

APLICAÇÃO DE PBL EM CONJUNTO COM METODOLOGIA DE PROJETO NO CURSO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA

APPLICATION OF PBL WITH THE DESIGN METHODOLOGY IN AUTOMOTIVE ENGINEERING COURSE

Sérgio Junichi Idehara¹, Vanessa Aparecida Alves de Lima²,
Marcos Alves Rabelo³

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v41p284-296.2022

RESUMO

O objetivo deste estudo foi fornecer uma visão sobre o uso da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) como um meio para desenvolver habilidades e integrar conhecimentos que poderiam atender aos estudantes e à necessidade de adaptações do Projeto Pedagógico dos cursos de Engenharia. Investigou-se a abordagem específica da metodologia de projeto – subdividida em fases de desenvolvimento de produto – e temáticas voltadas ao projeto de veículos na disciplina do último ano do curso da Engenharia Automotiva. Também, por meio da análise de correlação, examina-se a divisão de grupos de estudantes por características mentais, avaliadas pelo Instrumento de Dominância Cerebral de Herrmann (HBDI), buscando melhor desempenho técnico e na especificação de soluções. Por último, explora-se as relações entre as práticas de sala de aula e satisfação dos estudantes, para discernir aceitação e rejeição potenciais no uso do PBL em conjunto com a metodologia de projeto como uma disciplina integradora. Os participantes foram 107 estudantes em 24 equipes na Universidade Federal de Santa Catarina. Os dados foram coletados por meio de questionários, avaliações de relatórios técnicos e observações de aulas. Os resultados indicaram que a abordagem empregada para o ensino voltado ao trabalho de grupo foi satisfatória, assim como as estratégias de avaliação e subdivisão das equipes. Olhada como uma unidade curricular integradora de disciplinas anteriores pela aprendizagem ativa, a PBL potencializa a formação nos estudantes de uma base sólida de conhecimento e experiências, o que se reflete na melhoria da estrutura curricular do Projeto Pedagógico.

Palavras-chave: Aprendizado Baseado em Projeto; metodologia de projeto; HBDI; automotiva.

ABSTRACT

The aim of this study was to provide insight into the use of project-based learning (PBL), as a means to develop skills and integrate knowledge that could serve students and the need for adaptations to the undergraduate program of engineering courses. We investigated the specific approach of the design methodology – subdivided into phases of product development – and themes focused on vehicle development in the discipline of the last year of the automotive engineering course. Also, through correlation analysis, the division of groups of students by thinking preference is examined, identified by Herrmann's brain dominance instrument (HBDI), seeking better technical performance and in the specification of solutions. Finally, the relationship between classroom practices and student satisfaction is explored to identify potential acceptance and rejection in the use of PBL with the design methodology as an integrating discipline. Participants were 107 students in 24 teams at the Federal

¹ Universidade Federal de Santa Catarina; sergio.idehara@ufsc.br

² Universidade Federal de Rondônia à disposição da Universidade Federal de Santa Catarina; vanessa.lima@ufsc.br

³ Universidade Federal de Santa Catarina; marcos.rabelo@ufsc.br

University of Santa Catarina. Data were collected through questionnaires, evaluations of technical reports and classroom observations. The results indicated that the approach used for teaching focused on group work was sufficient, as well as the teams' assessment and subdivision strategies. Looking at it as a curricular unit that integrates previous subjects through active learning, it enhances the training of students with a solid base of knowledge and experiences that reflects in the improvement of the curricular structure of the undergraduate program.

Keywords: Problem Based Learning; design methodology; HBDE; automotive.

INTRODUÇÃO

A atualização de universidades tradicionais, no contexto de mudanças tecnológicas e diversificação das fontes de conhecimento, depende, muitas vezes, de sua capacidade de incorporar novas ideias e formas organizacionais eficientes, levando qualidade e relevância aos estudantes como foco principal da atividade (DAVIM, 2014). A visão de que o ensino está limitado, em particular na Engenharia, a estudantes passivos na sala de aula já é discutida há vários anos, a exemplo de Felder e Silverman (1988), Ribeiro e Mizukami (2004) e Masson et al. (2012). Em Masson et al. (2012), destaca-se a importância da forma construtivista de ensino baseado em projeto ou problema, diferenciado da estrutura curricular usual dos cursos de Engenharia.

Entende-se que o projeto pedagógico dos cursos de Engenharia deve integrar novas estruturas e tecnologias dentro de contextos multi, inter e transdisciplinares (FACCA; BARBOSA; ALVES, 2020), pois o mercado exige também novas habilidades dos egressos em resposta aos desafios atuais, como maior envolvimento em temas de empreendedorismo, colaboração e integração, ciências naturais, humanas e sociais, além do conhecimento das atividades técnicas e econômicas, tradicionalmente lecionadas nas universidades. Um dos impactos desse distanciamento entre ensino e aplicação é o alto índice de evasão e retenção e, conseqüentemente, o baixo número de formandos (FURTADO; NASCIMENTO; SILVA., 2018).

Historicamente, os currículos da Engenharia têm se baseado, amplamente, em um modelo de ensinamentos a partir de uma

base sólida em ciências e matemática; então, os graduados são vistos pelo mercado como limitados nas questões práticas da indústria.

Como citam Dym et al. (2005), a maioria do conteúdo educacional ensinado hoje tem uma abordagem epistemológica, quando princípios comprovados são aplicados para analisar um problema e obter respostas verificáveis e “verdadeiras”, embora não aconteça no contexto real. Sob o questionamento de que não é aceitável que um estudante da Engenharia forneça soluções sem valor de aplicabilidade na realidade do mercado, busca-se mudanças na educação da engenharia inspiradas em demandas por engenheiros que não são apenas especialistas em seu domínio, mas que também demonstram originalidade e raciocínio crítico, criatividade e inovação na metodologia empregada para obter soluções não usuais ou novas e habilidades no trabalho em equipe (LIU; SCHONWETTER, 2004).

As Diretrizes Nacionais dos Cursos (DCN) legislam sobre os Projetos Pedagógicos dos cursos superiores, e na revisão de 2019 (CNE/CES, 2019) para os cursos de engenharias, as regras se tornaram mais flexíveis e generalistas, em sentido contrário à DCN de 2002, que caracterizava o curso de Engenharia através de conteúdos mínimos e competências específicas. Portanto, busca-se no ambiente universitário renovações pedagógicas, conforme afirmam Valente e Figueiredo (2020). Os autores citam nesse contexto a possibilidade de aplicar a metodologia ativa, pela Aprendizagem Baseada em Problemas, *Design Thinking* e Sala de Aula Invertida. Ademais, autores como Colby e Sullivan (2008) indicam a importância de um

componente de formação geral de responsabilidades éticas sobre a atividade profissional, que complementaria o conteúdo técnico. Essas responsabilidades vão além da segurança material, de pessoas e proteção ambiental, contribuindo para o bem-estar humano.

APLICAÇÃO DE “PROBLEM-BASED LEARNING” (PBL)

Seguindo as novas DCNs, na reformulação do processo de ensino-aprendizagem, as metodologias ativas representam orientações metodológicas nas quais o estudante trabalha ativamente, integrando teoria e prática profissional (GUISSO et al., 2019). Uma das formas avaliadas como potencial ao ensino na engenharia é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) ou *Project Led Education* (PLE) ou *Project-Based Learning* (PBL), apresentadas por Schlichting e Heinzle (2020) e Alencastro e Rando Jr. (2019). Nestes se realiza o ensino por projeto do campo de formação do estudante. De acordo com Schlichting e Heinzle (2020), o método é caracterizado por um período definido de tempo e de temas interdisciplinares que envolvem o trabalho de grupos de estudantes.

O PBL é descrito como um modelo que organiza a aprendizagem em torno de tarefas complexas e sem solução pré-definida (CUNNINGHAM; CARLSEN, 2014), em que os estudantes realizam atividades de desenvolvimento, resolução de problemas, planejamento (gestão) e gerenciamento, resultando em produtos (OTERO; RODRIGUEZ, ROYO, 2015) ou soluções dentro de restrições especificadas. Seu emprego na universidade, em geral, ainda é parcial, entretanto é visto como um meio praticável na resposta de desafios educacionais, conforme Ribeiro (2008). Como exemplo, Facca, Barbosa e Alves (2020) propõem o emprego de conteúdos de *design* por meio de disciplinas eletivas ou projetos integradores. Este último, empregado por Queiroz e Kratz (2019), na integração de unidades curriculares, em um projeto aplicado no desenvolvimento de produto a estudantes do primeiro ano de Engenharia. A metodologia empregada

possibilitou a integração das disciplinas da primeira fase, criando um meio para correlação dos conteúdos estudados.

Contudo, nas universidades que já utilizam essa abordagem, ilustrada em estudos de caso, como em Araújo et al. (2016), estes citam possíveis dificuldades na implantação em disciplinas do currículo tradicional, como abordar todo conteúdo programático ou ter uma abordagem muito superficial; a necessidade de temáticas motivadoras e situações reais; e dificuldades na avaliação individual dos estudantes. Para resolver estas, novas formas de avaliação são necessárias, porque novas habilidades estão sendo ensinadas, por exemplo orientando estudantes para trabalhar em equipes e atribuir notas à contribuição de cada estudante pelo seu trabalho, o que contrasta com as práticas do currículo tradicional, em que, predominantemente, avalia-se o desempenho técnico individual dos estudantes.

Metodologia de projeto

A metodologia de projeto, empregada nas diversas áreas da Engenharia, pode ser aplicada conjuntamente ao PBL (BASSETO, 2004), criando um ambiente de desenvolvimento de produto para estimular a visão integrada dos conhecimentos. Existem diferentes abordagens na metodologia de projeto, uma delas, indicada por Pahl et al. (2007), considera o desenvolvimento do projeto subdividido em quatro fases principais: (1) Projeto informacional – o processo de identificação das necessidades pela pesquisa de informações da aplicação (*clarification of the tasks*); (2) Projeto conceitual – o levantamento das funções do produto, especificação e seleção de solução (*conceptual design*); (3) Projeto preliminar – a especificação de *layout* do produto pelo dimensionamento técnico e funcionalidade (*embodiment design*); e (4) Projeto detalhado – a documentação final do produto para especificação com desenhos técnicos e lista de operações para fabricação, transporte, operação entre outros (*detail design*).

No contexto do desenvolvimento de produto, usualmente, utilizam-se cálculos analíticos ou simulações numéricas. A simulação na Engenharia pode ser realizada

implementando um algoritmo de simulação a partir dos princípios matemáticos ou usando um *software* de simulação comercial (IBRAHIM, 2011). Ao aplicar *softwares* comerciais, permite-se a exposição dos estudantes a instrumentos reais da Engenharia, aproximando-os de situações palpáveis do mercado de trabalho, levantando questões e dificuldades que encontrariam no dia a dia de um engenheiro. Ainda assim, muitos estudantes com formação tradicional tendem a pensar e solucionar problemas dentro de padrões específicos de resposta e poucas vezes mostram variações no raciocínio, o que limita a solução de problemas reais. Para Liu e Schonwetter (2004), uma alternativa é o trabalho em grupo com membros que pensem diferentemente ao abordar o mesmo problema.

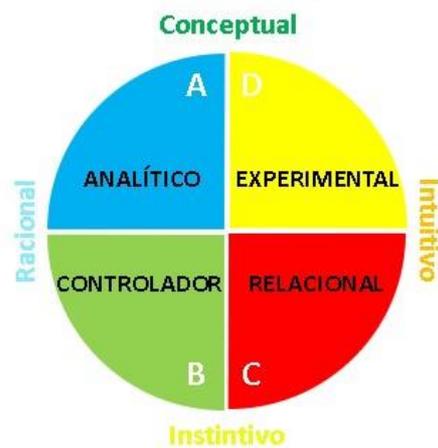
CLASSIFICAÇÃO POR DOMINÂNCIA CEREBRAL

Os estudantes têm diferentes maneiras de compreender e reter os conteúdos, por isso, de acordo com Belhot (2005), o entendimento dos estilos de aprendizagem individual se torna importante no processo de ensino-aprendizagem. Estrada, Moliner e Monferrer (2019) também associam a aprendizagem com a inteligência emocional dos estudantes, concluindo a necessidade de trabalhar as diferentes áreas do cérebro para obter melhor desempenho individual. Uma das avaliações utilizada na classificação da tipologia pessoal é pelo instrumento de dominância cerebral de Herrmann (*Herrmann Brain Dominance Instrument*, HBDI), apresentado em Hughes, Hughes e Hodgkal (2016). As tipologias do HBDI caracterizam estilos cognitivos próprios, como percepção, memória, raciocínio e pensamento, que estão associados à criatividade (MENEELY; PORTILLO, 2005) e à flexibilidade no modo de pensar límbico (entre lado esquerdo e direito do cérebro). Kyprianidou et al. (2012) citam a formação de grupos heterogêneos para ter melhor desempenho acadêmico pelos diferentes estilos de aprendizagem. Essa abordagem apresenta benefícios pela complementariedade e

pluralismo no modo de pensar, facilitando a divisão de grupos.

O teste aplicado no HBDI identifica um quadrante cerebral preferencial do indivíduo, a dominância cerebral (HERRMANN, 1990). Por exemplo, na Figura 1, o lado esquerdo superior do cérebro, A (analítico), apresenta preferência por estilos de pensamento matemático, técnico, lógico, factual e analítico. O lado esquerdo inferior, B (controlador), apresenta preferência por ser organizado, planejado, conservador, controlado e metucioso. O quadrante inferior direito do cérebro, C (Relacional), mostra preferência pela interpessoalidade, musicalidade, é falante e emocional, com pensamento espiritual. O quadrante cerebral superior direito, D (Experimental), mostra uma preferência por ser imaginativo, holístico, artístico, sintetizador e com pensamento conceitual.

Figura 1 – Dominância cerebral por HBDI



Fonte: acervo dos autores.

Quando se emprega o HBDI em equipes de trabalho, diversificando as competências dos diferentes modelos mentais, tem-se o potencial de desenvolver projetos com soluções originais ou inovadoras, bem como estimular melhor desempenho do grupo (ALKHATIB; AL-HUMAIDI, 2018). O HBDI também é conhecido como “pensamento do cérebro inteiro” (*Whole Brain Thinking*) pela combinação de estilos de pensamentos e atuação com ações fora da dominância cerebral individual. Entretanto, nos cursos de Engenharia, por muitos dos estudantes possuírem a característica analítico, como

avaliado por Acevedo et al. (2015), esse agrupamento pelo HBDI pode não ser praticável sempre.

METODOLOGIA

Estudos de casos, como o de Moutta e Rodrigues (2020), usando Aprendizagem Baseada em Projetos, mostram a potencialidade em criar contextos sociais junto à resolução de problemas. Em Moutta e Rodrigues (2020) se enfatiza o desenvolvimento de habilidades na organização, trabalho em equipe, criatividade, comunicação, além do trabalho técnico. O envolvimento com essas atividades pode elevar significativamente a motivação dos estudantes e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade do aprendizado (Barroso et al., 2020). Nesse sentido, o presente estudo discute a aplicação da metodologia PBL na disciplina semestral de Projeto Integrador, na nona fase do curso de Engenharia Automotiva da Universidade Federal de Santa Catarina. O resultado apresentado é do período entre 2015 e 2019, totalizando 10 semestres.

Temática dos projetos

As temáticas são abrangentes e aplicadas ao projeto de veículos, que envolvem o desenvolvimento de novos produtos ou aprimoramento de veículos já comercializados, seguindo as tendências do engenheiro automotivo indicado na lista de futuras profissões do Green N&E Engineering Job (DAVIM, 2014). No projeto, atuam sobre os componentes do chassi, motores, transmissão e outros sistemas do veículo, usando ferramentas como CAD/CAE (*Computed-Aided Design/ Computed-Aided Engineering*) e testes em veículos. Os temas são diferentes a cada semestre, e as equipes têm possibilidade de escolher uma aplicação particular para o projeto. Por exemplo, um tema dado foi o desenvolvimento de um veículo de esteiras e, em outro semestre, um veículo comercial com tanque. No primeiro caso, os estudantes particularizaram para um trator da agricultura

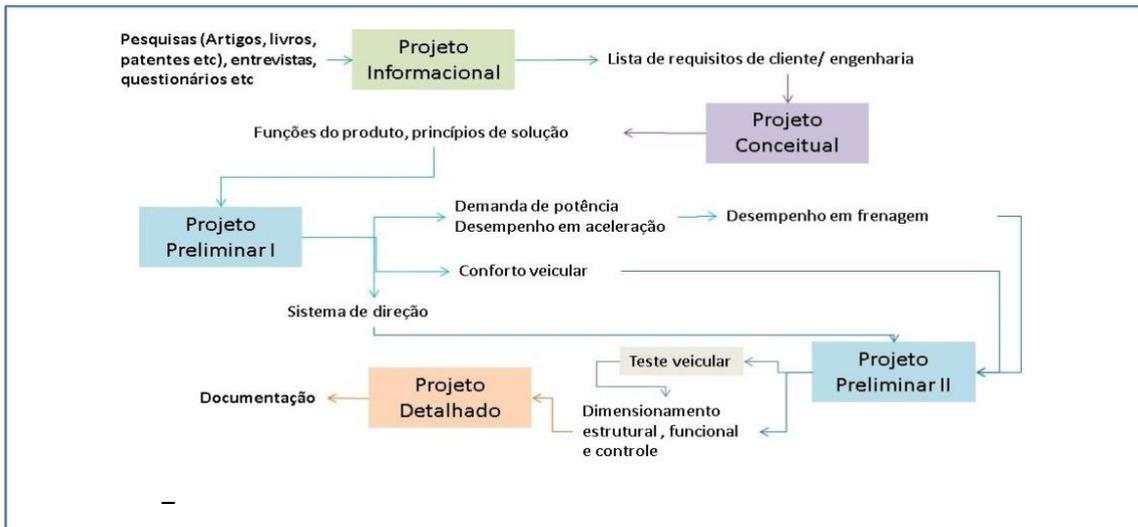
familiar, e no outro para transporte de combustível – em uma das equipes – e transporte de gás liquefeito de petróleo (GLP) a granel – na outra equipe. A definição da aplicação e cliente é feita pelos estudantes durante a fase do projeto informacional.

Aplicação da metodologia de projeto

Em uma abordagem por PBL, Masson et al. (2012) indicam a necessidade de o professor motivar e desafiar a participação dos estudantes nos grupos de trabalho, de tal modo que as equipes desenvolvam parte das atividades em aulas presenciais em ambiente de laboratório de informática e acompanhados pelo professor. Cerca de 30% da carga horária do curso é destinada a uma apresentação sucinta da metodologia e dos requisitos mínimos do projeto; as demais 70% à execução dos trabalhos. As atividades em grupo, nas aulas presenciais ou extraclasse, são registradas em ata de reunião, indicando as atribuições de cada membro e prazos de conclusão destas.

O desenvolvimento segue o fluxograma (Figura 2), passando pelas fases da metodologia de projeto: projeto informacional (levantamento de dados), projeto conceitual (criação de conceitos de produto), projeto preliminar (especificação da funcionalidade e dimensionamento do produto) e projeto detalhado (geração de documentação e folhas de processo e fabricação). No projeto informacional e conceitual, os estudantes buscam, a partir de pesquisas, entrevistas e ferramentas da criatividade, como o *brainstorming* ou *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ) e casa da qualidade, informações para a definição do “cliente” e as condições de contorno do projeto. As equipes aplicam questionários em fóruns digitais de interesse automotivo ou *in loco*, entrevistando pessoas que seriam o público-alvo do projeto para subsidiar as tomadas de decisão.

Figura 2 – Fluxograma da metodologia de projeto ao desenvolvimento de produto veicular



Fonte: elaborada pelos autores

Na sequência, no projeto preliminar, caracterizam a funcionalidade do produto, como torque do motor, velocidade máxima, capacidade de frenagem e aceleração, dirigibilidade e conforto e o dimensionamento de componentes ou sistemas automotivos que atendam aos requisitos de clientes e projeto. Nessa parte do desenvolvimento, os estudantes empregam abordagens matemáticas, fornecendo as planilhas de cálculos, ou por ferramentas numéricas, como a de elementos finitos. Também é incentivado o uso de metodologias empíricas através de medições (determinação do centro de gravidade, rigidez de suspensão, raio de curvatura da direção) e testes veiculares (velocidade do veículo, rotação e torque do motor, temperatura do óleo do motor) com a infraestrutura do [laboratório de sistemas veiculares](#). Ao final, no projeto detalhado, são preparados os desenhos técnicos das partes projetadas e folhas de processo de fabricação, identificando os materiais e sequência de usinagem para a manufatura, utilizando ferramentas de CAD e conhecimento de desenho técnico.

MEDIDAS USADAS NO ESTUDO

Equipes por HBDI e avaliação da participação individual

As equipes foram formadas a partir da dominância cerebral de cada estudante, de modo a ter diferentes perfis mentais no grupo. Entretanto, quando não era possível pelas características da turma (sem a presença de indivíduos de determinada dominância), os grupos foram organizados tentando manter esses representantes de menor número em equipes distintas. O número de integrantes variou entre 3 a 7 estudantes por grupo, em função do total de estudantes matriculados naquele semestre. Foram 107 estudantes, entre o quarto e quinto ano do curso, e 24 equipes.

A distribuição de pesos nas notas, geralmente, varia pela complexidade do projeto (CUNHA, 2015) e ano do estudante. Ribeiro e Mizukami (2004) indicam que a nota da solução técnica no primeiro ano seria em torno de 25%, aumentando para 50% no quarto ano e quase toda a parcela da nota final aos estudantes do último ano. Na disciplina em questão, a avaliação é realizada através de relatórios técnicos, sendo 75% da avaliação, e uma nota de participação, 25% da avaliação. Esta última é realizada anonimamente com a avaliação individual da participação dos membros da equipe e a autoavaliação. Os critérios utilizados são indicados no Quadro 1. O valor de participação é obtido com a média simples das notas aferidas ao estudante pelos membros da equipe e da própria autoavaliação.

Quadro 1 – Critérios de avaliação na participação individual na equipe

NOTA	CRITÉRIO
0,0	Nenhuma participação
1,0 – 4,0	Pouco envolvimento, participando apenas quando solicitado pela equipe, elaborando a tarefa sem maior comprometimento.
5,0 – 9,0	Envolveu-se com o trabalho, porém não participou de todas as etapas de desenvolvimento. Tem conhecimento parcial do conjunto do trabalho.
10,0	Participou em todas as etapas do desenvolvimento, se mostrou empenhado e responsável com suas tarefas. Tem noção do conjunto do trabalho.

Fonte: elaborado pelos autores.

Desempenho acadêmico

A nota média do conteúdo técnico, proveniente dos relatórios ao longo do semestre, é empregada para medir o desempenho acadêmico das equipes.

Avaliação da disciplina pelos estudantes

Os docentes e disciplinas são avaliados pelos estudantes, anonimamente, pela Comissão Permanente de Avaliação (CPA) ao final do semestre. Os dados desta avaliação são empregados para analisar o resultado do ponto de vista dos estudantes. As questões levantadas são apresentadas no Quadro 2 e Quadro 3, respectivamente, para a avaliação da disciplina e docente. As questões sobre a disciplina avaliam a integração com outras unidades curriculares e a coerência no seu desenvolvimento. Já as questões sobre o docente complementam a visão dos estudantes sobre a metodologia, o processo de execução e a avaliação

Quadro 2 – Avaliação da disciplina

Quadro 2 – Avaliação da disciplina.

- D1 Adequação dos recursos didático-pedagógicos aos conteúdos ministrados.
- D2 Integração desta disciplina com as demais disciplinas do curso.
- D3 Contribuição dos conteúdos ministrados em semestres anteriores para a compreensão desta disciplina.
- D4 Compatibilidade entre as avaliações realizadas nesta disciplina com os conteúdos ministrados e os objetivos estabelecidos no Plano de Ensino.

Fonte: elaborado pelos autores.

Quadro 3 – Avaliação do professor

Quadro 3 – Avaliação do professor.

- P1 O professor disponibilizou, explicou e cumpriu o Plano de Ensino da disciplina?
- P2 Houve coerência entre os objetivos propostos da disciplina e os conteúdos desenvolvidos nas aulas?
- P3 Domínio pelo professor dos conteúdos ministrados.
- P4 Clareza e coerência com que os conteúdos ministrados foram apresentados.
- P6 O professor estimulou a participação e o interesse pelos conteúdos ministrados?
- P7 O professor fez uso de diversificadas técnicas e metodologias de ensino, tais como: aulas expositivas, atividades, trabalhos em grupo, apresentações individuais e em grupo, seminários, fóruns e chats no Moodle, entre outras?

Fonte: elaborado pelos autores.

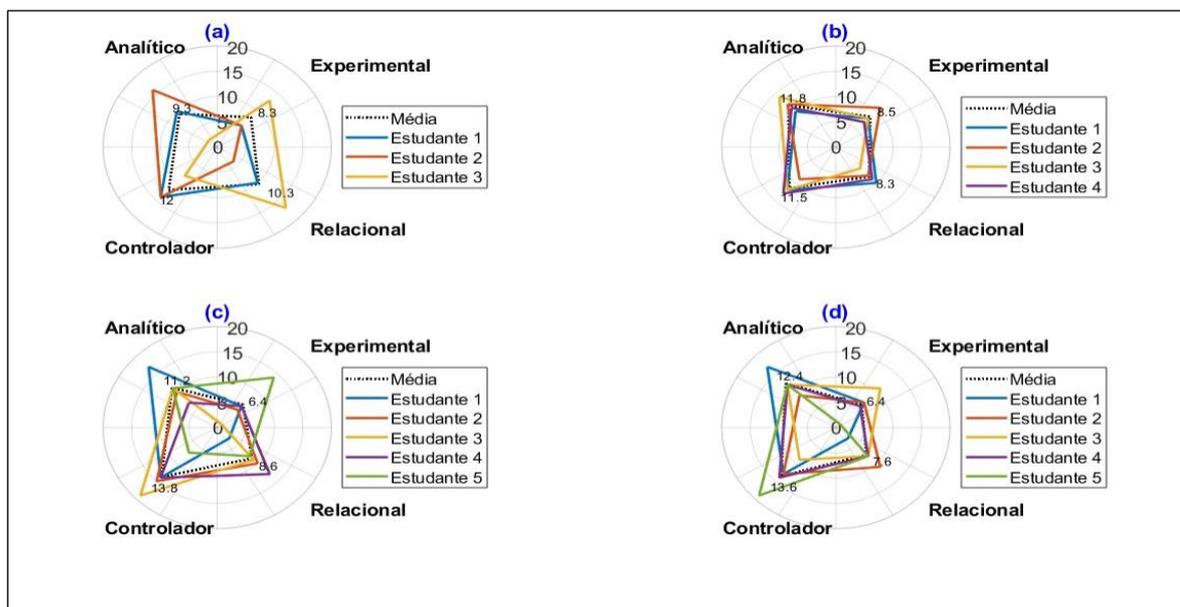
RESULTADO E DISCUSSÃO

Como apresentado nos tópicos anteriores, a literatura contemporânea verifica a influência da personalidade no trabalho de equipe e formação profissional, em consonância ao que, a seguir, se avalia as relações no aprendizado e aceitação da metodologia PBL, a partir de equipes com múltiplas dominâncias cerebral, organizadas por intermédio da metodologia de projeto.

Análise das equipes de HBDI

A ferramenta HBDI empregada neste trabalho gera uma pontuação inteira e positiva para cada estilo mental (analítico, controlador, relacional e experimental), sendo a soma total igual a 40,0. O estilo que receber a maior parcela desse total é apontado como a dominância cerebral do indivíduo. Na Figura 4 se indica o número de estudantes de cada dominância cerebral, sendo a maioria caracterizada como controlador ou analítico. Os tipos mentais experimental e relacional estão em menor número e, portanto, essas características aparecem em menor quantidade nos grupos de trabalho como ilustradas na Figura 3.

Figura 3 – Dominância cerebral exemplificado nos indivíduos de quatro grupos



Fonte: acervo dos autores.

As equipes formadas pelo HBDI são organizadas de modo a conter ao menos um representante de cada dominância cerebral. Pela Figura 3 se observa a distribuição da pontuação individual de cada estudante de alguns grupos que participaram deste estudo.

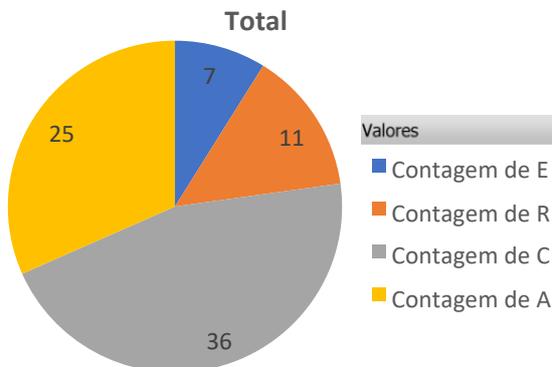
Como exemplo, na Figura 3a, teve um representante do estilo relacional e, secundariamente, com forte tendência ao experimental. Os estilos analíticos e controlador deste grupo são provenientes dos outros estudantes, proporcionando equilíbrio entre os quatro estilos mentais da equipe. A linha tracejada, em preto, representa a média das pontuações dos estudantes em cada estilo

(valores indicados na Figura 3), em que se observa a predominância das pontuações analítico e controlador entre essas equipes.

Pela análise da média na nota de participação de cada tipo de dominância, Tabela 1, observa-se tendências dos analíticos (A) e controladores (C) de participarem mais ativamente das equipes, e os relacionais (R) e experimentais (E) em menor intensidade. Entretanto, a variância é mais alta nos experimentais, o que representa maior variabilidade no perfil destes estudantes (ou disponibilidade para participar das atividades), tal como indicado na menor e maior nota dos experimentais da Tabela 1. A nota 10,0 foi

obtida quando todos do grupo atribuíram essa nota à mesma pessoa.

Figura 4 – Número de estudantes por tipo de dominância cerebral



Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 1 – Média e desvio padrão das notas de participação dos estudantes por tipo de dominância cerebral

Nota	A	C	R	E
Participação	8,4	8,0	7,7	6,8
Desvio Padrão	1,0	1,5	1,2	2,4
Mínimo	6,2	4,4	6,0	2,8
Máximo	8,3	8,8	8,7	10,0

Fonte: elaborada pelos autores.

Apesar dos diferentes níveis de participação nas equipes, não são verificadas diferenças nas avaliações dos relatórios técnicos dos grupos que têm indivíduos R e/ou E, dos grupos com indivíduos predominantemente A e C. A média das notas no primeiro caso é 6,7 e no segundo caso de 6,8. A análise estatística, pela Análise de Variância (ANOVA), indica que a diferença da média (h_0 : médias iguais) entre essas duas amostras não é significativa estatisticamente, com valor de p -value em 0,86.

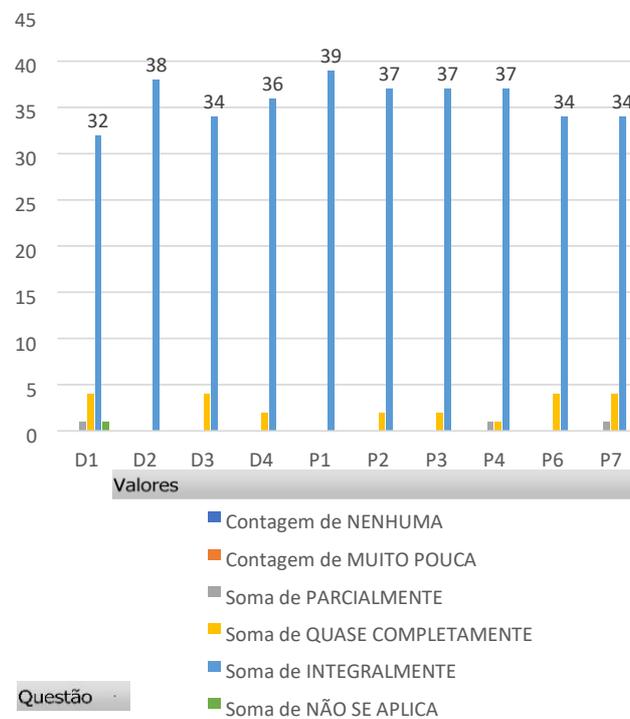
Middleton et al. (1996) indicam maior retenção de estudantes com estilos de dominância cerebral nos quadrantes R e E em relação aos estudantes associados à A e C de cursos de Engenharia e Ciência da Computação. Tal resultado foi obtido de 487 estudantes da Universidade da Califórnia do Norte, o que indica uma tendência dos relacionais e experimentais de terem

dificuldade na aprendizagem do conteúdo técnico das Ciências Exatas. Apesar disso, no trabalho em equipe, seguindo a distribuição pelo HBDI, tais dificuldades são contornadas pelo auxílio mútuo entre os componentes do grupo. Além disso, favorece o desenvolvimento de estilos mentais R e E em estudantes cuja dominância está no quadrante A e C.

Avaliação da satisfação dos participantes

A Figura 5 apresenta as respostas dos estudantes às questões do Quadro 2 e Quadro 3. Nesta, o número de respostas “integralmente” é predominante sobre as outras opções, indicando concordância de que houve adequação, coerência, incentivo à participação, metodologia diversificada na disciplina e, principalmente, integração com as unidades curriculares anteriores. Em termos percentuais de total concordância dessas características ao longo dos semestres (Tabela 2), indica relativamente boa aceitação da metodologia pelos estudantes, acima de 80%, à exceção de um semestre, respondido por apenas um estudante (o preenchimento da avaliação da CPA é opcional).

Figura 5 – Respostas da avaliação pela CPA



Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 2 – Total percentual de concordo INTEGRALMENTE das 10 questões

Semestre	20151	20152	20161	20162	20171	20172	20181	20182	20191	20192
Total de INTEGRALMENTE %	82,5	90,0 ¹	57,1 ¹	95,0	95,8	96,6	100,0	100,0	100,0	88,0

(¹) Um estudante respondeu ao questionário em 20152 e 20161.

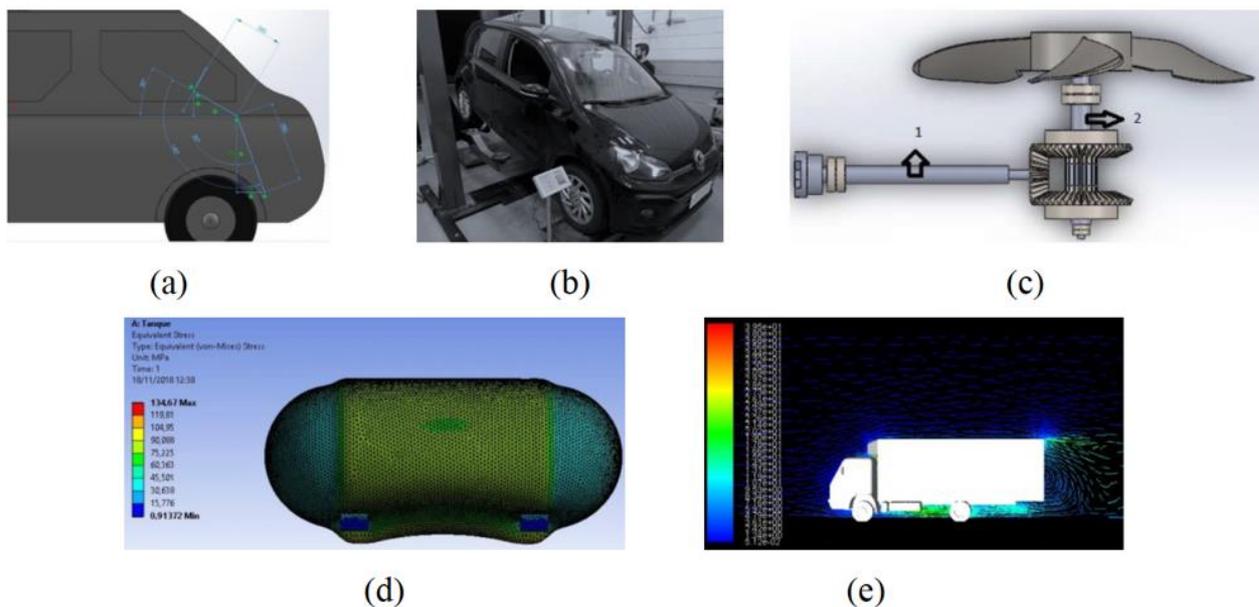
Fonte: elaborada pelos autores.

Resultados de grupos

Pela avaliação de satisfação, percebe-se uma grande relação motivacional e de aceitação da metodologia do PBL como forma de ensino na integração de diferentes conteúdos, e voltado a casos reais da indústria. Como ilustração de resultados obtidos pelas equipes, na Figura 6, indica-se as atividades realizadas, tais como: (a)

dimensionamento do sistema de direção veicular; (b) medição experimental da posição do centro de gravidade; (c) projeto de transmissão em veículo anfíbio; (d) avaliação estrutural de resistência mecânica em tanque para GLP; e (e) otimização de *design* veicular com defletor para reduzir o arrasto aerodinâmico.

Figura 6 – Ilustração de resultados dos projetos desenvolvidos na disciplina



Fonte: acervo dos autores.

CONCLUSÕES

Atualmente, reconhece-se que diversas competências e conhecimento de aspectos práticos da Engenharia requerem anos de experiência no trabalho e desenvolvimento profissional para serem adquiridos. Mas, o período na graduação representa uma oportunidade para iniciar a aquisição dessas competências e experiências que darão base ao futuro profissional. Para isso, novas metodologias no processo de ensino-

aprendizagem têm sido avaliadas para formar engenheiros versáteis e preparados às novas condições do mercado. Em uma dessas abordagens, a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) tem sido usada como ferramenta para motivar e integrar conteúdos, além de estimular a vivência de situações corporativas, como o trabalho em equipe. Neste trabalho, discutiu-se um estudo de caso do curso da Engenharia Automotiva, aplicando o PBL aos estudantes dos últimos dois anos do curso. O processo é organizado através da metodologia de projeto, requerendo dos

estudantes o levantamento de dados, aplicação de soluções técnicas e sobrepesando a falta de informações nas tomadas de decisão. Contudo, nesta abordagem surge situações como a falta de comprometimento de alguns estudantes e formação de grupos de estudantes por afinidade, o que requer a intervenção do professor (RIBEIRO et al., 2004). Contornando isso, os grupos foram organizados em equilíbrio com estilos pessoais de pensamento, baseados na ferramenta do *Herrmann Brain Dominance Instrument (HBDI)*. A característica individual, de dominância cerebral, foi avaliada entre o tipo analítico (A), controlador (C), relacional (R) e experimental (E) e os grupos formados para terem ao menos um representante de cada estilo mental. Essa experiência, no trabalho de equipe com pessoas não próximas, promove o desenvolvimento de atitudes e habilidades exigidas ao egresso. Pela avaliação dos estudantes, nesta forma de ensino, estimula-se maior motivação dos estudantes, dinâmica das atividades e entendimento dos conteúdos da Engenharia integrados com as necessidades profissionais. No estudo, o formato da disciplina serviu como um incubador de situações reais, fornecendo a oportunidade de experimentar dificuldades que teriam como engenheiros.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, D.; CAVADIA, S.; ALVIS, A. Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena (Colombia). **Formación Universitaria**, 8(4), 15-22, 2015.
- ALENCASTRO, M. S. C.; RANDO JR., E. L. Um estudo acerca das novas abordagens metodológicas para o ensino de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, 38(3), 85-92, 2019.
- ALKHATIB, G.; AL-HUMAIDI, O. Innovative virtual teams on demand: HBDI-based paradigm. **Procedia Computer Science**, 131, p. 139-147, 2018.
- ARAÚJO, W. J. et al. Aprendizagem por problemas no ensino de engenharia. **Rev. Docência Ens. Sup.**, 6(1), p. 57-90, 2016.
- BARROSO, G. S. et al. Analysis of Learning Motivation in Industrial Engineering Teaching in University of Extremadura (Spain). **Sustainability**, 12, p. 1-11, 2020.
- BASSETO, E. L. **Proposta de metodologia para o ensino das fases de projeto informacional e projeto conceitual**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 122 p., 2004.
- BELHOT, R. V. A didática no ensino de engenharia. **Anais...** Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Campina Grande, 2005.
- COLBY, A.; SULLIVAN, W. M. Ethics Teaching in Undergraduate Engineering Education. **Journal of Engineering Education**, 97(3), p. 327-338, 2008.
- CUNHA, F. M. Ensino de engenharia: abordagem pela complexidade. **Revista de Ensino de Engenharia**, 34, (1), p. 3-16, 2015.
- CUNNINGHAM, C. M.; CARLSEN, W. S. Teaching Engineering Practices. **Sci Teacher Educ**, p. 25, 197– 210, 2014.
- DAVIM, J. P. **Engineering Education: Curriculum, pedagogy and didactic aspects**. Elsevier: Oxford, 2014.
- DYM, C. L. et al. Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. **Journal of Engineering Education**, 94(1), p. 103-120, 2005.
- ESTRADA, M.; MOLINER, M. A.; MONFERRER, D. The relation between learning styles according to the whole brain model and emotional intelligence: a study of university students. **Estudios sobre Educación**, 36, p. 85-111, 2019.
- FACCA, C.A.; BARBOSA, A. M.; ALVES, J. L. Relações educacionais entre o Design e a Engenharia: um panorama nacional e internacional. **Ensino do Design**, 5(2), p. 188-221, 2020.

- FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engr. Education*, 78(7), p. 674-681, 1988.
- FURTADO, A. E.; NASCIMENTO, D. F. L.; SILVA, J. W. J. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) aplicada simultaneamente para estudantes de engenharia de 3º e 7º períodos como ferramenta motivacional. *Revista Práxis*, 10(19), 2018.
- Guisso, D. P. et al. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) no ensino superior: concepções introdutórias. *Revista Científica Intelletto*, 4(3), p. 23-29, 2019.
- GOMES, F. C.; WEBLER, G.; KREMER, D. I. M. Desenvolvimento de projetos como ferramenta de Ensino de Engenharia. *Redes*, 2(2), p. 97-106, 2019.
- HERRMANN, N. **The Creative Brain. Brain Books**. North Carolina: Lake Lure, 1990.
- HUGHES, M., HUGHES, P., HODGKINSON, I.R. In pursuit of a ‘whole-brain’ approach to undergraduate teaching: implications of the Herrmann brain dominance model. *Studies in Higher Education*, p. 1-17, 2016.
- IBRAHIM, D. Engineering simulation with MATLAB: improving teaching and learning effectiveness. *Procedia Computer Science*, 3, 853858, 2011.
- KYPRIANIDOU, M. et al. Group formation based on learning styles: can it improve students’ teamwork? *Education Tech Research Dev*, 60, p. 83-110, 2012.
- LIU, Z.; SCHONWETTER, D. J. Teaching creativity in engineering. *Int. J. Eng.*, 20(5), p. 801-808, 2004.
- MASSON, T. J. et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL). *Anais... COBENGE*, Belém, 2012.
- MENEELY, J.; PORTILLO, M. The Adaptable mind in design: relating personality, cognitive style, and creative performance. *Creativity Research Journal*, 17(2), p. 155-166, 2005.
- MIDDLETON, S. G. et al. **Forming student project teams based on Hermann brain dominance (HBDI) results**. Paper presented at 1996 Annual Conference, Washington, 1996.
- MOUTTA, R. O.; RODRIGUES, G. C. Metodologias ativas no ensino superior – um estudo de caso de desenvolvimento de projeto. *Revista de Ensino de Engenharia*, 39, p. 137-146, 2020.
- OTERO, B.; RODRÍGUEZ, E.; ROYO, P. Teaching Engineering with Autonomous Learning Activities. *Journal of Technology and Science Education*, 5(3), p. 194-213, 2015.
- PAHL, G. et al. **Engineering design: a systematic approach**. Springer, 3rd edition, 617p., 2007.
- QUEIROZ, V. F. M.; KRATZ, R. **ABP aplicada ao ensino de engenharia mecânica**. Conhecer 2019, Florianópolis, 2019.
- RIBEIRO, L. R. C. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em engenharia. *Revista de Ensino de Engenharia*, 27(2), p. 23-32, 2008.
- RIBEIRO, L. R.; ESCRIVÃO FILHO, E.; MIZUKAMI, M. G. Uma experiência com a PBL no ensino de engenharia sob a ótica dos alunos. *Revista de Ensino de Engenharia*, 23 (1), p. 63-71, 2004.
- RIBEIRO, L. R.; MIZUKAMI, M. G. A PBL na Universidade de Newcastle: um modelo para o Ensino de Engenharia no Brasil? *Olhar de professor*, 7(1), p. 133-147, 2004
- SCHLICHTING, T. S.; HEINZLE, M. R. S. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Superior: aspectos históricos, princípios e propostas de implementação. *Revista e-Curriculum*, 18(1), 1039, 2020.
- VALENTE, J. A., FIGUEIREDO, H. R. S. Dificuldades evidenciadas na aplicação de metodologias ativas no ensino de Engenharia. *Pesquisa e Ensino*, 1, 126, 2020.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Sérgio Junichi Idehara – Engenheiro Mecânico pela Universidade Estadual de Campinas (2001), mestrado e doutorado pela Unicamp na área de Projeto de Máquinas (2003 e 2007). Professor da Universidade Federal de Santa Catarina no Campus de Joinville do curso da Engenharia Automotiva. Atualmente, é subcoordenador do curso.



Vanessa Aparecida Alves de Lima – Psicóloga pela Universidade Federal de Rondônia (1994), mestrado e doutorado pela USP em Psicologia Escolar (2000 e 2005). Professora da Universidade Federal de Rondônia à disposição da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Joinville.



Marcos Alves Rabelo – Engenheiro Mecânico e de Automóveis pelo Instituto Militar de Engenharia (1990), mestrado e doutorado pela Escola Politécnica da USP na área de Engenharia de Controle e Automação Mecânica. Professor da Universidade Federal de Santa Catarina - campus Joinville, do curso de Engenharia Aeroespacial.