into the working sessions with:

- i) Each student has the meeting Agenda (whole set of questions) written down and takes notes (individually) on the provided answers and other side-bar discussions;
- ii) All students know which question(s) to ask;
- iii) Although all students were assigned a question, by the team, there is a team leader who starts the discussion and allocates questions;
- iv) All students ask questions.

In the above cases it becomes obvious that the working sessions are prepared in advance within the team. The well performing teams are usually able to summarise arguments accurately and to exclude nonessential information.

Students that do not work as a team come to the working sessions with:

- i) No meeting Agenda or with an ill-structured Agenda;
- ii) The questions are usually asked by one or two students of the group while the others just takes notes or assume a passive role;
- iii) There is a team leader who asks most of the questions while the other students provide little input;
- iv) There is no team leader and the questions are introduced in a random order.

Student's engagement and team performance is seen to be dependent on: i) Structured support provided upfront related with the objectives and methodology; ii) Frequent and in time feedback in relation to the working sessions and the assessment rubric; iii) The competing nature of the project as the information collected from each session with the Client is not to be shared with the other teams, and; iv) The presence and positive attitude of the Industry/Business Engineer.

The evaluation process allows to closely following the students' performance as an individual and as a team member. This approach targets the need to provide the learners with the skills and opportunities for independent and peer learning. Most of the students get deeply engaged in the learning process and a few achieve outstanding performances which includes peer teaching.

Providing feedback to the students while learning is still in progress has proven to be a relevant tool to improve the students' alignment, motivation and active engagement in learning. Also, when team-work is adequately

designed and implemented work can easily evolve into powerful learning. Furthermore, if assessment is both formative and summative at both individual and team level there is no need to worry about cheating.

## 4 Conclusion

This paper describes some key aspects of the design, implementation and evaluation of a course project targeting real world applications, carried out in an MSc Engineering degree.

This course project gives students the opportunity to work directly with a Corporate Engineer in a real work environment and with a real world case and intends to promote critical thinking. This is an open ended project as several final layouts are possible. The assessment focuses on technical and non-technical skills. The working sessions run as in a real world environment – Client / Supplier format.

As the project is targeting thinking skills (analysing, arguing, problem solving and making decisions) the assessment rubric proved to be a good support for consistent and effective evaluation. It is also a valuable tool to let students know the evaluation criteria. The use of such a rubric along with structured and in time feedback after each working session also allows students to understand how they can meet the instructors' (Client's) expectations. The learning process also improves as it does not only enrich the student's learning experience as well as promotes different and more powerful ways of learning.

Students come to understand the difference between school and the "real world", as they need to analyse, synthesize and reflect upon their learning inside and outside the classroom at individual and team level.

Several reasons were identified related with the more and less successful teams, namely: the choice of the team (how students group together); the ability to work as a team; the ability to overcome task resistances, and the lack of experience of real-world case applications solving across the curriculum and throughout the previous years.

There is still a lot of work to do on "How to communicate" and the ability to draw an Agenda and ask clear and objectives Questions, integrate the answers and provided information and generate new questions. Designing, implementing and coaching an innovative learning approach with an Industry/Business partner is not an easy task but it is, for sure one that can be successful and where all parties will learn from.

## Acknowledgments

Financial support has been partially provided by the PTDC / CED / 69529 / 2006 Project of the Portuguese Ministry of Science and Technology and Higher Education.

## References

- Bachelet, R., Michelot, C. and Verzat, C. (2004). Coaching Engineering Students to Learn Team Work. 4<sup>th</sup> International Workshop on Active Learning in Engineering Education, June 6 – 9, Nantes, France.
- Carvalho, I.S. (2005). Some Tools and Methodologies to Increase Students Interest on Energy and Environment Related Topics. 33rd SEFI Annual Conference - Engineering Education at the Cross-Roads of Civilizations, September 7-10, Ankara, Turkey.
- Carvalho, I.S. (2006). Promoting Active Learning in Mechanical Engineering. ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, November 5-10, 2006, Chicago, Illinois, USA, IMECE2006-15664.
- Carvalho, I.S. (2007). Using a Home Energy Audit to Promote Active and Cooperative Learning. 4th WSEAS / IASME International Conference on Engineering Education (EE'07), 24 - 26 July, Agios Nikolaos, Crete, Greece.
- Carvalho, I.S. (2009). Incorporating Assessment into the Learning Activities, 8<sup>th</sup> Annual ASEE Global Colloquium on Engineering Education, October 12-15, Budapest, Hungary.
- Handley, C., Wilson, A., Peterson, N., Brown, G. And Ptaszynski, J. (2007). Out of the Classroom & Into the Boardroom. Higher Education Consortium, Sept. 2007. Online at <http://www.microsoft.com/presspass/events/educause/docs/EducauseWhitepaper.pdf> (retrieved April 2010).

Laity, W. (2004). A Vision of the Future of Mechanical Engineering Education. ASME Council on Education, November 2004.

NAE (2005). Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century. National Academy of Engineering of the National Academies, National Academy of Sciences, The National Academies Press, ISBN 0-309-09649-9.

NAE (2008). Grand Challenges for Engineering. Online at <http://www.engineeringchallenges.org/cms/8996.aspx> (retrieved April 2010).



# Formar e Autoformar-se: o Papel do Tutor nos Projetos de Trabalho na Educação Profissional, o caso do IFRN/Brasil

Luzimar Barbalho da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Rio Grande do Norte-Brasil  
Doutoranda em Educação na Universidade do Minho, Campus de Gualtar 4710057, Braga, Portugal

Email: [luzimar\\_1@yahoo.com.br](mailto:luzimar_1@yahoo.com.br)

## 1 Introdução

O trabalho consiste numa experiência pedagógica vivida no Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (CEFET-RN), atual Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Brasil. A experiência foi desenvolvida nos currículos dos cursos de formação de professores de Física e de Geografia, no período de 2002 a 2006.

### 1.1 Motivação

Esta comunicação objetiva contribuir com as reflexões em torno do papel do tutor na formação profissional por projetos. Primeiramente, antes de discutir acerca de seu perfil e atribuições, pensa-se ser importante refletir sobre o significado do termo tutor no contexto de educação profissional. Isto porque, ao longo da história o trabalho de tutoria tem sido usado como sinônimo de alguém que exerce a função de ajudar sujeitos em processo de ensino-aprendizagem. Muitas vezes, esse “ajudar” tem sido traduzido na prática como tarefa fácil que exige do tutor apenas uma relativa formação. Entretanto, considerando que os projetos de trabalho não se tratam de uma mera técnica, mas de uma maneira de compreender o sentido da escolaridade baseado no ensino para a compreensão, que é uma atividade cognoscitiva, experiencial, relacional, investigativa e dialógica, o papel do tutor vai para além de uma técnica, implica ter conhecimentos fundamentais à prática de formar ou educar e novas competências de cunho técnico-pedagógico.

Nesse sentido, exercer a ação da docência num trabalho com projetos na educação profissional é um desafio para os docentes tutores, que necessitam criar condições para aprender a trabalhar com projetos. Por tudo isso, o papel do tutor no trabalho por projeto constitui numa atividade complexa e não se pode confundir a ação mediadora do tutor com “facilitarismo”.

## 2 A experiência: aspectos teóricos e metodológicos

Nas últimas décadas do século XX e início deste século, o mundo do trabalho tem passado por repentinas e profundas mudanças, resultantes da aplicação dos avanços científicos e tecnológicos nos processos de trabalhos. Novos modelos de organização do trabalho fundados na flexibilidade e no trabalho em equipe se apresentam nas organizações (Anderson, 1995). Neste contexto, reivindica-se um novo perfil de profissional que caracteriza-se por ser um sujeito que apresenta competências de educabilidade, isto é, aprender a aprender, trabalhar em equipe e competências relacionais e técnico-científicas nos diferentes campos do saber (Bruno & Fonseca, 1995), além de novas atitudes, desde de ser confiante, criativo, curioso, cooperativo e gerador de mudanças (Silva, 1997, p.57).

Diferentes técnicas de trabalho pedagógico são implementadas nas instituições no sentido de propiciar a formação adequada às exigências que se apresentam tanto no plano do trabalho quanto no plano social. Exige-se, conseqüentemente, do tutor ou do professor competências para intervir significativamente junto aos estudantes no processo de desenvolvimento das competências requeridas. Com isso, o professor é levado a questionar-se sobre os saberes necessários para trabalhar com projetos de trabalho, considerando que muitas vezes não dispôs de formação para tal. Assim, o professor, cuja função é ensinar, tem também a necessidade de aprender.

Aprender é adquirir conhecimentos, construir saberes que são ferramentas para desenvolver seu trabalho. O professor vai aprendendo a ensinar enfrentando cotidianamente diversas situações que lhe possibilitam construir tais ferramentas. Desse modo, o saber dos professores é temporal, pois “ensinar supõe aprender a ensinar, ou seja, aprender a dominar progressivamente os saberes necessários a realização do trabalho docente” (Tardif, 2002, p. 20). Aprender a ensinar não é algo que nasce com o indivíduo, mas que vai sendo construído no decorrer de sua carreira.

No contexto educacional, a tutoria ou o papel do tutor não é novo, remonta, segundo Manacorda citado por Gleib (2007) à antiguidade quando ao escravo mestre liberto ou tutor era incumbido os ensinamentos dos filhos das famílias abastadas. Geralmente, esses mestres provinham da Grécia, transmitindo cultura aos romanos de forma servil. Na idade média, essa função foi assumida no contexto da universidade, sendo que a partir de então, tem passado por momentos de fortalecimento e enfraquecimento, assumindo diferentes modelos, conforme o modelo da universidade (GLEIB, 2007).

Na pedagogia moderna, em alguns casos, a tutoria passou a ser usada em sala de aula como ação compensatória, sendo exercida por um estudante que se destacava em termos de desempenho acadêmico, constituindo-se em tutor dos que apresentavam déficit de aprendizagem. Na literatura atual, o trabalho de tutoria tem sido muito divulgado, estando vinculado principalmente à expansão da educação a distância, o que tem contribuído para ser repensado a sua representação social, seu perfil e função.

O perfil do tutor no trabalho por projetos é um profissional com a função de acompanhar e subsidiar o processo de construção de conhecimento e desenvolvimento de competências e responsável pela articulação de todo o grupo envolvido nos projetos, sendo um referencial, exercendo importante papel de incentivador de esforços necessários ao trabalho.

A tutoria num trabalho por projeto, eminentemente trabalho coletivo, constitui algo novo na prática docente, sendo um desafio que merece determinados cuidados na sua implementação. Concordamos com Hernández (1998b), que a atitude assumida frente ao novo pode revelar diferentes concepções: O refúgio no impossível, indicando que o novo se apresenta como importante, mas ao mesmo tempo difícil por demandar muito tempo; o desconforto em aprender, que pode traduzir-se num bloqueio em relação a aprendizagem imposta pelo novo; a revisão da prática não resolve os problemas, indica que tomar a prática como algo que pode ser dissociado da reflexão remete a compreensão de que refletir representa perda de tempo; Aprender ameaça a identidade, esta atitude denota que o novo ameaça a experiência adquirida e supõe esforço para conduzir a prática, e por último, a concepção da separação entre a teoria e a prática, que representa um distanciamento que o próprio professor cria ao pensar-se enquanto prático, assumindo-se como aquele que “aplica” técnicas e teorias, não percebendo-se como um produtor de seu próprio saber.

Nos cursos de licenciatura do IFRN, no início dos trabalhos, a tutoria era de competência do professor da componente curricular Metodologia Científica que mediava o processo de elaboração dos projetos junto aos estudantes. Neste momento, eram atribuições do professor-tutor:

Contribuir com a construção conceitual acerca de projetos, da metodologia de trabalho e do método científico, bem como, avaliar e orientar os estudantes na elaboração do projeto. Concluída essa etapa, a tutoria era descentralizada para ser exercida por um professor da componente curricular “carro-chefe” de cada turma. Esse professor-tutor passava a coordenar os trabalhos e os demais colegas professores da turma envolvidos no projeto de trabalho. Os projetos eram desenvolvidos por grupos, ou seja, cada turma era organizada em pequenas equipes e cada uma tinha seu projeto conforme escolha do tema pelos estudantes. No entanto, as temáticas deveriam ser correlatas com as componentes curriculares cursadas no semestre letivo.

O tutor tinha o apoio da pedagoga dos cursos que passavam a acompanhar e apoiar os estudantes nas dificuldades apresentadas, tanto nas atividades técnicas como nos processos de socialização dos estudantes entre si e entre esses e professores. Além disso, o tutor teria que convocar as reuniões quinzenais e sempre que fossem solicitadas pelas partes envolvidas nos trabalhos, assim como, sistematizar as atas das referidas reuniões. Também era atribuição do tutor articular a gestão de visitas técnicas e aquisição de material de uso junto à coordenação administrativa de curso e à diretoria de ensino.

No final da execução dos projetos, o tutor e a pedagoga coordenavam a constituição da banca examinadora, envolvendo todos os professores da turma para avaliar os produtos, resultantes dos projetos desenvolvidos. Vale salientar, que o tutor era também professor da turma e subsidiava os estudantes com conhecimentos técnicos e científicos específicos no decorrer dos trabalhos.

Nos trabalhos em grupos durante o desenvolvimento dos projetos e na organização dos eventos técnico-científicos para apresentação dos trabalhos realizados, os estudantes desempenhavam funções centrais, como organizador e articulador dos mecanismos necessários, desde o planejamento com a indicação de especialistas extra-instituição, a elaboração de folders e de demais recursos indispensáveis à organização e apresentação dos trabalhos produzidos em grupo. Estas atividades eram concebidas como estratégias que possibilitavam o desenvolvimento das competências e atitudes, como ser criativo, curioso e cooperativo, uma vez que propiciavam aos estudantes autonomia para sugerir e decidir coletivamente.

Nestes trabalhos, portanto, o tutor acompanhava e subsidiava o processo de construção do conhecimento, criando situações de aprendizagem em parceria com os demais professores. Dizendo de outro modo, o tutor era o mediador das práticas coletivas que propiciavam os processos de intervenção, participação e cooperação por parte dos estudantes e dos professores, exercendo importante papel de incentivador seja nos grupos dos alunos, seja no grupo docente que fazia parte.

### 3 Considerações

Nos cursos de licenciatura do IFRN, a tutoria era reconhecida como sendo necessária para viabilização dos projetos de trabalho interdisciplinares, mas alguns professores não estavam disponíveis para tal função, pois apresentavam como dificuldade a complexidade do trabalho e a falta de algumas habilidades. Para viabilizar a prática do trabalho por projeto, e, em especial, da tutoria, a administração dos cursos era solicitada a organizar a carga horária docente diferenciada para o professor-tutor, em termos de seu exercício de sala de aula. Entendia-se, como Tardif (2002) que uma parte importante da competência profissional dos professores está enraizada em sua história de vida, pois, a competência individual se confunde com a sedimentação temporal e progressiva de crenças, de representações, de hábitos práticos e de rotinas de ação.

Reconhece-se que na experiência discutida, o papel do tutor no trabalho por projeto torna-se indispensável pelas funções que exerce enquanto articulador, formador, gestor, avaliador e coordenador dos grupos. Como incentivador nas discussões, debates, criações coletivas, o tutor contribui com as relações intrapessoais, fornecendo a troca de experiências e conhecimentos entre os componentes do grupo e favorecendo a construção de um ambiente descontraído e de confiança e solidariedade. Deste modo, implementar a tutoria no trabalho por projeto constitui uma necessidade e um desafio, mas que pode acontecer na perspectiva emancipatória com respeito à adesão consciente que se vai construindo coletivamente.

### Referências

- Bruno, Magda, Fonseca, Maria Cristina Linhares da. (1995). Qualificação e Educação onmilateral frente a Reestruturação do trabalho. Revista da Faculdade de Educação da USP, São Paulo, v.1,n. 1,p.31-47, dez, 1995.
- Hernández, Fernando. (1998). Transgressão e mudança na Educação. Os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Hernández, F. (1998b). Como os docentes aprendem. Pátio Revista Pedagógica. Ano I, n. 4, p. 9-13. fev/abr.
- Gleib, Lorena Teresinha Consalter, KRAHL, Mônica el tal (2007). A tutoria acadêmica no contexto histórico da educação. Revista Brasileira de Enfermagem, v 60, nº2, Mar/Ab, Brasília. Disponível: «<http://www.scielo.br>» Acesso: 10 de Março de 2010.
- Silva, Luzimar Barbalho da. (1997). Novas Tecnologias, Trabalho e Educação no Brasil: do Taylorismo/Fordismo ao Toyotismo no Brasil. Trabalho Monográfico de Conclusão de Curso Lato Sensu não-publicado da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Natal-RN, Brasil.
- Tardif, M (2002) Saberes docentes e formação profissional. Petropoles: vozes.



# Trabalho por Projecto: Competências do Tutor e do Mediador na Aprendizagem Colaborativa

Márcia Barbosa Aguiar\*, Ana Maria Costa e Silva\*

\* Instituto de Educação, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

Email: [marciab\\_aguiar@hotmail.com](mailto:marciab_aguiar@hotmail.com), [anasilva@ie.uminho.pt](mailto:anasilva@ie.uminho.pt)

## 1 Introdução

Actualmente, a lógica do trabalho por projectos tem sido bastante explorada e é considerada uma metodologia enriquecedora para todos os envolvidos. Aqui, os alunos são co-participantes na realização de tarefas complexas, que exigem o desenvolvimento de um conjunto de competências relacionadas com o trabalho em equipa, autónomo, faseado, reflexivo. Neste domínio, a aprendizagem colaborativa é o conceito-chave, pois se não existir uma colaboração, compromisso e participação por parte de todos os elementos do grupo, o sucesso da aprendizagem encontra-se condicionado.

Esta metodologia fomenta, portanto, a realização de pesquisa de informação, a resolução de problemas e a organização de tarefas com vista ao produto final. Este processo ocorre, geralmente, com base na interdisciplinaridade, ou seja, diversas áreas do conhecimento funcionam de forma integrada e articulada, tendo os participantes que privilegiar essa componente na execução do trabalho proposto.

Uma das grandes vantagens deste tipo de metodologia é que os alunos, além de adquirirem as competências técnicas necessárias para o seu futuro profissional, desenvolvem outras não menos importantes, tais como: competências organizacionais, relacionais, comunicacionais, sociais e pessoais (Lima, Carvalho, Flores e Hattum-Janssen, 2005).

Assim, a aprendizagem por projecto permite formar cidadãos mais críticos, criativos e interventivos na sociedade; permite o estabelecimento de uma relação dialéctica entre teoria e prática, conhecimentos prévios e novos saberes; fomenta a valorização do trabalho em equipa numa lógica colaborativa, embora não esqueça a importância do trabalho individual; contribui para o desenvolvimento da noção de aprendizagem ao longo da vida, incentivando a exploração de novos e sempre renovados conhecimentos (Andrade, Alarcão e Santos, 2008).

Dentro destas dinâmicas, podemos enquadrar, por um lado, os Programas de Tutoria e, por outro, os Cursos de Educação e Formação de Adultos (EFA). De facto, tanto num caso como no outro procura-se trabalhar de forma colaborativa, privilegiando-se o trabalho em equipa, a centralidade do processo no aluno/formando (Silva, 2009), a autonomia cognitiva e a interdisciplinaridade entre todas as Unidades Curriculares/Módulos constantes no Currículo.

No centro destes projectos encontramos duas figuras que, embora com denominações diferenciadas, convergem em muitos dos aspectos fundamentais da sua intervenção: tutor e mediador. Nesta comunicação pretendemos, por isso, reflectir sobre as funções de um e de outro e traçar, ainda que de forma muito embrionária, o seu perfil.

Para tal, centramo-nos no estudo do *Project-Led Education* (PLE), que tivemos a oportunidade de conhecer, embora de modo muito superficial, através de algumas leituras efectuadas, pelo que apresentaremos um conjunto de pontos centrais do perfil do tutor e das suas respectivas funções, com base nos pressupostos identificados por alguns dos actores envolvidos neste projecto. Por sua vez, procurámos articular estas premissas com duas experiências, dois estudos de caso levados a cabo em duas entidades promotoras de Cursos EFA, onde foi possível evidenciar, por meio da investigação-acção-participativa, as principais características do Mediador EFA.

Tomando como referência o papel do tutor no PLE e do Mediador EFA em dois cursos de formação, salientamos a diferença do público-alvo, sendo que a intervenção do primeiro se centra na formação ao nível universitário e o segundo em cursos de jovens e adultos de nível básico (9º ano de escolaridade).

## 2 Project-Led Education

O projecto que está a ser desenvolvido no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade do Minho, apresenta modelos e metodologias de ensino-aprendizagem mais activas e, portanto, incluem “uma metodologia que enfatiza o trabalho em equipa, a resolução de problemas interdisciplinares e a articulação

teoria/prática na realização de um projecto que culmina com a apresentação de uma solução/produto a partir de uma situação real, relacionada com o futuro contexto profissional” (Powell e Weenk, 2003, referenciados por Simão, Flores, Fernandes e Figueira, 2008: 80).

## 2.1 Perfil do Tutor na aprendizagem por projecto

A função tutorial apresenta uma grande diversidade de concepções teóricas e práticas. Segundo Beltrand (2006, referenciado por Simão, Flores, Fernandes e Figueira, 2008: 76), neste domínio, “Concebe-se a aprendizagem como um processo activo, cognitivo, construtivo, significativo, mediado e auto-regulado.”

Neste âmbito, tem-se verificado, nos últimos anos, o desenvolvimento de projectos no campo da acção tutorial e da aprendizagem colaborativa, nomeadamente, ao nível da formação de projectos e, nesse sentido, destaca-se o projecto levado a cabo no Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, tratando-se de uma formação em aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares (Fernandes, Flores e Lima, 2009: 91).

Estes autores referem que o processo tutorial procura orientar e acompanhar o percurso formativo dos estudantes, facilitando a sua integração e tendo em vista o seu desenvolvimento global ou, como salientam Simão, Flores, Fernandes e Figueira (2008: 77) os objectivos da acção tutorial passam por “promover a aprendizagem de competências, consolidar aprendizagens de disciplinas, promover e facilitar o desenvolvimento integral dos estudantes, reflectir sobre o desenvolvimento académico e pessoal do aluno, etc.”. Aqui, o formando assume um papel central, no âmbito da construção da sua aprendizagem (Andrade, Alarcão e Santos, 2008; Simão, Flores, Fernandes e Figueira, 2008; Torremorell, 2008; Silva, 2009).

Segundo Baudrit (2009: 13), um tutor tem a função de comunicador e de coordenador, coordenando, no fundo, os encontros entre os diversos actores envolvidos numa relação. O autor sublinha, ainda, que “é nestes casos que por vezes um par (tutor/mediador) intervém para colmatar, por exemplo, as “faltas de compreensão” (*Idem*: 14).

Giner, Lapena e Iglesias (2008, referenciados por Fernandes, Flores e Lima, 2009: 90) indicam que, “de entre os pontos fortes da acção tutorial, são de destacar o fomento da dimensão colaborativa, a melhoria da aprendizagem dos alunos, o aumento da interacção professor-aluno, a promoção da reflexão por parte dos participantes.”

Neste contexto, os tutores assumem um papel central, porque facilitam a comunicação, a aquisição e o desenvolvimento de competências, por conseguinte, vão gerir todo o processo formativo, o qual atribui o protagonismo aos alunos.

Assim, o papel do tutor passa por motivar o grupo e fomentar o trabalho em equipa para a realização das tarefas propostas, mas não toma decisões, aspecto que fica a cargo do grupo, passando o seu papel por orientar, dar indicações sobre os possíveis caminhos a seguir. Os tutores devem ter, portanto, capacidade de escuta activa para compreenderem os problemas dos tutorandos, auxiliando-os na resolução das suas dificuldades.

Para que todo o trabalho se concretize de forma profícua, o tutor tem que revelar capacidade de interacção, devendo estabelecer-se uma relação recíproca entre este e os alunos. Para tal, torna-se fulcral conhecer os elementos do grupo e as suas características individuais, no sentido de adequar estratégias e procedimentos. Como destacam Fernandes, Flores e Lima (2009: 107) “ser tutor implica disponibilidade, presença e contacto sistemático”. Trata-se, aqui, de promover um verdadeiro processo de ensino-aprendizagem. Na verdade, segundo Postic (2007: 23), ensino e aprendizagem foram tratados, durante muito tempo, como entidades separadas e, neste contexto, verifica-se uma relação interactiva e dialéctica entre ambas, mediadas pelos conhecimentos técnicos dos tutores.

## 2.2 Mediador EFA: que perfil?

Os Cursos EFA são constituídos por diversas figuras, cujas funções de articulam numa dialéctica mais ou menos equilibrada, a qual ditará o maior ou menor sucesso do processo formativo.

A metodologia EFA tem por base o trabalho colaborativo de toda a equipa pedagógica e estrutura-se em Temas de Vida (cerca de quatro em cada Curso), ou seja, assuntos considerados pertinentes pelos formandos. A partir daí, desenvolve-se um sistema de interdisciplinaridade entre os diversos módulos, sendo que cada formador, na sua unidade, contribui, de modo concertado com a restante equipa, para a realização de uma actividade global. No fundo, trata-se de um projecto que se desenvolve durante cerca de três meses, onde todos os actores envolvidos devem trabalhar em conjunto, no sentido de concretizar os objectivos propostos.

No entanto, os formandos, por seu turno, não se encontram presos aos resultados esperados numa determinada actividade; pelo contrário, podem propor novas questões, aprofundar outros assuntos relacionados que considerem significativos, privilegiando-se, portanto, a sua autonomização, sendo todo o processo centrado neles, que devem surgir como construtores da sua aprendizagem, de uma forma activa e participativa (Silva, 2009).

Assim, o que se pretende nos Cursos EFA são projectos/actividades abertas que exijam uma grande autonomia por parte dos formandos, onde o mediador é o facilitador da aprendizagem, desenvolvendo estratégias pedagógicas que sustentem o trabalho do grupo, que incitem à sua motivação, fazendo uma gestão equilibrada do processo de ensino-aprendizagem.

De facto, nos Cursos EFA, o grupo em formação tende a revelar alguma desmotivação, especialmente, quando não tem, ainda, hábitos de trabalho nem capacidade para desenvolver, de forma autónoma, os seus projectos, o que acontece, geralmente, no primeiro Tema de Vida. Assim, torna-se necessário desenvolver mecanismos de motivação que permitam ultrapassar a sua atitude passiva: realização de saídas, utilização de recursos didácticos diferenciados e desenvolvimento de actividades práticas.

É, então, uma realidade indiscutível, que o(a) Mediador(a) apresenta um papel essencial no desenrolar dos Cursos, desde a sua aprovação até à avaliação de impacto do mesmo. Durante o período de formação, o(a) Mediador(a) dispõe de uma hora semanal de Acompanhamento, em sala, com os formandos, onde são trabalhadas e desenvolvidas competências de cariz pessoal e social, de trabalho em equipa e de resolução de conflitos (Aguiar, 2009). Faz, igualmente, fora desse período, um acompanhamento *in locu*, com o objectivo de apurar dificuldades, orientar o grupo e responder aos constrangimentos inerentes ao trabalho em equipa.

Tratando-se de públicos muito heterogéneos e, geralmente, com condições pessoais e sociais bastante precárias, é fundamental que o(a) Mediador(a) crie empatia com os formandos, estabelecendo uma relação horizontal (Silva, 2009) e de confiança, pois só desta forma poderá acompanhá-los devidamente.

Assim, o(a) Mediador(a) procura o desenvolvimento integral dos formandos, quer em termos pedagógicos, como sociais, pessoais e culturais, pelo que deverá possuir um conjunto de características, tais como: ponderação, sensatez, responsabilidade, empatia, capacidade para estabelecer laços de confiança, capacidade de comunicação, receptividade, capacidade de escuta activa, pró-actividade/empreendedorismo, motivação, perspicácia para perceber o que se passa no currículo oculto da formação, criatividade, domínio das competências técnico-científicas, segurança, flexibilidade, tolerância, coerência, firmeza e neutralidade (Aguiar, 2009). Estas estratégias devem ser veiculadas atendendo à diversidade do público e à sua constante motivação. Assim, cabe ao formador potenciar uma relação pedagógica recíproca e assente na confiança e, nesta medida, torna-se muito importante que desenvolva mecanismos de retroacção e que faça um exercício permanente de reflexão sobre as suas práticas, no sentido de corrigir qualquer possibilidade de má interpretação das suas acções, por parte dos adultos.

### 3 Considerações Finais

A partir dos aspectos tratados, percebe-se que existe uma relação estreita entre o perfil do tutor no PLE e o do mediador EFA.

Tal como os mediadores, os tutores, neste Projecto, têm também que possuir competências de comunicação e, muitas vezes, surgem como facilitadores da mesma [comunicação] entre professores, professores e alunos e entre os próprios alunos (Baudrit, 2009).

De facto, tanto o mediador como o tutor devem fomentar o trabalho em equipa, pois este trabalho de projecto só terá sucesso se todos os agentes educativos desenvolverem uma aprendizagem mútua e colaborativa. Assim, os próprios elementos da equipa pedagógica devem desenvolver competências de comunicação, devem partilhar experiências e trabalhar com vista ao cumprimento dos objectivos a que se propõem e, para tal, devem revelar uma vontade genuína na adesão ao projecto, ultrapassando todas as questões mais difíceis de gerir, tais como a falta de disponibilidade e o esforço pessoal que é necessário dispensar e, então, acreditar no seu trabalho e no dos alunos/formandos, pois se não se envolverem, verdadeiramente, no projecto, passarão essa imagem ao grupo, contribuindo para a não validação das actividades realizadas e a realizar (Fernandes, Flores e Lima, 2009).

Assim, “A adesão ao projecto, a capacidade de trabalho em equipa e de relacionamento interpessoal, a disponibilidade e comunicação emergem, neste contexto, como aspectos a ter em conta para qualquer candidato a tutor [mediador]” (Fernandes, Flores e Lima, 2009: 111).

Os mesmos autores (2009: 91) ressaltam, ainda, que na acção tutorial neste Projecto pretende-se que “os alunos desenvolvam, em grupo, competências técnicas e transversais, enquanto desenvolvem um projecto interdisciplinar ao longo de um semestre (...) esta metodologia contribui para o desenvolvimento de competências transversais, nomeadamente: trabalho em equipa, gestão de projectos, tomada de decisão, comunicação interpessoal, comunicação perante audiências, redacção de relatórios, argumentação, pensamento crítico, etc.” De facto, esses são, também, os objectivos da metodologia EFA: que os formandos possam adquirir competências transversais nos diversos domínios do seu desenvolvimento pessoal, social, cultural e cívico, as quais sejam passíveis de serem transpostas para os mais diversos contextos de vida, particularmente, no domínio profissional.

Para que tal aconteça, tem, portanto, que existir proximidade entre o tutor/mediador e o grupo; para isso, nas experiências que tivemos oportunidade de analisar, há contacto telefónico e electrónico entre todos e o mesmo acontece com o mediador que, do mesmo modo, desloca-se à sala de formação para fazer um ponto da situação, verificar como o projecto está a ser desenvolvido e acompanhar a evolução do grupo.

Outro ponto em comum, prende-se com a necessidade de formação e, tal como se constatou nos estudos objecto de análise, muitos tutores (Fernandes, Flores e Lima, 2009), formadores e mediadores relatam que têm necessidade de frequentar formação na área das competências comunicacionais, relacionais e de gestão de equipas, no sentido de melhorarem e aperfeiçoarem a sua intervenção. Isto deve, no nosso entender, ser conjugado com a partilha de experiências e a discussão conjunta de problemas nas reuniões pedagógicas. No entanto, a partir daqui consideramos que deve ser efectuada uma intervenção a este nível que, em conjunto com a investigação, possam tornar o tutor e o mediador figuras centrais na dinâmica profissional.

Destacamos, portanto, alguns conceitos-chave que, como vimos, fazem parte do trabalho dos tutores do PLE e dos mediadores EFA: gestão personalizada do processo de aprendizagem, preocupação com as relações comunicativas e de motivação para com os formandos, articulação dialéctica do trabalho mediador/tutor e da restante equipa pedagógica, aprendizagem colaborativa e participação activa por parte dos envolvidos.

Para concluir, é importante salientarmos alguns dos resultados evidenciados no PLE pelos autores Fernandes, Flores e Lima (2009) que, embora mencionando que o estudo não está concluído, fazem referência ao sucesso revelado nas relações entre tutores e estudantes e na consecução dos projectos que os mesmos se encontram a desenvolver; apontam, igualmente, alguns aspectos a trabalhar, tais como a necessidade de mais tempo para acompanhar todo o processo e a falta de formação em termos tutoriais. Por sua vez, nos Cursos EFA, a avaliação dos dois Cursos objecto de estudo foi muito positiva, o que se verifica a partir dos resultados dos inquéritos avaliativos aplicados a formadores e formandos, os quais revelam uma grande satisfação pelo trabalho realizado, pela organização e metodologia da formação e pela relação horizontal estabelecida entre todos; por outro lado, todos os formandos adquiriram as competências exigidas, concluindo, com sucesso, o seu percurso formativo.

## Referências Bibliográficas

- Aguiar, M. B. (2009). Mediação EFA: novos contextos, práticas e perfis na Educação e Formação de Adultos. In J. Tavares & A. P. Cabral (orgs.) *Actas do II Congresso Internacional CIDInE*. Gaia: Instituto Politécnico de Gaya.
- Andrade, A. I., Alarcão, I., Santos, L. (2008). A Aprendizagem por Projecto na Formação de Educadores. In *Revista Educação, Setembro-Dezembro, Vo. 31, número 065*. Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pp. 210-216.
- Fernandes, S., Flores, M. A. & Lima, R. M. (2009). A tutoria no contexto do *Project-Led Education*: Potencialidades e Desafios. In A. M. V. Simão, A. P. Caetano & I. Freire (orgs.) *Tutoria e Mediação em Educação*. Lisboa: Educa, pp. 89-113.
- Baudrit, A. (2009). A Tutoria em diferentes domínios: situação actual e pistas possíveis a explorar. In A. M. V. Simão, A. P. Caetano & I. Freire (orgs.) *Tutoria e Mediação em Educação*. Lisboa: Educa, pp. 11-22.
- Lima, R. M., Carvalho, J. D. A., Flores, M. A. & Hattum-Janssen, N. V. (2005). Ensino/aprendizagem por projecto : balanço de uma experiência na Universidade do Minho. In B. D. Silva, L. S. Almeida (coord.) *Actas do Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia, 8*. Braga: Instituto de Educação e Psicologia – Universidade do Minho, pp. 1787-1798.
- Silva, A. M. C. (2009). A mediação no contexto da educação e da formação de adultos. In A. M. Silva & M. A. Moreira (orgs.) *Actas do Seminário Mediação Socioeducativa: Contextos e Actores*. Braga: Universidade do Minho, pp. 101-107.
- Silva, A. M. C. & Moreira, M. A. (2009). Formação e Mediação Sócio-educativa. Porto: Areal Editores, S.A.

- Simão, A. M. V., Flores, M. A., Fernandes, S. & Figueira, C. (2008). Tutoria no ensino superior: concepções e práticas. In R. Canário & J. R. do Ó (dir.) *Sísifo. Revista de Ciências da Educação* 07, pp. 75-88. Consultado em Abril, 2009 em <http://sisifo.fpce.ul.pt>.
- Torremorell, M. C. B. (2008). *Cultura de Mediação e Mudança Social*. Porto: Porto Editora.



# Sistemas de Tutores Inteligentes em Ambiente de Ensino a Distância

Cláudio F. Carvalho, Mara C. F. Carvalho, Célio Moliterno, Ivan P.A. Campos, António R.P.L. Albuquerque

Universidade Paulista –UNIP, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Novos paradigmas em tomadas de decisão em Engenharia de Produção.

Email: [claudio@colegioafonsopena.com.br](mailto:claudio@colegioafonsopena.com.br), [maramee@uol.com.br](mailto:maramee@uol.com.br), [celio@celiomoliterno.eng.br](mailto:celio@celiomoliterno.eng.br), [ipdacamp@uol.com.br](mailto:ipdacamp@uol.com.br), [antonio@albuquerque.pro.br](mailto:antonio@albuquerque.pro.br)

## 1 Introdução

A utilização de computadores no ensino sempre esteve presente nas estratégias de diversos educadores, instituições e mesmo técnicos que tem seu dia a dia voltado para o “ambiente computacional”.

Devido a este fato, é fácil de imaginar que, a fluência de ideias e estratégias sempre avançou com muita rapidez, de maneira que novas propostas e novas configurações foram e são incessantemente propostas. Muitas destas acabaram tendo vida curta, enquanto que outras desfrutaram e vem desfrutando até hoje de momentos de maior e menor aceitação ao longo do tempo.

Este trabalho apresenta a utilização de programas desenvolvidos sobre a ótica de “Sistemas de Tutores Inteligentes (STI)” em “Ambientes de Ensino a Distância (EAD)”, especialmente focado em ambientes de treinamento e revisão de técnicos voltados à elaboração de exames e ensaios que necessitam de observações apuradas e baseadas no conhecimento acumulado por especialistas.

## 2 Descrição do Trabalho

### 2.1 Sistemas de EAD

Sistemas de EAD já são largamente utilizados para treinamento e formação continuada de equipes visando diversos itens tais como: atingir diversos grupos simultaneamente; disponibilidade contínua do material; facilidade de acesso em igualdade de condições independente de se estar próximo ou distante de grandes centros.

### 2.2 Utilização de Sistema de Tutores Inteligentes

O incremento que se propõe como a utilização dos “Sistemas de Tutores Inteligentes (STIs)” está no fato de ser possível produzir um diferencial em cursos disponibilizados sob o formato de EAD, fazendo com que o aprendiz interaja muito mais com o material tendo a oportunidade de treinar sua capacidade de interpretação e decisão em casos propostos pelo STI.

A utilização de STIs não dispensará a utilização das demais ferramentas de EAD, portanto, o acréscimo de exercícios e avaliações utilizando tecnologias de “Sistemas de Tutores Inteligentes”, irá somar-se às demais estratégias, procurando dar ao aprendiz uma importante ferramenta de consolidação de seu aprendizado e de ampliação na quantidade de exercícios e exemplos de fixação.

### 2.3 Histórico da evolução dos conceitos de STI

A evolução conceitual dos “Ambientes de Ensino utilizando computadores” que pode ser genericamente chamada de “Instrução Assistida por Computador” (CAI - Computer Assisted Instruction) é normalmente apresentada em 4 etapas, (Figura 1):

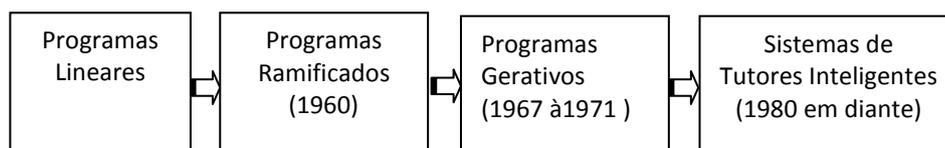


Figura 1: Etapas da evolução de CAIs

Em meados dos anos 50, ainda quando os sistemas computacionais eram alimentados por “Programas lineares”, têm-se informações das primeiras concepções filosóficas de alguns pesquisadores tais como Alan Turing que começaram a idealizar a possibilidade de um computador pensar como seres humanos. Estes programas

limitavam-se a repetir a sequência tradicional de ensino utilizando o computador como “máquina de ensinar” cumprindo a função do professor tradicional de transmitir informação. Estes sistemas utilizavam as teorias psicológicas Behavioristas, Skinner (1958). “A Teoria Behaviorista propunha que as pessoas funcionam por estímulos e que à igual estímulo corresponde igual resposta. Por esta razão, não se devia permitir que os alunos cometessem erros, já que estes lhe dariam um reforço negativo”, Gavidia (2003).

No início dos anos 60, com o advento do hipertexto criado por Ted Nelson, que o definiu como “escrita não sequencial” surgiram os “Programas ramificados”. Com esta tecnologia os programas deixaram de ser simplesmente sequencias pré-definidas de informações, permitindo ao aluno que ao seu desejo ele pudesse alternar entre as informações podendo, portanto, navegar livremente pelo material escolhendo o melhor momento para aprofundar-se ou não nos elementos disponibilizados.

A evolução dos sistemas baseados em hipertexto permitiu o surgimento de “Programas Gerativos”, também chamados de “Sistemas adaptativos”, que podem tomar diversos rumos adaptando as tarefas ao aluno, de maneira a respeitar e incentivar sua capacidade criativa e de aprendizado. Estes sistemas na verdade já adotam o conceito de “Sistemas Tutoriais Inteligentes” onde a programação toma diversos rumos em função da maior ou menor adaptação e resposta do aluno.

## 2.4 Arquitetura de Sistemas de Tutores Inteligentes

Os STI são programas de computador com propósitos educacionais e que incorporam técnicas de Inteligência Artificial. Oferecem vantagens sobre os CAIs (Instrução Assistida por computador), pois podem simular o processo do pensamento humano para auxiliar na resolução de problemas ou em tomadas de decisões” Fowler (1991).

Segundo Jonassen (1993), um STI deve passar em três testes antes de ser considerado inteligente:

O conteúdo do tema ou especialidade deve ser codificada de modo que o sistema possa acessar as informações, fazer inferências ou resolver problemas.

O sistema deve ser capaz de avaliar a aquisição deste conhecimento pelo aluno.

As estratégias tutoriais devem ser projetadas para reduzir a discrepância entre o conhecimento do especialista e o conhecimento do aluno.

Para atender as características supracitadas os Sistemas de Tutores Inteligentes (STI), são normalmente baseados na seguinte estrutura (Figura 2):

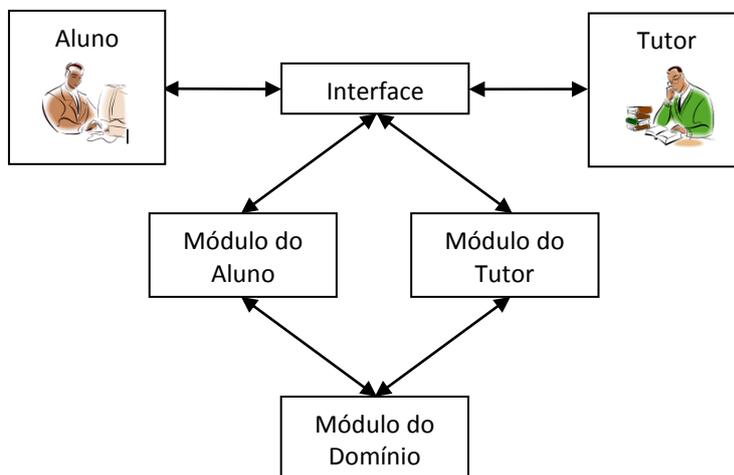


Figura 2: Módulos de um STI

- ✓ **Interface:** Permite que o Aluno e o Tutor interajam com o sistema.
- ✓ **Módulo do Aluno:** Armazena as informações sobre o aluno e seu desempenho, mantendo atualizadas suas interações com datas períodos e elementos utilizados.
- ✓ **Módulo do Tutor:** Permite ao tutor verificar as interações dos alunos, assim como alimenta o sistema com os conteúdos e as estratégias de aprendizado escolhidas.
- ✓ **Módulo do Domínio:** Funciona como um repositório de conteúdo e as estratégias de aprendizado. Possui as instruções para interagir com o aluno dependendo de seu desempenho e suas atividades.

## 2.5 Integração STI x EAD

A integração terá como objetivo fornecer ao aprendiz além das atividades tradicionais de EAD, uma nova ferramenta baseada nas tecnologias de STI, que analisará as interações do aprendiz, orientando-o a rever conteúdos teóricos e a refazer determinadas tarefas.

Como os sistemas estão integrados o aprendiz será orientado no momento em que estiver realizando a atividade (on-line). Como estas orientações estão no módulo do domínio serão sempre instantâneas, não necessitando, portanto, aguardar as instruções do Tutor que as irá conferir posteriormente no Módulo do Tutor.

## 2.6 Exemplo de um protótipo

As telas a seguir apresentam um pequeno protótipo, que pode ser avaliado como um ambiente que propicia ao aluno a tomada de decisões baseadas em um “Módulo de Domínio” conforme figura 3:

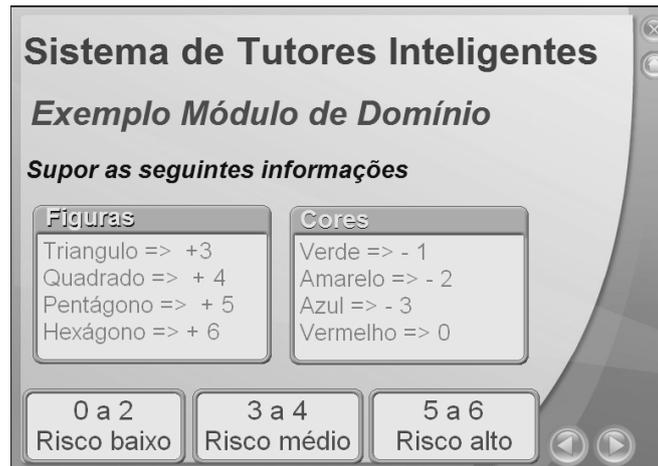


Figura 3: Exemplo de Módulo de Domínio

Baseado nos conhecimentos ministrados pelo “Módulo do Domínio”, a próxima tela, “Módulo do Aluno” permite ao aluno efetuar um teste bastando para isto, clicar no botão “Clique para fazer um exame”.



Figura 4: Página do Módulo do Aluno para Simular um Exame

Ao ser clicado o botão promoverá um sorteio de uma figura e uma cor de contorno. A composição dos pontos atribuídos a cada um destes objetos sorteados permitira que o sistema atribua ao exame um risco.

O aluno deverá responder, clicando no botão apropriado o tipo de risco que resultara neste exame. (Figura 5)



Figura 5: Página do Módulo do aluno após realização do exame

De posse da resposta o STI irá julgar e baseado nos conhecimentos do “Módulo de Domínio” parabenizará o aluno pelo acerto ou fornecerá ao aluno os elementos que ele utilizou para obter a o resultado correto (Figura 6).



Figura 6: Página após interpretação do resultado

### 3 Resultados e Conclusões

O “Sistema de Tutores Inteligente” será utilizado como uma das ferramentas do “Sistema de Ensino a Distância” elaborado conforme anteriormente citado.

Esta integração terá como objetivo incrementar o aprendizado de maneira que o aprendiz terá além dos tradicionais trabalhos e testes inerentes a qualquer curso de EAD, a oportunidade de também interagir com um módulo de STI, onde seu aprendizado será refinado e orientado instantaneamente dentro das estratégias elaboradas pelo Tutor.

### Referências Bibliográficas

- Fowler, D.G., “A Model for Designing Intelligent Tutoring Systems”, Journal of Medical Systems, Vol. 15, N.1, 1991.
- Gavidia, J. J. Zavaleta Andrade, Leila C. Vasconcelos. “Sistemas de Tutores Inteligentes”. Junho de 2003.
- Jonassen, D.H., Wang, S., “The Physics Tutor: Integrating Hypertext and Expert Systems”, Journal of Educational Technology Systems, Vol. 22(1), pp. 19-28, 1993.
- Setzer, V W. “Alan Turing e a Ciência da Computação”. São Paulo: Depto. de Ciência da Computação da USP 15/08/03.
- Skinner, B.F. “Teaching Machines Science”, 128, 1958.

# Aprendizagem baseada em Projectos Interdisciplinares em Engenharia Industrial: dissimilaridades de tutoria entre o início e o final do curso

Anabela Alves, Francisco Moreira, Rui Sousa

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

Email: [anabela@dps.uminho.pt](mailto:anabela@dps.uminho.pt), [fmoreira@dps.uminho.pt](mailto:fmoreira@dps.uminho.pt), [rms@dps.uminho.pt](mailto:rms@dps.uminho.pt)

## 1 Introdução

Desde o ano lectivo 2004/2005, o Departamento de Produção e Sistemas (DPS) da Escola de Engenharia da Universidade do Minho (UM) tem vindo a implementar a metodologia de ensino/aprendizagem baseada em projectos *Project Led Education* (PLE) (Powell & Weenk, 2003; Lima *et al.*, 2007), em alguns semestres do curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI). Estes projectos interdisciplinares são realizados por equipas de alunos, cada uma das quais apoiada por um tutor. A tutoria no ensino superior tem sido alvo de investigação por vários autores, nomeadamente Veiga Simão *et al.* (2008), no que diz respeito a concepções e práticas adoptadas, e van Hattum-Janssen & Vasconcelos (2008a) no âmbito de PLE. Powell (2004) refere que o tutor deve monitorizar o progresso do projecto e o processo de gestão, bem como fornecer informação sobre o real desempenho de cada membro da equipa. Grunefeld & Silén (2000) relevam o papel do tutor em PLE e estabelecem uma correlação positiva entre o desempenho da equipa de projecto e o desempenho do respectivo tutor. Alves, Moreira & Sousa (2007) reportam a importância da função de tutoria no contexto dos diversos projectos PLE implementados no MIEGI (PLE-MIEGI). Porém, o nível de intervenção e a importância do tutor na equipa de projecto depende aparentemente do ano curricular em que o projecto ocorre. Nesse sentido o presente artigo explora a relevância do papel dos tutores das equipas de projecto em edições PLE que ocorrem em diferentes anos curriculares do MIEGI, nomeadamente logo no início do curso (1º ano) e na fase final (4º e 5º ano). O artigo baseia-se essencialmente na apreciação de percepções de diversos intervenientes em várias edições PLE-MIEGI, incluindo análise de inquéritos a alunos do 1º ano (realizados por investigadores em educação), e em trabalho de investigação efectuado por docentes e investigadores da UM.

## 2 Tutoria nos Projectos PLE-MIEGI

No período 2004-2010 realizaram-se dezasseis edições PLE-MIEGI semestrais. Para cada edição PLE-MIEGI é constituída uma equipa de coordenação (docentes, docentes-tutores, tutores e investigadores de educação) que é responsável pela gestão de todo o processo, incluindo a nomeação de um tutor para cada equipa de projecto (os tutores são também membros da equipa de coordenação). Estes projectos realizaram-se no 1º ano (1º semestre), no 4º ano (1º e 2º semestre) e no 5º ano (1º semestre) e envolveram dezassete tutores distintos, abaixo designados T1 a T17. Catorze destes tutores eram docentes do DPS/EE da Universidade do Minho (tutores T1 a T8 e T12 a T17). Por sua vez, destes, os sete primeiros (T1 a T7) desempenharam de forma sistemática a função de tutor nos projectos PLE-MIEGI ao longo do referido período. Os tutores T9 e T10 pertenciam, respectivamente, ao Departamento de Química e ao Departamento de Matemática para a Ciência e Tecnologia, da Universidade do Minho. O Tutor T11 pertencia à Faculdade de Engenharia de Bauru da Universidade Estadual Paulista, no Brasil. A Tabela 1 resume as proveniências dos docentes que desempenharam funções de tutor em projectos PLE-MIEGI.

Tabela 1: Tutores envolvidos nos projectos interdisciplinares PLE-MIEGI no período 2004 a 2010

Tutor	Instituição de proveniência
T1 a T8, T12 a T17	Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho
T9	Departamento de Química, Escola de Ciências, Universidade do Minho
T10	Departamento de Matemática para a Ciência e Tecnologia, Escola de Ciências, Universidade do Minho
T11	Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista, Brasil

Nas diversas edições PLE-MIEGI1 (1ºano) cada tutor supervisionou apenas uma equipa de projecto. Nas edições PLE-MIEGI4 (4ºano) e PLE-MIEGI5 (5ºano) manteve-se esta regra, tendo a única excepção ocorrido no PLE-MIEGI4 do ano lectivo 2007/2008. Nessa edição, por falta de docentes disponíveis, dois dos tutores acumularam a tutoria de dois grupos de projecto.

A Tabela 2 resume a alocação de tutores a equipas de projecto por semestre PLE-MIEGI no período 2004-2010, fornecendo ainda informação relativa ao número de grupos e temas dos projectos realizados.

Tabela 2: Projectos PLE-MIEGI - número de equipas, tutores envolvidos e temas de projecto

Ano Lectivo	Ano do curso (semestre)	Nº de equipas	Tutores envolvidos	Tema
2004/2005	1 (S2)	6	6 (T1 a T6)	Projecto de um Sistema de Produção de Biodiesel
2005/2006	1 (S2)	5	5 (T1 a T5)	Especificação de um Sistema de Transformação de Biomassa Florestal
	4 (S2)	5	5 (T4, T12 a T15)	Projecto de um Sistema de Produção de Brinquedos em Madeira
	5 (S1)	2	2 (T5, T6)	Análise e Propostas de Melhoria do Sistema de Produção da Empresa Moldartpóvoa
2006/2007	1 (S1)	6	6 (T2 a T6, T9)	Especificação de um Sistema de Produção de Pilhas de Combustível
	1 (S2)	5	5 (T2, T3, T5, T10, T17)	Turismo Espacial
	5 (S1)	3	3 (T3, T5, T6)	Análise e Propostas de Melhoria do Sistema de Produção da Empresa Blaupunkt
2007/2008	1 (S1)	6	6 (T1 a T5, T9)	Especificação de um Sistema de Dessalinização de Agua do Mar
	4 (S1)	4	4 (T1, T2, T4, T6)	Análise e Propostas de Melhoria do Sistema de Produção da Empresa PROHS/JSM
	4 (S2)	6	4 (T2, T7, T15, T16)	Projecto de um Sistema de Produção
2008/2009	1 (S1)	6	6 (T1 a T5, T8)	Especificação de um Sistema de Produção de Baterias de Carros Eléctricos
	4 (S1)	4	4 (T4 a T7)	Análise e Propostas de Melhoria do Sistema de Produção das Empresas: ETMA; Blaupunkt; Actaris; Texal
	4 (S2)	5	5 (T1, T5 a T7, T15)	Projecto de um Sistema de Produção
2009/2010	1 (S1)	6	6 (T1, T2, T5 a T7, T11)	Especificação de um Sistema de Produção de bioálcool a partir de resíduos orgânicos
	4 (S1)	5	5 (T1, T5 a T7, T11)	Análise e Propostas de Melhoria do Sistema de Produção das Empresas de Calçado: Kyaia, Campport e AmiShoes
	4 (S2)	6	6 (T1, T5 a T7, T11, T15)	Projecto e Avaliação de Postos de Trabalho; Projecto de Produto

A equipa de coordenação envolvida nos projectos PLE-MIEGI manteve-se relativamente constante ao longo dos anos (Lima *et al.*, 2009a). O mesmo se passou com a equipa de tutores, embora se tenha observado uma maior constância na equipa do 1º ano (PLE-MIEGI1) relativamente à equipa dos dois últimos anos do curso (PLE-MIEGI4 e PLE-MIEGI5). O gráfico de barras incluído na Figura 1 revela um conjunto nuclear de docentes-tutores oriundos do DPS (T1 a T7) cujo número de orientações oscilou entre um mínimo de sete e um máximo de treze tutorias. Este conjunto de docentes-tutores dinamizou a introdução da metodologia PLE no MIEGI e promoveu a sua consolidação. Apenas três docentes exerceram a função de tutor entre duas a quatro vezes (T9, T11 e T15). Um terceiro conjunto de tutores exerceu funções uma única vez (T8, T10, T12 a T14, T16, T17). A função de tutoria nos projectos PLE-MIEGI suscitou reacções opostas: por um lado, forte interesse e empenho, e, por outro lado, desinteresse pela função. Os docentes que denotaram desinteresse foram docentes que casuisticamente experimentaram esse papel mas acabaram por não repetir a experiência alegando carga docente acrescida. Essa carga excede em muito as horas previstas para as funções de tutor, contempladas na distribuição de serviço docente (Alves *et al.*, 2009a).

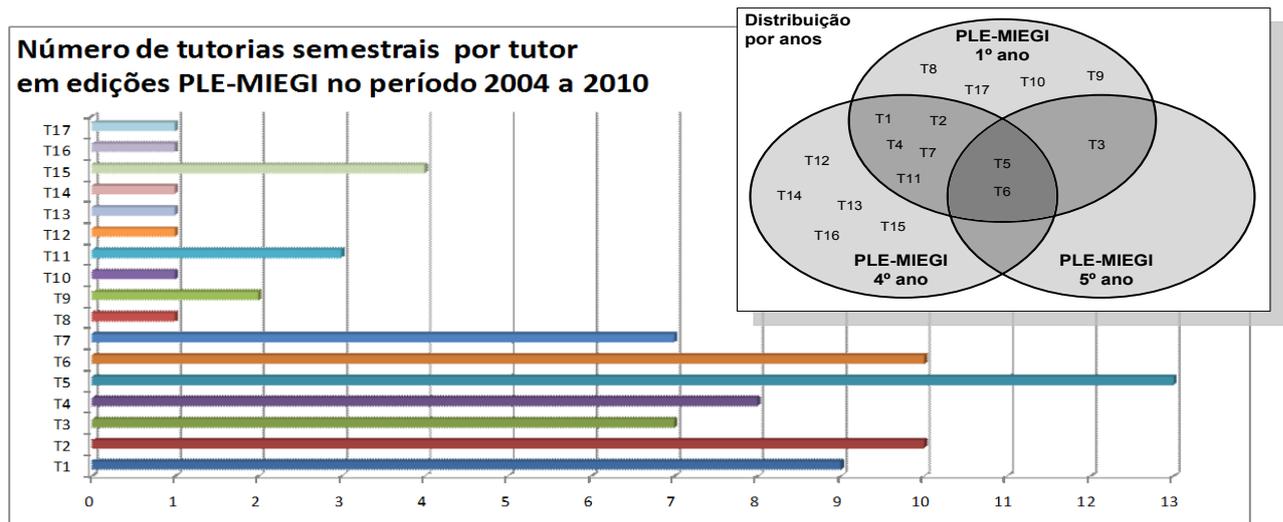


Figura 1: Tutorias semestrais realizadas por cada tutor e distribuição destes por anos curriculares

Ainda na Figura 1 encontra-se um diagrama que ilustra a distribuição de tutores pelos projectos PLE-MIEGI que, conforme anteriormente referido, ocorrem em três anos curriculares (1º, 4º e 5º ano). Como se pode observar, um grupo muito restrito de apenas dois tutores (T5 e T6), acompanhou projectos do 1º, 4º e 5º ano. O PLE-MIEGI no 5º ano efectuou-se em apenas duas edições semestrais que corresponderam à reestruturação do curso no âmbito do processo de Bolonha.

De acordo com van Hattum-Janssen & Vasconcelos (2008b), os resultados dos inquéritos aos alunos que efectuaram o PLE-MIEGI no 1º ano, relevam a importância do tutor: a) na manutenção da motivação da equipa de projecto; b) apoio à elaboração do relatório (estrutura, formatação, etc.) e apresentações multimédia; c) obtenção de *feedback* relativo aos próprios relatórios e apresentações. Num estudo relativo à avaliação do papel de tutor no PLE-MIEGI1, Alves, Moreira & Sousa (2007) confirmam essa importância e listam um conjunto de percepções dos alunos relativo ao exercício da função de tutor: a) disponibilidade; b) contribuição na resolução de conflitos dos membros da equipa de alunos; c) promoção do debate; d) motivação e confiança no trabalho da equipa; e) orientação do grupo na prossecução das actividades do projecto. Lima *et al.* (2007), apresentam algumas percepções de alunos PLE-MIEGI1, segundo as quais o tutor é útil na ajuda ao grupo, referindo que as especificidades do papel de tutor são alvo de alguma ambiguidade quer por parte de alunos quer pelos próprios tutores. Alves, Moreira & Sousa (2007) apresentaram algumas recomendações para ajudar a orientar o trabalho de tutoria, nas quais se incluía a elaboração de um Guia do Tutor. Este guia forneceria algumas linhas de orientação quanto a procedimentos a adoptar na tutoria e permitiria uniformizar a acção de acompanhamento dos grupos no sentido de reduzir a variabilidade de respostas dos tutores, que constituindo algo natural e espontâneo, poderia originar prejuízo/benefício dos respectivos grupos. O Guia do Tutor foi introduzido em 2007/2008 (PLE-MIEGI1) e parte do respectivo conteúdo, nomeadamente funções do tutor, são transcritos para o Guia de Aprendizagem do Projecto, que por sua vez é fornecido a todos os alunos. Num estudo sobre a carga de trabalho efectiva associada à implementação PLE-MIEGI1, Alves *et al.* (2009a) reportam que alguns docentes-tutores executam muitas tarefas que não são consideradas nas respectivas funções. Adicionalmente a carga de trabalho relacionada com essas tarefas é várias vezes superior à formalmente atribuída ao docente no âmbito da função de tutoria.

No que diz respeito ao PLE-MIEGI do 4º ano, foi reportada a necessidade dos tutores terem um maior envolvimento com a equipa, e maior atenção ao desempenho individual dos respectivos membros (van Hattum-Janssen & Vasconcelos, 2008b). Lima *et al.* (2009b) referem igualmente um maior apoio na identificação de soluções alternativas e nos processos de tomada de decisão, bem como no acompanhamento das visitas das equipas às empresas. Alguns tutores reportaram igualmente uma maior autonomia das equipas de projecto, e até mesmo algum alheamento destas relativamente ao respectivo tutor, e, um maior nível de confiança nas soluções equacionadas. Verifica-se ainda que aparentemente o número de conflitos internos da equipa é menor. Tipicamente é solicitado apoio ao tutor no sentido de validar os relatórios e apresentações.

### 3 Análise crítica

Normalmente as equipas do 1º ano revelam uma grande dependência do tutor, nomeadamente no que diz respeito ao processo de gestão do projecto. Esta dependência pode ser atribuída a dois factores principais: (a) são

alunos que estão a estabelecer o primeiro contacto com a universidade - um meio que ainda não conhecem, e, (b) são alunos que, na sua maioria, experienciam pela primeira vez o trabalho em equipa em projectos de dimensão semestral. A este tipo de projectos está associada uma miríade de requisitos (e.g. apresentações, relatórios intermédios, relatório final, posters, sessões tutoriais alargadas, reuniões formais) que obedecem a regras e procedimentos próprios definidos no Guia de Aprendizagem do Projecto, conforme apresentado em Mesquita *et al.*, (2009), tornando fundamental o apoio do tutor. Os inquéritos realizados às equipas de alunos do 1º ano (referidos na secção anterior) confirmam a importância desse apoio, uma vez que várias equipas atribuem a classificação máxima à indispensabilidade do tutor. Os dois factores acima enumerados contribuem também, na opinião dos autores, para a grande necessidade de apoio que as equipas de alunos do 1º ano sentem no que diz respeito ao projecto propriamente dito (e.g. conteúdos). No entanto, embora haja opiniões discordantes, no papel de tutor adoptado no PLE-MIEGI não se inclui o apoio específico a conteúdos programáticos directamente relacionados com o projecto, devendo tal tarefa ficar a cargo dos docentes das unidades curriculares envolvidas. Isso não invalida porém, que sugestões/apoios de carácter mais geral possam ser dados pelo tutor (e.g. na forma de elaboração de apresentações e relatórios). Assim, e indo de encontro ao estudo sobre o desempenho de tutores referido na secção anterior (van Hattum-Janssen & Vasconcelos, 2008b), no caso das equipas de alunos do 1º ano (PLE-MIEGI1) verifica-se que o tutor assume um papel extremamente importante, sobretudo no acompanhamento do processo de gestão do projecto, que inclui aspectos como: motivação da equipa, análise crítica das apresentações e relatórios e, inclusivamente, apoio na resolução de conflitos.

No que diz respeito às equipas de alunos do 4º ano observa-se que a necessidade de apoio em termos do processo de gestão do projecto diminui. Por um lado, o facto de pelo menos alguns membros da equipa já terem passado por uma experiência PLE-MIEGI, faz com que sejam conhecedores das características do processo (e.g. condução de reuniões formais, cumprimento de pontos de controlo, realização de momentos de avaliação, etc.), solicitando por isso menos apoio tutorial. Por outro lado, verifica-se uma diminuição da necessidade de intervenção do tutor no que diz respeito a conflitos internos da equipa. Em termos gerais pode dizer-se que o número de conflitos internos nas equipas PLE-MIEGI do 4º ano é menor do que aquele que ocorre nas equipas do 1º ano. Enquanto no 1º ano a equipa de coordenação define critérios para a constituição das equipas de alunos, com o intuito de assegurar alguma homogeneidade (e.g. elementos com formação anterior em Química, não uniformidade de género dentro da equipa), no 4º ano essa mesma constituição de equipas não obedece a critérios pré-estabelecidos, sendo que os alunos são livres de escolher com quem querem trabalhar. Esta diferença na forma de constituição das equipas nos diferentes anos explica o menor nível de conflito observado entre os membros das equipas do 4º ano. Além disso, alguns tutores consideram que as equipas do 4º ano são capazes de resolver internamente alguns desses conflitos sem que seja necessária intervenção ou mediação por parte do tutor. Uma menor solicitação tutorial terá também origem no facto dos projectos do 4º ano terem conteúdos mais específicos e técnicos, relativamente aos quais os alunos sabem que o tutor não poderá ajudar (embora não seja essa a função do tutor, conforme referido em Alves, Moreira & Sousa (2007)) e ainda na maior autonomia dos alunos. Esta última, é, sem dúvida, uma competência que se pretende que os alunos desenvolvam no PLE-MIEGI, pois vai de encontro aos princípios do processo de Bolonha que promovem a formação de alunos mais autónomos (Adam, 2009), permitindo-lhes, entre outras coisas, ultrapassar melhor eventuais ausências e falhas dos tutores. Os projectos do 4º ano desenvolvidos em empresas (ver Tabela 2) são particularmente importantes pois incutem confiança aos alunos, preparando-os para o contacto com o mundo do trabalho que, no 2º semestre do 5º ano, se efectiva com o desenvolvimento da Dissertação do Mestrado em ambiente empresarial (Alves *et al.*, 2009b).

Em termos de relatórios e apresentações, o apoio do tutor é sempre solicitado embora com enfoques distintos: enquanto as equipas do 1º ano requerem apoio ao nível da elaboração (conteúdo, estrutura, formatação, etc.), nas equipas do 4º ano esse apoio centra-se na validação. Alguns grupos de anos avançados reportam a necessidade de maior envolvimento de alguns tutores, ao passo que alguns tutores reportam elevada autonomia dos grupos e até algum distanciamento do grupo relativamente ao respectivo tutor. Apesar de ser reconhecida a singularidade de actuação de cada tutor, bem como as particulares necessidades de tutoria de cada equipa de projecto, que à partida poderão introduzir percepções como as acima mencionadas, considera-se que globalmente existe uma maior flexibilidade da parte do tutor no exercício da própria tutoria, quer ao nível da forma como providencia a tutoria directa ao grupo, nomeadamente frequência e duração do acompanhamento, quer ao nível do conteúdo funcional do papel de tutor, que aparentemente é relativamente inferior. Quanto à necessidade dos tutores terem maior atenção ao desempenho individual dos alunos no seio da equipa de projecto, o entendimento dos autores é que, embora esse aspecto esteja contemplado nas funções do tutor, ele deve progressivamente transitar para a responsabilidade da equipa. Nesse sentido, considera-se que as próprias equipas (especialmente no caso de projectos em níveis mais avançados da formação) deverão utilizar os mecanismos existentes (e.g. avaliação *peer*) ou, inclusivamente, desenvolver outros mecanismos não explicitamente previstos no PLE (e.g.

expulsão de membros do grupo). Desta forma a equipa terá ao seu dispor meios que lhe permitem penalizar membros pouco colaborativos e, simultaneamente, premiar aqueles que melhor contribuem para o resultado global da equipa.

## 4 Considerações finais

O nível de intervenção e a importância da tutoria em projectos interdisciplinares no início e no final do curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) foi analisado. Verificou-se que o papel que o tutor vai assumindo na orientação da aprendizagem das equipas de alunos varia consoante o ano curricular do MIEGI. No 1º ano o tutor tem um grande impacto, que se reflecte numa intervenção profunda nos mais diversos aspectos de funcionamento da equipa, nomeadamente, no processo de gestão do projecto, na gestão de conflitos internos e na monitorização do progresso do projecto. No PLE-MIEGI do 4º ano verifica-se uma diminuição no nível de intervenção solicitado ao tutor, no que diz respeito ao processo de gestão do projecto, acompanhado de uma alteração no tipo de solicitações (e.g. em termos de relatórios e apresentações, as equipas do 4º ano procuram uma validação do que foi feito e não tanto ajuda na elaboração de conteúdos, como sucede com as equipas do 1º ano). Maior autonomia, maturidade e capacidade de resolução de conflitos internos são razões que explicam as constatações anteriores. Tudo isto tem originado uma gestão mais flexível das sessões tutoriais no PLE-MIEGI do 4º ano, mas também um certo esvaziamento de conteúdo da função tradicional do tutor, resultando daí a necessidade de equacionar aspectos avançados de organização e melhoria no desempenho das equipas.

Em termos de trabalho futuro sugere-se a realização de inquéritos específicos sobre o papel do tutor direccionado aos tutores do 4º ano e respectivas equipas PLE, com o intuito de validar os resultados apresentados e melhorar o modelo de tutoria.

## Referências bibliográficas

- Adam, S. (2009). The future of bologna 10 years on. Conferência sobre “O futuro de Bolonha: 10 anos depois” na Fundação Calouste Gulbenkian, 21 e 22 Setembro, Consultado em Maio, 2010 em [http://www.gulbenkian.pt/media/files/agenda/eventos\\_2009/Futuro%20de%20Bologna/Gulbenkian\\_Stephen\\_Adam.pdf](http://www.gulbenkian.pt/media/files/agenda/eventos_2009/Futuro%20de%20Bologna/Gulbenkian_Stephen_Adam.pdf).
- 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. In A. Barca, M. Peralbo, A. Porto, B. Duarte da Silva & L. Almeida (Eds.), *Libro de Actas do Congresso Internacional Galego-Português de PsicoPedagogía* (pp. 1759-1770). A Coruña/Universidade da Coruña: Número extraordinário da Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación.
- Alves, A. C., Moreira, F., Sousa, R. M. & Lima, R. M. (2009a). Teachers' workload in a project-led engineering education approach. In: *Proceedings of the International Symposium on Innovation and Assessment of Engineering Curricula*, (Ed.) Urbano Dominguez, Valladolid, Spain, 15-17 May 2009, ISBN: 978-84-692-2864-7, pp. 41-52.
- Alves, A., Moreira, F., Sousa, R. & Lima, R. M. (2009b). Projectos para a Aprendizagem na Engenharia e Gestão Industrial. In: *Livro de Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia.*, (Eds.) Cied-Universidade do Minho, Braga-Portugal, 9-11 Setembro 2009, Universidade do Minho, pp. 3360-3375 (CD-ROM), ISBN 978-972-8746-71-1.
- Fernandes, S., Flores, M. A., & Lima, R. M. (2007). Project-Led Education in Engineering: Monitoring and Assessing the Learning Process. In: L. Szentirmai & T. Gyula Szarka (Eds.), *Joining Forces in Engineering Education Towards Excellence Proceedings SEFI and IGIP Joint Annual Conference 2007* [CD-ROM]. Miskolc: University of Miskolc.
- Grunefeld, H. & Silén, C. (2000). Problem based Learning compared to Project organized Learning. Disponível em <<http://www.utwente.nl/itbe/owk/publicaties/docenten/doc00-39.pdf>>. Acesso em 2007-05-30
- Lima, R. M., Carvalho, D., Sousa, R. M. & Alves, A. (2009a). Management of Interdisciplinary Project Approaches in Engineering Education: a Case Study. In: *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.
- Lima, R. M., Fernandes, S., Mesquita, D. & Sousa, R. M. (2009b). Learning Industrial Management and Engineering in Interaction with Industry. In: *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. 219-227.

- Lima, R., Carvalho, D., Flores, M. A., & van Hattum-Janssen, N. (2007). A case study on project led education in engineering: students' and teachers' perceptions. *European Journal of Engineering Education* 32:3, 337–347.
- Mesquita, D., 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, (CD-ROM). ISBN: 978-972-8746-74-2, pp.181-189.
- Powell, P. C. & Weenk, W. (2003). *Project-Led Engineering Education*. Utrecht: Lemma.
- Powell, P. C. (2004). Assessment of team-based projects in project-led education. *European Journal of Engineering Education*, 29(2), 221-230.
- van Hattum-Jansen, N. & Vasconcelos, R, (2008a). The role of the tutor in project-led education: the development of an evaluation instrument. In: *Proceedings of the X International Conference on Engineering and Technology Education – INTERTECH'2008*. Santos, Brasil.
- van Hattum-Janssen, N. & Vasconcelos, R. (2008b). The tutor in project-led education: evaluation of tutor performance. In: *Proceedings of the SEFI 2008 36th Annual Conference*. Denmark: Aalborg.
- Veiga Simão, A. M., Flores, M. A., Fernandes, S. & Figueira, C. (2008). Tutoria no ensino superior: concepções e práticas. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 07, pp. 75-88. Consultado em Maio de 2010 em <http://sisifo.fpce.ul.pt>





# A Aprendizagem Baseada em Projeto no Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília

José C. Balthazar, João Mello da Silva

Núcleo de Engenharia de Produção, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília,  
Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-900 Brasília – DF, Brasil

Email: [jcbalthazar@unb.br](mailto:jcbalthazar@unb.br), [joaomello@unb.br](mailto:joaomello@unb.br)

## 1 Introdução

Neste trabalho são apresentadas as propostas para aplicação da metodologia da “Aprendizagem Baseada em Projeto” no Projeto Político-Pedagógico do curso noturno de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília, em implantação a partir de agosto de 2009 como uma das ações do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI, na Universidade de Brasília. É um curso de graduação plena em Engenharia de Produção, de doze semestres, perfazendo um total de 3.600 horas de atividades, organizadas em conformidade com as diretrizes curriculares nacionais estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação, CNE(2002).

## 2 Concepção Metodológica

A característica do profissional de Engenharia é a capacidade de engenhar, ou seja, conceber, engendrar, idear, inventar soluções para as demandas da Sociedade. Neste sentido, a formação em engenharia precisa ser baseada em concepções de *ensinar* e *aprender* que desenvolvam a capacidade de criar, gerar, aperfeiçoar e derivar do conhecimento disponível, soluções para as demandas de bens e serviços para a sociedade.

A proposta curricular do curso de Engenharia de Produção da UnB foi estruturada de modo a capacitar o engenheiro a lidar com os problemas de Engenharia dentro de um enfoque sistêmico, no qual a atividade de engenharia é vista como uma interação do profissional com os vários ambientes nos quais a sua atuação interfere e, ao mesmo, tempo é afetada. A proposta pedagógica procurou, desta forma, garantir uma visão articulada entre as características da atuação profissional e as diferentes áreas de conhecimento, permitindo compreender a multiplicidade de aspectos determinantes envolvidos na solução de problemas de Engenharia.

Em uma sala de aula tradicional, a maioria dos estudantes envolve-se passivamente na aprendizagem, apenas ouvindo o professor. Eventualmente olham para um *slide* e, quando cobrados, lêem o livro texto. Pesquisas realizadas mostram que esse envolvimento passivo leva a uma retenção pequena do conhecimento exposto. Singhal, Bellamy & McNeill (1997) e Surgenor & Firth (2006) citam a “Pirâmide da Aprendizagem”, figura 1, mostrando que as taxas de retenção da matéria apresentada é função dos diferentes métodos de ensino/aprendizagem utilizados. O topo da pirâmide é ocupado pela aula tradicional, com retenção média de apenas 5%, enquanto que na base da pirâmide a atividade de “*ensinar outros*” permite uma retenção média de 90% do conhecimento apresentado.

Destaque-se que as atividades de “*praticar fazendo*”, como o método PBL - “*Problem Based Learning*”, (Aprendizagem Baseada em Problemas), no qual estão incluídas as atividades de projeto, proporcionam uma taxa de retenção de 75%. As atividades de projeto, que tem se tornado o foco de novos currículos de Engenharia, deixam de ser apenas um trabalho de síntese de conhecimentos, realizado ao final do curso como projeto de graduação, e passam a ser desenvolvidas ao longo de toda a grade curricular por equipes de alunos, tornando-se linha condutora da formação do estudante, Surgenor & Firth (2006). Embora a razão principal para impor aos estudantes a formação de equipes nas disciplinas de projeto tenha sido proporcionar experiência com o “*trabalho em equipe*”, deve-se reconhecer que esta atividade embute, na prática, elementos das atividades de “*ensinar outros*” e “*praticar fazendo*”.

Em paralelo à introdução de mais atividades de projeto nos novos currículos propostos em várias universidades, observa-se também o declínio das “*atividades de laboratório*” tradicionais como mecanismo de aprendizagem prática em Engenharia, particularmente na área de projeto. Surgenor & Firth (2006) mostraram, numa revisão das práticas mais comumente utilizadas em “*aulas de laboratórios*”, freqüentemente desenvolvidas com grupos

grandes de alunos, que há uma diminuição significativa do valor educacional esperado destas atividades e também que a repetição de procedimentos raramente desafia a criatividade e a capacidade de solução de problemas do estudante.

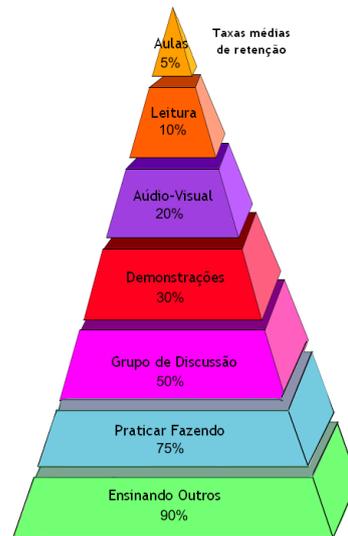


Figura 1: A Pirâmide da Aprendizagem Com base na concepção metodológica da *Aprendizagem Baseada em Problemas*, o currículo do curso de Engenharia de Produção foi estruturado de forma a privilegiar a atividade de projeto. O bloco de conteúdos, denominado *Síntese e Integração*, é composto pelas disciplinas de *Projeto de Sistemas de Produção* (PSP), atendidas pelos alunos do quarto ao décimo semestres. *Projeto de Graduação 1 e 2*, *Estágio Supervisionado* e o conjunto de *Atividades Complementares* que podem ser desenvolvidas pelo aluno completam este que é o principal bloco de conteúdos do curso.

As disciplinas PSP são centradas em torno da atividade de projeto. Cada projeto, atribuído como tarefa a um “grupo de projeto” que explorará as questões pertinentes e elaborará respostas e soluções ao longo do semestre letivo, será estruturado da seguinte forma: (i) Um problema; (ii) Um contexto; (iii) Acesso a recursos e informação. O “grupo de projeto”, formado por equipes de quatro a dez estudantes, conforme a complexidade do problema, será supervisionado por um professor. A solução do problema proposto exigirá conhecimentos multidisciplinares e habilidades de comunicação e trabalho em equipe.

Esta estratégia vai além de um simples método educacional. É, na realidade, uma forma de estudar e aprender baseada na troca de informações no interior do “grupo de projeto”. A análise dos desafios colocados pela tarefa proposta, a partir da base de conhecimento e da experiência de cada membro do grupo, indicará a direção a ser tomada na procura de soluções. O trabalho e as discussões dentro do grupo ensejarão uma compreensão da teoria e a aprendizagem de como aplicá-la na prática. Adicionalmente, os alunos exercitarão habilidades tais como defender efetivamente um ponto de vista, como debater e como se comunicar seja por escrito, seja fazendo apresentações orais.

O professor supervisor será responsável pela orientação do trabalho do grupo, porém sem interferir ou dirigir o trabalho, permitindo que os alunos tenham controle do desenvolvimento do projeto e aprendam, pela própria experiência, o que é e o que não é importante para a consecução dos objetivos almejados.

O bloco de disciplinas de *Projeto de Sistemas de Produção* terá como características gerais: (i) Trabalho em grupo sem a presença do professor supervisor na maior parte do tempo; (ii) As tarefas propostas serão realísticas e envolverão a aplicação dos conceitos da Engenharia de Produção à problemas concretos oriundos da interação do curso com o mercado de trabalho; (iii) As tarefas envolverão aspectos do currículo e crescerão em complexidade à medida que o aluno avançar no curso; (iv) Aulas/palestras/apresentações sobre aspectos específicos das tarefas proposta serão organizadas pelo professor supervisor do grupo, à medida em que tornem necessárias; (v) O trabalho de grupo será orientado à agregação de conhecimentos e habilidades; (vi) A divisão de tarefas dentro do grupo será orientada na direção da otimização dos resultados; (vii) Cada aluno, em diferentes projetos, desempenhará diferentes papéis no grupo; (viii) O aluno deverá ter sua atuação centrada mais em atividade de projeto do que em atividades em classe; (ix) Desenvolvimento de senso de responsabilidade no trabalho de projeto; (x) Avaliação do grupo e também da contribuição individual de cada membro.

Kjersdam & Enemark (1994); Kanet & Barut (2003) e Rau, Chu & Lin (2004), mostraram que várias universidades têm adotado esta metodologia no ensino de engenharia, formando engenheiros com elevada autoconfiança profissional, para os quais analisar uma questão, estruturar informações, trabalhar em equipe, conduzir e presidir discussões e apresentar idéias tornaram-se tarefas realizadas sem maior dificuldade.

### 3 Estrutura Curricular

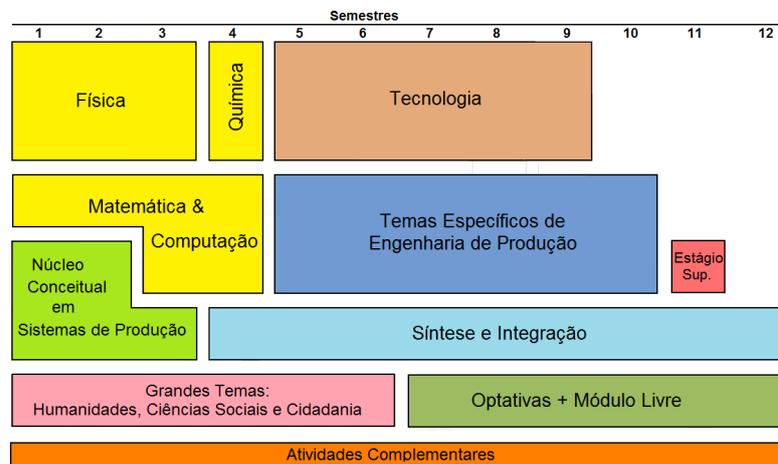


Figura 2: Curso de Engenharia de Produção: Estrutura por blocos de disciplinas

A figura 2 sintetiza o currículo do curso, o qual será integralizado por disciplinas obrigatórias, optativas e do módulo livre além de atividades complementares. O módulo livre corresponde a uma carga curricular, opcional, que pode ser composta individualmente pelo estudante, entre todas as disciplinas de graduação não-pertencentes ao currículo.

Os conteúdos cobrem os tópicos exigidos nos “Núcleos de Conteúdos” indicados nas diretrizes curriculares. O *Núcleo de Conteúdos Básicos* é composto por disciplinas de Matemática, Física, Computação e Química, com tópicos básicos comuns a todos os cursos de engenharia. O *Núcleo Conceitual em Engenharia de Produção* cobre conceitos básicos da Engenharia de Produção na formação de valor, ergonomia e comportamento humano no trabalho e metodologia de projeto.

O *Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes* aborda áreas do conhecimento tecnológico, tanto das engenharias convencionais como Termodinâmica, Mecânica dos Sólidos e Energia, como aquelas afetas à Engenharia de Produção: gestão da produção; gestão da qualidade; gestão econômica; ergonomia e segurança do trabalho; gestão do produto; pesquisa operacional; gestão estratégica e organizacional; gestão do conhecimento e gestão ambiental. O *Núcleo de Conteúdos Específicos*, formado por disciplinas optativas, complementa esses assuntos. São extensões e aprofundamentos dos conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar o desenvolvimento de competências e habilidades específicas.

Entendendo que produzir é mais do que simplesmente utilizar conhecimento científico e tecnológico, os conteúdos dos *Grandes Temas* devem propiciar a discussão e os desafios epistêmicos associados à Engenharia de Produção em temas de grande relevância, atentando para critérios de qualidade, produtividade, custos e responsabilidade social, entre outros. Neste sentido, a proposta curricular foi estruturada de modo a capacitar o engenheiro a lidar com os problemas de produção dentro de um enfoque sistêmico. Desta forma, procura-se garantir uma visão articulada entre as características da atuação profissional e as diferentes áreas de conhecimento que permitem compreender a multiplicidade de aspectos envolvidos na solução de problemas de Engenharia. Elas objetivam dar ao estudante uma visão ampla do papel de um profissional de engenharia, e também como cidadão, nos vários ambientes sobre os quais sua atuação interfere e, ao mesmo, tempo é afetada. Propõe-se que sejam apresentadas e discutidas grandes questões quanto à inserção da atividade profissional na área tecnológica e suas interações em ambientes natural, social e cultural, econômico e político.

Os conteúdos de *Síntese e Integração* compõem a espinha dorsal e linha condutora da formação em Engenharia de Produção na UnB, conforme descrito anteriormente, englobando aspectos de síntese, integração e empreendedorismo. Todo semestre, a partir do 4º, os estudantes desenvolverão projetos, cuja complexidade crescerá a cada período, com agregação dos assuntos abordados nos conteúdos já cursados. Nos semestres 4 a 6,

três disciplinas de Projeto de Sistemas de Produção (PSP1 a PSP3) abordarão temas relativos a objetos de gestão e respectivos atributos de engenharia de produção. O conhecimento organizacional é o objeto obrigatório da disciplina PSP1. No 6º semestre, PSP3 terá como foco um objeto de gestão e consolidará todos os aspectos de engenharia de produção estudados, com estudos preliminares para a implantação do empreendimento. Nos semestres 7 a 10, as disciplinas PSP4 a PSP7 ampliarão o escopo de cada projeto, incluindo estudos de viabilidade visando à implantação dos correspondentes empreendimentos. O bloco de *Síntese e Integração* completa-se com o *Projeto de Graduação*, nos semestres 11 e 12, associado ao *Estágio Supervisionado* no semestre 11.

O *Projeto de Graduação*, individual ou em grupos de até 2 alunos, engloba duas disciplinas: *Projeto de Graduação 1* e *Projeto de Graduação 2*. Estas duas disciplinas oferecem aos alunos a oportunidade de abordar temas de Engenharia de Produção de forma objetiva e multidisciplinar, sintetizando o conhecimento adquirido ao longo do curso e tomar contato com desenvolvimentos científicos e tecnológicos recentes. Deve favorecer a iniciação científica e a aquisição de experiência em pesquisa bibliográfica, na confecção de relatórios técnicos e na exposição oral, bem como demonstrar a capacidade de trabalho, tanto em equipe como individual. O desempenho será verificado por documento padronizado, apresentado a uma banca examinadora no final do semestre. Preferencialmente será precedido pelo semestre de *Estágio Supervisionado*.

O *Estágio Supervisionado* consistirá de trabalho de campo, durante o penúltimo semestre do curso, com duração mínima de 300 horas, para aquisição de experiência em ambiente real da atividade de Engenharia de Produção. O desempenho será avaliado por meio de relatórios técnicos e acompanhamento individualizado tanto de um professor orientador como de um supervisor no local de estágio. O *Estágio Supervisionado* deverá preferencialmente ser desenvolvido de forma associada à disciplina de *Projeto de Graduação 1*, de modo a conciliar o tema do *Projeto de Graduação* com as atividades exercidas durante o *Estágio Supervisionado*.

As *Atividades Complementares* são compostas pela participação do aluno em projetos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, projetos comunitários, visitas técnicas, participação em eventos, projetos de extensão, desenvolvimento de protótipos, participação em empresas juniores e outras atividades de empreendedorismo.

## 4 Conclusão

Esta proposta sinaliza um currículo que privilegia mais o processo de “aprender” do aluno do que o de “ensinar” do professor. Coloca sobre o aluno uma responsabilidade maior na sua formação, pois terá que abandonar a tendência simplista de apenas reproduzir o conhecimento repassado pelo professor. O sucesso deste projeto pedagógico está atrelado, portanto, à capacidade dos professores de conduzir o processo de construção do conhecimento com qualidade. Isto implica também que a universidade, por meio de seus órgãos institucionais, particularmente o Colegiado de Curso, deverá garantir os recursos e mecanismos necessários à plena implementação do Projeto Político Pedagógico proposto.

## Referências

- ABEPRO (2003). Engenharia de Produção: Grandes Áreas e Diretrizes Curriculares, Associação Brasileira de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2003.
- CNE (2002). Resolução do Conselho Nacional de Educação CNE/CNS 11/2002, de 11/03/2002.
- Kanet, J.J. and Barut, M. (2003). Problem-Based Learning for Production and Operations Management”, *Dec Sci J Innovative Education*, Vol. 1, No. 1, 2003.
- Kjersdam, F., and Enemark, S. (1994). The Aalborg Experiment Project Innovation in University Education, Aalborg University Press, 1994, Denmark.
- Rau, D.C., Chu, S.T. and Lin, Y.P. (2004). Strategies for Construting Problem-Based Learning Curriculum in Engineering Education”, *Proc. Int. Conf Engng Education*, oct. 16-21, 2004, Florida, USA, p.p.1-10.
- Singhal, A.C, Bellamy, L. and McNeill, B. (1997). A New Approach to Engineering Education”, Arizona State University, Arizona, pp. 88, 1997.
- Surgenor, B. and Firth, K. (2006). The Role of the Laboratory in Design Engineering Education”, in CDEN 2006 - *The Third CDEN/RCCI International Design Conference on education, innovation, and practice in engineering design*, July 24-26, 2006 University of Toronto, Ontario, Canada.

# Reflexões sobre possíveis Diretrizes Metodológicas para o uso da Abordagem de Projetos em Equipe e da Educação a Distância em Cursos de Engenharia de Produção

Martha Veras Rodrigues<sup>\*</sup>, Márcia Terezinha Longen Zindel<sup>\*</sup>, Evaldo Cesar Cavalcante Rodrigues<sup>\*†</sup>, João Mello da Silva<sup>\*</sup>, Anne Danielle de Oliveira Simões<sup>†</sup>, Iana Giesbrecht Castello Branco<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> Curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília - CEP 70910-900, Brasília, Brasil, <sup>†</sup> Curso de Administração da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação da Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro - CEP: 70910-900, Brasília, Brasil

Email: [marthaveras@unb.br](mailto:marthaveras@unb.br), [marcialz@unb.br](mailto:marcialz@unb.br), [evaldocesar@unb.br](mailto:evaldocesar@unb.br), [joaomello@unb.br](mailto:joaomello@unb.br), [anneimagodei@hotmail.com](mailto:anneimagodei@hotmail.com), [ianna.giesbrecht@gmail.com](mailto:ianna.giesbrecht@gmail.com)

## 1 Introdução

A partir da inspiração advinda da afirmativa de Shulman (1992) de que é preciso ter presente que o conhecimento de base para o ensino é construído a partir da conjugação da prática reflexiva dos professores e dos seus quadros conceituais e metodológicos, este artigo apresenta uma descrição de como o uso da Abordagem de Projetos em Equipe e o uso da Educação a Distância como ferramentas de apoio ao ensino vêm sendo pensados no Curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília - UnB.

As reflexões feitas aqui consubstanciam-se em conhecimentos da Ergonomia-Cognitiva para que os conteúdos colocados à disposição do Aluno possam ser adequados a sua capacidade de assimilação, a partir da melhor elaboração da mídia onde as disciplinas são postadas e de uma melhor montagem do ambiente virtual composto por materiais instrucionais que facilitam a aquisição de habilidades definidas em consonância com os objetivos instrucionais.

Análises realizadas até o momento mostraram que são necessários ajustes quanto à percepção de Professores e Alunos em relação às potencialidades do Ambiente de Aprendizagem Virtual da UnB, o APRENDER e, conseqüentemente à elaboração dos materiais necessários à instrução os quais devem estar de acordo com os objetivos instrucionais que ainda não foram definidos.

### 1.1 Motivação

As reflexões apresentadas aqui surgiram a partir da criação de um projeto de pesquisa que tem como principal objetivo utilizar as potencialidades do Ambiente Virtual de Aprendizagem disponibilizado pela UnB, em plataforma **Moodle** (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) – o APRENDER - para a criação, disponibilização e gerenciamento de material instrucional na Internet, visando o suporte e enriquecimento do ensino presencial no curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia

Sob o enfoque da Ergonomia Cognitiva, será feita uma análise das matérias do curso de Engenharia de Produção e das características do APRENDER para que, com o conhecimento advindo dessas análises, possam ser definidas diretrizes para a implantação da Educação à Distância no referido curso.

Será produto desse projeto um guia de Educação à Distância contendo informações sobre suas principais características, vantagens e desvantagens e formas de adequação das matérias do curso de Engenharia de Produção para uma maior aderência ao APRENDER, mantendo-se ao máximo o respeito às características cognitivas de nosso Alunado.

As bases teóricas utilizadas surgiram a partir da formação acadêmica das Coordenadoras da Pesquisa, Professoras Martha e Márcia visto que a primeira é pesquisadora na área de Ergonomia Cognitiva e a segunda na área de Psicologia Organizacional.

Além das Coordenadoras citadas o grupo de estudo é composto pelo Coordenador do Curso, o qual tem formação em Engenharia Mecânica e se utiliza da abordagem de Projetos (PMBOK) como metodologia de ensino de suas disciplinas, por uma Professora formada em Engenharia Química, pesquisadora na área de Qualidade e Planejamento e Controle da Produção, por um Professor formado em Administração de Empresas pesquisador na área de Inovação, por Pedagogo o qual está incumbido de se familiarizar com o APRENDER e disseminar seus conhecimentos ao restante do grupo e, por três bolsistas, Alunos do 2º

Semestre do Curso de Engenharia de Produção, remunerados pelo “REUNI” – Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais.

Observações preliminares sobre a forma como os Docentes da UnB utilizam o APRENDER mostraram o quanto tal ambiente é, equivocadamente, percebido como mero depósito do conteúdo e das tarefas referentes às aulas presenciais, no entanto, a assimilação de qualquer conteúdo, seja ele ministrado de forma presencial ou virtual, depende da formação de boas estruturas mentais auxiliares ao processo de aprendizagem.

Nesse sentido, Garrison, Anderson e Archer (2000) apresentam um modelo conceitual de Aprendizado Online (Figura 1), intitulado de “Modelo de Comunidade do Aprendizado”, o qual, associado à Abordagem de Projetos em Equipe e à Educação pelo trabalho (Work-Based Learning) se caracteriza como fundamental para a geração de um ambiente propício ao desenvolvimento de Tecnologias da Inteligência bastante eficazes.

Com o modelo apresentado na figura 1 pode-se apreender certas dimensões que compõem os objetivos da Educação Presencial e da Educação a Distância, sem as quais o aprendizado não acontece. Tais dimensões são: a) grau de **presença cognitiva** (cognitive presence) caracterizada pelo apoio ao desenvolvimento do pensamento crítico; b) **presença social** que se refere a um ambiente no qual os Alunos se sintam confortáveis e seguros para expressar suas idéias, a vontade para discordar, compartilhar pontos de vista, explorar as diferenças e aceitar o apoio de Colegas e Professores, num contexto colaborativo; e, c) **presença do Professor** caracterizada pelo desempenho imprescindível do papel de design e organizador da experiência de aprendizado que acontece antes da formação da comunidade de aprendizagem e durante a sua condução, do papel de gerador de atividades que estimulem a discussão e do papel de disseminador de sua expertise.

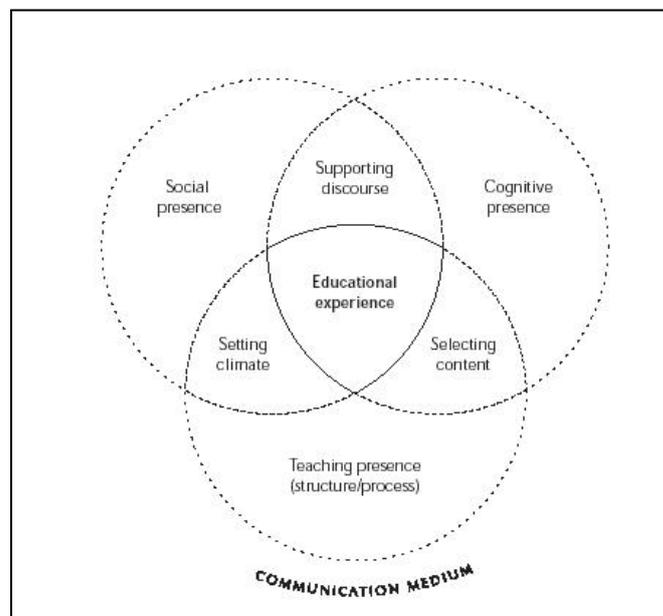


Figura 3: Modelo de Comunidade do Aprendizado.

Fonte: Garrison, Anderson e Archer (2000)

As comunidades de Aprendizagem constituem um ambiente intelectual, social, cultural e psicológico, que facilita e sustenta a aprendizagem, enquanto promove a interação, a colaboração e a construção de um sentimento de pertença entre os membros.

Estas comunidades surgem como uma forma alternativa curricular aos modelos tradicionais de ensino-aprendizagem, sob a forma de grupos descentralizados de sujeito que se auto-organizam em comunidades funcionais e estáveis, cuja meta principal é o apoio mútuo para o desenvolvimento eficaz de atividades construtivas de aprendizagem. (Afonso, 2001).

A reflexão ora proposta na intenção de alcançar uma formulação mais rica para os conteúdos de Engenharia de Produção apoiados por AVA's apresenta grande importância para a melhoria do processo de aprendizagem vigente.

## 2 As bases teóricas das reflexões feitas

### 2.1 Abordagem ergonômico-cognitiva

É possível conceituar ergonomia cognitiva como a área que visa analisar os processos cognitivos implicados nos processos e estruturas de percepção, armazenamento e recuperação de informações. Trata-se da disciplina científica que tem por finalidade estudar aspectos condutores e cognitivos concernentes à relação homem-elementos físicos e sociais do lugar de trabalho, principalmente quando esta relação está mediada pelo uso de máquinas e artefatos. (Cañas & Waerns, 2001).

Lima (2003) afirma que a Ergonomia Cognitiva apresenta a forma como as pessoas adquirem, armazenam e utilizam as informações disponíveis a fim de responder às solicitações de determinada tarefa.

O objetivo da Abordagem Ergonômico-Cognitiva é definir qual a melhor forma de se elaborar determinado sistema. Estudos relativos à Cognição Humana incluem considerações relativas a estímulos sensoriais, atenção-aprendizagem e memória.

### 2.2 Desenho instrucional

A instrução é vista como primordial ao desenvolvimento de materiais para o ensino, tanto presencial como a distância. Suas diretrizes e objetivos direcionam o chamado designer instrucional, responsável pela elaboração e/ou adequação dos materiais didáticos às necessidades dos Alunos.

O propósito de qualquer instrução é produzir estudantes que sejam capazes de apresentar certas habilidades e conhecimentos em trabalhos antecipados, escola ou situações da vida. No gerenciamento da instrução, a instituição provê direção para sua equipe instrucional. O principal objetivo e alcance da instrução são dependentes da política e direção da instituição instrucional. Melching (1971).

Resnick (1976) defende que o termo instrução, inclui demonstração, oratória e explicação, além de arranjos físicos, seqüências de tarefas e resposta às ações do Aluno.

Merrill (1971) apresenta as atividades realizadas por um designer instrucional, são elas: (1) especificação do resultado do aprendizado em termos da observação do desempenho do estudante, (2) caracterização dos estudantes a serem ensinados, (3) considerando os itens 1 e 2 acima, seleção e arranjo das situações de estímulo a serem expostas ao estudante, (4) especificação da mídia apropriada para estes estímulos, (5) especificação das condições sob as quais a resposta do estudante deve ser observada para ser considerada um exemplo de comportamento especificado, (6) especificação dos critérios de performance aceitável, (7) considerando 1, 5 e 6 acima, seleção das exposições apropriadas para avaliar a habilidade do estudante para demonstrar o comportamento especificado em 1, (8) especificação dos mecanismos de monitoramento das interações dos estudantes com as exposições, e (9) possíveis modificações na exposição quando as respostas do aluno não corresponderem aos resultados especificados.

### 2.3 Projetos em equipes

Todos os membros de uma empresa são potenciais projetistas e o processo de projeto é um processo social, onde as visões de cada membro contribuem para a forma final do objeto projetado. O usuário final deve ser incorporado no mesmo nível de hierarquia que os outros membros da equipe para que tal participação seja realmente produtiva. Esta consideração, além de complicar as relações tradicionais de trabalho, abre sutilmente um novo questionamento em termos metodológicos: quem deve ser considerado como o usuário do objeto a ser projetado? A primeira vista parece que o usuário é um sujeito individualizado, mas ao se deter um pouco mais, pode-se ver que usuário pode ser um ente abstrato, idealizado, generalizado, induzido etc. Uma abordagem de gestão de projeto reconhece a existência formal de uma equipe de projeto, com seu gerente específico e trabalhando em projetos claramente identificados. Já uma abordagem antropológica, terá sua equipe definida a partir de um trabalho prévio de identificação de papéis e relações com o objeto a ser projetado. Uma abordagem social se preocupará de entender o contexto social e cultural no qual o projeto será desenvolvido, enquanto uma abordagem administrativa, terá como foco de atenção diversos os recursos e as atividades próprias ao trabalho de equipes de projeto. (Bucciarelli, 1988 in Reyes e Carvalho, 2010)

Os participantes desse processo social devem ser capazes de analisar e negociar em instâncias diversas, e de avaliar e transpor informações para diferentes mundos profissionais, do marketing à produção na fábrica. Para que o aluno adquira essa capacidade, ele deve ter um papel ativo relacionando o conteúdo das diversas disciplinas que estuda com a sua opção profissional, construindo uma visão multidisciplinar. O Aluno que consegue trabalhar o

seu aprendizado de forma ativa e inserida em seu contexto profissional terá uma formação mais adequada à realidade do desenvolvimento do projeto dentro da empresa inovadora. (Bucciarelli, 1988 in Muniz e Naveiro, 2010)

## 2.4 Educação pelo trabalho

Work-Based Learning ou Educação pelo Trabalho surgiu no Reino Unido há pelo menos 20 anos, com a proposta de ampliar o acesso da classe trabalhadora ao ensino superior. No Brasil, ainda é um conceito desconhecido, que acaba se confundindo, com educação corporativa e até com educação a distância. A grande diferença, no entanto, é que na Educação pelo Trabalho, “work is the curriculum”: o próprio trabalho e o seu ambiente são utilizados como conteúdo programático e como casos e metodologia de aprendizagem para a formação do indivíduo/adulto trabalhador. A experiência de aprender está cada vez mais presente na vida de todos e fica difícil separá-la das atividades cotidianas. (Maia, 2008).

## 3 Conclusão

A experiência de fazer reflexões conjuntas trouxe momentos de intensas discussões, divergências de opiniões quanto à possibilidade ou não de traçarmos diretrizes para o uso da Educação a Distância no curso, no entanto, atualmente chegou-se a um consenso representado pelas reflexões apresentadas aqui e tal consenso, precedido das discussões citadas, confirma a pertinência da afirmativa de Lévy (1995), de que os projetos, conflitos e interpretações divergentes dos atores sociais desempenhavam um papel decisivo na definição das tecnologias intelectuais.

Observações quanto as formas de utilização do APRENDER por parte dos Professores de vários cursos da UnB trouxeram a conclusão de que O AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) APRENDER, é composto por ferramentas (Seminários Temáticos, Fóruns Temáticos, Fórum de Notícias, WIKI e Atividades de Avaliação) que, se bem utilizadas, permitiriam a interação entre Professores e Alunos, entre Alunos e Alunos e entre Alunos e conteúdos, no entanto, observa-se uma falta de valorização das experiências práticas (da Educação pelo Trabalho) que comporiam a presença cognitiva do conteúdo. Não há muitas evidências de estímulo (ou encorajamento) para que os Alunos “busquem seus exemplos em seus ambientes de trabalho ou similar, ou por meio da observação direta, fazendo uso de estudos de caso, na tentativa de tirar o máximo proveito do conteúdo de apostilas, artigos ou textos complementares para suas realidades”.(MAIA, 2008).

A partir de pesquisa bibliográfica concluiu-se que seria pouco adequado pensar em tecnologias intelectuais sem considerar conjuntamente a ergonomia cognitiva, o desenho instrucional, os projetos em equipe e a educação pelo trabalho, visto que são abordagens que se complementam.

Além da certeza de que ainda há muito a ser aprofundado em relação a todos os temas aqui tratados, durante as discussões feitas surgiram lacunas que levaram a crer que temas relacionados à compreensão leitora, à forma de dar *feedback* aos Alunos e a Gestão do Conhecimento, mais especificamente Gestão do Capital Intelectual Digitalizado, também são importantes e deverão ser considerados em estudos futuros.

## Referências

- Afonso, A. (2001). Comunidades de Aprendizagem. Um modelo para a gestão da aprendizagem. II Conferência Internacional Challenges’2001.
- Cañas, J. & Waerns, Y. (2001). Ergonomia Cognitiva: Aspectos Psicológicos de La Interacción de las Personas con la Tecnología de la Información. Ed. Médica Panamericana. Madrid: Espanha.
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2(2-3), 87-105.
- Lévy, P. (1995). As Tecnologias da Inteligência. O futuro do pensamento na era da informática. Paris: França.
- Lima, S. (2003). Ergonomia Cognitiva e a Interação Pessoa-Computador: análise da usabilidade da urna eletrônica 2002 e do módulo impressor externo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: Brasil.
- Maia, C. (2008). Revista Diálogo Educacional Programa de Pós-Graduação em Educação – PUCPR. Disponível em <http://www2.pucpr.br/reol/index.php/DIALOGO?dd1=2024&dd99=view>, acessado em 20 de abril de 2010.

- Melching. (1971). Instrucional Objectives. In: Merrill, D. (1971) Instructional Design: readings. New Jersey: Prentice-hall, 1971.
- Merrill, D. (1971). Instructional Design: readings. New Jersey: Prentice-hall.
- Muniz, M. e Naveiro, R. Ambiente virtual de ensino/aprendizagem como fator de integração entre disciplinas do curso de graduação em design. Disponível em <http://webmail.faac.unesp.br/~paula/Paula/virtual.pdf>, acessado em 20 de abril de 2010.
- Resnick, L. (1976). Task Analysis in Instructional Design: some cases from mathematics. In: Klahr, D. (1976).Cognition and Instruction. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reyes, A. Carvalho, R. Um estudo de caso sobre abordagens metodológicas para o ensino de projeto em equipes. Disponível em <http://www.pp.ufu.br/trabalhos/05.PDF>, acessado em 20 de abril de 2010.
- Shulman, L. S. (1992). Renewing the pedagogy of teacher education: The impact of subject-specific conceptions of teaching. In L. Montero & J. Vez (Eds.) *Las didácticas específicas en la formación del profesorado* (pp. 53-69). Santiago de Compostela: Tórculo Edicións.



# Mini Fábrica de Software para Aprendizagem baseada em Projectos

Fábio Cardoso\*, Rui M. Lima\*, Rui M. Sousa\*

\* Production and Systems Department, School of Engineering, University of Minho, Campus of Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

Email: [fabio\\_card@hotmail.com](mailto:fabio_card@hotmail.com), [rml@dps.uminho.pt](mailto:rml@dps.uminho.pt), [rms@dps.uminho.pt](mailto:rms@dps.uminho.pt)

## 1 Introdução

O principal objectivo deste projecto foi o de estimular o aprendizado de um grupo de alunos de engenharia de computação da Universidade Paulista – Manaus – Brasil, através da aplicação de um modelo de desenvolvimento e aprendizagem que buscasse a aproximação ao máximo da realidade das atividades e dos processos empregados em uma empresa ou uma fábrica de software. Selecionou-se projectos para responder a requisitos reais e foram criadas equipas para desenvolvê-los, num modelo de fábrica de software.

Conforme Fernandes (2005), a fábrica de software é um processo estruturado, buscando a melhoria contínua, seguindo as abordagens e diretrizes da engenharia industrial, visando o atendimento a demandas diversas, gerando produtos de software de forma produtiva e econômica, seguindo os requisitos estabelecidos pelos clientes.

Pode-se dizer que fábrica de software compreende processos e metodologias semelhantes às empregadas na área industrial, agregando boas práticas de desenvolvimento, testes e manutenção de software já conhecidas. A semelhança das industriais há a preocupação na definição de indicadores de qualidade e de produtividade nas etapas de transformação, ou seja, no ciclo de desenvolvimento de software. Trata-se na verdade da busca pela industrialização do processo de desenvolvimento de software.

Os métodos conhecidos como PBL (Problem-Based Learning) e EBL (Enquiry-Based Learning) dividem a mesma filosofia, guiam o ensino de graduação ou pós-graduação através do uso de um processo de questionamentos ou a proposição de problemas com o objectivo de acelerar e melhorar a qualidade do aprendizado (Deignan 2009). O corrente trabalho também segue o contexto de tais filosofias.

Segundo Barrows & Tamblyn (1980), PBL pode ser definido como o aprendizado resultante do processo em que os estudantes investigam, compreendem e resolvem problemas. Conforme Gilkison (2004), a metodologia PBL surgiu a partir do Canadá e espalhou-se para outros países. Para Mantzoukas (2007), EBL e PBL são processos de aprendizado centrados no aluno e guiados por problemas. Graaff & Kolmos (2003) comentam que PBL é usado para descrever um conjunto divertido e diversificado de práticas educacionais. Os resultados positivos descritos por vários autores no uso da metodologia PBL em várias áreas do conhecimento também motivaram ainda mais o projecto das Mini Fábricas de Software. Os alunos trabalhando em equipa e desenvolvendo um projecto prático, puderam praticar a investigação e a solução de problemas reais, conforme prega o processo de aprendizagem conhecido PBL.

Os alunos de engenharia de computação da Universidade Paulista ao longo dos 5 (cinco) anos do curso cursaram várias disciplinas que deram a base teoria e prática para os projectos propostos, disciplinas tais como: engenharia de software, programação orientada a objectos, sistemas digitais, banco de dados, análise de algoritmos e estrutura de dados, métodos computacionais, microprocessadores, microcontroladores e outras mais. No entanto, a fragmentação deste conhecimento contribuía para um desconhecimento do contexto maior do que realmente compreende a Engenharia da Computação. Assim, um projecto com características multidisciplinares contribuiu para desfragmentação do vasto acervo de conhecimento adquirido por cada estudante.

Pretende-se com este artigo apresentar uma metodologia de aprendizagem baseada em projectos. Grupos de alunos organizando-se, num contexto de mini fábricas de software, e com o uso de conceitos de gestão de projectos e de engenharia de software, buscaram o desenvolvimento de projectos conforme demanda real.

## 2 Escopo

### 2.1 Metodologia de Aprendizagem Empregada

Os alunos necessitam cumprir duas disciplinas nomeadas TCC1 (trabalho de conclusão de curso 1) e TCC2 (trabalho de conclusão de curso 2) no ultimo ano do curso de engenharia de computação. A disciplina de TCC1 compreende

a preparação do planeamento do projecto, além da análise da viabilidade técnica de projecto e da preparação do esboço da arquitetura do sistema. O tema do projecto deve ser prático, sendo recomendado o desenvolvimento de um protótipo funcional. O TCC2 compreende a etapa de desenvolvimento do projecto, preparação do relatório escrito e apresentação oral do projecto para uma banca de professores.

Inicialmente, os alunos desenvolviam sistemas ou protótipos individualmente, o que resultava em projectos de menor complexidade e que não evidenciavam a realidade dos projectos executados em empresas de pesquisa e de desenvolvimento. Assim, com o objectivo de proporcionar uma melhoria nos resultados das pesquisas, na complexidade e na qualidade dos protótipos, foi incentivado o desenvolvimento de sistemas com a participação de vários alunos em um projecto. Também foi incentivada a interação e participação de alunos de diferentes cursos de engenharia, tais como: engenharia industrial, engenharia mecânica, engenharia eletrônica e engenharia de computação. Apesar do estímulo em projectos em equipa, cada aluno é avaliado pela banca de professores individualmente, conforme seus objectivos e subsistemas de sua responsabilidade.

As equipas de desenvolvimento do projecto foram organizadas e distribuídas considerando papéis ou função dentro do grupo, a arquitetura dos sistemas propostos e a capacidade técnica de cada integrante.

Os planos dos projectos tiveram seus cronogramas orientados a entregas periódicas dos requisitos inicialmente definidos, gerando assim, atividades ou pacotes de trabalho para viabilizar as entregas. Alguns marcos do projecto foram definidos, configurando-se assim, a entrega de um conjunto de requisitos. Encontros periódicos foram estabelecidos com a finalidade de se efetuar a integração entre os códigos dos desenvolvedores.

## 2.2 Fases do Projecto

O uso do conceito de fábricas de software recai na definição de algumas fases ou processos comumente definidos, tais como: arquitetura da solução, projecto conceitual, especificação lógica, projecto detalhado, construção e teste unitário, testes integrados e testes de aceitação.

Efetuada algumas adaptações para melhor aderência ao objetivo educacional, as seguintes fases do processo de desenvolvimento foram estabelecidas:

1. Seleção dos Componentes da Equipa de trabalho;
2. Escolha do Tema do Projecto;
3. Análise de Viabilidade Técnica do Projecto;
4. Esboço da Arquitetura do Sistema;
5. Definição das responsabilidades conforme Arquitetura Descrita;
6. Planeamento do Projecto;
7. Desenvolvimento dos Requisitos;
8. Desenvolvimento e detalhamento da Arquitetura;
9. Desenvolvimento do código do projecto;
10. Testes Funcionais;
11. Encerramento.

Estas são etapas que comumente constam na grande maioria dos processos de desenvolvimento de projectos, seja de software, firmware ou desenvolvimento de hardware.

## 2.3 Projectos Desenvolvidos

O Modelo foi utilizado em dois semestres consecutivos com diferentes grupos de alunos em dois projectos de software distintos. O primeiro projecto foi o desenvolvimento de um sistema de gestão de manutenção, posteriormente nomeado MMS - Maintenance Management System, cuja função principal era prover um sistema que auxiliasse o gerenciamento de manutenção em organizações industriais do setor de eletroeletrônicos, visando a otimização dos processos relacionados às rotinas de planeamento, prevenção e correção de falhas nas máquinas. A implementação do software foi realizada seguindo o padrão de desenvolvimento web MVC (Model-View-Controller), onde foram desenvolvidas rotinas de comunicação e gerenciamento do estado das informações contidas na base de dados, através do SGBD (Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados) MySQL, utilizando os conceitos de orientação a objetos. O padrão MVC é um dos padrões mais utilizados para desenvolvimento de sistemas Web. O MVC é, segundo Reenskaug (1978), uma arquitetura de software considerada como um padrão

utilizado em engenharia de software. O padrão isola a lógica da aplicação da entrada e apresentação do software, possibilitando um desenvolvimento independente. O MVC apresenta as seguintes vantagens de utilização: independência de sistema de gerenciamento de banco de dados e o aumento da produtividade com a separação das camadas permitindo a paralelização das atividades.

O segundo projecto que fez uso do modelo apresentado foi para o desenvolvimento de um sistema supervisório (Supervisory System) utilizando controlador lógico programável ou CLP, arquitetura normalmente empregado na área de automação industrial. Sistemas supervisórios ou SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) são os sistemas de supervisão de processos industriais que coletam dados do processo através de unidades distribuídas, principalmente controladores lógicos programáveis (CLP's), formatam estes dados, e os apresenta ao operador em uma multiplicidade de formas. O objectivo principal dos sistemas SCADA é propiciar uma interface de alto nível do operador com o processo, informando "em tempo real" todos os eventos que estão em andamento. Para desenvolver o software supervisório foi usada a ferramenta de programação Visual Basic 6.0. Na comunicação entre o CLP e o software supervisório foi utilizada o pacote de componentes chamado MX Component, que possui uma biblioteca em Visual Basic e um utilitário que verifica a comunicação com o CLP. O MX Component foi desenvolvido pela Mitsubishi para ser usado exclusivamente com seus CLPs. Para geração de relatórios foi usado o Crystal Reports 8.5.

## 2.4 Modelo de Organização dos Alunos

Os alunos assumiam papéis e responsabilidades para o desenvolvimento do projecto. Na maioria dos casos essa escolha, ou divisão de responsabilidades, foi definida ou estabelecida pelo próprio grupo de alunos do projecto. O conhecimento ou facilidade de aluno em determinadas disciplinas foi um critério importante e normalmente utilizado na definição ou divisão de responsabilidades.

A tabela 1 apresenta a divisão de responsabilidades e papéis realizada para o projecto do sistema de gerenciamento de manutenção – MMS.

Tabela 1: Projecto MMS

Equipe	Responsabilidade	Papel
Aluno 1	Desenvolvimento da Camada de UI (User Interface)	Gerente de Requisitos / Desenvolvedor
Aluno 2	Desenvolvimento da Camada de Controle	Arquiteto do Projecto / Desenvolvedor
Aluno 3	Desenvolvimento da Camada de Controle	Integrador / Desenvolvedor
Aluno 4	Modelagem e Desenvolvimento do Banco de Dados	Desenvolvedor do BD / Desenvolvedor
Aluno 5	Planeamento e Acompanhamento do Projecto	Gerente do Projecto

A tabela 2 apresenta a divisão de responsabilidades e papéis realizada para o projecto do sistema supervisório para fábrica do pólo de duas rotas do pólo industrial de Manaus.

Tabela 2: Projecto Sistema Supervisório

Equipe	Responsabilidade	Papel
Aluno 1	Desenvolvimento da Camada de UI / Controle (User Interface)	Gerente de Requisitos / Desenvolvedor Software / Integrador
Aluno 2	Desenvolvimento do Firmware / Hardware	Arquiteto do Projecto / Desenvolvedor Firmware
Aluno 3	Modelagem e Desenvolvimento do Banco de Dados	Desenvolvedor do BD / Desenvolvedor
Aluno 4	Planeamento e Acompanhamento do Projecto	Gerente do Projecto

Essa divisão de responsabilidades, a partir de uma visão arquitetural dos sistemas, facilitou o paralelismo das atividades. Assim, todos da equipe poderiam trabalhar em um conjunto de requisitos durante o mesmo período de tempo, neste caso, eles trabalhavam em níveis diferentes da arquitetura do sistema. Finalizado este período, efetuava-se a integração dos códigos desenvolvidos, neste caso a integração entre os níveis arquiteturais. A partir daí, um conjunto de requisitos já estava disponível para testes funcionais. Os testes funcionais eram de responsabilidade de toda equipe. Finalizados os testes funcionais, a equipa passava a desenvolver outro conjunto de requisitos.

## 3 Resultados

Seguindo uma abordagem qualitativa, os resultados nos dois projectos foram considerados satisfatórios e significativos sob vários aspectos:

- Educacional: Os alunos puderam aplicar os conhecimentos adquiridos nas várias disciplinas de seus cursos e integrá-las em um único projecto. Disciplinas como engenharia de software, gestão de projecto, banco de dados, redes industriais, sistemas supervisórios, linguagens de programação e padrões de projectos.
- Prático: Os alunos puderam praticar o desenvolvimento de um sistema conforme demanda real, utilizando os conceitos de gerenciamento de software e de gestão de projecto, deparando-se com as dificuldades reais tais como: integrações de código, divergências de opiniões, gestão de configuração, problemas arquiteturais, requisitos mal definidos, cronogramas e prazos, falta de comunicação.
- Comercial: Os alunos chegaram negociar e/ou aplicar o produto de software gerado em empresas multinacionais, uma no setor de duas rodas e outra na área de dispositivos móveis. Algumas empresas demonstraram interesse em adquirir e comercializar do produto.
- Acadêmico: Os alunos publicaram e apresentaram artigos científicos em seminários e congressos, apresentado o sistema desenvolvido.

Todos os nove alunos foram aprovados nas duas disciplinas referentes a trabalho de conclusão de curso. Mesmo desenvolvendo subsistemas ou módulos de um sistema, os alunos foram aprovados individualmente nas bancas de professores, que viram escopo, relevância e resultados satisfatórios nos trabalhos desenvolvidos.

## 4 Conclusão

O objetivo principal deste trabalho que era estimular o aprendizado de um grupo de alunos de engenharia de computação da Universidade Paulista foi cumprido através da aplicação de um modelo de aprendizagem baseada em projectos. Uma aprendizagem pela prática de atividades exercidas em empresas de desenvolvimento software modernas, fábricas de software.

As mini fábricas de software para aprendizagem baseada em projectos apresentam dois aspectos importantes e que merecem destaque, no cenário educacional:

- A busca a melhoria contínua com o mínimo de desperdício de tempo trazida pelo conceito de fábricas de software, visto a semelhança fábricas modernas, é aderente à necessidade e ao problema de tempo para o desenvolvimento dos trabalhos de conclusão de curso;
- A consolidação e desfragmentação do conhecimento acumulado nos anos do curso de graduação em engenharia da computação, através de uma abordagem prática.

O sucesso destes projectos incentivou a criação de dois novos projectos, os quais estão em andamento. O desenvolvimento de um protótipo de um livro digital (em uma plataforma embarcada e uma usando versão reduzida do sistema operacional Linux) e o desenvolvimento de um software para gerar guias de montagens auxiliando e dinamizando o planeamento de processos industriais.

## Referências

- Barrows, H. S. e Tamblyn, R. M. (1980) Problem-based learning: An approach to medical education Springer , New York
- Deignan, Tim (2009). 'Enquiry-Based Learning: perspectives on practice', Teaching in Higher Education, 14:1, 13 – 28
- Gilkison, A. (2004) Problem-based learning tutor expertise: The need for different questions. Medical Education 38 , pp. 925-926.
- Mantzoukas, S. (2007) Reflection and problem/enquiry-based learning: Confluences and contradictions. Reflective Practice 8:2 , pp. 241-253.
- De Graaff, E. e Kolmos, A. (2003) Characteristics of problem-based learning. International Journal of Engineering Education 19:5 , pp. 657-662.
- Reenskaug, Trygve (1978). MVC XEROX PARC 1978-79. <http://heim.ifi.uio.no/~trygver/themes/mvc/mvc-index.html>.
- Fernandes, Aguinaldo Aragon. (2005). Fábrica de Software: Fatores motivadores, restrições e tendências. [http://www.redepro.rs.gov.br/docs/11177116862Seminarario\\_redepro\\_palestra\\_1.pdf](http://www.redepro.rs.gov.br/docs/11177116862Seminarario_redepro_palestra_1.pdf).

# Processos de Aprendizagem como Fonte de Construção e Acumulação de Capacidades Tecnológicas Organizacionais: um Olhar Teórico segundo a Perspectiva Grupal da Aprendizagem Situada

Daniele Maria Vieira do Nascimento\*, Gleyce Kelly de Miranda<sup>#</sup>

\* PROPAD – Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

<sup>#</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Email: [danielemarian@yahoo.com.br](mailto:danielemarian@yahoo.com.br), [gleycemiranda@hotmail.com](mailto:gleycemiranda@hotmail.com)

## 1 Introdução

O objetivo deste trabalho é colaborar com o tema capacidade tecnológica e sua ligação com outra temática, a da aprendizagem, identificando e explorando os conceitos relacionados a este link, através de uma revisão da literatura pertinente. Por perpassar duas temáticas, este artigo concentra-se nos autores que mais relacionam estes dois temas, por bem dizer capacidade tecnológica e aprendizagem. Utilizou-se a técnica de análise de conteúdo para os dados coletados. Quanto ao tipo, a metodologia deste é exploratória, pois o trabalho foi desenvolvido no sentido de proporcionar uma visão geral do objeto de estudo. Verificou-se a existência de pouco consenso em relação à junção destas temáticas. Não há uma conclusão de qual o processo de aprendizagem mais adequado para acumulação das capacidades tecnológicas. Na verdade o que há é o entendimento de que essa junção existe, sem um detalhamento maior de como esse processo ocorre em si. Adotou-se aqui, então, a aprendizagem situada como sendo a vertente teórica mais adequada para a construção e acumulação das capacidades tecnológicas, em que o importante é identificar os recursos nas organizações e estimular a aprendizagem, pois disto dependem o desenvolvimento, crescimento, acúmulo e inovação das capacidades tecnológicas em si.

A aquisição de tecnologia é a tempo considerada questão central no que tange ao aumento da produtividade e da vantagem competitiva de organizações e países. Brown e Duguid (1991) defendem a idéia de que a inovação conduzirá a empresa a ter vantagens competitivas, pois, segundo Bell e Pavitt (1995), isto reduz os custos através da facilidade de fabricação ou simplificação de logística, aumentando a diferenciação, desenvolvendo novos produtos ou melhorando os já existentes nas suas especificações, qualidade e flexibilidade. Entretanto, o processo de aquisição e inovação tecnológica é algo que diverge claramente entre economias emergentes e de tecnologia de ponta.

Desde a Revolução Industrial existe um *gap* entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento tardio no que se refere à capacidade de geração e investimentos em capacidades tecnológicas. Na verdade, muitos são os autores que versam sobre essa diferença quanto à tecnologia, a exemplo de Bell e Pavitt (1995), para os quais uma das características tecnológicas chave de empresas que operam no contexto de economias emergentes é que normalmente estas iniciam o seu negócio a partir da tecnologia que adquiriram de outras empresas em outros países e para tornarem-se competitivas elas têm que se engajar em um processo de aprendizagem para construir e acumular a sua própria capacidade tecnológica. Diferentemente destes países emergentes, as potências econômicas já possuem tecnologia de ponta e neste caso empenham esforço em sistemas de inovação dos recursos existentes.

Desta maneira, a formação das capacidades tecnológicas está intimamente ligada aos processos de aprendizagem das organizações, seja para inovar seja para copiar. Contudo ainda não há um consenso referente à vertente da aprendizagem mais adequada para a construção destas capacidades e é por isso que este artigo lança a vertente da aprendizagem situada como uma alternativa para esta ligação. Ademais, ainda são poucos os estudos que analisam a formação das capacidades tecnológicas em países de industrialização tardia. Algumas análises ficam no nível de importação de tecnologia por parte de empresas em industrialização e é necessário um foco maior da influência dos processos de aprendizagem como um todo na acumulação de capacidades tecnológicas de empresas situadas em países de economia emergente.

Diante disto, este artigo pretende colaborar com a análise de como os processos de aprendizagem podem contribuir para a construção das capacidades tecnológicas em países de industrialização tardia, adotando a aprendizagem situada como uma alternativa para esta construção.

## 2 Metodologia

O presente artigo caracteriza-se como sendo um artigo teórico e quanto ao tipo, a metodologia deste é exploratória, pois o trabalho foi desenvolvido no sentido de proporcionar uma visão geral do objeto de estudo (Gil, 1999). A caracterização do estudo como pesquisa exploratória normalmente ocorre quando há pouco conhecimento sobre a temática a ser abordada. Assim, busca-se conhecer com um pouco mais de profundidade o assunto, de modo a torná-lo mais claro, tanto para os autores quanto para seus pares.

Utilizou-se a técnica de análise de conteúdo (Vergara, 2004) para os dados coletados. Esta técnica compreende três etapas básicas: (a) pré-análise – seleção do material e definição dos procedimentos a serem seguidos; (b) exploração do material – implementação destes procedimentos; (c) tratamento dos dados e interpretação dos resultados – geração de inferências e resultados da investigação. Assim, o material que compõe a base de dados da pesquisa é constituído de livros e artigos relacionados ao tema.

O procedimento utilizado para a identificação dos conceitos relacionados ao tema foi a grade aberta (Vergara, 2004): foram identificadas as categorias de análise, conforme surgiam. Após o primeiro procedimento, verificou-se a existência de conceitos semelhantes, os quais tinham as mesmas características, mas mudavam de nome, como é o caso de capacidade tecnológica e recurso. Adotou-se nestes casos, a nomenclatura mais utilizada pelos autores.

## 3 Referencial teórico

Nesta seção a explanação das teorias utilizadas é feita, assim como um breve debate teórico, na medida em que se busca um entendimento, unicamente teórico, dos fenômenos aqui em análise.

### 3.1 Capacidade tecnológica

A revolução na economia e o avanço do conhecimento trazem mudanças importantes no cenário global, fortalecendo a competitividade aplicada às capacidades tecnológicas. Estas capacidades, por perpassarem um processo multidisciplinar, envolvem mais que simples mudanças em tecnologias. Englobam conexões, interações e influências de vários graus e setores da cadeia produtiva (Plaza *et al*, 2008).

De maneira geral, várias são as definições de capacidade tecnológica encontradas na literatura. Os conceitos mais antigos falam em atividade inventiva e esforço criativo. Outras definições (por exemplo, Bell e Pavitt, 1995) entendem capacidade tecnológica como as aptidões e conhecimentos incorporados nos trabalhadores, nas instalações da empresa, e nos sistemas organizacionais, os quais visam mudanças na produção e nas técnicas utilizadas pelas empresas. Já Figueiredo (2004) entende capacidade tecnológica como um esforço tecnológico interno para dominar novas tecnologias, adaptando-as às condições locais, aperfeiçoando-as e até mesmo exportando-as. De uma forma mais restrita, há autores que sugerem que as pessoas são o *locus* onde residem as capacidades tecnológicas e que as instituições somente as agregam, mas não as incorporam.

Além destas definições de capacidade tecnológica, há ainda a abordagem teórica da RBV – *Resource Based View* – a qual argumenta que o crescimento e sucesso das firmas dependem da posse e do uso efetivo de recursos heterogêneos e únicos ou de relacionamentos (Serra *et al*, 2007), em que estes “incluem todos os ativos, capacidades, processos organizacionais, atributos da firma, informação e conhecimento, (...) controlados por uma firma, que a habilitam a melhorar sua eficiência e efetividade (...)” (Barney, 1991, p. 101).

Para a presente pesquisa, adota-se a definição de Bell e Pavitt (1995) de que a capacidade tecnológica seriam os “recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas e aprimoramentos nos processos e organização da produção, produtos, equipamentos e projetos de engenharia”. Esses mesmos autores também citam que a acumulação e incorporação destas capacidades tecnológicas ocorrem em indivíduos por meio de suas habilidades, conhecimento e experiência, em sistemas físicos da empresa e nos próprios sistemas organizacionais.

A capacidade tecnológica de uma empresa pode está armazenada ou acumulada em quatro componentes: sistemas técnicos físicos (como maquinaria e equipamentos), conhecimento e qualificação das pessoas (como qualificação formal), sistema organizacional (como rotinas de trabalho) e produtos e serviços (Furtado *et al*, 2005). Entretanto, de acordo com Lall (1992), capacidades tecnológicas podem ser mais sucintamente agrupadas em investimento físico, capital humano e esforço tecnológico.

Somado a estas definições, a literatura ainda faz uma distinção entre dois tipos de recursos. O primeiro seriam as capacidades tecnológicas rotineiras, as quais servem para operar e usar tecnologias e sistemas de produção já

existentes nas empresas. O segundo seriam as capacidades tecnológicas inovadoras, responsáveis pela inovação de tecnologias e sistemas técnico-organizacionais (Figueiredo, 2004).

O ponto importante aqui é que esta tipologia de capacidade tecnológica está intimamente ligada à diferenciação entre empresas de tecnologia de ponta e empresas ainda em processo de industrialização. No caso das primeiras, as evidências na literatura levam ao entendimento de que estas empresas operam basicamente com capacidades tecnológicas inovadoras, enquanto que em empresas de industrialização tardia, as capacidades rotineiras ainda são maioria. De acordo com Figueiredo (2004) isto pode ser explicado pelo fato de que a acumulação de capacidade tecnológica em empresas que operam em economias emergentes tende a inverter a seqüência inovação-investimento-produção, comum de empresas com tecnologia de ponta. Ou seja, com outros termos, Kim (1997) afirma que empresas em industrialização têm foco em engenharia-desenvolvimento-pesquisa.

A caracterização de uma empresa em uma destas duas tipologias de capacidade tecnológica é algo ainda não muito definido pelos autores da área. Todavia, medidores foram desenvolvidos na tentativa de facilitar essa diferenciação. Por um lado, os chamado *medidores convencionais* são baseados em P&D e também em patentes. Por outro lado, os *medidores alternativos* são baseados nas capacidades tecnológicas rotineiras ou inovadoras que a empresa possui. Todavia, vale ressaltar que o uso dos medidores convencionais para analisar os recursos de empresas em economias emergentes é algo falho visto que estas, de maneira geral, não possuem níveis sofisticados de capacidade tecnológica inovadora para conduzir atividades de P&D e patentes (Figueiredo, 2004).

### 3.2 Aprendizagem e capacidade tecnológica

De maneira geral, existem duas fontes para construção das capacidades tecnológicas: os processos de aprendizagem intra-organizacionais e a ligação entre as empresas (integração). Para o presente estudo, adotou-se somente a primeira perspectiva, à dos processos internos de aprendizagem.

Como já supracitado, o processo de construção e acumulação das capacidades tecnológicas está intimamente ligado aos processos de aprendizagem das organizações. Sendo estas organizações inseridas em um contexto de industrialização avançada ou de economias emergentes, a aprendizagem sempre se fará presente, seja para contribuir com o processo de inovação, seja para ajudar na construção de capacidades tecnológicas. Neste sentido, a relação entre os processos de aprendizagem e a construção de capacidades tecnológicas é estudada em duas perspectivas: a primeira refere-se às empresas em processo de industrialização – em países como o Brasil, por exemplo – e a segunda refere-se às empresas com tecnologia de ponta – em países industrializados (Büttenbender, 2002).

No caso dos países de industrialização tardia, duas perspectivas fornecem explicações para como esses países podem acelerar seu desenvolvimento tecnológico: a teoria da acumulação e a teoria da assimilação. Segundo a perspectiva da acumulação, os recursos existentes na empresa já são suficientes, e neste caso as organizações devem se empenhar em aperfeiçoar tais recursos a partir de acesso à informação e ao conhecimento. Diferentemente desta teoria, a perspectiva da assimilação (Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1995) enfatiza o papel da acumulação de recursos e conhecimento via processos de aprendizagem para a implementação de estratégias de inovação voltadas para aceleração do crescimento econômico (Figueiredo *et al.*, 2006).

Uma das características tecnológicas chave de empresas que operam no contexto de economias emergentes é que como normalmente estas iniciam o seu negócio a partir da tecnologia que adquiriram de outras empresas em outros países, para tornarem-se competitivas e aproximarem-se de empresas com tecnologia de ponta, elas têm que se engajar em um processo de aprendizagem para construir e acumular a sua própria capacidade tecnológica (Figueiredo *et al.*, 2006). Existem várias evidências sobre o dinamismo tecnológico de empresas e países que começaram com baixo nível de capacidade tecnológica e conseguiram evoluir para níveis avançados. Mas para que isto ocorra, esforços em aprendizagem são necessários para a criação e acúmulo de capacidades tecnológicas inovadoras.

O processo de formação e acumulação de capacidades tecnológicas em países de tecnologia de ponta está calcado principalmente em elementos envolvidos em seu ambiente inovativo, ou seja, a capacidade de inovar. Esta visão clássica está ligada à teoria do Sistema Nacional de Inovação (SNI). A teoria do SNI vai além da realidade dos países industrializados e lança algumas considerações sobre as atividades tecnológicas em países em desenvolvimento, as quais, segundo esta teoria, envolvem basicamente, três atores: o Estado; as empresas privadas nacionais; e as multinacionais. Quando esses agentes estão articulados, promovendo interações e parcerias tecnológicas e absorvendo técnicos, cientistas e engenheiros, eles se engajam no processo de formação de capacidades tecnológicas do país (Barreto *et al.*, 2006).

Contudo, alguns autores enxergam uma grande limitação desta teoria para com a realidade de países de economia emergente e propõem um conceito mais amplo, baseado em um ambiente de aprendizado. O foco da teoria do SNI na inovação é visto por alguns autores (Barreto *et al*, 2006) como uma limitação à aplicação desta teoria e por isso defendem a visão da aprendizagem. Com esta visão, as capacidades tecnológicas seriam mais bem expostas e assim, reconhecidas sua importância, buscar-se-iam instrumentos e ferramentas para promovê-la.

De acordo com Figueiredo (2000), a aprendizagem é entendida como um conjunto de processos que permite a empresa acumular capacidades tecnológicas (rotineiras e/ou inovadoras) ao longo do tempo. Segundo Büttgenbender (2002), os processos de aprendizagem são o grande desafio das empresas em industrialização já que estas têm de administrar a aprendizagem com vistas a alcançar os mesmos patamares de competitividade das empresas em países de tecnologia de fronteira. Neste caso, os processos de aprendizagem são voltados para o desenvolvimento de conhecimentos e acumulação de capacidades, os quais permitam desenvolver atividades mais complexas no futuro.

Além disso, a literatura foca, em grande parte, nos níveis dos processos de aprendizagem, os quais seriam: aquisição interna de conhecimento, aquisição externa de conhecimento, socialização de conhecimento e codificação de conhecimento (Figueiredo, 2004). Ou seja, o conhecimento técnico é adquirido pelo indivíduo e convertido em conhecimento organizacional e esse processo de aprendizagem é que permite a construção de capacidades tecnológicas da empresa. Todavia, ainda é escasso o detalhamento de qual tipologia de aprendizagem seria mais adequada para entender a construção destas capacidades tecnológicas.

A seguir, propõe-se o uso de uma vertente da aprendizagem, a aprendizagem situada, para o melhor entendimento do processo de acumulação das capacidades tecnológicas organizacionais.

### **3.3 A perspectiva da aprendizagem situada**

Merriam (1998) afirma que a teoria é a lente por meio da qual o fenômeno é desvendado. Neste estudo, as perspectivas teóricas que servem de base para a interpretação da acumulação das capacidades tecnológicas são as abordagens sócio-construtivistas que estudam a aprendizagem, em especial as que estão voltadas para a prática social (aprendizagem situada). A aprendizagem nesse sentido pode ser pensada como um processo pelo qual se aprende como resultado das interações sociais, em que a motivação para o aprendizado está relacionada com o desenvolvimento de habilidades que sejam aplicadas de imediato no cotidiano do trabalho.

Pesquisas realizadas por Merriam e Caffarella (1999) sobre a aprendizagem mostram que dentre as orientações para aprendizagem (behaviorista, cognitivista, humanista, aprendizagem social e construtivista), existe as perspectivas social e construtivista, que concebem “a aprendizagem como um processo de construção de significado; isto é, como as pessoas atribuem sentido às suas experiências” e às suas vivências e interações sociais (Merriam e Caffarella, 1999, p. 261). Para tanto, o indivíduo interage com a realidade e atua nela de forma a conhecê-la e atribuir significado, interpretando-a segundo as suas estruturas cognitivas (Candy, 1991). Dentro da abordagem construtivista, foi adotada neste trabalho a visão sócio-construtivista que entende a elaboração de significados como um processo social de interação.

No caso da acumulação das capacidades tecnológicas, a literatura frisa a importância para países em industrialização da construção de novas capacidades a partir da experiência adquirida dos países com tecnologia de ponta. Neste sentido, a aprendizagem vinculada à experiência pode também ser compreendida como situada no contexto da prática social, sendo um aspecto integral e inseparável desta, estando situada num tempo e espaço correspondentes, sendo influenciada pelo contexto social que a ocasionou. Lave e Wenger (1991) atribuem algumas características a esta aprendizagem situada: a) caráter relacional entre aprendizagem e conhecimento, a partir da negociação de significados no mundo estruturado social e culturalmente; b) a prática social dos indivíduos está baseada em negociações e renegociações situadas de significado; c) entendimento e experiência estão em interação constante e são mutuamente constitutivos.

Segundo esta teoria, a aprendizagem ocorre em função da atividade, contexto e cultura, ou seja, é uma aprendizagem situada, requerendo, portanto, contexto real ou ambientes de aprendizagem os mais ricos possíveis que procurem refletir e interpretar o mundo real - intenso em interação social. Neste cenário, os atores estão, a todo o momento, negociando socialmente os significados que atribuem às suas experiências nos ambientes chamados comunidades de prática (Lave e Wenger, 1991). Esta realidade aplica-se bem à organização, ambiente em que a construção e acumulação das capacidades tecnológicas se desenvolvem a partir da atribuição de significado dado às experiências.

Por conseguinte, acredita-se neste estudo que a abordagem da aprendizagem situada seja a mais apropriada para o entendimento do processo de formação e acumulação das capacidades tecnológicas em empresas inseridas em países de industrialização tardia.

## 4 Considerações finais

Este artigo procurou brevemente descrever como os processos de aprendizagem podem contribuir com a formação e acumulação das capacidades tecnológicas de organizações situadas em um contexto de economias emergentes.

A formação das capacidades tecnológicas diverge quando num contexto de economias industrializadas ou emergentes. Enquanto que nas primeiras as capacidades tecnológicas são basicamente voltadas para sistemas de inovação, nas economias emergentes estes recursos são importados de países industrializados, o que impõe uma importância maior em relação à aprendizagem, basicamente por dois motivos: primeiro, a aprendizagem é necessária para a adequação dos recursos importados à realidade local; segundo, a aprendizagem também é importante por ser peça fundamental na construção de novas capacidades tecnológicas que possam fazer com que países emergentes passem a desenvolver capacidades tecnológicas inovativas e possam entrar para o bloco dos países com tecnologia de ponta.

A simples incidência de mecanismos de aprendizagem, todavia, não é suficiente para a construção e acumulação de capacidades tecnológicas. É necessária a gestão dos diversos processos de aprendizagem para que as empresas possam acumular suas capacidades tecnológicas. Entretanto, foi observado que a literatura relacionada ao tema ainda não tem um consenso acerca de qual processo de aprendizagem é o mais adequado para a construção das capacidades tecnológicas, e justamente por isso foi proposto neste artigo a abordagem teórica da aprendizagem situada como uma alternativa. Segundo esta abordagem, a aprendizagem ocorre fruto da prática social em que os indivíduos interagem nas chamadas comunidades de prática.

Na verdade, este é um tema importante para a gestão de empresas de economias emergentes, já que a habilidade de desenvolver capacidades-nicho é mais arriscada nestas economias o que enfatiza por si só que, em vez de as empresas trabalharem de maneira isolada, estas deveriam focar no seu relacionamento com as demais empresas envolvidas em sua cadeia beneficiando-se dos vínculos inter-organizacionais e aprendendo em conjunto. A acumulação da capacidade tecnológica da empresa também é um elemento que pode contribuir para a saída da categoria de empresa em industrialização para empresa de tecnologia de ponta. Até porque, para se alcançar uma estrutura produtiva eficiente, capaz de criar vantagens competitivas e de penetrar em setores intensivos em tecnologia é preciso concentrar atenção na capacidade tecnológica.

Este estudo, contudo, teve algumas limitações. Primeiro, observou-se que não há um consenso sobre a definição de capacidade tecnológica. Existem muitos conceitos e definições na literatura que por vezes são contraditórios entre si. Segundo, notou-se que os estudos sobre capacidade tecnológica em economias emergentes frisam a importância dos processos de aprendizagem para a construção e acumulação desta capacidade, mas não deixam muito claro qual a abordagem da aprendizagem mais adequada para o entendimento de tal questão. Por fim, houve a limitação metodológica visto que este é um artigo teórico e que a abrangência de toda literatura pertinente ao tema torna-se difícil.

Por conseguinte, acredita-se que mais estudos são necessários para confirmar a aplicabilidade da teoria da aprendizagem situada no processo de construção e acumulação de capacidades tecnológicas num contexto de economias emergentes, assim como estudos que analisem outros processos de aprendizagem e sua relação para com as capacidades tecnológicas de empresas em industrialização.

## Referências

- Barney, J. B. (1991). Firm resources and competitive advantage. *Journal of Management*, 17, p. 99 – 120.
- Barreto, A. L.; Pinho M.; Rocha M. (2006). Contribuições para o estudo da capacitação tecnológica no Brasil: as empresas de base tecnológica e as universidades. *GEPROS*, 1(2).
- Bell, M; Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. *Technology and International Competitiveness*. Washington: The World Bank.
- Brown, J. S.; Duguid, P. (1991). Organizational learning and communities-of-practice: toward a unified view of working, learning, and innovation. In: Cohen, M. D.; Sproull, L. S. (eds.). *Organizational learning*. Thousand Oaks: Sage Publications.

- Büttenbender, P. L. (2002). Acumulação de competências tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem na indústria metal-mecânica: O caso da AGCO Comercio e Industria Ltda, Santa Rosa -RS. Dissertação de Mestrado. FGV-EBAPE.
- Candy, P. (1991). Understanding the individual nature of learning. In: Self direction for lifelong learning: a comprehensive guide to theory and practice. San Francisco: Jossey-Bass, Cap.8, p.249-278.
- Figueiredo, P. N. (2000). Trajetórias de ACT e os processos subjacentes de aprendizagem: revisando estudos empíricos. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro, 34(1), p. 7-33.
- \_\_\_\_\_ (2004). Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. Revista Brasileira de Inovação, 3(2).
- Figueiredo, P. N.; Lemos, A. C. (2006). Aprendizagem Corporativa e Acumulação Tecnológica: a trajetória de uma empresa de transmissão de energia elétrica no norte do Brasil. Gestão e Produção, 13(1), p.31-43.
- Furtado, A. T; Carvalho, R. Q. (2005). Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. São Paulo em Perspectiva, 19(1), p. 70-84.
- Gil, A. C. (1999). Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas.
- Kim, L. (1997). The Dynamics of Samsung's Technological Learning in Semiconductors. California Management Review, 39(3), pp. 86-100.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. World Development. London, 20(2), p. 165-186.
- Lave, J.; Wenger, E. (1991). Situated Learning: legitimate peripheral participation. Cambridge, EK: Cambridge University Press.
- Merriam, S. B. (1998). Qualitative research and case study applications in education. San Francisco: Jossey-Bass.
- Merriam, S; Caffarella, R. (1999). Key theories of learning. In: Learning in adulthood: a comprehensive guide. 2ª ed . San Francisco: Jossey-Bass.
- Plaza, C. M. C. A.; Santos, N.; Romero, V. (2008). Inovações tecnológicas e políticas públicas: análises sociais e ambientais no contexto das atividades industriais sucroalcooleiras no Brasil. Revista Internacional Interdisciplinar Interthesis, Florianópolis, 5, p. 1-28.
- Serra, F. A. R.; Ferreira, M. P.; Pereira, M. F. (2007). Evolução da Pesquisa Brasileira em Resource-Based View (RBV): Estudo dos EnANPAD na Área de Estratégia entre 1997 – 2006. Escola Superior de Tecnologia e Gestão, 2.
- Vergara, S. C. (2004). Métodos de pesquisa em Administração. São Paulo: Atlas.

# Experiência de Ensino-Aprendizagem de Alunos de Engenharia baseado em Projectos

Valteir Romão da Silva<sup>\*</sup>, Rui M. Lima<sup>\*\*</sup>, Emanuel Edwan de Lima<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> Núcleo de Sistemas Embarcados, Escola Superior de Tecnologia, Universidade do Estado do Amazonas, Av. Darcy Vargas, 1200, Manaus 69050-20 Amazonas, Brasil.

<sup>\*\*</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

<sup>\*\*\*</sup> Instituto Certi Amazonia, Av. Presidente Kennedy, 661. 69074-000 Manaus, Amazonas, Brasil

Email: [valteir@gmail.com](mailto:valteir@gmail.com), [rml@dps.uminho.pt](mailto:rml@dps.uminho.pt), [eel@manaus.certi.org.br](mailto:eel@manaus.certi.org.br)

## 1 Introdução

Manaus, a oitava maior cidade do Brasil (IBGE, 2007), capital do Estado do Amazonas, é um importante centro econômico do país, concentra mais de 500 empresas em seu pólo industrial, reunindo indústrias de eletroeletrônica, veículos de duas rodas, produtos de informática e indústria química, gerando mais de 80 mil empregos diretos, e faturando, anualmente, mais de U\$26 bilhões (Suframa, 2010).

Devido à sua história e características, Manaus possui muitos contrastes, pois é a anfitriã da mais antiga universidade brasileira (Brito, 2004), e, ao mesmo tempo, enfrenta dificuldades para manter um bom nível de educação superior. Atualmente Manaus possui um bom número de instituições de nível superior ministrando cursos de engenharias. No entanto, as empresas e os institutos de pesquisa instalados na cidade, têm enfrentado problemas devido à inflexibilidade dos currículos ofertados pelas instituições de ensino, e o não sincronismo destes com as reais necessidades do mercado, uma vez que os avanços tecnológicos nos produtos eletroeletrônicos ocorrem de forma cada vez mais intensa.

Como exemplo, pode ser citado a não preparação das instituições para a formação profissional e o desenvolvimento tecnológico em sistemas embarcados (embedded), entre outras ciências. Sistemas embarcados caracterizam-se por softwares embutidos em equipamentos eletroeletrônicos e de informática. Se por um lado, o oferecimento de um curso clássico de engenharia não deve ter por preocupação única atender a novas demandas tecnológicas, o seu objetivo deve ser formar profissionais com sólidos conhecimentos dos fundamentos destas ciências e capazes de entender e usar novas tecnologias que surjam, pelo outro se observa a necessidade de uma formação focada e mais próxima da realidade das empresas, que em muitos casos não dispõem de orçamento e de tempo para complementar a capacitação de seus profissionais, com vistas a aumentar sua competitividade em um mercado cada vez mais globalizado.

Este pensamento foi o principal motivador do Núcleo de Sistema Embarcados (NSE), da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), que percebendo a necessidade de complementar a formação dos estudantes de engenharia, formou equipes de trabalho composta por alunos de graduação em engenharia e pesquisadores, com larga experiência em empresas, para participarem de um projecto real. Sendo este o objetivo deste trabalho: apresentar a experiência do NSE/UEA no processo de ensino-aprendizagem, de alunos de engenharia, baseado em projectos.

## 2 Características do processo ensino-aprendizagem do NSE

Esta seção apresenta o Núcleo de Sistemas Embarcados, o projecto de desenvolvimento realizado com a participação dos alunos de engenharia, e as características do processo de ensino-aprendizagem baseado em projectos adotada pelo NSE.

### 2.1 O Núcleo de Sistemas Embarcados

O Núcleo de Sistemas Embarcados da UEA surgiu no ano de 2006, primeiramente como um grupo de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e posteriormente como um núcleo para o desenvolvimento de projectos inovadores para atender a demanda das empresas instaladas em Manaus.

Atualmente a equipe de desenvolvimento do NSE é formada por onze professores da Escola Superior de Tecnologia da UEA, oito pesquisadores contratados, com larga experiência na indústria, e vinte alunos de graduação, sendo doze bolsistas e oito voluntários. Sua infra-estrutura é composta por uma área de desenvolvimento e dois laboratórios.

## 2.2 O projecto

O contexto político-econômico mundial vem demandando dos países a busca por um sistema elétrico mais eficiente, confiável, flexível e otimizado tanto em custos como em recursos; bem como, que imponha uma participação menor do carvão mineral e petróleo na composição de suas matrizes energéticas (Reis & Silveira, 2001).

Neste contexto, um processo de início recente promove a atualização do sistema elétrico, por meio da incorporação de novas tecnologias, principalmente da área de telecomunicações. Isto vem estabelecendo profundas mudanças no sistema elétrico existente e, na verdade, fazendo surgir um novo sistema cuja denominação mundialmente atribuída é Smart Grid (RTD Info Magazine, 2005).

No segundo semestre de 2008, o NSE iniciou o desenvolvimento de um projecto, denominado “Sistema Eletrônico de Gerenciamento de Cargas da Rede Secundária de Distribuição”, para a Amazonas Energia S/A, empresa concessionária do fornecimento de energia elétrica do estado. O projecto, que encerrou em abril de 2010, consistiu no desenvolvimento do protótipo de um sistema capaz de efetuar o gerenciamento remoto e a automatização de processos recorrentes na rede secundária de distribuição de energia. Dentre as características inovadoras do projecto, pode ser citada sua arquitetura estrutural, e sua capacidade de realizar a reconfiguração do arranjo de conexões dos circuitos monofásicos ligados à rede de distribuição, já com relação ao desenvolvimento do projecto, este reuniu características que exigiram o conhecimento multidisciplinar, presentes na engenharias elétrica, da computação, da produção e da mecatrônica.

## 2.3 Ensino-aprendizagem baseado em projectos e o processo de gestão do NSE

Nõmm (2009) afirma que o maior problema para a formação de bons engenheiros é a falta de alunos motivados, e o NSE compartilha deste pensamento, onde sua experiência na formação de alunos de engenharia, baseado em projecto, mostrou que esta abordagem não é somente um fator motivador para os alunos, mas também um grande aliado no ensino das engenharias e na formação destes futuros profissionais, uma vez que estimula o desenvolvimento de competências transversais essenciais para o trabalho em equipe, como a capacidade de cooperação, de tomada de decisões e de liderança, aspectos esses geralmente negligenciados na formação tradicional.

O referido desenvolvimento de competências transversais, que é tão importante quanto à formação técnica, é estimulada por estarem os alunos imersos em um ambiente, que embora esteja dentro de uma universidade, é similar ao ambiente empresarial. Tal similaridade é percebida, não na estrutura física do NSE, mas sim em sua dinâmica de trabalho, refletida na definição de metas, no cumprimento de prazos e custos, e no acompanhamento das atividades realizadas. Para isso o NSE precisou se adequar e implantar processos de gestão de projectos, e assim trabalhar dentro dos mesmos padrões de qualidade e principalmente na mesma constante de tempo exigido pelo mercado.

Para o alcance das metas dentro dos prazos, custos e nível de qualidade, os alunos tiveram que aprender e seguir algumas metodologias e processos de desenvolvimento e gerenciamento de projectos criados pelo NSE, e tendo como base processos e metodologias já consolidadas como o corpo de conhecimento em gerenciamento de projectos do Project Management Institute (PMI, 2004), e os métodos ágeis como o XP e o Scrum.

O NSE criou quatro macro-processos (Figura 1), sendo um principal, o de Desenvolvimento que tem como entrada as necessidades do cliente e saída o produto, e três de apoio ao macro processo principal.

O macro-processo de Desenvolvimento, por sua vez, foi desdobrado em cinco processos, denominados: Necessidades Requisitos, Estado da Técnica, Requisitos Técnicos, Implementação e Teste (Figura 2).



Figura 1: Macro processos para a gestão de projectos do NSE

A definição dos referidos processos, auxiliou, não somente no entendimento dos alunos de engenharia, do que é uma gestão de projectos baseada em processos, com também na montagem das equipas e na definição dos papéis que alguns assumiram no projecto. Como exemplo disso, pode-se citar os papéis de gestor de requisitos, de gestor de testes e gestor de configuração. O gestor de requisitos tinha como atribuições, além de participar do desenvolvimento propriamente dito, manter atualizado o documento de especificação dos requisitos do projecto por meio do acompanhamento das mudanças ocorridas ao longo do mesmo. O gestor de testes, por sua vez, tinha como atribuições definir um plano de testes e validar, por meio da execução de casos de testes, a implementação de cada um dos requisitos definidos pelo cliente.



Figura 2: Processos de desenvolvimento

Para a gestão de configuração do projecto, também foi definido um papel de gestor que assumiu a responsabilidade de padronizar uma árvore de desenvolvimento de projecto (Figura 3) e implantar uma ferramenta para automatizar a gestão de configuração dos artefactos (códigos, documentos, atas de reunião, especificação de hardware, entre outros) gerados no decorrer do projecto.

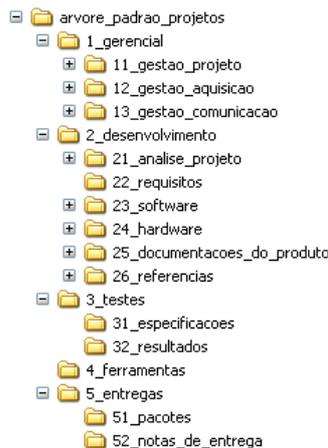


Figura 3: Árvore de desenvolvimento de projectos do NSE

A ferramenta seleccionada para o controle de versões foi o Tortoise, que se trata de um software, baseado na arquitetura cliente - servidor, que automatiza o processo de publicação, revisão, e atualização dos artefactos gerados em um projecto.

Para o acompanhamento das atividades utilizou-se da gestão visual, muito difundida nas empresas que adotam os conceitos Lean, e criou-se um painel de controle de atividades semanais. Este painel era projetado, em uma tela de LCD, todos os dias durante toda a jornada de trabalho e continha apenas as informações mínimas e necessárias para identificar os responsáveis e o andamento das atividades. O painel era atualizado, pelos próprios estudantes, diariamente ao final de cada dia, e uma vez por semana servia de base para uma reunião de status do projecto com os professores e os demais pesquisadores.

### 3 Considerações finais

Como forma de se avaliar a percepção dos alunos em relação à sua participação no projecto foi elaborado um instrumento de pesquisa, com questões fechadas, para levantamento da satisfação destes em relação a três aspectos:

Melhorias em seu aprendizado técnico – Buscava avaliar se a participação do aluno no projecto conseguiu contribuir para um melhor desempenho em relação ao conhecimento adquirido em sala de aula.

Melhorias em suas competências transversais – Aspectos tais como trabalho em equipe, facilidade de comunicação com outros, cooperação e tomada de decisão foram avaliados nessa dimensão.

Melhorias em seu aprendizado de processos de gestão – Aqui foram abordadas questões relacionadas ao uso de processos no desenvolvimento de projectos.

O instrumento foi aplicado em 19 dos vinte alunos que participaram do Project, e de acordo com o gráfico (Figura 4) pode-se visualizar que mais de 80% concordam que obtiveram melhorias em relação ao seu aprendizado técnico e em suas competências transversais. Entretanto o resultado mais expressivo, revelado pela pesquisa, foi que quase 100% dos alunos mostraram-se satisfeitos com o aprendizado de processos de gestão de projectos, o que pode lhes proporcionar melhores chances de sucesso no desenvolvimento de projectos em ambientes reais.

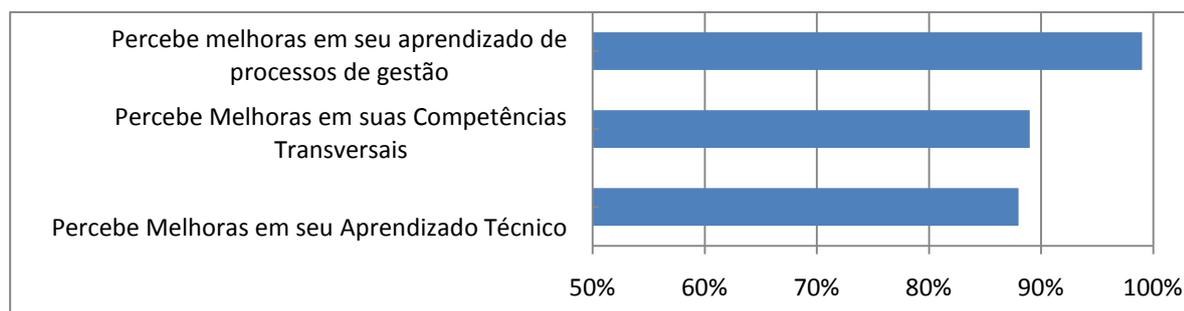


Figura 4: Percepção dos alunos em relação ao seu aprendizado

## References

- Brito, R. M (2004). Da Escola Universitária Livre de Manáos à Universidade Federal do Amazonas; 95 anos construindo conhecimentos. EDUA ISBN: 85-7401-150-9, Manaus.
- IBGE (2007). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem da População 2007. Acesso 27 de abril de 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007>
- Nõmm, P. (2009). Promoting Engineering Education through a Project. First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education.
- PMI - Project Management Institute (2004). Guide to the Project Management Body of Knowledge. Newtown Square, EUA.
- Reis, L. B., Silveira, S. (2001). Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável. 2ª ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- RTD Info Magazine (2005). Towards Smart Power Networks - Lessons learned from european research FP5 projects. European Commission, Directorate-General for Research Sustainable Energy Systems, Brussels, Belgium.
- Suframa (2010). Indicadores de Desempenho do Pólo Industrial de Manaus. Acesso 13 de abril de 2010. Disponível em: [www.suframa.gov.br/download/indicadores/RelatorioIndicadoresDesempenho\\_fevereiro\\_2010\\_29032010.pdf](http://www.suframa.gov.br/download/indicadores/RelatorioIndicadoresDesempenho_fevereiro_2010_29032010.pdf)





# Avaliar o Desempenho Discente no Trabalho por Projetos nos Cursos Superiores de Formação Profissional: uma Experiência no IFRN, Brasil

Luzimar Barbalho da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Rio Grande do Norte-Brasil  
Doutoranda em Educação na Universidade do Minho, Campus de Gualtar 4710-057, Braga, Portugal

Email: [luzimar\\_1@yahoo.com.br](mailto:luzimar_1@yahoo.com.br)

## 1 Introdução

A experiência proposta foi vivenciada no Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (CEFET-RN), atual Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Brasil, envolvendo os cursos de formação de professores de Física e de Geografia, no período de 2002 a 2006. A avaliação dos discentes a partir da realização de trabalho por projetos, além de outros instrumentos, estava prevista no plano curricular de curso e desenvolveu-se como um modelo mais adequado para os pressupostos e objetivos da concepção de aprendizagem ativa, consciente e colaborativa. Procura-se discutir a referida experiência com base na investigação participativa com uso dos instrumentos: a observação e o inquérito de questionário aplicado aos estudantes.

### 1.1 Motivação

Esta comunicação objetiva contribuir com as reflexões em torno da avaliação discente a partir do trabalho por projetos nos cursos superiores de formação profissional, considerando que as transformações na gestão e nos processos de trabalhos impulsionadas pelas descobertas científicas e tecnológicas impuseram novas exigências às práticas e um novo perfil profissional, conseqüentemente, novos desafios e práticas às instituições de formação.

Este novo profissional, caracteriza-se por ser um sujeito que apresenta competências de educabilidade, isto é, aprender a aprender, trabalhar em equipe e competências relacionais e técnico-científicas nos diferentes campos do saber (Bruno & Fonseca, 1995), além de novas atitudes, desde de ser confiante, criativo, curioso, cooperativo e gerador de mudanças (Silva, 1997, p.57). Aprender deixa de ser um simples ato de memorização, e ensinar não significa mais repassar conteúdos prontos. Nessa postura, todo conhecimento é construído em estreita relação com o contexto em que é utilizado, sendo, por isso mesmo, impossível separar os aspectos cognitivos, emocionais e sociais presentes nesse processo. A formação dos alunos não pode ser pensada apenas como uma atividade intelectual. É um processo global e complexo, no qual conhecer e intervir no real não se encontram dissociados, exigindo uma nova postura tanto dos estudantes quanto dos professores frente às diferentes maneiras de avaliar o desempenho acadêmico e de apropriação do conhecimento.

Nessa perspectiva, os projetos de trabalho não se tratam de uma mera técnica, mas de uma maneira de compreender o sentido da escolaridade baseado no ensino para a compreensão, que é uma atividade cognoscitiva, dialógica, experiencial, e relacional. Nesta lógica de trabalho em processos de formação, o ato de avaliar não compreende mais à atribuição de notas, enquanto expressão de mensuração da aprendizagem dos estudantes, mas um ato complexo, compartilhado, processual e investigativo, constituindo-se em tomada de consciência dos caminhos percorridos para se construir os conhecimentos, ou seja, preocupa-se não só com a apropriação de um saber, mas também “da maneira de se apropriar dele” (Abrecht, 1994, p.68).

## 2 Discutindo a experiência: aspectos teóricos e metodológicos

Nos cursos de licenciatura em Geografia e em Física do IFRN, o trabalho por projeto transcorria-se semestralmente, tendo como fundamentação a aprendizagem significativa e a concepção de apreender e desenvolver competências partindo do aprender a aprender e das trocas de conhecimento e experiências. A aprendizagem significativa implica num processo de mediação (do professor ou dos estudantes entre si) e de reelaboração a partir de relações substanciais dos conhecimentos já sistematizados com os novos saberes descobertos (Ausubel, 1982).

Nesta perspectiva, a avaliação consiste num processo de regulação, seja no nível do dispositivo pedagógico, seja no nível da regulação das atividades dos alunos. Alves (2004), discute que no processo avaliativo a regulação no nível do dispositivo pedagógico acontece quando o professor, informado dos efeitos do seu trabalho pedagógico,

modifica a ação ajustando as suas intervenções e no nível das atividades dos alunos, a regulação permite a tomada de consciência pelos mesmos das dificuldades com que se depara no seu percurso de formação.

Nas licenciaturas do IFRN, a avaliação dos alunos acontecia de forma contínua envolvendo os dois momentos de realização do trabalho por projeto: o primeiro, que correspondia a elaboração do projeto de trabalho e o segundo, o de execução. No primeiro momento, os professores da componente curricular Metodologia Científica explicitavam os aspectos conceituais e procedimentais acerca do trabalho, orientavam os estudantes na elaboração do projeto e avaliavam o desempenho dos grupos a partir de observações, registros e intervenções dialógicas. Destacamos que nessa etapa, os alunos já procuravam os professores das áreas de conhecimento específico para fornecem orientação e subsídios teóricos de acordo com o tema escolhido pela equipe.

No segundo momento, fase de execução dos projetos, os estudantes interagiam diretamente com os professores das áreas específicas do conhecimento do semestre letivo, uma vez que as temáticas estavam relacionadas com as disciplinas, sendo na sua maioria projetos interdisciplinares. Processualmente, esses professores faziam suas apreciações avaliativas e orientavam os ajustes dos trabalhos em equipes. Cada turma de estudantes tinha um professor que assumia o papel de tutor dos trabalhos, com o apoio da coordenadora pedagógica dos cursos. A avaliação descentralizou-se do desempenho individual para uma avaliação do desempenho de equipe, incluindo a auto-avaliação enquanto processo que conduz à reflexão e à autonomia (Hadji, 2001; Alves, 2004; Abrecht, 1994).

A auto-avaliação confere autonomia ao aluno, oferecendo-lhe ao mesmo tempo a iniciativa e a reorientação do aprofundamento, da alteração de direção ou da consolidação do percurso da sua aprendizagem (Abrecht, 1994, p. 128). Assim, desenvolver no aluno, uma verdadeira competência de auto-avaliação, ao serviço de uma aprendizagem significativa, é afirmar a sua identidade sem ocultar a alteridade (Alves, 2004, p.84).

Na experiência, a auto-avaliação foi entendida como aspecto da dimensão qualitativa do processo avaliativo, funcionando como indicador da reorientação dos trabalhos pelos próprios estudantes e da intervenção docente nos planos individual e de grupo. No final do semestre letivo, sob a coordenação dos tutores de turma e da coordenadora pedagógica, era constituída uma banca examinadora com todos os professores das turmas para avaliação dos produtos, resultantes dos projetos desenvolvidos. Após a exposição dos trabalhos, cada professor, respeitando critérios expressos numa ficha avaliativa, interpelava os estudantes para avaliar o nível de coerência, conhecimento e argumentos em torno dos resultados alcançados em equipe. Cada professor atribuía uma nota numa escala numérica de 0 a 10 de acordo com os conhecimentos e competências apresentadas na sua área de especialização. Essas notas, no final dos trabalhos, eram tabuladas, resultando numa única nota ou conceito. Num fórum coletivo ocorria a avaliação de todo trabalho, envolvendo estudantes e professores, com ênfase nas dificuldades e nos avanços apresentados no percurso do projeto.

Entende-se que o trabalho por projetos nos cursos de formação profissional constituiu uma alternativa metodológica que pode contribuir para o desenvolvimento de capacidades e atitudes necessárias aos profissionais na atual conjuntura social e do mundo do trabalho. Concorda-se com Hernández (1998), quando este defende que o trabalho por projetos representa uma nova postura pedagógica, coerente com uma nova maneira de compreender e vivenciar o processo educativo de modo a responder a alguns desafios da sociedade atual. Neste sentido, trata-se de um processo que exige rupturas com práticas anteriores e, por vezes, fácil de captar algumas resistências devido o significado que o “novo” e o “já conhecido” representam.

Dessa maneira, não é de causar admiração quando nos colegiados avaliativos foram apontadas pelos professores e estudantes diferentes dificuldades de se avaliar e trabalhar por projeto: o novo era concebido como algo estranho e que causava receio. Alguns professores apresentavam, de certo modo, resistência, pois, esse trabalho pedagógico implica estar aberto aos julgamentos, ou seja, indiretamente, o trabalho docente também passa a ser avaliado pelos colegas professores e pelos estudantes. Além disso, a preocupação com o conteúdo do programa das disciplinas estava sempre presente, pois os professores temiam que não houvesse tempo suficiente para ministrar o conteúdo previsto. Parece que não era perceptível para os professores que não havia perda de conteúdos, pois não tratava-se de dois planejamentos de ensino, ou pelo menos, não se pretendia que fosse. Parece que os docentes não percebiam que outros tipos de conhecimentos e saberes também estavam sendo construídos e mobilizados num trabalho por projetos.

Talvez, essa postura estivesse relacionada com o fato de que os conhecimentos experienciais, assim como, os demais saberes sempre estiveram assumindo um lugar marginal no currículo frente a primazia dos conhecimentos acadêmicos, assim por muito tempo e, até recentemente, a escola, e, em especial, os professores eram concebidos os únicos detentores do conhecimento, sendo alvos da avaliação criterial. Para Hadji (1994, p.52), a avaliação criterial utiliza-se da norma, “sendo o quadro de referência constituído por um desempenho-alvo (critério de

conteúdo)". Compreender o funcionamento do avaliador num dispositivo de avaliação é, pois, apoiar-se num modelo de referência (normas e objetos de avaliação) e colocar a hipótese que as suas concepções podem guiar o conjunto de tomadas de decisões avaliativas (Alves, 2004).

Outra dificuldade apontada tanto pelos professores quanto pelos discentes era o fator tempo. Para os docentes, se fazia necessário, maior disponibilidade a fim de melhor acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos e avaliar o desempenho dos estudantes. Para os discentes, o tempo que destinava aos estudos, em especial para esse tipo de aprendizagem, era reduzido, pois frequentavam os cursos no noturno e eram trabalhadores durante o dia. Os discentes também destacaram como dificuldades, principalmente a de avaliar o trabalho e de se auto-avaliarem, assim como, o momento inicial do trabalho que exigia-lhes auto-organização, planejamento, autonomia e conciliação dos diferentes interesses num trabalho em equipe, aspectos ainda pouco trabalhados nas instituições de formação.

O trabalho com os projetos no IFRN procurava despertar no corpo discente o entendimento acerca da nova postura exigida aos alunos frente ao seu processo de formação, em que esses deixam de ser passivo para assumir a (co) participação e a (co) responsabilidade com o seu processo de conhecer, com o auto-desenvolvimento e a auto-formação. Entretanto, esse auto-desenvolvimento ocorre na troca, na interação, na mediação docente, no processo avaliativo dialógico com o contexto e entre os sujeitos, como defendia Freire (1997).

A propósito, vale destacar o pensamento de Freire: o diálogo é o encontro entre os homens, mediatizados pelo mundo, para designá-lo. Se ao dizer suas palavras, ao chamar ao mundo, os homens o transformam, o diálogo impõe-se como o caminho pelo qual os homens encontram seu significado enquanto homens; o diálogo é, pois, uma necessidade existencial (Freire, 1980, p.82 e 83). No contexto da avaliação discente, o diálogo assume um espaço fundamental em todas as etapas de avaliação, abrangendo desde a definição dos critérios avaliativos à execução dos instrumentos sejam fichas, registros de observações, grelhas, dentre outros.

Assim, a avaliação do desempenho discente parte de duas premissas básicas: confiança na possibilidade dos estudantes construírem suas verdades e valorização de suas manifestação e interesses. Exige do educador uma concepção de jovens e adultos, como sujeitos de desenvolvimento inserido no contexto de sua realidade social e política. Daí, avaliar é dinamizar oportunidades de ação-reflexão, num acompanhamento permanente do professor, que incitará o estudante a novas questões a partir de respostas formuladas, não num momento terminal do processo educativo, mas uma busca de compreensão das dificuldades do educando e na dinamização de novas oportunidades de conhecimento (Hoffmann, 1991). Avaliar, consiste no professor interferir na conduta ensinada e aprendida pelo estudante (Luckesi, 2005).

### 3 Considerações

Afirma-se que, apesar das dificuldades apontadas, os discentes e os docentes reconheciam que o trabalho por projetos era significativo no contexto de formação, exigindo uma nova postura de todos envolvidos, fato enfatizado nos discursos dos estudantes: "O projeto integrador constitui numa atividade significativa, desde que ocorra a participação dos alunos e dos professores, ou seja, não podemos esperar somente pelos professores, é preciso pesquisar, coletar material, o que ainda, pela prática alguns dos colegas de turma não compreenderam ou não tomaram consciência do seu papel nesse processo" (Aluna de Geografia do IFRN). "É necessário que haja uma maior integração, tanto na escolha dos temas, como nas orientações e a coerência na avaliação" (Aluno de Física do IFRN). Percebeu-se ao longo do processo, a elaboração do pensamento crítico e responsável dos estudantes e a importância dada pelos mesmos ao trabalho por projeto. Na pesquisa realizada junto os estudantes da (n=10) de respondentes ao instrumento de avaliação, 89% conferem que os projetos constituem uma estratégia de ensino significativa, desde que haja o envolvimento dos estudantes e a integração dialógica dos professores das diferentes disciplinas no âmbito do planejamento e da avaliação.

Nos fóruns avaliativos, os professores enfatizavam que a avaliação do desempenho dos discentes nos trabalhos por projetos exige um ajuste contínuo do trabalho docente e um incentivo à pesquisa, motivada pelo próprio processo de descoberta implicado, tornando-se uma atividade instigadora. Quanto à avaliação do desempenho discente avaliava-se de forma participativa, exigindo critérios claros, transparência e um juízo de justiça de ambas as partes, em que o professor assume o seu papel de mediador das práticas e o estudante de agente ativo e co-responsável pela sua formação.

Além, de considerar a subjetividade dos estudantes a partir do respeito aos diferentes ritmos de aprendizagens, a avaliação do desempenho, nos projetos, deve centrar-se no grupo no sentido de atender às condições de

funcionamento da formação e aos seus processos, bem como à expressão das expectativas, motivações e percepções dos participantes (Barbier, 1985, citado por Lima, Carvalho, Flores & Hattum, 2005).

Considera-se, portanto, que avaliar o processo de aprendizagem e o desempenho dos estudantes através do trabalho por projeto implica conceber o processo de formação numa dimensão mais ampla, de confiança, de responsabilidade e de co-participação. Implica, ainda, ter a clareza das concepções de homem, de profissional e de educação que encontram-se no bojo dessa prática pedagógica. É preciso compreender a instituição de formação como construto social e espaço de diálogo e das práticas colaborativas.

## Referências

- Ausubel, D. P. (1982). *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.
- Abrecht, Roland. (1994). *A Avaliação Formativa*. Rio Tinto: Edições ASA.
- Alves, Maria Palmira Carlos (2004). *Currículo e Avaliação: Uma perspectiva integrada*. Porto Editora.
- Bruno, Magda & Fonseca, Maria Cristina Linhares da. (1995). *Qualificação e Educação onmilateral frente a Reestruturação do trabalho*. Revista da Faculdade de Educação da USP, São Paulo, v.1,n. 1,p.31-47, dez, 1995.
- Freire, Paulo (1997). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Freire, Paulo (1980). *Educação como prática da liberdade*. 10ª ed, Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Hadj, Charles (1994). *Avaliação regras do jogo*. Porto Editora.
- Hadj, Charles (2001). *A avaliação desmistificadora*. Porto Alegre: ARTMED Editora
- Hernández, Fernando (1998). *Transgressão e mudança na Educação. Os projetos de trabalho*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Hoffmann, Jussara M.L. (1991). *Avaliação: mito e desafio-uma perspectiva construtivista*. Educação e Realidade, Porto Alegre.
- Luckesi, Cipriano Carlos (2005). *Avaliação da aprendizagem escolar*. São Paulo: Cortez Editora, 17ª ed.
- Lima, Rui M., Carvalho, Dinis, Flores, Maria Assunção & Hattum, Natascha Van. (2005) *Ensino/Aprendizagem por projectos: Balanço de uma experiência na Universidade do Minho*. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt>.
- Silva, Luzimar Barbalho da. (1997). *Novas Tecnologias, Trabalho e Educação no Brasil: do Taylorismo/Fordismo ao Toyotismo no Brasil*. Trabalho Monográfico de Conclusão de Curso Lato Sensu, não-publicado da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Natal-RN, Brasil.

# A Tecnologia da Informação como Ferramenta Indispensável à Logística

Jefferson Bruno de Melo Dantas\*, José Sérgio da Silva Júnior<sup>†</sup>, Marcus Eduardo Freitas Dantas\*, Victor Hugo Gonzaga Raimundo\*, Luciano Fernandes Monteiro\*\*, Marconi Freitas-da-Costa\*\*\*

\*Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil

\*\*Curso de Administração, Universidade Federal do Piauí, Picos, Brasil

\*\*\*Núcleo de Gestão, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, Brasil

Email: [jeff\\_bruno\\_1@yahoo.com.br](mailto:jeff_bruno_1@yahoo.com.br), [lucianofm2007@gmail.com](mailto:lucianofm2007@gmail.com), [marconi.fcosta@ufpe.br](mailto:marconi.fcosta@ufpe.br)

## 1 Introdução

Nos últimos tempos observou-se que a logística assumiu um papel de grande relevância estratégica para as empresas que atuam no mercado atual, proporcionando-lhes, na maioria das vezes, um diferencial competitivo bastante significativo. Nesse contexto, alguns conceitos como Logística Integrada e Supply Chain Management surgiram para mostrar que o papel da logística dentro de uma organização é mais amplo e envolve mais funções do que se imaginava há algum tempo. Segundo Bowersox, Closs & Cooper (2006) o conceito geral de uma cadeia de suprimentos integrada é comumente ilustrado através de um diagrama linear que inter-relaciona as firmas participantes de uma unidade competitiva coordenada. Isso implica numa gestão de relacionamento multiempresas inserida numa estrutura caracterizada por limitações de capacidade, informações, competências essenciais, capital e de restrição de recursos humanos. Quando se trata da Logística Integrada, para Bowersox, Closs & Cooper (2006), o desafio fundamental da gestão integrada é o de redirecionar a ênfase tradicional na funcionalidade para se concentrar na realização do processo. O objetivo da gestão integrada é atingir o mais baixo custo de todo o processo, e não a obtenção do custo mais baixo para cada função incluída no processo.

Para que os conceitos citados anteriormente sejam implementados de forma eficaz dentro de uma organização, se faz necessária a utilização da TI como ferramenta indispensável ao desenvolvimento da logística. O mais importante elemento que possibilita a gestão da cadeia de suprimentos é a tecnologia da informação (Bowersox, Closs & Cooper, 2006).

A tecnologia de Informação é um dos principais responsáveis pela nova fase econômica. Mesmo com o aumento da quantidade de clientes, houve também o aumento da quantidade de concorrentes. Se uma organização possuir um bom gerenciamento da TI, isso trará a organização uma vantagem competitiva que a tornará forte diante de seus concorrentes. Segundo Graeml (2000) a Tecnologia de Informação acirrou mais a competição global, pressionando as empresas a pensar globalmente, em vez de meramente local ou regional, e salienta que a competição global implica em desenvolver redes de informação, sistemas inter-organizacionais e sistemas que podem ser trabalhados em qualquer lugar.

## 2 Evolução dos conceitos logísticos e de TI

Para se compreender o que é tecnologia da informação, precisamos inicialmente entender o que a informação. Para Bio (1996) informação é todo dado coletado, tratado e estruturado de forma a gerar algo útil a para a tomada de decisão. Mas para gerar uma informação competitiva é necessário um gerenciamento sistemático e dinâmico da informação (Fleury, Wanke & Figueiredo, 2000). Nisso os conceitos de Tecnologia da Informação são basicamente os mesmos, com o significado bem próximo um do outro, independentemente de cada autor. Em geral veremos que a TI é tudo aquilo que é utilizado para manipular a informação com o intuito de melhorar a produtividade, a eficácia e a competitividade das organizações. Para Beraldi, Escrivão Filho & Rodrigues (2000) a TI representa todas as tecnologias necessárias para coletar, tratar, interpretar e distribuir as informações em tempo hábil e de maneira adequada. Segundo Graeml (2000) TI é “o conjunto de tecnologias resultantes da utilização simultânea e integrada de informática e telecomunicações”. Já para Valle (1996) TI é como uma ferramenta utilizada pelas empresas produtivas para alavancar e potencializar o processo de criação e desenvolvimento de capacitação tecnológica. Pelo que foi visto os sistemas computacionais, incluindo qualquer software e hardware usado como ferramenta para o tratamento da informação é considerado componente da tecnologia da informação. Segundo Leite (1999) a evolução da TI além de acelerada, tem influenciado fortemente os modelos de administração e gerenciamento dos negócios, e provocado mudanças significativas no comportamento das

peças, tanto na vida profissional, quanto na vida pessoal. Para Graeml (2000) a tecnologia influenciou na forma de se competir, passando de economias de escala e quantidade a economias de estilo e qualidade, visando mais o cliente.

Atualmente a Logística Empresarial está associada diretamente ao fato de uma organização relacionar-se com o cliente interagindo de forma eficiente com a cadeia produtiva para conquistar o objetivo final – estar competitivamente atuando no mercado. Para Ballou (1993), um dos objetivos da logística é melhorar o nível de serviço oferecido ao cliente, onde o nível de serviço logístico é a qualidade do fluxo de produtos e serviços e gerenciado. A logística, portanto, é um fator que pode ser utilizado como estratégia para uma organização. Sua aplicação se dá da escolha adequada de fornecedores, passando pela organização e chegando ao cliente. Para obter essa vantagem competitiva, as empresas estão recorrendo aos sistemas integrados de informação, buscando automatizar seu processo produtivo utilizando algumas tecnologias do tipo: Electronic Data Interchange (EDI), o Warehouse Management System (WMS), tecnologia de código de barras e o Vendor Managed Inventor (VMI).

As informações logísticas possuem dois componentes principais: planejamento/coordenação e operações. Os sistemas de informação da cadeia de suprimentos dão início a atividades, e acompanham a informação referente aos processos, facilitando o compartilhamento de informações tanto dentro da empresa como entre os parceiros da cadeia de suprimentos, ao mesmo tempo em que auxiliam no processo de tomada de decisão gerencial. Todos os componentes dos sistemas precisam estar interligados para oferecer uma ampla funcionalidade da análise, iniciação e monitoramento das operações na cadeia de suprimentos. A tecnologia da informação também é fundamental para o compartilhamento de informações que visam a facilitar o planejamento e as operações logísticas e da cadeia de suprimentos, Bowersox, Closs & Cooper (2006). E em muitas vezes a informação torna-se indisponível no local onde é necessária, em termos de tempo e de conteúdo, porque as atividades logísticas são desempenhadas em locais distantes do hardware da tecnologia da informação. Avanços significativos ocorreram para facilitar a comunicação logística nas empresas e entre os parceiros da cadeia de suprimentos. Existem formas que tentam possibilitar uma comunicação mais rápida e mais consistente entre os parceiros. Algumas delas, como código de barras, leitura óptica e radiofrequência estão fortalecendo substancialmente a efetividade da comunicação entre os sistemas de informações logísticos e o ambiente físico no qual precisam operar. A acessibilidade e a capacidade cada vez maiores desses sistemas de informação e comunicação aumentam substancialmente a disponibilidade e a precisão das informações na cadeia de suprimentos.

As empresas dependem de informações precisas e cada vez mais on-line com o fluxo de materiais. Não basta apenas reduzir o *lead time* de fabricação, se o material fica parado nos centros de recebimento ou expedição. O grande potencial de redução do *lead time* total é a troca de informações e de materiais entre empresas. Aí é onde as tecnologias da informação entram em cena, pois colocam à disposição da gerência informações confiáveis sobre o local exato dos materiais. Afinal ninguém nas empresas pode realizar bem o seu trabalho se as informações sobre a movimentação de materiais não se encontrarem disponíveis no momento exato e com precisão (Mazzeo, 2001)

### 3 Estrutura tecnológica

Nos dias atuais, o impacto da tecnologia sobre o desenvolvimento da logística e sobre a rápida expansão da colaboração na cadeia de suprimentos é significativo. Por isso esse assunto tem se tornado o foco de diversas organizações deste mercado, cada uma buscando agregar cada vez mais valor ao seu serviço.

A manutenção da tecnologia do sistema de informações pode ser extremamente dispendiosa (Bowersox, Closs & Cooper, 2006). O hardware geralmente inclui uma rede de servidores e computadores pessoais para prover a capacidade de processamento e armazenamento de dados, para acompanhar um grande número de clientes, produtos, estoques e operações envolvendo pedidos. O software deve permitir uma ampla variedade de opções para usuários do mundo todo. Além disso, ambos precisam incorporar segurança e redundância substanciais, como prevenção contra perdas críticas de informações caso venha a falhar.

#### 3.1 Aplicativos tecnológicos da informação

A tecnologia da informação também é fundamental para o compartilhamento de informações que visam a facilitar o planejamento e as operações logísticas e da cadeia de suprimentos. Historicamente, a coordenação da logística tem sido difícil, porque as atividades logísticas são geralmente desempenhadas em locais distantes do hardware da tecnologia da informação. Como resultado, a informação torna-se indisponível no local onde é necessária, em termos de tempo e de conteúdo (Bowersox, Closs & Cooper, 2006). Seguir serão descritas alguns sistemas de

comunicação logística que servem para facilitar a comunicação entre empresas e instalações distantes, como o EDI, a Internet etc. Outros permitem a comunicação em áreas pequenas, como a radiofrequência.

### **3.1.1 Intercâmbio eletrônico de Dados (EDI)**

O EDI é definido como uma troca interempresarial, computador a computador, de documentos comerciais em formato padrão para facilitar um alto volume de transações. Isso envolve capacitação e prática para a comunicação eletrônica entre empresas, substituindo os meios tradicionais, como correspondência, courier ou até mesmo fax. (Bowersox, Closs & Cooper, 2006).

Os benefícios do EDI incluem produtividade interna elevada, relacionamentos de canal melhorados, produtividade externa aumentada, maior capacidade para competir internacionalmente e custos operacionais diminuídos. Além disso, o EDI causa um impacto positivo nos custos operacionais logísticos através: a) do custo reduzido da mão-de-obra e do material associado à impressão, correio, manuseio de transações com base no papel; b) do uso reduzido de telefone, fax, telex; e c) dos custos menores com funcionários.

### **3.1.2 Internet**

As oportunidades e capacitações de troca de informações entre as empresas do mundo todo expandiram substancialmente devido a ampla disponibilidade da Internet e das interfaces oferecidas pelos navegadores da Internet, como o Netscape e o Internet Explorer.

Segundo Bowersox, Closs & Cooper (2006), a internet está rapidamente se tornando a ferramenta escolhida para a transmissão de informações nas cadeias de suprimentos, no que se refere a previsões de necessidades, pedido, status de inventários, atualizações de produtos e informações sobre embarques.

A progressiva disponibilidade da Internet também tem possibilitado o desenvolvimento do portal de troca, um meio de comunicação que apresenta implicações significativas para a cadeia de suprimentos. A empresa pode promover informações relativas às necessidades de matéria-prima, disponibilidade de produtos ou mudanças de preços, e permite que o mercado reaja ao colocar ofertas ou pedidos baseados na informação mais recente.

### **3.1.3 Tecnologia de satélite**

A tecnologia de satélite permite a comunicação em uma vasta área geográfica, como uma região ou até mesmo o mundo. Este tipo de tecnologia assemelha-se à utilizada pelas antenas parabólicas de uso doméstico, conectadas aos televisores, em áreas fora do alcance dos cabos.

A Schneider National, uma transportadora que cobre o país inteiro, faz uso desse tipo de tecnologia em seus caminhões, para permitir a comunicação em duas vias entre os motoristas e seus expedidores. Essa interação em tempo real fornece informações atualizadas relativas à localização e informações de entrega, permitindo também aos expedidores alterarem a rota dos veículos quando necessário ou devido ao tráfego intenso. (Bowersox, Closs & Cooper, 2006).

### **3.1.4 Troca de dados por radiofrequência**

A tecnologia de Comunicação de Dados por Radiofrequência (RFDC – Radio Frequency Data Communication) é utilizada em áreas relativamente pequenas, como centros de distribuição, para facilitar a troca de informações em duas vias. De acordo com Bowersox, Closs & Cooper (2006), capacitações avançadas de RFDC, na forma de comunicações de voz em duas vias, estão encontrando seus caminhos nas aplicações logísticas em armazéns. Sem exigir pessoal das operações de armazenamento para interface com o computador móvel ou portátil, o RFDC de voz prepara os operadores para suas tarefas com comandos audíveis e fica no aguardo de respostas ou pedidos verbais. A United Parcel Service utiliza o RFDC com base na fala para ler os códigos postais de pacotes que chegam e para imprimir etiquetas das rotas que guiarão estes pacotes as novas instalações selecionadas. O benefício principal do RFDC de voz é uma interface mais fácil dos operadores, pois como não é exigida entrada de dados pelo teclado, eles têm as mãos livres para tirar os pedidos.

### **3.1.5 Código de barras e leitura Óptica**

Os sistemas de auto-identificação (ID), como o código de barras e a leitura óptica eletrônica, foram desenvolvidos para facilitar a coleta e a troca de informações logísticas. As aplicações comuns incluem acompanhar recebimentos em armazéns e as vendas a varejo. O Auto ID permite que os membros da cadeia de suprimentos acompanhem e comuniquem rapidamente os detalhes de movimentação com baixa probabilidade de erro, assim é fácil que venha a tornar-se uma exigência de serviço fundamental para o acompanhamento das cargas pelos transportadores.

Para Bowersox, Closs & Cooper (2006), Códigos de Barras são freqüências alfanuméricas, em forma de barras verticais de diferentes larguras, legíveis eletronicamente, colocadas pelo computador nos itens, caixas, contêineres, paletes e até mesmo em vagões ferroviários.

Outro processo chave da tecnologia de Auto ID é o processo de leitura óptica, que representa os olhos do sistema de código de barras. Um scanner: um modelo que pode ser empunhado livremente e outro que permanece em posição fixa. Segundo Bowersox, Closs & Cooper (2006), a tecnologia de leitura óptica possui duas aplicações principais na logística. A primeira é o Ponto de Vendas (POS – Point of Sale) nas lojas de varejo. Além de imprimir os recibos de caixa para os consumidores, as aplicações POS no varejo oferecem controle preciso de inventário na loja. O POS permite acompanhar precisamente cada unidade mantida em estoque vendida e pode ser usado para facilitar a reposição de inventário. A segunda aplicação logística da leitura óptica é para manuseio e acompanhamento de materiais. Através do uso de leitores a laser, os funcionários que manuseiam os materiais podem acompanhar a movimentação de produtos, a localização de estoques, os embarques e os recebimentos. A utilização mais ampla dos leitores ópticos nas aplicações logísticas irá aumentar a produtividade e reduzir os erros. A demanda por tecnologia de leitura óptica mais rápida e menos errática está levando as rápidas mudanças no mercado em termos de aplicações e tecnologia.

## 4 Conclusão

A Tecnologia da informação, nos seus mais diversos modos, se apresenta cada vez mais como uma ferramenta básica para o desenvolvimento das atividades logísticas dentro de uma organização ou cadeia de suprimentos. É notável a facilidade, salvo alguns dispêndios financeiros, de se conseguir utilizar efetivamente estas ferramentas (aplicativos) tecnológicas, sejam elas para transações comerciais, controle gerencial e análise de decisões e planejamento estratégico. Os avanços da tecnologia da informação reduziram dramaticamente a incerteza entre grandes empresas, mas ainda existem oportunidades substanciais para comunicações entre empresas pequenas, o que o que atenderia à maioria dos participantes da cadeia de suprimentos. A informação tecnológica pode ser a maior ferramenta dos tempos modernos, mas é o julgamento de negócios dos humanos que a faz ponderosa (Wang, 1998).

## Referências

- Ballou, R. H. (1993). Logística empresarial. São Paulo: Atlas.
- Beraldi, L. C., Escrivão Filho, E., & Rodrigues, D. M. (2000). Avaliação da adequação do uso de tecnologia de informação na pequena empresa. In: Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP, 6., 2000, Bauru. Anais... Bauru: UNESP.
- Bio, S. R. (1996). Sistemas de informação: um enfoque gerencial. São Paulo: Atlas.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2006). Gestão logística de cadeias de suprimentos. Porto Alegre: Bookman.
- Fleury, F., Wanke, P., & Figueiredo, K. F. (2000). Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. Col. COPPEAD de Administração. São Paulo: Atlas.
- Graeml, A. R. (2000). Sistemas de informação: o alinhamento da estratégia de TI com a estratégia corporativa. São Paulo: Atlas.
- Leite, A. (1999). Informação à prova de equívocos. Computerworld. Especial Business Intelligence, p.2-8. mar.
- Mazzeo, M. A. (2001). A Importância da informação na logística: programação de peças pequenas por nível de estoque na Fiat. 203 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Valle, B. de M. (1996). Tecnologia da informação no contexto organizacional. Revista ciência da informação. v.25, n.1. Disponível em: <http://www.ibict.br/cionline/250196/25019601.htm>. Acesso em: 02 de janeiro de 2004.
- Wang, C. B. (1998). Techno vision II: um guia para profissionais e executivos dominarem a tecnologia e internet. São Paulo: Makron Books.

# Aplicação de um Programa Computacional, para Abordagem Sistemática de Desenvolvimento de Produtos no Ensino de Engenharia

Geraldo Gonçalves Delgado Neto\*, Franco Giuseppe Dedini\*

\* Departamento de Projeto Mecânico, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, Brasil

Email: [geraneto@fem.unicamp.br](mailto:geraneto@fem.unicamp.br), [dedini@fem.unicamp.br](mailto:dedini@fem.unicamp.br)

## 1 Introdução

O ensino superior no Brasil vive hoje um momento bastante peculiar. Há aproximadamente 10 anos o ingresso no nível superior era modesto para os padrões continentais do país e o que foi visto desde então foi o aumento significativo do número de Instituições de Ensino Superior (IES), aumento no número de cursos e aumento no número de matriculados, apresentando um crescimento notável no ensino superior.

É consenso que, hoje, o ensino deve ser voltado para a formação de cidadãos preparados para atuar de forma crítica na sociedade. Com isso deve-se focar a educação na capacidade de resolver problemas, enfrentar desafios através do raciocínio crítico e da autonomia. Também é papel fundamental dar oportunidade aos alunos de colocar em prática os conhecimentos adquiridos.

A geração atual vive a Era da Informação e isso gera muitas mudanças no mercado de trabalho, e consequentemente estabelece mudanças também na educação. Hoje, o que se vê nas empresas é a necessidade de pessoas capazes de gerenciar tarefas, avaliar resultados e trabalhar de forma colaborativa. As empresas cada vez mais necessitam de profissionais generalistas que se sintam à vontade em serem desafiados e a usarem a criatividade, condição estendida ao meio acadêmico.

O perfil dos alunos dos referidos cursos são diferentes em vários aspectos: região, curso, instituição, recursos financeiros, etc. O que gera uma linha comum entre eles, é que a qualquer momento durante sua vida acadêmica será solicitado o desenvolvimento de um projeto de produto que supra uma necessidade em particular. Assim cabe ao educador fornecer subsídios em forma de modelos e métodos de forma a sustentar os alunos para responder a esta solicitação acadêmica, assim como a uma provável demanda real do mercado e indústrias.

A proposta contribui no esclarecimento da importância estratégica da ciência do projeto e desenvolvimento de produto, como componente principal para obtenção de competitividade e qualidade dos produtos industriais. Segundo Dedini (2002), verifica-se que a negligência, com relação a esta ciência, tem levado países a perderem competitividade, devido à baixa qualidade de projetos de seus produtos.

Nos últimos anos, a área da metodologia de projeto vem ganhando reconhecimento como prioridade estratégica, visando sistematizar, de forma integrada, o processo e desenvolvimento de produtos. Assim, o desenvolvimento de um programa computacional de apoio ao projeto contribui para as fases iniciais do processo de projeto, nas quais se aplicam a metodologia.

## 2 Projeto e metodologia

Existem inúmeras definições sobre projeto, que mostram como é ampla a conceituação do “ato de projetar”. Cada autor ou pensador tem sua definição ótima a respeito. Como descrito por Ertas e Jones (1993), design de engenharia é o processo de desenvolver um sistema /componente, ou processo, de forma a atender determinadas necessidades.

É um processo de decisão - muitas vezes interativo - no qual as ciências básicas - matemática e ciências da engenharia - são aplicadas para converter recursos otimizados para o atendimento de um objetivo primário.

Na visão de Back (1983), o projeto de engenharia é uma atividade orientada para o atendimento das necessidades humanas, principalmente daquelas que podem ser satisfeitas por fatores tecnológicos de nossa cultura.

Metodologia é o estudo dos métodos aplicados a soluções de problemas teóricos e práticos. O conceito “método” deriva etimologicamente do grego e significa “caminho para alguma coisa”, “caminho para se chegar a um fim” ou

“andar ao longo de um caminho”. Neste sentido, as metodologias são aplicadas no desenvolvimento de projetos. Para se obter bons resultados, independentemente de acasos, é necessária a adoção de metodologias no processo de criação.

A metodologia nada mais é do que um instrumento de trabalho e, portanto deve-se atentar à crença que, de sua aplicação, resultaria automaticamente num bom projeto de produto. O bom resultado é função da capacidade técnica e criativa de quem resolve o problema, sendo a metodologia apenas um suporte lógico. O objetivo de toda metodologia é apoiar o projetista no desenvolvimento do projeto. Verifica-se que os trabalhos publicados atualmente apresentam o processo de desenvolvimento de produtos industriais dividido em três fases principais; planejamento, projeto do produto e implementação.

A fase de projeto do produto pode ser dividida em três etapas; viabilidade, preliminar e detalhado. Observa-se que nestas três etapas existem certas variações de conceitos de acordo com a publicação e o autor, mas indicam-se de uma forma geral estas três etapas para facilitar a apresentação do estado atual do desenvolvimento de projeto do produto.

As diversas publicações sobre desenvolvimento de projeto do produto pesquisadas apresentam uma preocupação em comum com globalização de mercado, *standartização* e rápido lançamento de novos produtos para satisfazer um mercado em constante crescimento.

### 3 Método proposto

A partir das metodologias de projeto existentes, elaborou-se um procedimento de desenvolvimento de projeto do produto que auxilia o projetista nas etapas necessárias para a criação de um novo produto, atentando a simplificação da linguagem, aos cuidados com a interface gráfica e que conta com a contribuição do usuário.

Segundo Dedini (2002), Processo de Desenvolvimento de Produtos Industriais, é dividido em três etapas seqüenciais; Planejamento, Projeto do Produto e Implementação. Com foco na etapa de Projeto de Produto como pode ser visto na Figura 1 é apresentada a morfologia do processo de projeto com os resultados de cada uma de suas fases.

O roteiro de projeto é todo desenvolvido em etapas, com informações e explicações, que auxiliam o projetista. Após as etapas concluídas, o projetista obtém um relatório com os conceitos fundamentais, para o desenvolvimento do projeto.

Na Figura 1, são mostradas as etapas das três fases de atuação: estudo de viabilidade, projeto preliminar e projeto detalhado na forma de fluxograma. Com as respectivas atividades envolvidas em cada fase.



Figura 1: Processo de desenvolvimento do produto, adaptado Delgado Neto (2005)

Fundamentalmente, a etapa de Estudo de Viabilidade, é de elaboração de soluções alternativas usando a criatividade e a coleta de informações como fundamentos. No desenvolvimento desta etapa são previstos testes experimentais com protótipos a fim de estudar princípios de funcionamento ou melhorias de parâmetros. Também nesta fase um primeiro esboço de valor e custo deve ser elaborado, através da Engenharia do Valor.

A etapa do Projeto Preliminar inicia-se com um conjunto de soluções úteis desenvolvidas no estudo de viabilidade. O objetivo de um projeto preliminar é estabelecer qual das alternativas propostas apresenta a melhor concepção para o projeto. Cada uma das soluções alternativas fica sujeita à análise detalhada até que fique clara uma classificação através de critérios preestabelecidos. Com os estudos de síntese, são estabelecidos os limites de controle para cada parâmetro do projeto, assim como os limites de tolerância nas características dos elementos constituintes do projeto.

Na etapa do Projeto Detalhado, a melhor solução construtiva é detalhada em todos os seus pormenores, isto é, cada componente é calculado, desenhado, e otimizado a fim de se chegar a um produto fabricável. Esta é a fase do Projeto das Tolerâncias. Nesta etapa pode-se construir os protótipos de pré-série, de forma a verificar possíveis problemas de montagem ou de adequação.

## 4 Programa de apoio ao usuário do método

O desenvolvimento do programa tem como objeto facilitar a linguagem usada na metodologia e a aplicação por diferentes usuários e equipes de projeto. Criou-se também o livro Guia Rápido, como manual de apoio ao projetista.

A metodologia tem como finalidade apoiar o engenheiro projetista no desenvolvimento do projeto. Para que isso seja possível, é desejável alcançar-se algumas metas: desenvolver métodos de trabalho sistemático - que possibilite a procura de todas as possíveis soluções novas e o aprimoramento das soluções existentes de acordo com a formulação inicial do problema; estabelecer critérios para a seleção das possíveis soluções novas – variáveis conceituais em relação a sua otimização técnico-econômica; estabelecer regras, diretrizes e parâmetros - para a conformação construtiva; possibilitar a racionalização do processo construtivo; e compilar a informação - sobre os campos de conhecimentos antigos, aperfeiçoados e novos.

Para auxiliar o projetista a alcançar estas metas, criou-se um programa que poderia compilar as informações sobre metodologia e aplicá-las ao processo de projeto. Assim, o programa auxiliaria o desenvolvimento de novos projetos com um enfoque em um método geral de desenvolvimento de projeto.

O programa de desenvolvimento de projeto, CriaProjeto, foi criado com base no primeiro Mapa Conceitual do programa computacional CriaBrinq de 2007, que apresentava um método de projeto com exemplos dedicados a indústria de brinquedos.

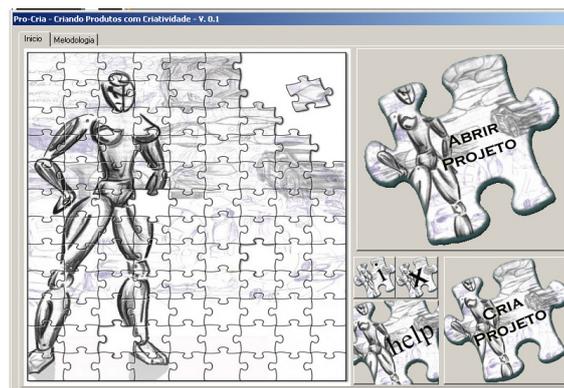


Figura 2: Tela do programa da CriaProjeto

### 4.1 Aplicação da metodologia proposta no ensino de engenharia

O trabalho desenvolvido com a futura geração de engenheiros e designers foi realizado no período de quatro anos em Instituições de Ensino Superior Particulares, em diferentes cursos de graduação, o que garantiu uma grande quantidade de estudos de viabilidade de produtos diferenciados.

A dinâmica adotada para aplicação do método foi de desenvolvimento do projeto em grupos de alunos que criariam projetos dentro da perspectiva de integração de unidades curriculares para desenvolver um projeto único referente ao semestre. Sempre antes de uma aula prática apresenta-se a teoria sobre metodologia e orientações sobre o projeto em andamento. Com o material de apoio pronto, Guia Rápido, iniciou a aplicação no ensino desenvolvendo projetos do produto, com alunos de graduação.

Foram desenvolvidos projetos com uma turma de alunos de primeiro semestre até quinto semestre utilizaram o Guia Rápido e sua metodologia proposta. O uso da metodologia foi além as expectativas, sendo utilizada também para organizar e estruturar a integração de todas as unidades curriculares de um determinado semestre.

O método possibilita a integração das unidades curriculares de uma forma mais fácil e sistemática e facilita o planejamento geral da integração multidisciplinar. A proposta de integrar as disciplinas teóricas em uma única

disciplina pratica não é nova, mas o método contribuiu para facilitar a visualização e entendimento dos envolvidos no projeto e suas respectivas contribuições.

Durante todo o período de aplicação da metodologia, concluiu-se 136 projetos, sendo que 13 projetos foram insatisfatórios, por falta de documentação ou não funcionamento do produto, 746 alunos conheceram a metodologia e a aplicaram em seus projetos.

Como forma de acompanhar a satisfação dos alunos quanto ao uso da metodologia e suas restrições, foram desenvolvidos questionários e aplicados em todas as turmas. Um resultado positivo da aplicação do método ficou evidente quando alunos do primeiro semestre que não eram familiarizados com componentes eletrônicos, robótica e materiais diversos conseguiram concluir o desenvolvimento de um produto, neste caso mecanismos articulados e robôs em apenas quatro meses. O uso da metodologia proposta mostrou que mesmo uma pequena porcentagem de projetos não tenha dado certo, os alunos concordaram que a metodologia é útil e contributiva para se realizar o projeto, mostrando-se uma importante ferramenta.

A aplicação da metodologia gerou produtos com uma série de detalhes de projeto que os tornam melhor elaborados e tangíveis, soluções construtivas que não são perceptíveis para os clientes que estão muito bem resolvidas nos projetos.

## 5 Conclusão

O objetivo deste trabalho foi o de propor uma metodologia que condensasse o mais interessante de várias metodologias de forma mais clara e para uso por projetistas com pouca experiência com o desenvolvimento de ferramentas modernas, baseadas em tecnologia da informação, como o Programa ProCria e o Guia Rápido para o Projeto Integrado de Produtos, definidas com o uso da própria metodologia proposta para aumentar a acessibilidade. Procurou validar a funcionalidade do método e das ferramentas com aplicações controladas em ambientes de ensino.

Existe uma corrente de pensamento não formal dentro do desenvolvimento de produtos, que prega que qualquer forma de sistematização poderá cedo ou tarde agir como inibidor do processo criativo. Há a idéia de que o produto nasce de uma mente privilegiada, que via de regra, é também a personalidade mais forte dentro de um grupo de trabalho. Estes mitos dificultam a aplicação da metodologia e geram uma resistência histórica dentro da área de projeto integrado. De acordo com os resultados obtidos pela aplicação da metodologia desenvolvida, verificou-se que existe possibilidade de modificar esses mitos através da persistência e aplicação sistemática das metodologias ao longo de períodos de tempo relativamente curtos, evitando que o projeto fique sujeito aos erros e aos re-projetos.

A utilização direcionada da metodologia de projeto apresentada, além do uso dos materiais de apoio disponibilizados, como o programa e o guia rápido, mostraram-se capazes de promover a inovação nos projetos, através de cooperação entre as áreas utilizadas para sua aplicação (ensino, pesquisa e indústria).

## Referências

- Back, N. (1983). Metodologia de projeto de produtos industriais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois.
- Ertas, A.; JONES, J. C. (1993). The engineering design process. 2. ed. New York: Willy.
- Dedini, F.G. (2002). Sistemas e métodos de Projeto. Apostila pós-graduação, Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Projeto Mecânico, Universidade Estadual de Campinas, SP.
- Delgado Neto, G. G.(2005). Uma Contribuição à Metodologia de Projeto para o Desenvolvimento de Jogos e Brinquedos
- Infantis. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Projeto Mecânico, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

# Processos de Aprendizagem como Fonte de Construção e Acumulação de Capacidades Tecnológicas Organizacionais: um Olhar Teórico segundo a Perspectiva Grupal da Aprendizagem Situada

Daniele Maria Vieira do Nascimento\*, Gleyce Kelly de Miranda<sup>#</sup>

\* PROPAD – Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

<sup>#</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Email: [danielemarian@yahoo.com.br](mailto:danielemarian@yahoo.com.br), [gleycemiranda@hotmail.com](mailto:gleycemiranda@hotmail.com)

## 1 Introdução

O objetivo deste trabalho é colaborar com o tema capacidade tecnológica e sua ligação com outra temática, a da aprendizagem, identificando e explorando os conceitos relacionados a este link, através de uma revisão da literatura pertinente. Por perpassar duas temáticas, este artigo concentra-se nos autores que mais relacionam estes dois temas, por bem dizer capacidade tecnológica e aprendizagem. Utilizou-se a técnica de análise de conteúdo para os dados coletados. Quanto ao tipo, a metodologia deste é exploratória, pois o trabalho foi desenvolvido no sentido de proporcionar uma visão geral do objeto de estudo. Verificou-se a existência de pouco consenso em relação à junção destas temáticas. Não há uma conclusão de qual o processo de aprendizagem mais adequado para acumulação das capacidades tecnológicas. Na verdade o que há é o entendimento de que essa junção existe, sem um detalhamento maior de como esse processo ocorre em si. Adotou-se aqui, então, a aprendizagem situada como sendo a vertente teórica mais adequada para a construção e acumulação das capacidades tecnológicas, em que o importante é identificar os recursos nas organizações e estimular a aprendizagem, pois disto dependem o desenvolvimento, crescimento, acúmulo e inovação das capacidades tecnológicas em si.

A aquisição de tecnologia é a tempo considerada questão central no que tange ao aumento da produtividade e da vantagem competitiva de organizações e países. Brown e Duguid (1991) defendem a idéia de que a inovação conduzirá a empresa a ter vantagens competitivas, pois, segundo Bell e Pavitt (1995), isto reduz os custos através da facilidade de fabricação ou simplificação de logística, aumentando a diferenciação, desenvolvendo novos produtos ou melhorando os já existentes nas suas especificações, qualidade e flexibilidade. Entretanto, o processo de aquisição e inovação tecnológica é algo que diverge claramente entre economias emergentes e de tecnologia de ponta.

Desde a Revolução Industrial existe um *gap* entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento tardio no que se refere à capacidade de geração e investimentos em capacidades tecnológicas. Na verdade, muitos são os autores que versam sobre essa diferença quanto à tecnologia, a exemplo de Bell e Pavitt (1995), para os quais uma das características tecnológicas chave de empresas que operam no contexto de economias emergentes é que normalmente estas iniciam o seu negócio a partir da tecnologia que adquiriram de outras empresas em outros países e para tornarem-se competitivas elas têm que se engajar em um processo de aprendizagem para construir e acumular a sua própria capacidade tecnológica. Diferentemente destes países emergentes, as potências econômicas já possuem tecnologia de ponta e neste caso empenham esforço em sistemas de inovação dos recursos existentes.

Desta maneira, a formação das capacidades tecnológicas está intimamente ligada aos processos de aprendizagem das organizações, seja para inovar seja para copiar. Contudo ainda não há um consenso referente à vertente da aprendizagem mais adequada para a construção destas capacidades e é por isso que este artigo lança a vertente da aprendizagem situada como uma alternativa para esta ligação. Ademais, ainda são poucos os estudos que analisam a formação das capacidades tecnológicas em países de industrialização tardia. Algumas análises ficam no nível de importação de tecnologia por parte de empresas em industrialização e é necessário um foco maior da influência dos processos de aprendizagem como um todo na acumulação de capacidades tecnológicas de empresas situadas em países de economia emergente.

Diante disto, este artigo pretende colaborar com a análise de como os processos de aprendizagem podem contribuir para a construção das capacidades tecnológicas em países de industrialização tardia, adotando a aprendizagem situada como uma alternativa para esta construção.

## 2 Metodologia

O presente artigo caracteriza-se como sendo um artigo teórico e quanto ao tipo, a metodologia deste é exploratória, pois o trabalho foi desenvolvido no sentido de proporcionar uma visão geral do objeto de estudo (Gil, 1999). A caracterização do estudo como pesquisa exploratória normalmente ocorre quando há pouco conhecimento sobre a temática a ser abordada. Assim, busca-se conhecer com um pouco mais de profundidade o assunto, de modo a torná-lo mais claro, tanto para os autores quanto para seus pares.

Utilizou-se a técnica de análise de conteúdo (Vergara, 2004) para os dados coletados. Esta técnica compreende três etapas básicas: (a) pré-análise – seleção do material e definição dos procedimentos a serem seguidos; (b) exploração do material – implementação destes procedimentos; (c) tratamento dos dados e interpretação dos resultados – geração de inferências e resultados da investigação. Assim, o material que compõe a base de dados da pesquisa é constituído de livros e artigos relacionados ao tema.

O procedimento utilizado para a identificação dos conceitos relacionados ao tema foi a grade aberta (Vergara, 2004): foram identificadas as categorias de análise, conforme surgiam. Após o primeiro procedimento, verificou-se a existência de conceitos semelhantes, os quais tinham as mesmas características, mas mudavam de nome, como é o caso de capacidade tecnológica e recurso. Adotou-se nestes casos, a nomenclatura mais utilizada pelos autores.

## 3 Referencial teórico

Nesta seção a explanação das teorias utilizadas é feita, assim como um breve debate teórico, na medida em que se busca um entendimento, unicamente teórico, dos fenômenos aqui em análise.

### 3.1 Capacidade tecnológica

A revolução na economia e o avanço do conhecimento trazem mudanças importantes no cenário global, fortalecendo a competitividade aplicada às capacidades tecnológicas. Estas capacidades, por perpassarem um processo multidisciplinar, envolvem mais que simples mudanças em tecnologias. Englobam conexões, interações e influências de vários graus e setores da cadeia produtiva (Plaza *et al*, 2008).

De maneira geral, várias são as definições de capacidade tecnológica encontradas na literatura. Os conceitos mais antigos falam em atividade inventiva e esforço criativo. Outras definições (por exemplo, Bell e Pavitt, 1995) entendem capacidade tecnológica como as aptidões e conhecimentos incorporados nos trabalhadores, nas instalações da empresa, e nos sistemas organizacionais, os quais visam mudanças na produção e nas técnicas utilizadas pelas empresas. Já Figueiredo (2004) entende capacidade tecnológica como um esforço tecnológico interno para dominar novas tecnologias, adaptando-as às condições locais, aperfeiçoando-as e até mesmo exportando-as. De uma forma mais restrita, há autores que sugerem que as pessoas são o *locus* onde residem as capacidades tecnológicas e que as instituições somente as agregam, mas não as incorporam.

Além destas definições de capacidade tecnológica, há ainda a abordagem teórica da RBV – *Resource Based View* – a qual argumenta que o crescimento e sucesso das firmas dependem da posse e do uso efetivo de recursos heterogêneos e únicos ou de relacionamentos (Serra *et al*, 2007), em que estes “incluem todos os ativos, capacidades, processos organizacionais, atributos da firma, informação e conhecimento, (...) controlados por uma firma, que a habilitam a melhorar sua eficiência e efetividade (...)” (Barney, 1991, p. 101).

Para a presente pesquisa, adota-se a definição de Bell e Pavitt (1995) de que a capacidade tecnológica seriam os “recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas e aprimoramentos nos processos e organização da produção, produtos, equipamentos e projetos de engenharia”. Esses mesmos autores também citam que a acumulação e incorporação destas capacidades tecnológicas ocorrem em indivíduos por meio de suas habilidades, conhecimento e experiência, em sistemas físicos da empresa e nos próprios sistemas organizacionais.

A capacidade tecnológica de uma empresa pode está armazenada ou acumulada em quatro componentes: sistemas técnicos físicos (como maquinaria e equipamentos), conhecimento e qualificação das pessoas (como qualificação formal), sistema organizacional (como rotinas de trabalho) e produtos e serviços (Furtado *et al*, 2005). Entretanto, de acordo com Lall (1992), capacidades tecnológicas podem ser mais sucintamente agrupadas em investimento físico, capital humano e esforço tecnológico.

Somado a estas definições, a literatura ainda faz uma distinção entre dois tipos de recursos. O primeiro seriam as capacidades tecnológicas rotineiras, as quais servem para operar e usar tecnologias e sistemas de produção já

existentes nas empresas. O segundo seriam as capacidades tecnológicas inovadoras, responsáveis pela inovação de tecnologias e sistemas técnico-organizacionais (Figueiredo, 2004).

O ponto importante aqui é que esta tipologia de capacidade tecnológica está intimamente ligada à diferenciação entre empresas de tecnologia de ponta e empresas ainda em processo de industrialização. No caso das primeiras, as evidências na literatura levam ao entendimento de que estas empresas operam basicamente com capacidades tecnológicas inovadoras, enquanto que em empresas de industrialização tardia, as capacidades rotineiras ainda são maioria. De acordo com Figueiredo (2004) isto pode ser explicado pelo fato de que a acumulação de capacidade tecnológica em empresas que operam em economias emergentes tende a inverter a seqüência inovação-investimento-produção, comum de empresas com tecnologia de ponta. Ou seja, com outros termos, Kim (1997) afirma que empresas em industrialização têm foco em engenharia-desenvolvimento-pesquisa.

A caracterização de uma empresa em uma destas duas tipologias de capacidade tecnológica é algo ainda não muito definido pelos autores da área. Todavia, medidores foram desenvolvidos na tentativa de facilitar essa diferenciação. Por um lado, os chamado *medidores convencionais* são baseados em P&D e também em patentes. Por outro lado, os *medidores alternativos* são baseados nas capacidades tecnológicas rotineiras ou inovadoras que a empresa possui. Todavia, vale ressaltar que o uso dos medidores convencionais para analisar os recursos de empresas em economias emergentes é algo falho visto que estas, de maneira geral, não possuem níveis sofisticados de capacidade tecnológica inovadora para conduzir atividades de P&D e patentes (Figueiredo, 2004).

### 3.2 Aprendizagem e capacidade tecnológica

De maneira geral, existem duas fontes para construção das capacidades tecnológicas: os processos de aprendizagem intra-organizacionais e a ligação entre as empresas (integração). Para o presente estudo, adotou-se somente a primeira perspectiva, à dos processos internos de aprendizagem.

Como já supracitado, o processo de construção e acumulação das capacidades tecnológicas está intimamente ligado aos processos de aprendizagem das organizações. Sendo estas organizações inseridas em um contexto de industrialização avançada ou de economias emergentes, a aprendizagem sempre se fará presente, seja para contribuir com o processo de inovação, seja para ajudar na construção de capacidades tecnológicas. Neste sentido, a relação entre os processos de aprendizagem e a construção de capacidades tecnológicas é estudada em duas perspectivas: a primeira refere-se às empresas em processo de industrialização – em países como o Brasil, por exemplo – e a segunda refere-se às empresas com tecnologia de ponta – em países industrializados (Büttenbender, 2002).

No caso dos países de industrialização tardia, duas perspectivas fornecem explicações para como esses países podem acelerar seu desenvolvimento tecnológico: a teoria da acumulação e a teoria da assimilação. Segundo a perspectiva da acumulação, os recursos existentes na empresa já são suficientes, e neste caso as organizações devem se empenhar em aperfeiçoar tais recursos a partir de acesso à informação e ao conhecimento. Diferentemente desta teoria, a perspectiva da assimilação (Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1995) enfatiza o papel da acumulação de recursos e conhecimento via processos de aprendizagem para a implementação de estratégias de inovação voltadas para aceleração do crescimento econômico (Figueiredo *et al.*, 2006).

Uma das características tecnológicas chave de empresas que operam no contexto de economias emergentes é que como normalmente estas iniciam o seu negócio a partir da tecnologia que adquiriram de outras empresas em outros países, para tornarem-se competitivas e aproximarem-se de empresas com tecnologia de ponta, elas têm que se engajar em um processo de aprendizagem para construir e acumular a sua própria capacidade tecnológica (Figueiredo *et al.*, 2006). Existem várias evidências sobre o dinamismo tecnológico de empresas e países que começaram com baixo nível de capacidade tecnológica e conseguiram evoluir para níveis avançados. Mas para que isto ocorra, esforços em aprendizagem são necessários para a criação e acúmulo de capacidades tecnológicas inovadoras.

O processo de formação e acumulação de capacidades tecnológicas em países de tecnologia de ponta está calcado principalmente em elementos envolvidos em seu ambiente inovativo, ou seja, a capacidade de inovar. Esta visão clássica está ligada à teoria do Sistema Nacional de Inovação (SNI). A teoria do SNI vai além da realidade dos países industrializados e lança algumas considerações sobre as atividades tecnológicas em países em desenvolvimento, as quais, segundo esta teoria, envolvem basicamente, três atores: o Estado; as empresas privadas nacionais; e as multinacionais. Quando esses agentes estão articulados, promovendo interações e parcerias tecnológicas e absorvendo técnicos, cientistas e engenheiros, eles se engajam no processo de formação de capacidades tecnológicas do país (Barreto *et al.*, 2006).

Contudo, alguns autores enxergam uma grande limitação desta teoria para com a realidade de países de economia emergente e propõem um conceito mais amplo, baseado em um ambiente de aprendizado. O foco da teoria do SNI na inovação é visto por alguns autores (Barreto *et al*, 2006) como uma limitação à aplicação desta teoria e por isso defendem a visão da aprendizagem. Com esta visão, as capacidades tecnológicas seriam mais bem expostas e assim, reconhecidas sua importância, buscar-se-iam instrumentos e ferramentas para promovê-la.

De acordo com Figueiredo (2000), a aprendizagem é entendida como um conjunto de processos que permite a empresa acumular capacidades tecnológicas (rotineiras e/ou inovadoras) ao longo do tempo. Segundo Büttgenbender (2002), os processos de aprendizagem são o grande desafio das empresas em industrialização já que estas têm de administrar a aprendizagem com vistas a alcançar os mesmos patamares de competitividade das empresas em países de tecnologia de fronteira. Neste caso, os processos de aprendizagem são voltados para o desenvolvimento de conhecimentos e acumulação de capacidades, os quais permitam desenvolver atividades mais complexas no futuro.

Além disso, a literatura foca, em grande parte, nos níveis dos processos de aprendizagem, os quais seriam: aquisição interna de conhecimento, aquisição externa de conhecimento, socialização de conhecimento e codificação de conhecimento (Figueiredo, 2004). Ou seja, o conhecimento técnico é adquirido pelo indivíduo e convertido em conhecimento organizacional e esse processo de aprendizagem é que permite a construção de capacidades tecnológicas da empresa. Todavia, ainda é escasso o detalhamento de qual tipologia de aprendizagem seria mais adequada para entender a construção destas capacidades tecnológicas.

A seguir, propõe-se o uso de uma vertente da aprendizagem, a aprendizagem situada, para o melhor entendimento do processo de acumulação das capacidades tecnológicas organizacionais.

### **3.3 A perspectiva da aprendizagem situada**

Merriam (1998) afirma que a teoria é a lente por meio da qual o fenômeno é desvendado. Neste estudo, as perspectivas teóricas que servem de base para a interpretação da acumulação das capacidades tecnológicas são as abordagens sócio-construtivistas que estudam a aprendizagem, em especial as que estão voltadas para a prática social (aprendizagem situada). A aprendizagem nesse sentido pode ser pensada como um processo pelo qual se aprende como resultado das interações sociais, em que a motivação para o aprendizado está relacionada com o desenvolvimento de habilidades que sejam aplicadas de imediato no cotidiano do trabalho.

Pesquisas realizadas por Merriam e Caffarella (1999) sobre a aprendizagem mostram que dentre as orientações para aprendizagem (behaviorista, cognitivista, humanista, aprendizagem social e construtivista), existe as perspectivas social e construtivista, que concebem “a aprendizagem como um processo de construção de significado; isto é, como as pessoas atribuem sentido às suas experiências” e às suas vivências e interações sociais (Merriam e Caffarella, 1999, p. 261). Para tanto, o indivíduo interage com a realidade e atua nela de forma a conhecê-la e atribuir significado, interpretando-a segundo as suas estruturas cognitivas (Candy, 1991). Dentro da abordagem construtivista, foi adotada neste trabalho a visão sócio-construtivista que entende a elaboração de significados como um processo social de interação.

No caso da acumulação das capacidades tecnológicas, a literatura frisa a importância para países em industrialização da construção de novas capacidades a partir da experiência adquirida dos países com tecnologia de ponta. Neste sentido, a aprendizagem vinculada à experiência pode também ser compreendida como situada no contexto da prática social, sendo um aspecto integral e inseparável desta, estando situada num tempo e espaço correspondentes, sendo influenciada pelo contexto social que a ocasionou. Lave e Wenger (1991) atribuem algumas características a esta aprendizagem situada: a) caráter relacional entre aprendizagem e conhecimento, a partir da negociação de significados no mundo estruturado social e culturalmente; b) a prática social dos indivíduos está baseada em negociações e renegociações situadas de significado; c) entendimento e experiência estão em interação constante e são mutuamente constitutivos.

Segundo esta teoria, a aprendizagem ocorre em função da atividade, contexto e cultura, ou seja, é uma aprendizagem situada, requerendo, portanto, contexto real ou ambientes de aprendizagem os mais ricos possíveis que procurem refletir e interpretar o mundo real - intenso em interação social. Neste cenário, os atores estão, a todo o momento, negociando socialmente os significados que atribuem às suas experiências nos ambientes chamados comunidades de prática (Lave e Wenger, 1991). Esta realidade aplica-se bem à organização, ambiente em que a construção e acumulação das capacidades tecnológicas se desenvolvem a partir da atribuição de significado dado às experiências.

Por conseguinte, acredita-se neste estudo que a abordagem da aprendizagem situada seja a mais apropriada para o entendimento do processo de formação e acumulação das capacidades tecnológicas em empresas inseridas em países de industrialização tardia.

## 4 Considerações finais

Este artigo procurou brevemente descrever como os processos de aprendizagem podem contribuir com a formação e acumulação das capacidades tecnológicas de organizações situadas em um contexto de economias emergentes.

A formação das capacidades tecnológicas diverge quando num contexto de economias industrializadas ou emergentes. Enquanto que nas primeiras as capacidades tecnológicas são basicamente voltadas para sistemas de inovação, nas economias emergentes estes recursos são importados de países industrializados, o que impõe uma importância maior em relação à aprendizagem, basicamente por dois motivos: primeiro, a aprendizagem é necessária para a adequação dos recursos importados à realidade local; segundo, a aprendizagem também é importante por ser peça fundamental na construção de novas capacidades tecnológicas que possam fazer com que países emergentes passem a desenvolver capacidades tecnológicas inovativas e possam entrar para o bloco dos países com tecnologia de ponta.

A simples incidência de mecanismos de aprendizagem, todavia, não é suficiente para a construção e acumulação de capacidades tecnológicas. É necessária a gestão dos diversos processos de aprendizagem para que as empresas possam acumular suas capacidades tecnológicas. Entretanto, foi observado que a literatura relacionada ao tema ainda não tem um consenso acerca de qual processo de aprendizagem é o mais adequado para a construção das capacidades tecnológicas, e justamente por isso foi proposto neste artigo a abordagem teórica da aprendizagem situada como uma alternativa. Segundo esta abordagem, a aprendizagem ocorre fruto da prática social em que os indivíduos interagem nas chamadas comunidades de prática.

Na verdade, este é um tema importante para a gestão de empresas de economias emergentes, já que a habilidade de desenvolver capacidades-nicho é mais arriscada nestas economias o que enfatiza por si só que, em vez de as empresas trabalharem de maneira isolada, estas deveriam focar no seu relacionamento com as demais empresas envolvidas em sua cadeia beneficiando-se dos vínculos inter-organizacionais e aprendendo em conjunto. A acumulação da capacidade tecnológica da empresa também é um elemento que pode contribuir para a saída da categoria de empresa em industrialização para empresa de tecnologia de ponta. Até porque, para se alcançar uma estrutura produtiva eficiente, capaz de criar vantagens competitivas e de penetrar em setores intensivos em tecnologia é preciso concentrar atenção na capacidade tecnológica.

Este estudo, contudo, teve algumas limitações. Primeiro, observou-se que não há um consenso sobre a definição de capacidade tecnológica. Existem muitos conceitos e definições na literatura que por vezes são contraditórios entre si. Segundo, notou-se que os estudos sobre capacidade tecnológica em economias emergentes frisam a importância dos processos de aprendizagem para a construção e acumulação desta capacidade, mas não deixam muito claro qual a abordagem da aprendizagem mais adequada para o entendimento de tal questão. Por fim, houve a limitação metodológica visto que este é um artigo teórico e que a abrangência de toda literatura pertinente ao tema torna-se difícil.

Por conseguinte, acredita-se que mais estudos são necessários para confirmar a aplicabilidade da teoria da aprendizagem situada no processo de construção e acumulação de capacidades tecnológicas num contexto de economias emergentes, assim como estudos que analisem outros processos de aprendizagem e sua relação para com as capacidades tecnológicas de empresas em industrialização.

## Referências

- Barney, J. B. (1991). Firm resources and competitive advantage. *Journal of Management*, 17, p. 99 – 120.
- Barreto, A. L.; Pinho M.; Rocha M. (2006). Contribuições para o estudo da capacitação tecnológica no Brasil: as empresas de base tecnológica e as universidades. *GEPROS*, 1(2).
- Bell, M; Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. *Technology and International Competitiveness*. Washington: The World Bank.
- Brown, J. S.; Duguid, P. (1991). Organizational learning and communities-of-practice: toward a unified view of working, learning, and innovation. In: Cohen, M. D.; Sproull, L. S. (eds.). *Organizational learning*. Thousand Oaks: Sage Publications.

- Büttenbender, P. L. (2002). Acumulação de competências tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem na indústria metal-mecânica: O caso da AGCO Comercio e Industria Ltda, Santa Rosa -RS. Dissertação de Mestrado. FGV-EBAPE.
- Candy, P. (1991). Understanding the individual nature of learning. In: Self direction for lifelong learning: a comprehensive guide to theory and practice. San Francisco: Jossey-Bass, Cap.8, p.249-278.
- Figueiredo, P. N. (2000). Trajetórias de ACT e os processos subjacentes de aprendizagem: revisando estudos empíricos. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro, 34(1), p. 7-33.
- \_\_\_\_\_ (2004). Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. Revista Brasileira de Inovação, 3(2).
- Figueiredo, P. N.; Lemos, A. C. (2006). Aprendizagem Corporativa e Acumulação Tecnológica: a trajetória de uma empresa de transmissão de energia elétrica no norte do Brasil. Gestão e Produção, 13(1), p.31-43.
- Furtado, A. T; Carvalho, R. Q. (2005). Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. São Paulo em Perspectiva, 19(1), p. 70-84.
- Gil, A. C. (1999). Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas.
- Kim, L. (1997). The Dynamics of Samsung's Technological Learning in Semiconductors. California Management Review, 39(3), pp. 86-100.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. World Development. London, 20(2), p. 165-186.
- Lave, J.; Wenger, E. (1991). Situated Learning: legitimate peripheral participation. Cambridge, EK: Cambridge University Press.
- Merriam, S. B. (1998). Qualitative research and case study applications in education. San Francisco: Jossey-Bass.
- Merriam, S; Caffarella, R. (1999). Key theories of learning. In: Learning in adulthood: a comprehensive guide. 2ª ed . San Francisco: Jossey-Bass.
- Plaza, C. M. C. A.; Santos, N.; Romero, V. (2008). Inovações tecnológicas e políticas públicas: análises sociais e ambientais no contexto das atividades industriais sucroalcooleiras no Brasil. Revista Internacional Interdisciplinar Interthesis, Florianópolis, 5, p. 1-28.
- Serra, F. A. R.; Ferreira, M. P.; Pereira, M. F. (2007). Evolução da Pesquisa Brasileira em Resource-Based View (RBV): Estudo dos EnANPAD na Área de Estratégia entre 1997 – 2006. Escola Superior de Tecnologia e Gestão, 2.
- Vergara, S. C. (2004). Métodos de pesquisa em Administração. São Paulo: Atlas.

# Projeto Ergonômico do Produto: o Relato de uma Experiência de Formação Interdisciplinar Discente

José Luís Garcia Hermosilla<sup>\*</sup>, Luciano Franceschini<sup>\*</sup>, Ethel Cristina Chiari da Silva<sup>\*</sup>, Marcus C. Avezum Alves de Castro<sup>\*</sup>, Walther Azzolini Júnior<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> Programa de Mestrado em Engenharia de Produção, Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Faculdade de Engenharia de produção, Centro Universitário de Araraquara, 14801-320 Araraquara, Brasil

Email: [hermosilla@linkway.com.br](mailto:hermosilla@linkway.com.br), [luciano@mecpar.com](mailto:luciano@mecpar.com), [e-chiari@uol.com.br](mailto:e-chiari@uol.com.br), [mccastro@rc.unesp.br](mailto:mccastro@rc.unesp.br), [wazzolini@uniara.com.br](mailto:wazzolini@uniara.com.br)

## 1 Introdução

Este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento ergonômico de uma plataforma de elevação para atender a necessidade de adaptação de pessoas com deficiência física ou mobilidade reduzida. O projeto foi desenvolvido por uma equipe de alunos do curso de graduação em engenharia de produção, sob a supervisão do corpo docente, dentro da disciplina de Projeto do Produto, a qual possibilita ao aluno integrar o conhecimento adquirido em diversas áreas como processos de fabricação, mecânica, ergonomia, qualidade, marketing, dentre outras, considerando também questões sociais. O estudo, de característica multidisciplinar, em sua etapa inicial, envolveu a busca por empresas que fabricavam e comercializavam o produto em questão. Em uma segunda etapa, de caráter exploratório, buscou-se identificar e entrevistar profissionais que atuassem neste tipo de projeto, além dos próprios usuários em potencial, com o objetivo de estabelecer parâmetros para o desenvolvimento do produto. Neste sentido, a segunda etapa também contemplou a busca por pessoas que trabalhavam e tinham conhecimento sobre as questões relacionadas ao atendimento de pessoas com necessidades especiais, a fim de adquirir através da experiência destes profissionais, conteúdo sobre os assuntos de acessibilidade, tecnologia assistiva e inclusão social, além dos cuidados fisioterápicos demandados por essa parcela da população.

### 1.1 Motivação

Segundo Maciel e Santos (2008, p. 46) “estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), prevê que 10% da população de qualquer país, em tempos de paz, são portadoras de algum tipo de deficiência, o que equivale a um perfil demográfico indireto de 25% da população.” As mesmas autoras ainda destacam “no censo 2000, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) concluiu que, no Brasil, havia 24,5 milhões de pessoas (14,5% da população) portadoras de deficiências, sendo 48,1% de deficientes visuais, 4,1% de deficientes físicos, 8,3% de deficientes mentais, 22,9% de deficientes motores e 16,7% de deficientes auditivos. O número de deficientes aumenta com a idade e há uma maior quantidade de cegos no nordeste do que no sudeste (7,8%).” (Maciel e Santos, 2008, p.46).

Outro dado complementar, neste contexto, foi fornecido pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/Brasil), revelando que no ano de 2000, 2.173 portadores de necessidades especiais estavam devidamente matriculados nas Instituições de Ensino Superior (IES), número este, considerado pouco expressivo com relação ao total de deficientes existentes no país.

Recentemente, em função de uma maior exposição do tema nos meios de comunicação, relatando as dificuldades encontradas pelos deficientes em seu cotidiano, e somado a isso o aumento do contingente deste segmento da população devido a doenças e acidentes traumáticos como armas de fogo e de trânsito, as demandas sociais passaram a ter uma atenção especial. As mudanças sociais em prol de uma sociedade mais inclusiva e menos violenta nos seus diversos aspectos, contribuiu para a elaboração de legislações específicas de forma a garantir que todos os espaços de uso público e instalações de serviços adaptem-se para promover acessibilidade às pessoas portadoras de deficiência e, em casos em que esse direito seja negado por algum motivo sem justificativa, que fique caracterizado crime, cabendo punição por lei.

Com a regulamentação de legislações específicas e com a maior transparência das políticas públicas voltadas a esse segmento da população, aumentaram significativamente as matrículas de alunos portadores de deficiência nas instituições de ensino superior (IES). Essa constatação veio com o último censo realizado pelo INEP em 2005, mostrando o forte crescimento de 2.173 matrículas em 2000 para 6.328 no ano de 2005, ou seja, em cinco anos um aumento de 179,4%.

Ainda segundo o censo INEP (2005), o maior crescimento de matrículas de portadores de deficiência foi registrado nas instituições de ensino superior privadas. No ano de 2000, as universidades públicas tinham 52,23% (1.135 alunos) do total de matriculados com necessidades especiais e as IES privadas 47,77% (1.038 estudantes). Já no ano de 2005, as instituições privadas passaram a comportar 4.247 das 6.328 matrículas realizadas neste ano, ou seja, 67% do total.

A evolução desse cenário foi impulsionada em nível internacional quando, em 2006 a Assembléia Geral da Organização Mundial das Nações Unidas (ONU) aprovou a convenção para proteger os direitos dos portadores de deficiências com a participação de 192 países, inclusive o Brasil. O objetivo foi de garantir um instrumento de apoio jurídico vinculado aos governos, com o propósito de fomentar mudanças na legislação no que se refere à melhoria das condições de acesso à educação e ao emprego.

Neste sentido, evidencia-se o aumento da responsabilidade e do dever das instituições, no caso aqui tratado as de ensino superior, em promover mudanças e adaptações em suas estruturas, com o intuito de salvaguardar os direitos desta parcela da população.

## 2 Desenvolvimento

### 2.1 Dinâmica de trabalho da equipe

A dinâmica de trabalho adotada pela equipe consistiu de reuniões de orientação e de acompanhamento. Nas reuniões de orientação, os discentes discutiam temas com os professores das áreas afins conforme a necessidade do projeto. As reuniões de acompanhamento tinham como objetivo discutir a divisão de tarefas de cada componente da equipe. Essas reuniões ocorriam semanalmente.

Ao final de cada reunião, elaborava-se uma ata que continha os assuntos discutidos, as dúvidas geradas e as diretrizes e atividades para cada componente na evolução dos trabalhos.

Com o desenvolvimento do trabalho, observou-se a complexidade do mesmo, em função da demanda por informações de diversas áreas do conhecimento tratadas ao longo do curso de graduação. Destaca-se a iniciativa dos alunos na busca por soluções mais integradas, envolvendo tanto o corpo docente quanto profissionais do mercado. Este processo tornou o estudo produtivo, pois proporcionou agilidade na busca do conhecimento e resolução de problemas.

É relatado pela equipe discente que houve o desenvolvimento de um senso crítico e uma visão mais ampla sobre os diversos aspectos e desafios que devem ser tratados no desenvolvimento de um produto. Houve também o aprimoramento do trabalho em equipe e o desenvolvimento de uma consciência voltada aos aspectos sociais.

### 2.2 O produto

No contexto da inclusão social, o equipamento desenvolvido é caracterizado como tecnologia assistiva. De acordo com Cook e Polgar (1995), pode-se definir tecnologia assistiva como uma grande variedade de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minimizar problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências. Como qualquer equipamento, este tipo de mecanismo possui normas que estabelecem especificações para o seu projeto e fabricação. Neste caso em específico, a norma NBR 9050 (2004) comporta em seu conteúdo os parâmetros dimensionais para promover a acessibilidade de pessoas em cadeiras de rodas, conforme mostra a Figura 1 – Referências Dimensionais.

Com o desafio de desenvolver um produto com custos menores do ponto de vista arquitetônico e de projeto, a preocupação centrou-se no levantamento das exigências de fabricação e nas soluções alternativas para a questão do ambiente físico da instituição.

O primeiro passo foi a busca por empresas que fabricavam o produto em questão. O resultado preliminar desta busca indicou os fabricantes de elevadores; porém, como as restrições arquitetônicas pré-estabelecidas (do local de instalação na instituição de ensino superior) não eram atendidas por esses produtos, a pesquisa teve continuidade, localizando em um momento posterior um equipamento mais simples e já disponível no mercado. O produto encontrado havia sido desenvolvido para minimizar a necessidade de grandes adaptações e investimentos na arquitetura em função de seu projeto diferenciado, sendo constituído de uma plataforma móvel e uma estrutura fixa “chumbada” à parede, denominado plataforma de elevação vertical. Essa concepção direcionou o desenvolvimento do projeto proposto.

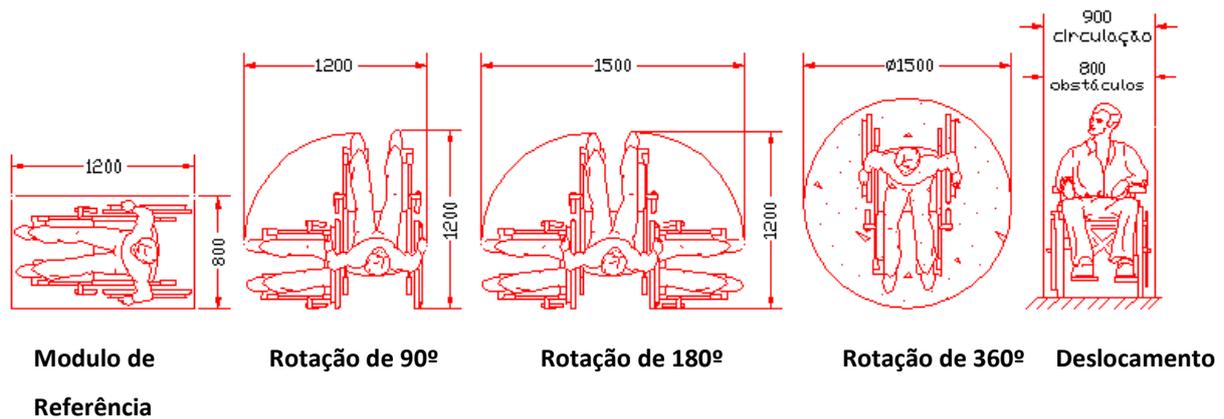


Figura 1: Referências dimensionais (Fonte: NBR9050 (2004))

A idéia do produto foi apresentada pela equipe ao corpo docente, que aprovou o conceito com ressalvas no quesito ergonômico, uma vez que o espaço interno para a movimentação do usuário foi considerado muito pequeno, não condizendo com a visão do grupo de propiciar ao usuário um equipamento onde o mesmo tivesse liberdade para girar e posicionar-se da maneira mais confortável para o acionamento e transporte.

Com o intuito de fazer um produto ergonomicamente mais adequado, o grupo percebeu que um dos aspectos mais importantes a ser considerado para a aprovação e sucesso do projeto seria a opinião do usuário, fornecendo informações fundamentais para o desenvolvimento do produto. A amostra eleita foi constituída por pessoas cadeirantes que conheciam e já tinham utilizado o equipamento em questão, fato que revelou inúmeras dificuldades, pois de cada quatro possíveis candidatos, três nunca tinham visto tal produto. No entanto, um fato que chamou a atenção do grupo foi que, mesmo aqueles que desconheciam a plataforma, relataram suas primeiras impressões através das fotos apresentadas.

Uma das alternativas para a busca por mais informações foi o contato com organizações de auxílio a deficientes, como a AME (Amigos Metroviários dos Excepcionais), que disponibilizou ricas informações através de seu vice-presidente e profundo conhecedor do assunto tecnologia assistiva. A riqueza da fonte se deve também ao fato do entrevistado ser também um cadeirante e usuário freqüente das referidas plataformas, além de ter indicado mais cinco cadeirantes para compor a amostra. Além da entrevista com usuários, questionários foram enviados a quatro fabricantes, dos quais dois responderam. A etapa seguinte às entrevistas foi a busca por informações técnicas sobre o projeto do produto. A partir das informações da pesquisa bibliográfica, levantamento das entrevistas, estudos e análises do projeto mecânico e arquitetônico, chegou-se as características consideradas essenciais para este projeto. O resultado por ser visualizado na figura 2.

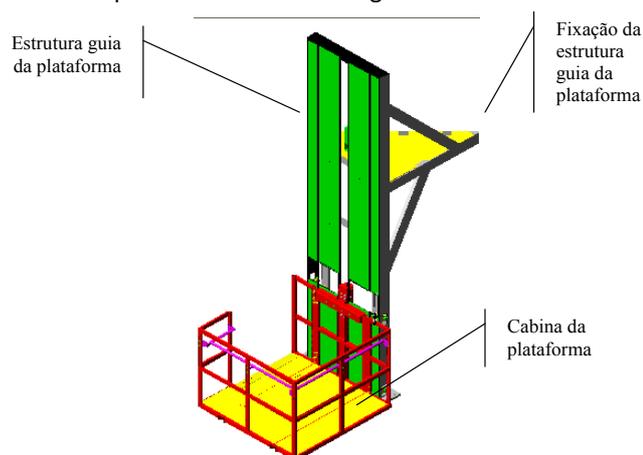


Figura 2: Plataforma de elevação vertical

### 3 Conclusões

No estudo em questão, ao abordar o contato com os usuários, a pesquisa trouxe maior compreensão sobre os assuntos que os norteiam, sendo possível verificar que as mudanças na sociedade ainda estão a passos lentos não só na questão educacional, mas também em outras áreas como a do trabalho, onde já existe lei, porém, ainda não decretada, usada somente como referência pelas empresas, sem qualquer tipo de obrigatoriedade.

É proposto que este trabalho seja um passo inicial para a acessibilidade não só das pessoas com cadeira de rodas, mas sim a educação inclusiva de todos os cidadãos, independente de suas deficiências, eliminando as barreiras e ampliando seus horizontes, gerando condições de igualdade social em convívio comum, o que vai propiciar a formação de profissionais mais qualificados e cidadãos conscientes socialmente.

O objetivo principal é que as instituições de ensino superior, tanto públicas como privadas, promovam melhorias em suas instalações e preparem o corpo docente para receber os alunos independente de suas limitações.

O projeto da plataforma de elevação, desenvolvido pelo corpo discente, assistido pelos docentes da instituição, tem proporcionado a melhoria do processo de ensino-aprendizagem sob a ótica interdisciplinar. O plano pedagógico baseado em projetos temáticos de características multidisciplinares tem exigido dos alunos e também dos professores um exercício de pensar o processo de ensino aprendizagem, dentro de um contexto mais amplo de ambiente, considerando variáveis como inovação, meio ambiente e sociedade. Com relação a formação discente destacam-se a organização do trabalho em equipe, a forma interdisciplinar de tratar o tema e a importante contribuição ao processo de ensino-aprendizagem, quando da integração de conteúdos de diferentes disciplinas em um único projeto.

### Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9050: Acessibilidade de pessoas com deficiência à edificações, espaço, mobiliário e equipamento urbanos – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- Cook, A. M.; Polgar, J. M. Cook e Hussey's in Assistive Technologies: Principles and Practices, Mosby – Year Book, Inc., 1995
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira INEP - Disponível nos sites:  
[http://www.inep.gov.br/informativo/2007/ed\\_154.htm](http://www.inep.gov.br/informativo/2007/ed_154.htm).  
<http://www.crub.org.br/img/Informativo%20do%20Inep.htm>.
- Maciel, A. M. S.; Santos, M. S. F. Educação inclusiva: trabalhando os avanços e desafios na formação universitária. Veredas Favip, Revista Eletrônica de Ciências, v. 1; nº 2; julho a dezembro de 2008.





# Project Led Education: an Experience Analysis from the Students' Perspective

Ana Marques, Daniela Silva e João Antunes

Industrial Engineering and Management Integrated Master, Production and Systems Department, School of Engineering, University of Minho, Campus of Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

Email: [ana\\_fsmarques@hotmail.com](mailto:ana_fsmarques@hotmail.com), [danielaalex@hotmail.com](mailto:danielaalex@hotmail.com), [antunes.um@gmail.com](mailto:antunes.um@gmail.com)

## 1 Introdução

Project Led Education (PLE) é uma abordagem ao processo de ensino/aprendizagem baseada no desenvolvimento de um projecto, aplicando conhecimentos adquiridos nas Unidades Curriculares que compõem o Plano Curricular (Powell & Weenk, 2003). No entanto, para o PLE ser bem sucedido é necessário incorporar na sua evolução competências transversais de aprendizagem, comumente designadas por *soft skills*, tais como: a gestão do tempo, de conflitos, capacidade de comunicação, iniciativa, criatividade, organização, que combinadas fomentam um bom espírito de equipa (Figura ). Este espírito é fundamental para o desenvolvimento de futuros engenheiros, capazes de conceber projectos e sistemas produtivos onde o trabalho em equipa é imprescindível (van Hattum-Janssen & Vasconcelos, 2007).

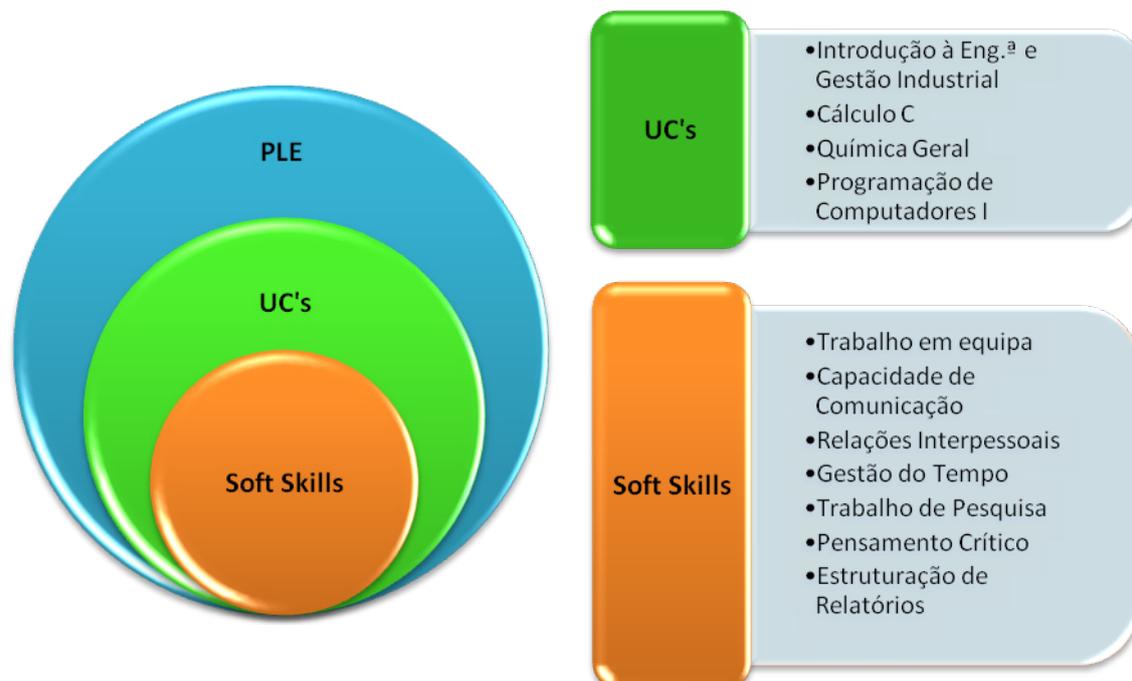


Figura 1: Visão do PLE (MIEGI 1º Semestre, 1º Ano)

## 2 Objectivos e Motivação

Este trabalho surgiu da necessidade dos alunos se prepararem para a próxima edição do projecto interdisciplinar, a desenvolver no 4º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI). O objectivo fundamental deste trabalho consistiu em analisar o projecto levado a cabo no 1º ano do MIEGI.

Através de uma análise *brainstorming* entre os autores desta comunicação, foram identificados aspectos positivos e pontos a melhorar, no desempenho dos alunos no PLE. O facto de os autores terem pertencido a grupos de trabalho diferentes possibilitou um maior influxo de ideias.

A motivação desta análise é implementar um espírito de melhoria contínua das atitudes e competências dos alunos, através de uma postura proactiva na aprendizagem.

### 3 Análise da experiência PLE

O projecto foi desenvolvido no primeiro semestre do primeiro ano de universidade. Esta fase, de mudança e adaptação a uma nova realidade, pode comprometer o desenvolvimento e aproveitamento desta experiência.

A primeira fase na realização de um projecto é a formação de uma equipa/grupo de trabalho. Do ponto de vista dos autores, o facto de os elementos do curso não se conhecerem pode tornar esta fase difícil e arriscada: diferentes pessoas têm diferentes motivações e visões. Contudo, esta é uma visão real do mundo de trabalho, geralmente numa empresa não é dada ao trabalhador a hipótese de escolher os colegas de trabalho.

Após a formação da equipa, torna-se necessário assegurar um espaço físico adequado, indispensável para o bom funcionamento do grupo. Para os autores, o facto de todos poderem trabalhar no mesmo espaço, e ser possível reunir num local calmo e com condições, só traz vantagens para a organização interna. Apesar de o trabalho ser repartido em tarefas, pelos elementos do grupo, o facto de partilharem o mesmo espaço fomenta a colaboração e a partilha de informação. Para além disso, a tecnologia disponível deve estar de acordo com as necessidades de um projecto deste nível.

É ainda importante considerar, que logo nesta primeira fase, o grupo deve preocupar-se em definir um método de organização interna (horário de trabalho, objectivos, tarefas,...). Nesta fase, as pessoas não se conhecem logo não é fácil atribuir tarefas e por este motivo, considerou-se que estas deveriam ser rotativas e assim, todos teriam oportunidade de aprender e desenvolver competências.

O tutor é uma peça fulcral na tarefa de acompanhamento do grupo, por servir de ponto de ligação entre os alunos e os restantes professores coordenadores do projecto. Considera-se imprescindível a participação do tutor na organização e estruturação do relatório, uma vez que a sua experiência contribui para um melhor desenvolvimento do trabalho (van Hattum-Janssen & Vasconcelos, 2008). Uma das dificuldades sentidas no início do PLE estava relacionada com o desconhecimento do nível de exigência no ensino superior em geral, e neste trabalho em particular. Num trabalho de grupo os conflitos surgem inevitavelmente, pois as pessoas têm diferentes pontos de vista, motivações e objectivos. O papel do tutor passa por tentar conciliar as diferentes personalidades e potenciar as capacidades dos elementos do grupo, funcionando como moderador. Para os autores, é precisamente nestes aspectos que o tutor tem um papel fundamental.

O PLE, como projecto integrador, possibilitou uma melhor organização dos momentos de avaliação, não só do projecto mas de todas as unidades curriculares integrantes. No entanto, a falta de experiência dos alunos pode levar a uma má gestão das tarefas e do tempo de trabalho, impossibilitando a rentabilização dos recursos disponíveis. Consequentemente, a desmotivação poderá surgir devido à carga de trabalho ser aparentemente desproporcional aos resultados conseguidos.

A Figura sintetiza aspectos que os autores consideram positivos e os pontos a melhorar numa futura experiência de projectos interdisciplinares.

Aspectos positivos	Pontos a melhorar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço físico para o grupo;</li> <li>• Tutor para cada grupo;</li> <li>• Organização interna do grupo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• horário de trabalho;</li> <li>• objectivos;</li> <li>• tarefas.</li> </ul> </li> <li>• Tecnologias e informação disponíveis;</li> <li>• Momentos de avaliação bem definidos e organizadas ao longo do semestre;</li> <li>• Integração das UC's e organização dos professores;</li> <li>• Competição saudável.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmotivação associada ao impacto da exigência inicial que o projecto revela;</li> <li>• Diferentes motivações e visões do projecto;</li> <li>• Conflitos;</li> <li>• Falta de experiência:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• má gestão de tempo;</li> <li>• má divisão de tarefas;</li> </ul> </li> <li>• Pouca sensibilidade em relação ao grau de exigência:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• é o 1.º trabalho na universidade.</li> </ul> </li> <li>• Aproveitamento ineficiente dos recursos disponibilizados;</li> </ul>

Figura 2: Aspectos positivos e pontos a melhorar na experiência PLE

## 4 Estratégia a implementar

O PLE é uma experiência enriquecedora em que existem oportunidades para melhorar, mesmo quando não se inicia o projecto da melhor forma. No 4º ano os alunos estarão mais bem preparados se for estabelecido um plano (Guia de Projecto de Aprendizagem, 2007). Pretende-se implementar um método de avaliação contínua do desempenho dos elementos do grupo. Semanalmente, será desenvolvido um plano de acção que será testado na prática. Caso exista uma avaliação positiva proceder-se-á à normalização do plano. Caso contrário, um novo plano deverá ser proposto e, novamente, testado. Esta estratégia segue a metodologia do ciclo PDCA (Plan, Do, Check and Act) proposto por Shewart e divulgado por Deming. (Russel & Taylor, 2006).



Figura 3: Estratégia de melhoria a implementar nos horários e tarefas do grupo

## 5 Conclusão

Os grupos adquiriram e desenvolveram competências com a realização do PLE, que serão fundamentais em trabalhos futuros. Os conhecimentos associados à experiência adquirida tornam-se numa mais-valia no âmbito curricular, bem como nos âmbitos profissional e social.

Após a realização de um projecto, deve-se analisar os benefícios que proporciona com o objectivo de identificar os pontos fortes e fracos. Através da análise desenvolvida neste trabalho concluiu-se que os aspectos positivos superam os negativos.

A realização do PLE propicia um ambiente enriquecedor e estimulante de aprendizagem, através do desenvolvimento das *soft-skills* e da aplicação integrada dos conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares. Para que o ambiente de aprendizagem seja propício ao desenvolvimento do projecto é necessário um conjunto de recursos. Neste sentido, o Departamento de Produção e Sistemas forneceu salas de projecto, equipamento informático e didáctico e professores para apoiar os alunos no desenvolvimento do projecto.

No entanto, cabe aos alunos gerir eficientemente os recursos disponíveis, de forma a cumprir os objectivos do projecto, no prazo definido. Caso contrário, a carga de trabalho será desproporcional ao tempo disponível, devido à falta de organização do grupo e uma pobre gestão do tempo.

Sendo assim, a aprendizagem por projectos melhorará se a experiência dos alunos servir para incrementar a sua motivação e participação em projectos futuros, numa atitude de melhoria contínua.

*“All work is seed sown, it grows and spreads and sows itself anew.”*

*Thomas Carlyle*

## Referências

- Guia de Projecto de Aprendizagem, MIEGI11 – PLE, Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Ano Lectivo 2007/2008.
- Powell, P. C., & Weenk, W. (2003). *Project-led engineering education*. Utrecht: Lemma.
- Russel, R., & Taylor, B. (2006). *Operations Management, 5th Edition*. John Wiley & Sons.
- van Hattum-Janssen, N., & Vasconcelos, R. (2008). The Role of the Tutor in Project-Led Education: The Development of an Evaluation Instrument. *International Conference on Engineering and Technology Education*, (pp. 27-31). São Paulo.

# Análise do Contributo de um Projecto Interdisciplinar na Aquisição de Competências em Processos de Gestão

Ana Luísa Sarmento, Ariana Araújo, Bruna Peixoto, Heidi Manninen

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

Email: [a50267@alunos.uminho.pt](mailto:a50267@alunos.uminho.pt), [a50251@alunos.uminho.pt](mailto:a50251@alunos.uminho.pt), [a50252@alunos.uminho.pt](mailto:a50252@alunos.uminho.pt), [a50266@alunos.uminho.pt](mailto:a50266@alunos.uminho.pt)

## 1 Introdução

O projecto interdisciplinar analisado neste artigo consiste no PIEI – Projecto Integrado em Empreendedorismo e Inovação. Este projecto envolveu, no ano lectivo 2009/2010, quatro grupos de 10 elementos de cinco cursos da Universidade do Minho (dois elementos de cada área), nomeadamente: 4º ano do Mestrado Integrado em Arquitectura (MIARQ), 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia de Polímeros (MIEPOL), 4º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), 4º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Electrónica e Computadores (MIEEC) e o 4º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM). Estes grupos tinham como finalidade concorrer ao concurso HotSpot Design lançado pela Galp energia que consistia no desenvolvimento de um aquecedor de esplanada inovador a um preço competitivo.

O presente artigo tem como objectivo dar a conhecer as aptidões desenvolvidas no âmbito da gestão de projectos de quatro alunos do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial em dois grupos diferentes do PIEI e os contributos deste projecto na formação dos alunos. Para tal, foram realizados dois inquéritos de modo a analisar a perspectiva dos alunos do 3º ano do MIEGI sobre o contributo de um projecto interdisciplinar na formação profissional, bem como, avaliar o empreendedorismo e a motivação em participar no Projecto Integrado em Empreendedorismo e Inovação em oposição ao PLE (Project Led Education) do 4º ano. Paralelamente, foram ainda obtidas opiniões relativas à experiência passada dos alunos do 4º ano que já frequentaram estes projectos.

O artigo começa por descrever brevemente os objectivos do PIEI, analisando em seguida a gestão do projecto de dois grupos diferentes e os resultados obtidos nos inquéritos efectuados.

## 2 Enquadramento do PIEI

No espírito da Declaração de Bolonha e da Aprendizagem Activa (“Active Learning”), a Universidade do Minho tem procurado implementar novas metodologias de Ensino/Aprendizagem. Neste sentido, o curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) tem introduzido novos processos de ensino/aprendizagem, desde o ano lectivo de 2004/2005 (Carvalho, Lima, & Fernandes, 2008).

O projecto de ensino/aprendizagem analisado neste trabalho, designado de Projecto Integrado em Empreendedorismo e Inovação é fundamentado em modelos de Aprendizagem Baseada em Projectos Interdisciplinares (PLE – “Project Led Education”), que consiste na resolução de problemas em equipas de trabalho (Powell & Weenk, 2003).

O PIEI consiste no desenvolvimento de projectos em grupos de trabalho interdisciplinares, tendo sido implementado na Universidade do Minho no ano lectivo de 2007/2008. No ano lectivo 2009/2010 decorreu a terceira edição desta iniciativa com a participação pela primeira vez do curso de arquitectura.

O tema proposto para o projecto consistiu no desenvolvimento de um aquecedor de esplanada inovador, mas com um preço competitivo, de modo a responder ao desafio lançado pela Galp Energia no âmbito do concurso HotSpot Design. O desafio lançado aos alunos consistiu na criação de uma proposta de um novo aquecedor de esplanada com um design inovador e incorporação de novas soluções e tecnologias, de forma a destacar-se no mercado actual, através da integração dos conhecimentos e competências técnicas de cinco cursos diferentes.

Neste projecto, os alunos de MIEPOL e MIEM desenvolveram aspectos como a selecção e a descrição dos materiais utilizados e das tecnologias de fabrico, dimensionamento mecânico e desenvolvimento de protótipos, bem como modelação 3D e a realização de desenhos técnicos 2D do produto. O projecto envolveu ainda a integração de automatismos electrónicos, através da aplicação das competências dos alunos de MIEEC. No que diz respeito ao curso de MIEGI, este projecto consistiu na especificação de um sistema produtivo e dos procedimentos envolvidos

na sua gestão. O trabalho dos alunos de MIARQ, por sua vez, incidiu no design do produto e seu enquadramento num projecto de arquitectura de uma esplanada.

### 3 Gestão de projectos

A gestão de projectos consiste no planeamento, coordenação da execução e controlo de modo a garantir o bom desenvolvimento do projecto e o cumprimento dos objectivos de qualidade, prazos e custos (Courtois, Pillet, & Martin, 2006). A gestão de projectos deverá ser baseada na definição dos diferentes processos, estabelecendo as condições em que devem ser executados e as responsabilidades pela sua execução.

Em seguida pretende-se descrever a forma como dois dos 4 grupos de trabalho geriram este projecto.

#### 3.1 Gestão do projecto do 1º Grupo

O grupo definiu a realização de uma reunião semanal, com a presença de todos os elementos e do seu tutor, de modo a apresentar o trabalho realizado, bem como a definição e discussão de trabalhos futuros. Estas reuniões funcionaram como pontos de controlo do projecto, sendo no fim de cada reunião efectuada uma distribuição das tarefas.

Numa fase inicial do projecto, pretendeu-se implementar uma liderança rotativa do projecto, de forma a permitir que cada curso assumisse a liderança durante duas semanas. À equipa líder, constituída por 2 elementos, cabia a responsabilidade da marcação e coordenação das reuniões semanais. No entanto, ao longo do projecto, a implementação desta solução mostrou-se inviável devido à indisponibilidade de tempo de alguns elementos do grupo (por existência de testes e sobreposição de aulas durante o horário das reuniões). Deste modo, a coordenação e a liderança das reuniões, bem como a integração do trabalho efectuado pelos diferentes cursos ficou na responsabilidade dos 2 elementos do curso de MIEGI.

A troca de toda a documentação relevante relacionada com este projecto foi efectuada através de uma conta criada no "Google Groups". Esta conta serviu, por outro lado, como uma forma de comunicação útil entre os elementos do grupo devido à dificuldade em conciliar horários totalmente incompatíveis.

Os relatórios foram elaborados ao longo de todo o projecto, tendo como base a informação colocada na conta do grupo. Deste modo, procurou-se evitar situações de sobrecarga de trabalho e promoveu-se a correcção atempada de eventuais erros. A coordenação do relatório foi assumida pelos 2 elementos de MIEGI.

Em relação à avaliação, o grupo decidiu atribuir a mesma nota a todos os elementos do grupo.

No sentido de promover o relacionamento inter-pessoal, bem como o espírito de grupo, foram organizados diversos jantares e almoços. Estes momentos sociais foram importantes para os elementos do grupo se conhecerem melhor, tendo contribuído significativamente para o excelente ambiente de trabalho que se verificou durante todo o projecto.

O trabalho em equipa foi desenvolvido sem problemas significativos, destacando-se como aspecto negativo a dificuldade em conseguir conciliar os horários dos diferentes elementos do grupo. Outro aspecto negativo consistiu na dificuldade de integração de algumas competências no projecto devido ao tema escolhido (desenvolvimento de aquecedores de esplanada). Este problema foi mais significativo para os alunos do curso de MIEEIC, que sentiram dificuldades na integração de componentes electrónicos num produto desta natureza. Por outro lado, os alunos de MIEGI encararam inicialmente o projecto com alguma desmotivação, uma vez que, ao contrário das edições anteriores do PIEI, este projecto não envolveu a análise de um sistema produtivo real.

#### 3.2 Gestão do projecto do 2º Grupo

Um dos casos de estudo apresentados baseou-se numa gestão do projecto a um nível mais dinâmico, na medida que houve várias horas de contacto entre os alunos e uma forte interligação.

Os alunos optaram, desde o início, por reunir semanalmente com o respectivo tutor. Estas reuniões tinham a seguinte finalidade: discutir ideias e a sua possível concretização, confrontar diferentes perspectivas das várias áreas existentes, avaliar o ponto da situação assim como discutir problemas de relacionamento do grupo e obter feedback em relação ao andamento do projecto. O tutor desempenhou um papel bastante importante no decorrer do projecto, pois acompanhou o grupo até ao fim e presenciou os momentos onde ocorreram mais dificuldades e também nos momentos de maior motivação.

Ao longo do projecto, os alunos envolvidos tinham pelo menos um dia de contacto pessoal, no qual trabalhavam todos juntos, desempenhavam as respectivas tarefas, trocavam ideias, interligavam conceitos e comunicavam sobre o andamento do trabalho. No início, foi necessário uma maior comunicação na definição do projecto, mas com o decorrer deste, cada equipa de trabalho desempenhou as funções da respectiva área. Os elementos, também, acordaram escolher um líder para cada duas semanas de trabalho. Esta decisão funcionou nas primeiras semanas, contudo, a equipa de MIEGI acabou por assumir esta tarefa.

De forma a diferenciar a qualidade de trabalho e avaliar o empenho e participação de cada elemento do grupo era realizada uma avaliação individualizada em diferentes parâmetros, designada por “Avaliação PEER” no final de cada ponto de avaliação.

Ao nível da gestão de projectos, a equipa de trabalho do MIEGI desempenhou um forte papel, visto que teve também como função alertar sobre os pontos de controlo, gestão de informação, edição e revisão de relatórios, bem como orientação em apresentações formais dos vários estados do produto. Uma das funções também passou pelo tratamento dos dados da avaliação feita pelo grupo.

#### 4 Dualidade entre o PIEI e o PLE do 4º ano

No sentido de avaliar a capacidade empreendedora dos alunos do 3º ano do MIEGI foi realizado um pequeno inquérito relativo à intenção de participar no Projecto Integrado em Empreendedorismo e Inovação em oposição ao PLE do 4º ano. O PLE é um projecto multidisciplinar que envolve no máximo 8 alunos do MIEGI por grupo e integra todas as cinco Unidades Curriculares (UC’s) do 1º semestre, em detrimento do PIEI que apenas envolve 3 UC’s. O inquérito era constituído por duas perguntas simples (Figura 5) e foi respondido por 40 alunos do 3º ano.

1. Conheces o PIEI (Projecto Integrado em Empreendedorismo e Inovação) do 4º ano?	
<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
1. Qual gostarias de frequentar no 4º ano?	
<input type="checkbox"/> PLE	<input type="checkbox"/> PIEI
<input type="checkbox"/> Não Sabe (N/S)	
1.1. Porquê? _____	

Figura 5: Inquérito realizado aos alunos do 3º ano do MIEGI

Com a análise dos resultados verificou-se que 92.5% dos inquiridos conhece o PIEI, mas apenas 32.4% destes revela interesse em participar num projecto desta envergadura, contra 62.2% que prefere integrar o PLE e 5.4% de indecisos. Por outro lado, dos 7.5% de alunos que assinalaram “NÃO” na primeira pergunta, 67% elege o PLE como a melhor opção em oposição aos 33% que optam pelo PIEI (Figura 6 a)).

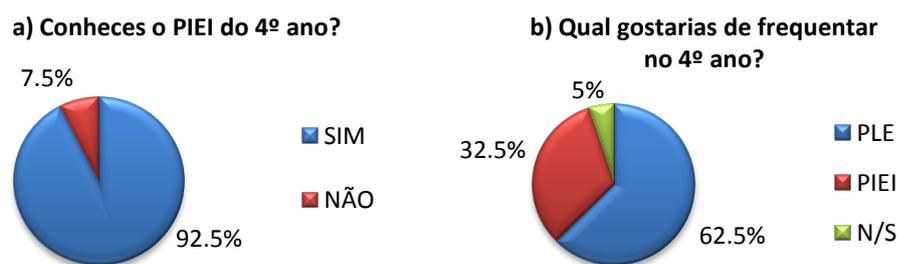


Figura 6: Resultados do inquérito a) Questão 1, b) Questão 2

Relativamente à primeira pergunta, o desconhecimento do PIEI é de acordo com os alunos, devido à falta de disponibilização de informação por parte dos docentes envolvidos. Este facto seria facilmente resolvido com uma sessão de esclarecimento por parte dos docentes e com o contributo das experiências dos alunos envolvidos no PIEI do ano anterior, no início do 2º semestre do 3º ano. Deste modo os alunos teriam tempo para reflectir.

À semelhança dos anos anteriores, os alunos demonstram uma vez mais a preferência pelo PLE em oposição ao PIEI (Figura 6 b)). Das razões apontadas pelos alunos que escolheram o PLE, verifica-se que o “factor segurança” está na origem destes resultados, visto que a maioria não prefere arriscar a trabalhar com pessoas que não conhece, considera a dependência dos cursos como um factor negativo, têm receio que os outros elementos não trabalhem podendo ser deste modo prejudicados e que não haja compatibilidade de horários de trabalho.

Comprova-se deste modo que a sessão de esclarecimento é fundamental, visto que estes alunos parecem não ter uma visão sólida da realidade profissional futura, pensando apenas nas médias académicas em vez da valorização da sua formação. No contexto real do mundo de trabalho é muito difícil, senão mesmo impossível, escolher os colegas de trabalho, para além de que estes não serão da mesma área, sendo de realçar que o sucesso das organizações em muito depende da coordenação e troca de informação entre diferentes áreas departamentais, logo, o contacto será inevitável. Por outro lado, os alunos apontam como factor determinante para a sua escolha o facto de o PLE ser mais direccionado ao curso e ao trabalho que irá ser realizado no futuro. Como o PIEI não integra todas as UC's, os alunos não têm a oportunidade de analisar nem aprofundar determinados conteúdos disciplinares.

Relativamente aos 32.5% de alunos com espírito empreendedor, estes afirmam que o PIEI é uma oportunidade única de experiência pessoal, consideram-no uma mais-valia para o futuro profissional, um desafio inovador e motivador, diferente dos trabalhos realizados até então, possibilidade ímpar de interacção com outros cursos e outras pessoas com conhecimentos diferentes o que permite acesso a outro tipo de visão, e que apesar ser mais exigente assume-se como uma experiência enriquecedora mais aproximada do mundo cooperativo e de trabalho.

Paralelamente a este inquérito, pretendeu-se ainda obter a opinião junto dos alunos que participaram no PIEI e PLE do 4º ano relativamente à experiência passada de modo a avaliar as vantagens e desvantagens reais de participação num ou noutro projecto. Quanto ao projecto PLE os alunos consideram um projecto útil, mas denotaram como factor negativo a coordenação dos diferentes elementos do grupo, grande divisão de tarefas e os métodos inadequados de avaliação. Por outro lado, consideram a complementaridade de conhecimentos entre as diferentes UC's, o contacto directo com empresas e integração de todas as unidades no projecto como factor positivo. Relativamente aos alunos que participaram no PIEI, estes apontam, entre muitos, como factores positivos a maior integração no projecto visto que são apenas dois alunos de cada área a trabalharem para o mesmo fim, a aquisição de conhecimentos interdisciplinares e desenvolvimento da capacidade de gestão e liderança de projectos.

## 5 Conclusão

Com a experiência de gestão dos grupos em estudo e pela análise dos inquéritos efectuados, comprova-se que os resultados de um projecto desta natureza são inúmeros para os alunos envolvidos, nomeadamente o desenvolvimento da capacidade de trabalho em equipa, o incentivo ao pensamento crítico, o desenvolvimento de espírito de iniciativa e criatividade e melhoria da capacidade de comunicação. O PIEI promove assim, a aprendizagem de competências essenciais para a formação e preparação para a actividade profissional futura, estimulando ainda a criação de um espírito empreendedor na comunidade académica. Neste sentido, a realização deste trabalho possibilita o relacionamento dos conteúdos interdisciplinares de forma integrada, pois na sua realização, os alunos têm a possibilidade de aplicar na prática os aspectos técnicos e científicos leccionados nos cursos que integram e servem de suporte para a sua execução.

Apesar de ambos os grupos em estudo terem uma gestão de projectos diferentes acabaram por ter a mesma classificação final – dezasseis valores numa escala de vinte. Embora fosse um concurso em que ambos os grupos eram adversários, a competição revelou-se saudável o que possibilitou o bom relacionamento denotando-se como uma mais-valia na medida em que permitiu a troca de ideias entre ambos.

A realização de um projecto desta natureza com a combinação teórica/prática implica a aplicação de conceitos fundamentais para a formação de futuros engenheiros e arquitectos, pois incluiu aspectos relacionados com a projecção técnica e design de um produto a partir de uma situação real, organização de um sistema produtivo, bem como planeamento e controlo de projectos e trabalho em equipa, tendo sempre presente o futuro contexto profissional.

## Bibliografia

- Carvalho, D., Lima, R. M., & Fernandes, S. (2008, 2008.09.02-2008.09.04). Aprendizagem em engenharia: Projectos e equipas interdisciplinares. Artigo apresentado no 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2008), Maputo - Moçambique.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin, C. (2006). Gestão da Produção. Lidel, 5ª edição.
- Powell, P. C., & Weenk, W. (2003). Project-led engineering education. Utrecht: Lemma.

# Aprendizagem por Projectos em Engenharia e Gestão Industrial: Trabalho de Grupo em Interação com uma Indústria

**Diogo Campos, Eduardo Ribeiro, Isabel Castro, Joana Pereira, Sílvia Dias, Stéphanie Barbosa, Susana Correia**

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

Email: [diogomsc@gmail.com](mailto:diogomsc@gmail.com), [eduardormribeiro@hotmail.com](mailto:eduardormribeiro@hotmail.com), [isabel\\_kastro@hotmail.com](mailto:isabel_kastro@hotmail.com), [joana\\_pereira23@hotmail.com](mailto:joana_pereira23@hotmail.com), [silvia.m.dias@hotmail.com](mailto:silvia.m.dias@hotmail.com), [stephanie14bb@hotmail.com](mailto:stephanie14bb@hotmail.com), [susanacorreia\\_24@hotmail.com](mailto:susanacorreia_24@hotmail.com)

## 1 Introdução

Este artigo pretende focar-se no ensino baseado em projectos, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, tendo como objecto de pesquisa o desenvolvimento de um projecto interdisciplinar por um grupo de alunos numa empresa.

Tradicionalmente, a actividade do estudante centra-se, principalmente, no estudo de conteúdos curriculares organizados e apresentados por meio de aulas presenciais num formato instrucional, ou seja, o objectivo básico pretende que o aluno repita os conceitos apresentados na disciplina. Contudo, actualmente, os estudantes têm de se preparar para uma vida profissional em constante mudança, em que as habilidades de aprender autonomamente, localizar e tratar informação, identificar e propor soluções a problemas ou oportunidades de melhoria, entre outras, são fundamentais para se conseguir ultrapassar obstáculos e se manterem competitivos no mundo profissional.

A metodologia PLE (*Project Led Education*) é um formato inovador de ensino/aprendizagem baseado na agregação de diversas Unidades Curriculares (UC) num único projecto. Fundamentado no conceito de projecto integrado, guiando-se pelos princípios da Declaração de Bolonha (implementados no ensino superior europeu) e da Aprendizagem Activa, esta metodologia é um processo que possui como objectivos promover a aprendizagem centrada no aluno e não no professor, incitar o espírito crítico, impulsionar o trabalho em equipa, fomentar o espírito de iniciativa e criatividade, desenvolver aptidões de comunicação, relacionar conteúdos interdisciplinares de forma integrada e, por fim, desenvolver habilidades relacionadas com a identificação de oportunidades de melhorias, ou problemas, e à proposição de soluções viáveis, pesquisa e tratamento de informação necessária para atender às procuras da vida profissional, assim como, melhorar a capacidade de ler e redigir textos, liderar e ser liderado, entre outras. Por sua vez, este artigo tem como propósitos a análise da metodologia usada no desenvolvimento do projecto em causa e o modo como é realizada a interacção com a empresa.

As vantagens desta metodologia de ensino-aprendizagem devem-se ao facto de que os projectos são actividades de carácter experiencial e vivencial, exigindo as aptidões referidas anteriormente. A oportunidade de interagir com vários alunos num projecto interdisciplinar, associada à possibilidade de utilizar os conteúdos das disciplinas aos requisitos do ambiente industrial, colaboram para a motivação, empenho e interesse por partes dos alunos no decorrer do projecto [(Powell & Weenk, 2003), (Hattum-Janssen & Vasconcelos, 2007)].

A existência do papel do tutor é de enorme importância, uma vez que este pode ser quem incita a participação do aluno evitando a desistência, o desânimo e o desencanto pelo conhecimento/experiência. Além disto, o tutor compromete-se a orientar o grupo na selecção de conteúdos, na discussão de estratégias e na mediação de problemas de aprendizagem, problematizando o conhecimento e estabelecendo o diálogo com todos os elementos permitindo, assim, o progresso do projecto (Lima, 2009).

## 2 Contextualização do projecto

A reorganização do processo educativo promovida pelo Processo de Bolonha modificou a cultura de aprendizagem no ensino superior Europeu dos últimos anos. A integração do PLE no sistema de ensino/aprendizagem do projecto do 4º ano/1º semestre, teve a finalidade de adquirir as competências de cinco UC de apoio directo ao projecto (*Project Support Courses*), sendo elas: Complementos de Engenharia e Gestão da Qualidade, Gestão Integrada da Produção, Modelos de Decisão, Simulação e Sistemas de Informação para a Produção. Estas aplicaram-se num projecto que transmite a simulação da realidade industrial. Este projecto pretendeu desenvolver as competências de aprendizagem, despertar o espírito de grupo, sendo um desafio tanto para os alunos como para os docentes.

No desenvolvimento do projecto, visou-se, ainda, a apresentação de propostas de melhorias, devidamente justificadas, para o sistema de produção de uma empresa de calçado.

Inicialmente, foi definido pela equipa coordenadora do PLE, que as empresas seriam do sector do calçado. Sendo um ramo industrial de grande peso em Portugal, o sector do calçado tem conhecido um crescimento exponencial nas últimas duas décadas, devido aos investimentos efectuados pelas empresas e pelo Estado para a modernização e reconhecimento do sector (Lusa, 2008). O contacto com a empresa em estudo foi concretizado no âmbito da parceria com o Departamento de Produção e Sistemas (DPS), tendo este sector acolhido, pela primeira vez, alunos universitários, “abrindo portas” ao desenvolvimento dos projectos.

## **2.1 Modelo de organização do grupo**

Para o desejável funcionamento do grupo de trabalho, de modo que este efectuasse uma correcta implementação e concretização do projecto em questão, foram estabelecidas várias normas, apresentadas seguidamente, no que respeita à definição de cargos e formas de comunicação intra e extra-grupo. Durante a realização do projecto, o grupo actuou de forma colaborativa.

### **2.1.1 Definição de cargos**

De forma a obter uma correcta e eficiente comunicação dentro do grupo, e entre este e a empresa, definiram-se dois tipos de cargos, rotativos e fixos.

O responsável pelo cargo rotativo de coordenador semanal, tinha como funções a definição, atribuição e calendarização das tarefas para a semana em questão, assim como o agendamento da reunião semanal com o tutor do grupo e, ainda, a junção dos apontamentos obtidos nos esclarecimentos das orientações tutoriais. Quanto ao secretário assumia a responsabilidade de realizar as actas das reuniões semanais com o tutor, além de tomar notas nas diversas orientações tutoriais realizadas com os docentes que, posteriormente, seriam enviadas para o coordenador semanal. A rotatividade do cargo de coordenador semanal definiu-se por ordem alfabética dos elementos, enquanto o de secretário atribuiu-se por sorteio entre os diversos elementos integrantes do grupo de forma a todos desempenharem o papel.

O cargo fixo de porta-voz do grupo para a empresa foi definido considerando a imagem de estabilidade e coerência para com os responsáveis da empresa que acompanharam o grupo nas visitas e nos contactos efectuados. Esta atribuição de responsabilidades garantiu uma minimização da perda e interpretação errónea de informação que de outra forma ocorreria se este cargo fosse rotativo.

Para além destes cargos, definiram-se, ainda, responsáveis para as tarefas das UC integrantes no projecto. Tendo em vista uma garantia de igual dedicação e carga de trabalho ao projecto por todos os elementos do grupo, estes foram distribuídos pelas diversas UC em igual número pela sua afinidade e à-vontade com a UC em causa.

Entre as responsabilidades destes elementos, destaca-se o cargo de porta-voz do grupo para a UC em causa. O semi-grupo responsável tinha a função de esclarecer dúvidas com o docente da UC e, por sua vez, enviar para o coordenador semanal para este os agregar e enviar ao grupo.

Apesar de este método de trabalho conduzir à sobre-especialização destes elementos nas UC da sua responsabilidade, este facto era minimizado, pois terminadas as tarefas agendadas, estas eram enviadas a todos os elementos do grupo de forma a serem comentadas e alvo de posterior correcção, garantindo, deste modo, uma permanente sintonia com o avançar do projecto e uma equitativa aquisição de conhecimentos.

### **2.1.2 Comunicação interna no grupo**

A comunicação entre os elementos do grupo foi assegurada não só por contacto telefónico mas, essencialmente, por correio electrónico, onde todos os elementos utilizaram uma conta de correio electrónico no *GMail*, criada exclusivamente para os trabalhos do semestre em questão. Além da comunicação assegurada por este meio, a conta assegura também o uso de um “Google Grupos” onde se procedia à disponibilização dos relatórios/apresentações de progresso do projecto, assim como das diferentes tarefas individuais finalizadas, após revisão conforme os comentários dos restantes elementos.

### **2.1.3 Avaliação dos elementos do grupo**

Utilizando o método de avaliação *Peer*, os elementos do grupo procederam à auto e heteroavaliação no final do semestre, tendo em conta o cumprimento dos objectivos decretados e tarefas definidas, atribuindo uma pontuação de zero a dez, pelos diversos elementos. Desta forma, a nota final do projecto foi distribuída de acordo com a média final gerada.

## 2.2 Interação com a empresa

Como referido anteriormente, a interação com a empresa foi realizada inicialmente com a equipa de coordenação do PLE, tendo sido agendadas três visitas com temáticas diferentes, de modo a abranger todos os assuntos que seriam desenvolvidos no projecto. A primeira visita visou a apresentação e conhecimento, em termos gerais, da empresa, assim como o seu sistema produtivo; a segunda pretendeu uma abordagem metódica e profunda ao sistema de informação da produção, enquanto a terceira se direccionou para a área da qualidade da empresa.

Para as três visitas supramencionadas, o grupo nomeou dois elementos fixos e outros tantos rotativos, abrangendo os oito elementos que constituíam o grupo. Esta medida foi tomada deliberadamente, de forma a assegurar o contacto permanente entre os dois elementos e o Director de Produção, tendo em vista uma maior fluidez dos temas tratados. Dado que as visitas decorreram num curto espaço de tempo, o contacto acima referido facultou o conhecimento e a transmissão de informações, com a mesma perspicuidade aos restantes elementos. Sob este ponto de vista, os elementos fixos foram responsáveis pela referida comunicação clara e detalhada de informações.

Além do contacto directo e mais próximo com o Director de Produção, no que concerne à recolha de dados e informação, foram mantidos contactos utilizando outros meios de comunicação, sendo a empresa contactada por correio electrónico e, em diversas ocasiões (consideradas mais urgentes), por contacto telefónico.

Nas primeiras visitas, recolheram-se dados através da resposta a questionários, construídos pelos elementos do grupo, recorrendo a *brainstormings*, posteriormente revistos/comentados pelo tutor do grupo. O tutor acompanhou as visitas assegurando que não existiria perda de informação, devido à falta de experiência do grupo, no que respeita à recolha de informações num contexto empresarial. Concluídas as visitas mencionadas, constatou-se que não foram suficientes para alcançar os objectivos definidos para o projecto. Deste modo, procedeu-se ao agendamento de visitas semanais (por norma às segundas-feiras de manhã) onde, em semelhança às visitas primordiais, realizou-se a preparação prévia de questionários. As visitas dividiram-se em duas partes: inicialmente o grupo dirigia-se à secção em estudo, onde contactava com os colaboradores pertencentes a esta; porém, quando necessário, no final da visita, esclareciam-se as restantes dúvidas no gabinete do Director de Produção e do Director de Qualidade.

## 3 Conclusão

O desenvolvimento do presente artigo pretendeu demonstrar a experiência adquirida, por uma equipa de trabalho, relativamente ao seu método de organização e à responsabilidade alcançada no estabelecimento de relações externas com uma empresa. O bom funcionamento e organização do grupo foram possíveis, devido à criação de várias directrizes. Nesse sentido, o modelo organizacional apoiou-se em diversos pilares, sendo eles: definição da figura do coordenador semanal e secretário; distribuição equitativa de tarefas por todos os elementos; e organização da comunicação, de modo a assegurar o conhecimento “equivalente”, através da elaboração de comentários individuais às tarefas realizadas. As medidas adoptadas mostraram-se adequadas ao grupo, tendo sido, contudo, adaptadas e aperfeiçoadas, considerando as dificuldades sentidas com o evoluir do projecto.

A interação com a empresa demonstrou-se uma mais-valia, no sentido da aplicabilidade dos conteúdos numa perspectiva real e industrial, dando oportunidade aos alunos de interagir com as dificuldades e necessidades sentidas na indústria, colocando em prática conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico.

De uma forma geral, esta nova forma de ensino, impulsionada pela Declaração de Bolonha, contribuiu para um revigoramento do ensino universitário. Tal facto conduziu os estudantes a preocuparem-se com o seu aprendizado e aproveitarem melhor as oportunidades de interação com o mercado de trabalho, aplicando conceitos num contexto real, fortalecendo as ligações interpessoais através do trabalho em grupo. As dificuldades que sucederam durante a realização do projecto obrigaram à existência de estratégias para as superar, como a inter-ajuda dos diversos grupos, assim como o contacto com intervenientes externos ao projecto. Encarar estes obstáculos como desafios e saber como ultrapassá-los, compõe uma oportunidade essencial de aprendizagem que tem sido enaltecida pelos alunos e pelas empresas envolvidas.

A inserção dos alunos no ambiente industrial criou uma motivação suplementar para a elaboração de um projecto fidedigno e viável. Esta forma inovadora de interação possibilitou à empresa o contacto com ideias inovadoras, assim como a constatação, por parte dos alunos, da aplicação de métodos leccionados no decorrer do ciclo de

estudos em ambiente industrial. No início do projecto as expectativas de ambas as partes eram elevadas. Finalizado o projecto, este revelou-se extremamente compensador, tanto para o grupo como para a empresa. Houve consciência dos riscos que representaria o envolvimento de ambas as partes, constatando-se, no final, que os objectivos propostos foram alcançados. Este facto tornou possíveis futuras relações de parceria entre a Universidade e a empresa.

## Referências

- Hattum-Janssen, N. v., & Vasconcelos, R. M. (2007). Project led education in engineering courses: competencies to include. Obtido em 2010, de:  
<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/8977/1/project%20led%20education%20in%20engineering%20courses-competencies%20to%20include.pdf>
- Lima, R. (2009). Guia de Projecto de Aprendizagem - MIEGI41\_PI1. (MIEGI) . Universidade do Minho - Escola de Engenharia: Publicação Interna - Departamento de Produção e Sistemas.
- Lusa, A. (16 de Setembro de 2008). Portugal é o único país na Europa com saldo comercial positivo. Obtido em 26 de Abril de 2010, de <http://www.eztradecenter.com/centro-de-noticias/portugal-e-o-unico-pais-na-europa-com-saldo-comercial-positivo>
- Powell, P. C., & Weenk, W. (2003). Project-Led Engineering Education. Lemma.

## GENERAL INFORMATION AND SERVICES

### CONFERENCE VENUE

All conference sessions will be held at the University of Catalunya, C/ Jordi Girona 1-3, Campus Nord, Bulding A1.

### REGISTRATION

Registration will be open 1<sup>st</sup> July at 14:00, in the Symposium Venue.

### CIDUI PARTICIPANTS

All members registered in the CIDUI Congress have free access to the Keynote presentations and Paper sessions of the PAEE Symposium.

### SYMPOSIUM DINNER

The Symposium Dinner will be held at the *Restaurant Temporada Paradis* on Thursday, July 1, at 21:00. It is a 10 minute walk from the Symposium Venue. More information about *Restaurant Temporada Paradis* is available at <http://www.paradis.es/>.

Address:

Avd. Barcelona 243 – Polígono Industrial El Plá  
08750 Molins de Rei (Barcelona)  
Phone: 93 680 35 00

### GUEST PROGRAM

Guests may also attend the Symposium Dinner. Tickets are available at the registration desk. Contact the PAEE secretariat or members of the organizing committee for more detailed information.

### INTERNET

Wireless internet access is available in the Symposium venue. Computers and multimedia projectors will be available during presentation sessions.

### SYMPOSIUM SECRETARIAT

Department of Production and Systems  
School of Engineering of University of Minho  
Campus de Azurém,  
4800-058 Guimarães  
PORTUGAL  
[paae@dps.uminho.pt](mailto:paae@dps.uminho.pt)

Phone: +351 253 510 762

Fax: + 351 253 510 343

<http://paae.dps.uminho.pt>

## LIST OF AUTHORS

Name	E-mail	Institution	Country
Ana Lucia Manrique	manrique@pucsp.br	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP	Brazil
Ana Luísa Sarmiento	a50267@alunos.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Ana Maria Silva	anasilva@ie.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Ana Marques	ana_fsmarques@hotmail.com	University of Minho	Portugal
Anabela Alves	anabela@dps.uminho.pt	University of Minho	Portugal
André Leal	andrejbl@hotmail.com	Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias Castelo Branco	Portugal
Ângela Oliveira	angelaoliveira@est.ipcb.pt	Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco	Portugal
Anne Simões	anneimagodei@hotmail.com	Universidade de Brasília	Brazil
Antonio Albuquerque	antonio@albuquerque.pro.br	UNIP	Brazil
Antonio Manuel Jimeno Morenilla	jimeno@dtic.ua.es	Universidad de Alicante	Spain
Ariana Araújo	a50251@alunos.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Ariane Scarelli	ariane@feb.unesp.br	CTI/FEB/UNESP	Brazil
Bruna Peixoto	a50252@alunos.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Celina Leão	cpl@dps.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Célio Moliterno	celio@celiomoliterno.eng.br	UNIP	Brazil
Claudio Ferreira de Carvalho	claudio@colegioafonsopena.com.br	UNIP	Brazil
Daniela Silva	danielaalex@hotmail.com	University of Minho	Portugal
Daniele Maria Vieira do Nascimento	danielemarian@yahoo.com.br	Universidade Federal de Pernambuco	Brazil
David Gil Méndez	dgil@dtic.ua.es	Universidad de Alicante	Spain
Diogo Campos	diogomsc@gmail.com	Universidade do Minho	Portugal
Eduardo Ribeiro	eduardormribeiro@hotmail.com	Universidade do Minho	Portugal
Ely Antonio Tadeu Dirani	dirani@pucsp.br	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP	Brazil
Emanuel Edwan de Lima	eel@manaus.certi.org.br	Instituto Certi Amazonia	Brazil
Ethel Silva	e-chiari@uol.com.br	Centro Universitário de Araraquara	Brazil
Evaldo Rodrigues	evaldocesar@unb.br	Universidade de Brasília	Brazil
Evgeniya Vechter	vechter@tpu.ru	National Research Tomsk Polytechnic University	Russian Federation
Fábio Cardoso	fabio.cardoso@intera.org.br	Gessy D Maria de Souza Cardoso	Brazil
Filomena Soares	fsoares@dei.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Francisco Moreira	fmoreira@dps.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Franco Giuseppe Dedini	dedini@fem.unicamp.br	Unicamp - Universidade Estadual de Campinas	Brazil
Geraldo Gonçalves Delgado Neto	geraneto@fem.unicamp.br	UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas	Brazil
Gleyce Kelly Miranda	gleycemiranda_@hotmail.com	Universidade Federal de Pernambuco	Brazil
Hector Díaz	hector.diaz@ean.edu.co	Universidad EAN	Columbia
Heidi Manninen	a50266@alunos.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Iana Giesbrecht	ianna.giesbrecht@gmail.com	Universidade de Brasília	Brazil
Ignacio Javier Navarro Soria	ignasi.navarro@ua.es	Universidad de Alicante	Spain
Igor Safyannikov	refer@tpu.ru	National Research Tomsk Polytechnic University	Russian Federation
Inês Oliveira	nes_oliveira@hotmail.com	Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco	Portugal
Isabel C. Viana	icviana@ie.uminho.pt	Institute of Education, University of Minho	Portugal
Isabel Castro	isabel_kastro@hotmail.com	Universidade do Minho	Portugal
Isabel S. Carvalho	icarvalho@moonlight.pt	ISEL + IDMEC/UISPA	Portugal
Ivan Persio de Arruda Campos	ipdacamp@uol.com.br	UNIP	Brazil

Name	E-mail	Institution	Country
Iván Ramón Sánchez Soto	isanchez@ubiobio.cl	Universidad del Bio Bio	Chile
Izabela Lorca Nagano	izabelaln@feb.unesp.br	UNESP/FEB	Brazil
Jefferson Bruno de Melo Dantas	jeff_bruno_1@yahoo.com.br	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Brazil
Joana Pereira	joana_pereira23@hotmail.com	Universidade do Minho	Portugal
João Antunes	antunes.um@gmail.com	University of Minho	Portugal
João Carneiro	ricsheep@gmail.com	Universidade do Minho	Portugal
João M. Silva	joaomello@unb.br	University of Brasilia	Brazil
Jose C. Balthazar	jcbalthazar@unb.br	University of Brasilia	Brazil
José Couto Marques	jmarques@fe.up.pt	FEUP	Portugal
José Hermosilla	hermosilla@linkway.com.br	Centro Universitário de Araraquara	Brazil
José Sérgio da Silva Júnior	grupo.pesquisa.cientifica@gmail.com	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Brazil
José Souza Rodrigues	jsrod@feb.unesp.br	UNESP/FEB	Brazil
Katia Livia Zambon	katia@feb.unesp.br	CTI/FEB/UNESP	Brazil
Lisa Gommer	e.m.gommer@utwente.nl	University of Twente	Netherlands
Luciano Fernandes Monteiro	lucianofm2007@gmail.com	Universidade Federal do Piaui	Brazil
Luciano Franceschini	mestrado@uniara.com.br	Centro Universitário de Araraquara	Brazil
Luiz Campos	lccampos@pucsp.br	Pontificia Universidade Católica de São Paulo	Brazil
Luzimar Barbalho Silva	luzimar_1@yahoo.com.br	Universidade do Minho	Portugal
Mara Cynthia Ferreira Carvalho	maraimee@uol.com.br	UNIP	Brazil
Márcia Aguiar	marciab_aguiar@hotmail.com	University of Minho	Portugal
Márcia Zindel	marcialz@unb.br	Universidade de Brasília	Brazil
Marconi Freitas-da-Costa	marconi_costa@hotmail.com	Universidade Federal de Pernambuco	Brazil
Marcus Avezum	mcccastro@rc.unesp.br	Centro Universitário de Araraquara	Brazil
Marcus Eduardo Freitas Dantas	lucianofm@uol.com.br	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Brazil
Maria Felipa Cañas Cano	maria.canas@udep.pe	Universidad de Piura	Peru
María Luisa Pertegal Felices	mlpf@alu.ua.es	Universidad de Alicante	Spain
Mark Rijkeboer	M.Rijkeboer@utwente.nl	University of Twente	Netherlands
Martha Rodrigues	marthaveras@unb.br	Universidade de Brasília	Brazil
Natalia Vyuzhanina	nyv@tpu.ru	National Research Tomsk Polytechnic University	Russian Federation
Natascha van Hattum-Janssen	nvanhattum@ie.uminho.pt	University of Minho - CIEd	Portugal
Nestor Porcell	nporcell@ean.edu.co	Universidad EAN	Columbia
Pedro Silva	psilva@est.ipcb.pt	Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco	Portugal
Rafael Gonçalves	rgoncalves@fe.up.pt	FEUP	Portugal
Rui M. Lima	rml@dps.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Rui Sousa	rms@dps.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Rui Vilhena	vilhena.rui@gmail.com	EDP - Energias de Portugal	Portugal
Sandra Costa	scosta@dei.uminho.pt	University of Minho	Portugal
Sandra Fernandes	sandra@dps.uminho.pt	University of Minho - DPS	Portugal
Sílvia Dias	silvia.m.dias@hotmail.com	Universidade do Minho	Portugal
Stéphanie Barbosa	stephanie14bb@hotmail.com	Universidade do Minho	Portugal
Susana Correia	susanacorreia_24@hotmail.com	Universidade do Minho	Portugal
Valteir Romao Da Silva	valteir@gmail.com	Universidade do Estado do Amazonas	Brazil
Victor Hugo Gonzaga Raimundo	lucianofm2007@hotmail.com	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Brazil
Walther Azzolini	wazzolini@uniara.com.br	Centro Universitário de Araraquara	Brazil



Universidade de Minas  
Instituto de Engenharia



Universidade de Minas  
Instituto de Física  
Curso de Engenharia em Telecomunicações



Zona Especial de Processamento de Dados  
ZEP



UPC



endu  
energias educativas