

Aprendizaje basado en problemas y educación en ingeniería: Panorama latinoamericano

Editado por:

Aida Guerra

Fernando Rodríguez-Mesa

Fabián Andrés González

María Catalina Ramírez



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



AALBORG UNIVERSITY

Aalborg Centre for Problem Based Learning
in Engineering Science and Sustainability
under the auspices of UNESCO

Aprendizaje basado en problemas y educación en ingeniería: Panorama latinoamericano

Editores:

Aida Guerra

Aalborg Centre for PBL in Engineering Science and Sustainability under the auspices of UNESCO. Aalborg University, Aalborg, Denmark

Fernando Rodríguez-Mesa

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

Fabián Andrés González

Universidad del Valle, Cali, Colombia

Maria Catalina Ramírez

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

© Aalborg University Press, Junio 2017

Diseño de la portada: Jhon Jairo Nieto Villanueva

Universidad Nacional de Colombia

ISBN: 978-87-7112-646-4

Publicado por:

Aalborg University Press

Skjernvej 4A, 2nd floor

DK – 9220 Aalborg

Denmark

Phone: (+45) 99 40 71 40, Fax: (+45) 96 35 00 76

aauf@forlag.aau.dk

www.forlag.aau.dk

General Copyrights The authors and/or other copyright owners retain copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights. Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research. You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy If you believe that this document breaches copyright, please contact Aalborg University Press at [AAUF@FORLAG.AAU.DK] providing details and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Aprendizaje basado en problemas y
educación en ingeniería
Panorama latinoamericano*

Editores:

Aida Guerra

Fernando Rodríguez-Mesa

Fabián Andrés González

Maria Catalina Ramírez

Julio 2017
Aalborg, Denmark

Contenido

Prefacio	iv
Agradecimientos	viii
Parte I Definición de PBL (ABP) y Modificación del plan de estudios	
1 Principios de aprendizaje y organización curricular en el PBL	2
Aida Guerra, Fernando Rodríguez Mesa, Fabián Andrés González	
Parte II Panorama de prácticas PBL en Latinoamérica	
2 Proyectos interdisciplinarios: promovendo a integração de conhecimentos	20
Dianne M. Viana, Carla Koike, Flávio de B. Vidal, Thiago Doca e Antônio M. D. Henriques	
3 ABP desde las trincheras: un caso de estudio en la enseñanza de la Ingeniería de Sistemas	44
Maria Marta Sandoval Carvajal, Rita Cortés Chavarría, Elena Porras Piedra y Fulvio Lizano Madriz	
4 A formação de engenheiros no Brasil pela Universidade Virtual do Estado de São Paulo	59
Ulisses F. Araújo, Waldomiro Loyolla, Mônica C. Garbin e Carolina Costa Cavalcanti	

5	Modelo de Aprendizaje Basado en Proyectos para Cursos en Currículos de Educación Tradicional. Caso: Sistemas de Control . . .	79
	Liliana Fernández Samacá y José Miguel Ramírez Scarpetta	
6	Aplicación de Just-in-Time Teaching con ABP en cursos de Ingeniería	100
	Matías Recabarren y Claudio Álvarez	
7	Projetos de Sistemas Sustentáveis de Produção no Curso de Graduação de Engenharia de Produção da UnB	121
	João Mello da Silva, Simone Borges Simão Monteiro João Carlos Félix Souza e Ana Carla Bittencourt Reis	
8	Química General con ABP para los primeros ciclos de Ingeniería . . .	139
	María Felipa Cañas Cano	
9	Promoción de Educación en Ingeniería desde una Propuesta STEM Orientada por Proyectos	164
	Mariana Tafur, Angela Restrepo y Carola Hernandez	
10	Juego de roles como estrategia de aprendizaje basado en problemas .	179
	Alejandra María González, Flor Ángela Bravo, Kristell Fadul, Luisa Fernanda García y Francisco Fernando Viveros	
11	Aprendizado baseado em problemas em ambiente de ensino semipresencial: uma aplicação em engenharia de transportes	195
	Antônio Néelson Rodrigues da Silva e Nidia Pavan Kuri	
Parte III Perspectivas de modificación curricular en Latinoamérica		
12	Los cambios hacia el PBL: Lecciones aprendidas	212
	Aida Guerra, Fernando Rodríguez Mesa y Fabián Andrés González	
	Editores y autores	226
	Lista de Revisores	230

Capítulo 11

Aprendizado baseado em problemas em ambiente de ensino semipresencial: uma aplicação em engenharia de transportes

Antônio Néelson Rodrigues da Silva e Nidia Pavan Kuri

Resumo O objetivo deste documento é descrever e analisar os resultados da aplicação de uma estratégia pedagógica na Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. A iniciativa se deu na área de Engenharia de Transportes, a partir de 2006, em disciplina oferecida para alunos de graduação em Engenharia Civil. A abordagem adotada envolveu a combinação de uma estratégia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ou PBL, do inglês Problem Based Learning), associada ao uso de plataformas de ensino a distância (CoL e Tidia-Ae). Problemas distintos foram considerados para estudo em todas as nove ocasiões em que a metodologia aplicada é aqui analisada (entre 2006 e 2015), sempre com foco no próprio campus ou na cidade em que o mesmo se localiza. Tanto a análise do desempenho dos alunos como a avaliação por eles efetuada da estratégia de ensino-aprendizagem forneceram importantes elementos para o aprimoramento da proposta pedagógica. Os resultados da aplicação da metodologia permitiram ainda identificar uma série de benefícios da abordagem. Para este fim, foi conduzida uma análise de pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças (ou SWOT, do inglês, Strengths, Weaknesses, Opportunities, e Threats). Observou-se, por exemplo, maior envolvimento dos alunos com os conteúdos abordados. Outro ponto positivo é a postura profissional e madura de alguns desses estudantes no trato dos problemas propostos. Além disso, vários deles manifestaram interesse em prosseguir atuando na área de Engenharia de Transportes.

11.1 Introdução

Com o propósito de incorporar novas técnicas e habilidades aos profissionais hoje demandados pelo mercado de trabalho, alguns cursos de Engenharia Civil vêm passando por alterações que visam à formação de indivíduos com capacidade de adaptação e atualização. Uma forma de atender a essa condição é se valer de alternativas pedagógicas apoiadas nas tecnologias de comunicação e informação como forma de aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem. O caso analisado é uma alternativa aplicada à disciplina “Planejamento e Análise de Sistemas de Transportes”, do segundo semestre do terceiro ano de Engenharia Civil da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP). A proposta envolve a associação de princípios de PBL (Problem Based Learning) com uma plataforma de ensino a distância (para detalhes, ver [Kuri et al. \(2007\)](#)).

A opção por adotar a abordagem nesta disciplina tem uma justificativa clara. Embora a formação de profissionais para atuar na área de planejamento de transportes seja feita, em geral, apenas em nível de pós-graduação, a relevância dos temas envolvidos, do ponto de vista social, econômico e ambiental, exige que pelo menos conceitos básicos sejam incorporados pelos estudantes de engenharia. Por esta razão, a EESC-USP a introduziu no currículo de Engenharia Civil há várias décadas. A disciplina trata essencialmente de conceitos relacionados a aspectos econômicos e sociais dos sistemas de transportes e sua influência no planejamento e operação dos mesmos. Ocorre que a amplitude e a relevância dos temas envolvidos vão muito além do que é possível transmitir em uma disciplina de 4 créditos ministrada em um semestre, sobretudo porque muitos dos problemas envolvidos são abertos, ou seja, não apresentam uma solução única e documentada. É preciso que o aluno aprenda a associar a teoria à prática, de tal forma que consiga lidar com os diferentes problemas com os quais provavelmente irá se defrontar quando estiver atuando profissionalmente.

Por este motivo, o PBL foi inicialmente inserido no conteúdo em 2006 através de uma questão conhecida pelos alunos: o problema de estacionamento no Campus. No ano seguinte, o problema estudado envolveu problemas de transporte da cidade, considerando a opinião dos usuários, segundo pesquisa de campo realizada anteriormente. Nos anos subsequentes, outros temas da cidade ou do próprio campus foram também selecionados como problemas a serem tratados pelos alunos na disciplina.

Em todos os casos, o enfoque foi a realização de projetos em grupos e a utilização de uma plataforma on-line para realização de parte das atividades. As plataformas CoL (Cursos On-Line) e Tidia-Ae, ambas geridas pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, que incorporam ferramentas dinâmicas para estimular a interatividade entre professor e alunos, como fóruns, e-mails e atividades, foram as opções adotadas.

O objetivo deste documento é descrever e analisar os resultados obtidos com a aplicação da estratégia de ensino que combina PBL com ensino semipresencial, implementada a partir de 2006 na Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. A análise se baseia na hipótese inicial de que seria possível aprimorar o processo de ensino-aprendizagem com a abordagem proposta, levando a melhores resultados tanto do ponto de vista do desempenho dos alunos, como do seu envolvimento com os assuntos tratados na disciplina. O texto traz ainda conceitos teóricos necessários para a compreensão da proposta, a metodologia adotada para coleta de dados e análise de desempenho dos alunos, bem como da avaliação que realizaram a respeito da metodologia aplicada no desenvolvimento da disciplina.

11.2 Motivações e Modificações na Prática Pedagógica da Disciplina

Diversas mudanças foram introduzidas ao longo do tempo nas disciplinas da área de Planejamento de Transportes da EESC-USP, do ponto de vista da prática pedagógica, com vistas, sobretudo, ao aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem. É o caso, por exemplo, do uso regular de ferramentas computacionais, como os Sistemas de Informações Geográficas (Lima et al. 1999, Rodriguez da Silva et al. 2003, Rodrigues da Silva & Van Der Waerden 1997) e de recursos da internet (Souza et al. n.d.), que foram gradativamente introduzidas nas disciplinas desde a década de 1990. Em Kuri et al. (2007), as alterações incorporadas às disciplinas foram apresentadas e analisadas em detalhes. Nos casos estudados buscou-se, por exemplo, trabalhar com o ciclo de Kolb e adaptar as inovações pedagógicas aos perfis de personalidade e estilos de aprendizagem dos alunos de Engenharia Civil da EESC-USP, como relatado em Kuri et al. (2006). Embora permitam uma ampla gama de vari-

ações, essas pesquisas ainda não haviam considerado o uso do método PBL, fato que motivou o desenvolvimento da proposta pedagógica aqui relatada.

Para melhor compreensão da experiência discutida nesse trabalho, é necessário analisar o que foi feito ao longo do tempo para a melhoria da praxis nas disciplinas da área de Planejamento de Transportes da EESC-USP. Além disso, é importante discutir, ainda que brevemente, acerca de aspectos básicos do PBL, tais como a sua definição e adequação ao caso considerado. A abordagem PBL procura garantir aos alunos a compreensão dos fatos, uma vez que lida com problemas retirados de contextos reais e complexos. Desta forma, o aprendizado vai além da simples memorização de conceitos que acontece (quando acontece) na abordagem tradicional. Diversos estudos apontam vantagens do uso de PBL e da aprendizagem ativa, como a melhor assimilação dos temas tratados e uma melhor compreensão conceitual sobre temas relativamente complexos (Mioduser & Betzer 2007, Minner et al. 2010, Fini & Mellat-Parast 2012). Como as atividades geralmente são feitas em equipes de trabalho, o relacionamento interpessoal e o trabalho cooperativo desenvolvidos através das atividades em grupos se mostram aspectos positivos e essenciais para a formação do futuro profissional. Para o professor, que cumpre o papel de facilitador, esse método também traz vantagens. Ele próprio frequentemente aprende ao longo do processo, que é, no entanto, um permanente desafio.

Como toda estratégia de ensino-aprendizagem, o PBL também apresenta problemas e sofre críticas. Apesar dos benefícios que a abordagem PBL pode trazer para o ensino de Engenharia, Vandebona & Attard (2002) e Güzelis (2006) apontam que não são poucas as dificuldades de adaptação. Uma das dificuldades é o tempo necessário para desenvolver as tarefas, como relatado por (Quinn & Albano 2008). Embora o caso da Engenharia de Transportes não seja diferente, várias universidades aplicam o PBL em cursos da área. É possível encontrar relatos de aplicações, por exemplo, em países como Malásia, Espanha e Estados Unidos da América. No Brasil, por outro lado, ainda não são tão comuns registros dessa natureza, o que faz com que o estudo aqui apresentado se torne particularmente oportuno e relevante para o ensino de transportes. Uma revisão ampla da literatura sobre os aspectos e técnicas consideradas na experiência aqui relatada pode ser encontrada em Kalatzis (2008) e Silva Jr (2014).

11.3 Metodologia

É apresentada, neste documento, uma análise dos resultados das nove aplicações realizadas com a estratégia pedagógica desenvolvida na EESC-USP para a disciplina "Planejamento e Análise de Sistemas de Transportes", ministrada para o curso de graduação em Engenharia Civil. A metodologia consiste, basicamente, em uma proposta de trabalho associando técnicas de PBL com uma plataforma de ensino a distância, desenvolvida a partir dos estudos de [Kuri et al. \(2006\)](#), e implementado conforme a Tabela 11.1. Os principais aspectos da proposta são:

1. Abordagem construtivista;
2. Uso de uma abordagem semipresencial (b-learning);
3. Complementação da metodologia tradicionalmente empregada na disciplina com a adoção do PBL como estratégia de ensino-aprendizagem, com foco na realização de projetos em grupo;
4. 1) Utilização de um sistema para gestão de cursos on-line que traz ferramentas dinâmicas para promover a interatividade entre professor e alunos;
5. Utilização dos testes de conhecimento, provas, histórico do aproveitamento dos alunos, registros fornecidos pelo sistema on-line e desempenho dos alunos no desenvolvimento da disciplina, como dados para acompanhamento e avaliação da proposta;
6. Avaliação dos resultados através de métodos qualitativos e quantitativos.

A introdução dessas inovações na programação da disciplina vem ocorrendo de maneira gradativa, porém sistemática, visando trazer melhorias significativas tanto ao aprendizado, como também na postura dos futuros profissionais. Como parte da estratégia pedagógica foram também caracterizados instrumentos de avaliação, abordada em dois aspectos: quanto ao desempenho dos alunos em cada uma das atividades realizadas (provas, testes e quatro etapas da alternativa apresentada para solucionar o problema tratado) e com relação à avaliação da proposta (através de questionário on-line preenchido pelos alunos no final do semestre).

Após uma rápida exemplificação dos resultados encontrados em algumas das nove aplicações, é apresentada uma visão geral do desempenho dos alunos em cada uma das atividades realizadas. No tocante à avaliação da proposta, alguns dos resultados mais relevantes do questionário on-line respondido pelos alunos são aqui

apresentados e discutidos. Além disso, a partir dos elementos reunidos ao longo das várias edições da disciplina aqui consideradas, foi também possível identificar pontos fortes e pontos fracos da abordagem, bem como oportunidades e ameaças, através de uma análise SWOT (do inglês, *Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*).

11.4 Resultados

Antes de apresentar e discutir os resultados, é interessante saber que grupos de alunos estiveram envolvidos no processo ao longo dos anos. O docente que desenvolveu e aplicou a metodologia é responsável, desde o início dos anos 1990, por uma de duas turmas da disciplina "Planejamento e Análise de Sistemas de Transportes", ministrada idealmente no terceiro ano do curso de Engenharia Civil. Como ingressam 60 alunos por ano no curso de Engenharia Civil da EESC-USP, cada uma destas turmas contém em torno de 30 alunos. Este número pode, no entanto, variar um pouco, em função de acontecimentos específicos com os alunos do 1º ano e do 2º ano.

A proposta aqui discutida foi aplicada pela primeira vez em 2006 e seguiu sendo aplicada apenas para uma das turmas até 2013, uma vez que o docente responsável pela outra turma optou por manter uma abordagem mais tradicional.

A partir de 2013, no entanto, com a aposentadoria do docente que não adotava a estratégia aqui discutida e a subsequente contratação de uma docente disposta a fazê-lo, foi preciso reavaliar os procedimentos adotados, de forma a poder envolver todos os alunos. Para tal, optou-se, em um primeiro momento, pela suspensão das atividades de projeto da disciplina no ano de 2014. As atividades foram então retomadas no ano de 2015, nesta ocasião envolvendo todos os alunos da disciplina (as duas turmas, portanto).

11.4.1 Uma seleção de produtos obtidos

São apresentados, para fins de comparação, alguns dos resultados obtidos em dois momentos distintos com a aplicação da metodologia proposta. Foram selecionados

Tabela 11.1: Síntese da metodologia desenvolvida na disciplina para uso do PBL em ambiente de ensino semi-presencial (Fonte: Kuri et al., 2007)

1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA		
Ambiente	Descrição das Atividades	Responsáveis
Sala de aula	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do problema 	Professor
	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento de possíveis alternativas para a sua solução 	Alunos
2. FÓRUM I		
Ambiente	Descrição das Atividades	Responsáveis
On-line	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão das alternativas sugeridas na Etapa 1 	Alunos
	<ul style="list-style-type: none"> • Indicação das duas melhores contribuições postadas na discussão das alternativas 	Professor Monitor
<ul style="list-style-type: none"> • Seleção das melhores alternativas para o levantamento de dados 	Professor Monitor	
3. ATIVIDADE PRÁTICA I - LEVANTAMENTO DE DADOS		
Ambiente	Descrição das Atividades	Responsáveis
Sala do professor	<ul style="list-style-type: none"> • Divisão da turma em grupos de acordo com os perfis de personalidade dos alunos, de forma a garantir a heterogeneidade em sua composição, obtidos com aplicação do <i>Keirsev Temperament Sorter</i> (traduzido para o português por Kuri e Giorgetti, 1997) 	Professor Monitor Pedagoga
	<ul style="list-style-type: none"> • Escolha do líder do grupo 	Alunos
Extraclasse	<ul style="list-style-type: none"> • Divisão dos modos de viagem para levantamento dos dados e discussão das diferentes etapas do trabalho a serem realizadas 	Líderes
Campo	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento de dados 	Alunos
On-line	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração e publicação de relatório descritivo das atividades desenvolvidas e dados coletados 	Grupos
4. FÓRUM II		
Ambiente	Descrição das Atividades	Responsáveis
On-line	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição de como as alternativas selecionadas na Etapa 2 e trabalhadas na Etapa 3 poderiam ser implementadas, detalhando as ações necessárias 	Alunos
5. ATIVIDADE PRÁTICA II - ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROJETO FINAL		
Ambiente	Descrição das Atividades	Responsáveis
Extraclasse	<ul style="list-style-type: none"> • Escolha de uma das alternativas selecionadas (ou a combinação delas) 	Grupo
	<ul style="list-style-type: none"> • Esboço de um anteprojeto abrangendo os seguintes tópicos: apresentação e justificativa, esquemas e croquis, etapas de implantação, cronograma e orçamento 	
On-line	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação das propostas finais em forma de slides (<i>Power Point</i> ou similar) 	Grupo
Sala de aula	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da participação de cada aluno no grupo mediante a inserção, em uma das provas, de uma questão solicitando uma descrição sucinta da estratégia adotada pelo grupo e um comentário sobre as atividades individuais de cada membro do grupo (inclusive do próprio aluno) 	Professor Monitor
Sala do professor	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das respostas para conhecer o grau de envolvimento dos alunos nas atividades propostas 	Professor Monitor
6. AVALIAÇÃO DA PROPOSTA PEDAGÓGICA		
Ambiente	Descrição das Atividades	Responsáveis
Sala do professor	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de um questionário para os alunos, contendo 20 (vinte) questões: 10 (dez) referentes à nova proposta da disciplina, 6 (seis) relacionadas à avaliação e 4 (quatro) relativas à plataforma <i>on-line</i> 	Professor Monitor Pedagoga
	On-line	<ul style="list-style-type: none"> • Preenchimento do questionário
Sala do professor	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das respostas do questionário 	Professor Monitor Pedagoga

para este fim os anos de 2006 e 2013, que marcam o início e o fim da aplicação para apenas uma das turmas (ou seja, cerca de metade dos alunos do terceiro ano da habilitação em Engenharia Civil na EESC-USP). Para melhor compreensão desses resultados, a Tabela 11.2 contém uma síntese das atividades desenvolvidas nos dois casos. De forma a demonstrar o grau de desenvolvimento a que chegam os projetos dos estudantes, exemplos de alguns dos produtos gerados na Atividade Prática II são comentados na sequência.

No caso da turma de 2006, umas das propostas tinha, por exemplo, um posto de tarifação em um acesso ao Campus como estratégia para minimizar os problemas de estacionamento, acompanhada de uma avaliação preliminar de custos de implantação e de sua localização no espaço físico. Já no caso da turma de 2013, uma árvore hierárquica com 4 domínios e 9 indicadores foi elaborada para avaliação das condições de sustentabilidade da mobilidade no campus. Mais detalhes dos resultados destas aplicações podem ser encontrados, respectivamente, em [Rodrigues da Silva \(2009\)](#) e [Oliveira et al. \(2014\)](#).

11.4.2 Avaliação de desempenho dos alunos

A Tabela 11.3 mostra uma visão geral do desempenho dos alunos nas atividades avaliadas. Observa-se uma ligeira tendência de crescimento nas notas das atividades de projeto (que resultam da combinação de notas das atividades descritas na Tabela 1) até 2013, mas um retrocesso em 2015. O mesmo ocorre com as médias das notas das provas.

11.4.3 Avaliação da proposta

A proposta foi analisada segundo dois aspectos: i) com base nas respostas a um questionário de avaliação da proposta, aplicado em todas as turmas, e ii) a partir de uma análise SWOT, ou seja, dos pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças.

No tocante aos resultados apresentados na Figura 11.1(a), observa-se que a percepção do nível de exigência das atividades extraclasse oscila bastante nos diversos anos. Em média, 37% do conjunto dos estudantes julgaram que o nível de exigência

Tabela 11.2: Síntese dos resultados obtidos nos anos de 2006 e 2013 com a aplicação da metodologia proposta.

2006	2013
1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	
Estacionamento da Área I do Campus da USP em São Carlos.	Avaliação de problemas de mobilidade observados no contexto do campus da USP em São Carlos.
2. FÓRUM I - DISCUSSÃO DAS ALTERNATIVAS	
Principais contribuições dos alunos: Instalação de parquímetros e cobrança de pedágio, realocação de vagas de estacionamento e limitação da entrada de veículos.	Principais contribuições dos alunos: Identificação e seleção de indicadores considerados pertinentes para uma avaliação do nível de sustentabilidade da mobilidade no <i>campus</i> .
3. ATIVIDADE PRÁTICA I - LEVANTAMENTO DE DADOS	
Caracterização da oferta e da demanda de estacionamento no Campus, com levantamentos de campo e obtenção de dados junto a diversos setores administrativos da Universidade.	Grupos de alunos (A, B, C, D e E) criam árvores hierárquicas, com 5 a 10 indicadores cada. Para cada indicador adotado, são apresentados: definição, unidade de medida, fonte de coleta de dados e método de cálculo para avaliação.
4. FÓRUM II	
Considerando os problemas identificados no Fórum anterior e o diagnóstico da Atividade Prática I, os alunos discutem se os problemas identificados através do diagnóstico divergem da visão inicial por eles apresentada. Na síntese dos resultados obtidos, alternativas como <i>Instalação de parquímetros</i> e <i>Cobrança de pedágio</i> são separadas para consideração na atividade seguinte.	Novo fórum <i>on-line</i> visa destacar os pontos relevantes encontrados nas árvores concebidas. Monitores da disciplina reagrupam os indicadores de acordo com o domínio, relevância e frequência. Uma nova árvore (denominada como F), apresentada aos alunos durante atividade em sala de aula, serve de base para discutir a estrutura dos domínios, a definição e o modo de cálculo dos indicadores e os procedimentos de coleta de dados. Da atividade resulta a estrutura hierárquica final (árvore G).

das atividades extraclasse teria sido maior que as de uma disciplina convencional, 46% julgaram que teria sido igual e 17% menor. No ano de 2013, no entanto, justamente aquele em que os alunos apresentaram o melhor desempenho nas atividades de projeto (conforme a Tabela 11.3), nenhum aluno achou que tinha sido menor.

Através da Figura 11.1 (b) observa-se que, em geral, a atividade de projeto apresentou um resultado positivo significativo. As alternativas “Excelente” e “Bom” obtiveram, em média, 15% e 61% das avaliações, respectivamente. A alternativa “Regular” recebeu em média 19% das avaliações e a alternativa “Ruim e Muito Ruim”, 5%. Cabe destacar novamente o caso da turma de 2013, com uma avaliação bastante positiva da atividade de projeto, apesar do item (a) indicar que o nível de exigência teria sido grande. Também merece destaque o conjunto de resultados de

Tabela 11.3: Desempenho dos alunos nas atividades da disciplina nos diferentes anos considerados

Ano	Número de alunos	Atividades de Projeto (PBL)		Testes *		Provas **	
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
2006	30	6,77	2,34	6,35	1,19	6,38	1,63
2007	25	7,12	1,57	7,22	1,41	5,64	1,57
2008	31	7,54	2	6,29	1,59	5,22	1,56
2009	30	8,24	1,43	7,1	1,59	6,66	1,76
2010	27	7,62	1,71	7,29	1,22	6,77	1,38
2011	31	7,9	1,43	6,16	1,7	6,93	1,13
2012	30	7,83	2,13	6,36	1,47	6,81	1,41
2013	27	8,66	1,05	6,82	1,79	8,3	0,84
2015	75	6,95	1,81	7,37	1,89	6,4	1,92

* São realizados quatro testes teóricos, mas em geral somente os três melhores resultados são considerados no cálculo da média. ** São realizadas três provas, mas somente os dois melhores resultados são considerados.

2015, neste caso refletindo o julgamento das duas turmas envolvidas, que recebeu a pior avaliação de todos os anos.

O item representado pela Figura 11.1(c) compara o aprendizado através do modo tradicional com a nova proposta. O resultado explicitado nesse caso não começou tão satisfatório. Verifica-se isto através dos valores das alternativas “Concordo” e “Concordo totalmente”, que se relacionam com a preferência pelo modelo tradicional. Embora na média estas alternativas tenham, respectivamente, 5% e 16% das respostas, a soma destes itens já chegou a 38% em 2008. A participação destas respostas foi, no entanto, diminuindo progressivamente até 2013, novamente o ano com a melhor avaliação. Por outro lado, a avaliação da turma de 2015 se contrapôs à da turma de 2013, com viés negativo.

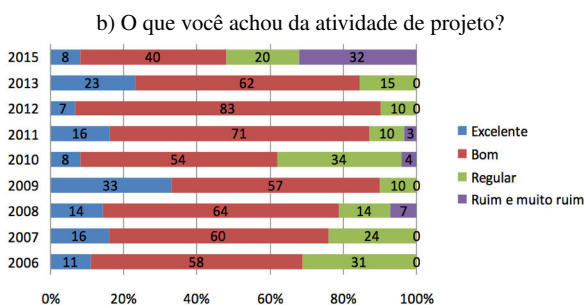
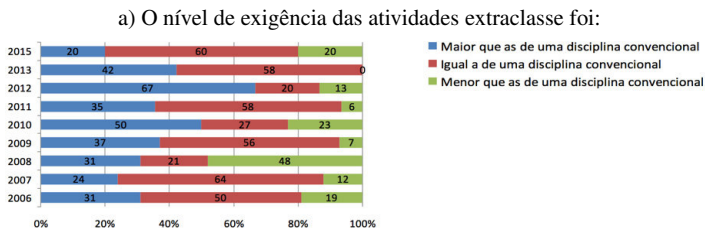
A Figura 11.1(d) confirma a percepção relativamente negativa da turma de 2015, mas curiosamente também mostra uma avaliação não muito boa da disciplina por parte da turma de 2013. Por outro lado, o conjunto dos dados aponta para resultados bastante positivos, com uma média de 34% e 50% das avaliações classificadas como “Muito Boa” e “Boa”. Apenas 2% das respostas foram atribuídas, em média,

a cada uma das classificações “Ruim” e “Muito Ruim”, além de 13% à alternativa “Regular”.

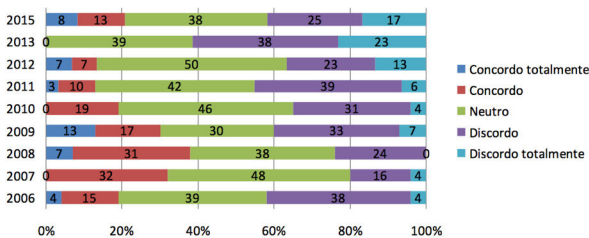
Cabe destacar ainda que, em média, 83% dos estudantes declararam que fariam outra disciplina nesse formato, ou seja, com uma combinação de atividades em sala de aula e extraclasse. Para a turma de 2013, este valor chegou a 96%. Os resultados parecem sugerir que um aumento na aceitação da metodologia pode vir acompanhado de um crescimento continuado no aprendizado dos alunos e na capacitação dos docentes. Além disso, uma avaliação crítica dos dados permitiu evidenciar os pontos fortes e fracos, as oportunidades e ameaças da estratégia proposta, conforme sintetizado na Figura 11.2. Ainda parece prematuro avaliar as eventuais causas dos resultados aparentemente piores obtidos em 2015. No entanto, a julgar pelos resultados preliminares da experiência em 2016 (não apresentados neste texto, mas já do conhecimento dos autores no momento da finalização do mesmo), a aplicação do projeto para a totalidade dos alunos não parece ter sido uma boa estratégia, pelo menos não com apenas dois professores na equipe de implementação (ver pontos fracos na Figura 11.2).

11.5 Considerações Finais

Este trabalho teve como principal objetivo descrever e analisar os resultados da aplicação de uma estratégia pedagógica implementada a partir de 2006 na Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. Trata-se de uma estratégia de ensino semi-presencial, ou blended learning, aplicada ao ensino de Planejamento de Transportes, que adota, além de uma plataforma on-line, uma abordagem PBL. Em termos gerais, a proposta mostrou-se viável para utilização em uma disciplina obrigatória do curso de Engenharia Civil. Isto foi observado tanto do ponto de vista de carga horária, como da adequação ao conteúdo tradicional. Um fato relevante é que os benefícios advindos com a utilização da proposta podem naturalmente ser transferidos para outros cursos, da própria escola ou externos a ela. Dada a forte influência do contexto nos problemas de transportes, esta transferência deve ter o cuidado de se ajustar às condições do local onde será introduzida. Além disso, infelizmente os professores envolvidos não devem esperar muito apoio por parte da sua instituição, pois este tipo de iniciativa interfere com processos burocráticos, ad-



c) Considero mais fácil aprender os assuntos relacionados ao tema da disciplina de modo tradicional (ou seja, sem as atividades extraclasse).



d) Qual é a sua avaliação global para essa disciplina?

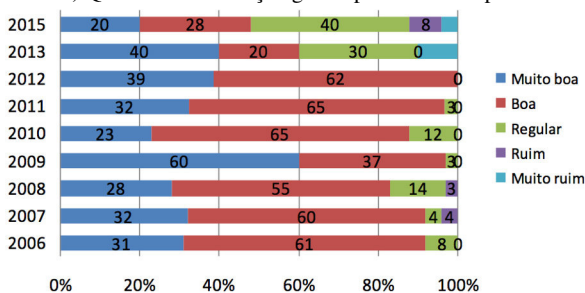


Fig. 11.1: Respostas a quatro questões selecionadas dentre as vinte que compunham o questionário de avaliação da proposta e da plataforma on-line.

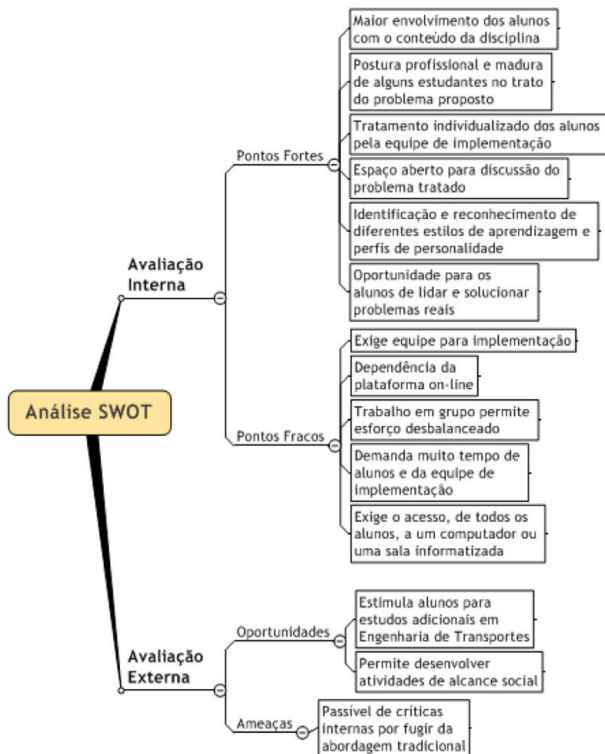


Fig. 11.2: Pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças da estratégia proposta

ministrativos e mesmo pedagógicos consolidados, e há, em geral, clara resistência institucional para mudanças. E os desafios não param por aí. Até mesmo entre os alunos existem aqueles que não querem arriscar mudanças. Embora não exista uma condição única e definitiva para ultrapassar estes desafios, parece que o elemento fundamental para o sucesso da implementação é a perseverança por parte dos docentes interessados.

Pode-se observar ainda, através dos resultados obtidos na disciplina “Planejamento e Análise dos Sistemas de Transportes”, que houve uma melhora no desempenho dos estudantes. Isto pôde ser percebido também na postura profissional demonstrada na realização de todas as atividades previstas na metodologia, em especial na Atividade Prática II - Elaboração e apresentação do projeto final.

Pode-se afirmar também que a experiência foi bem aceita pela maioria dos alunos, como indicam as avaliações realizadas por atividades, e as respostas ao questionário de avaliação final. Os resultados obtidos com a turma de 2015, no entanto, requerem atenção. Embora ainda não existam elementos para confirmar tal hipótese, talvez o problema esteja associado ao tamanho da turma.

Os resultados permitiram a identificação tanto de pontos fortes e fracos, como de oportunidades e ameaças. Observa-se, por exemplo, um maior envolvimento dos alunos com os conteúdos abordados. Outro ponto positivo é uma postura profissional e madura de alguns desses estudantes no trato dos problemas propostos. Além disso, vários deles manifestaram interesse em prosseguir atuando na área de Engenharia de Transportes e alguns efetivamente o fizeram, inclusive ingressando no programa de pós-graduação oferecido pela própria EESC-USP. As análises do desempenho dos alunos e da avaliação da estratégia pedagógica forneceram ainda importantes elementos para o aprimoramento da proposta, na medida em que permitem identificar aspectos que podem eventualmente estar comprometendo o processo de ensino-aprendizagem.

Referencias

- Fini, E. H. & Mellat-Parast, M. (2012), 'Using Project-Based Learning (PBL) to Improve Student Learning in Transportation Engineering.' The Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., USA, 2012. '.
- Güzelis, C. (2006), 'An experience on problem based learning in an engineering faculty', *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences* **14**(1), 67–76.
- Kalatzis, A. C. (2008), Aprendizagem baseada em problemas em uma plataforma de ensino a distância com o apoio dos estilos de aprendizagem: uma análise do aproveitamento dos estudantes de engenharia, Thesis.
- Kuri, N. P., da Silva, A. N. & Pereira, M. A. (2006), 'Estilos de aprendizagem e recursos de hipermídia aplicados no ensino de planejamento de transportes', *Revista Portuguesa de Educação* **2**, pp.E1–E8.
- Kuri, N. P., Manzato, G. G. & Rodrigues da Silva, A. N. (2007), 'Aprendizado Baseado em Problemas em uma Plataforma de Ensino a Distância: uma Aplicação

do CoL na EESC-USP’.

- Lima, R. S., Brondino, N. C. M. & da Silva, A. N. (1999), Uma nova abordagem para o ensino de SIG em cursos de graduação ligados a área de planejamento de transportes, *in* ‘Proceedings of the 13^o Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes’, Vol. 2, ANPET, pp. 95–102.
- Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010), ‘Inquiry-based science instruction: what is it and does it matter ? Results from a research synthesis years 1984 to 2002’, *Journal of Research in Science Teaching* **47**(4), 474–496.
- Mioduser, D. & Betzer, N. (2007), ‘The Contribution of project-based-learning to high-achievers’ acquisition of technological knowledge and skills’, *International Journal of Technology and Design Education* **18**, pp.59–77.
- Oliveira, A. M., Ramos, T. C. & da Silva, A. N. (2014), Introduzindo conceitos de mobilidade sustentável no ensino superior a partir de problemas de mobilidade do campus, *in* ‘Proceedings of the 6^o Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável’.
- Quinn, K. A. & Albano, L. D. (2008), ‘Problem-based learning in structural engineering education’, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice* **134**(4), 329–334.
- Rodrigues da Silva, A. N. (2009), *Aprendizado baseado em problemas em uma plataforma de ensino a distância uma aplicação em engenharia*, CETEPE/EESC/USP, São Carlos, pp. 17–38.
- Rodrigues da Silva, A. N. & Van Der Waerden, P. (1997), Supporting education in transportation planning with a GIS-T student-friendly training tool, *in* ‘Proceedings of the 3^o GIS BRASIL’.
- Rodrigues da Silva, A. N., Pereira, M. A. & Lima, R. S. (2003), Introducing GIS T in transportation education and training under limited data availability, *in* ‘Proceedings of the Annual Meeting of the Transportation Research Board’.
- Silva Jr, C. A. P. (2014), Engenharia de transportes no ensino de graduação: competências, habilidades, processo de ensino-aprendizagem e avaliação, Thesis.
- Souza, L. S. H., Nascimento, M. A. P. & Rodrigues da Silva, A. N. (n.d.), O Uso da Internet como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem da engenharia de transportes, *in* ‘Proceedings of the 15^o Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes’, Vol. III, pp. pp.221–226.

Vandebona, U. & Attard, M. M. (2002), 'A problem-based learning approach in a civil engineering curriculum', *World Transactions on Engineering and Technology Education* **1**(1), 99–102.

AFILIAÇÃO

Antônio Nélon Rodrigues da Silva
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil
e-mail: anelson@sc.usp.br

Nidia Pavan Kuri
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil
e-mail: nidiak@sc.usp.br