

APLICABILIDADE DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS EM CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

APPLICABILITY OF ACTIVE PROBLEM- BASED LEARNING METHODOLOGIES IN ENGINEERING COURSES

Ricardo Luiz Perez Teixeira **1**
Priscilla Chantal Duarte Silva **2**
Max Leandro de Araújo Brito **3**

Resumo: Neste estudo, apresentam-se os resultados da metodologia de aprendizagem baseada em problemas (PBL) em um curso de Engenharia no Brasil. O objetivo da aplicação do PBL é se melhorar o desempenho e a aprendizagem discente nas disciplinas específicas do curso de Engenharia, no intuito de fomentar a motivação e correlacionar teoria e prática. A utilização de PBL se deve ao fato da existência de um quadro de desmotivação e resistência por parte dos discentes quanto ao método de ensino clássico/tradicional. Dessa forma, partiu-se da hipótese de que uma metodologia voltada para uma participação ativa do discente, bem como a oportunidade de lidar com problemas fosse capaz de engendrar motivação e minimizar o número de evasões. A metodologia utilizada para o estudo foi a de pesquisa-ação, em que os sujeitos também atuam como agentes. Os resultados indicaram um ótimo retorno no aprendizado e desempenho discentes com a utilização de PBL.

Palavras-chave: Ensino superior. Metodologias ativas. PBL. Pesquisa-ação.

Abstract: In this study, the results of experiences of application of active learning methodologies based on problems (PBL) in an engineering course in Brazil are showed. Improving student performance and learning in the specific disciplines of the engineering course is the main objective of the application of the PBL in engineering education. It is expected to enhance student motivation, correlating academical theory and practice, through PBL methodology. Therefore, it was based on the hypothesis that a methodology aimed at a more active participation of the student, as well as the opportunity to deal with problems was able to engender motivation and minimize the number of students failing and evasion. The action-research was the methodology used for this study, in which the subjects act as key agents. The results indicated an optimistic return on students' learning and performance with the use of PBL methodology.

Keywords: Higher education. Active methodologies. PBL. Action-research practices.

Professor Adjunto da Universidade Federal de Itajubá Campus 1
Itabira, Itabira-MG, Brasil. ricardo.luiz@unifei.edu.br. Doutor em Ciências
e em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Professor para graduação do
curso de engenharia dos materiais na UNIFEI Campus de Itabira com trabalhos
publicados técnicos e educacionais. E-mail: ricardo.luiz@unifei.edu.br

Professora Adjunta da Universidade Federal de Itajubá 2
Campus de Itabira, MG, Brasil. priscillachantal@unifei.edu.br. Doutora em
Linguística e Língua Portuguesa. Professor para graduação na UNIFEI Campus
de Itabira na área de Comunicação e Expressão e Metodologia de Pesquisa,
nas Engenharias com trabalhos publicados técnicos e educacionais. E-mail:
priscillachantal@unifei.edu.br

Professor na Faculdade Natalense de Ensino e Cultura, FANEC, 3
Natal, RN, Brasil. maxlabrito@yahoo.com.br. Membro do comitê editorial e
científico da revista Research, Society and Development. Doutor em Energia e
Mestre em Administração de Empresas. E-mail: maxlabrito@yahoo.com.br

Introdução

A aprendizagem baseada em problemas, conhecida como Problem Based Learning (PBL), segundo Prometilla et al. (2017), pode ser considerada por muitos especialistas em educação como uma forma de ensino superior à aula clássica ou tradicional, particularmente voltada para o aprendizado de habilidades e conceitos de educação do ensino superior. No PBL, segundo o autor, reforça-se a utilização de habilidades metacognitivas por parte dos discentes, em que a proficiência no uso de metodologias para solução de problemas é primordial para o desenvolvimento do raciocínio, uma vez que exige autorreflexão e autoconhecimento para encontrar o caminho adequado para se resolver problemas. O aprendizado desenvolve-se em conjunto o aumento da complexidade do problema, assim, os discentes compreendem e vivenciam a integração entre as unidades de processos e os componentes em engenharia entre si. Tan et al. (2016) complementam Prometilla et al. (2017) em seu trabalho de metodologia por PBL. Para Tan et al. (2016), para se promover de forma abrangente o desenvolvimento da identidade profissional, deve-se incluir necessariamente a experiência com a profissão. Nessa visão, o contato com o profissional da área, bem como o estudo do mercado de trabalho e os problemas que ele traz são ferramentas relevantes para a formação profissional.

Conforme Ortiz e Huber-Heim (2017) defendem, espera-se de um discente em engenharia que ele tenha condições de entender e buscar uma resolução acertiva de um problema técnico de forma independente, ou ainda, que seja capaz de trabalhar em equipe, a partir da troca de idéias com seus pares, os problemas e resoluciona-los.

Pelo PBL, espera-se o desenvolvimento independente do raciocínio e motivacional por parte dos discentes, bem como as capacidades colaborativas de resolução de problemas em grupo (TBL). Nesse processo de aprendizagem, pode-se agrupar três diferentes abordagens interconectadas, que são: a aprendizagem social ou organizada em equipe (TBL), que é vista como um ato social; aprendizagem cognitiva, centrada em torno de problemas e realizada nos projetos (PBL); aprendizagem baseada em conteúdo, apoiando, assim, a relação entre teoria e prática.

A metodologia de PBL, segundo Fernandes (2014), visa a melhora da aprendizagem discente e os prepara para a prática profissional. Embora o PBL, conforme Najdanovic-Visak (2018), desenvolvida, especificamente, para um ambiente de escola de negócios, para se promover os benefícios do ensino em pequenos grupos em um ambiente de grupo mais amplo. O PBL possibilita, segundo o autor, um melhor aprendizado discente desde os anos iniciais de graduação, com um melhor engajamento discente na solução dos problemas em grupo, fortalecendo a disposição de trabalho em equipe, respeito mútuo, bem como alta atenção em conceitos e correlações no transcorrer do processo.

Conforme destaca Fernandes (2014), discentes e docentes podem identificar um conjunto de benefícios do PBL, tais como: habilidades de trabalho em equipe (TBL) aumento de motivação, articulação entre teoria e prática, resolução de problemas, entre outros. As implicações do PBL para o ensino e a aprendizagem no ensino superior são bastante significativas. Não apenas no que diz respeito às mudanças no papel de discentes e docentes, mas também no desenvolvimento de currículos nas engenharias, de um modo geral, para que essa metodologia de ensino esteja registrada nos planos pedagógicos dos cursos. De acordo com Aranzabal (2018), os discentes nem sempre iniciam os estudos de uma disciplina, por exemplo, com a mesma motivação, expectativas ou autocomprometimento, o que pode levar a experiências de aprendizado decepcionantes nas equipes de PBL. Assim, as principais dificuldades na aprendizagem cooperativa é promover a interdependência positiva e a responsabilidade individual em cada grupo de discentes. Para que se alcance a complexidade proposta de aprendizagem por PBL, a estratégia de aprendizagem, de ensino e os métodos de avaliação devem estar claramente alinhados com a metodologia educacional adotada. Além disso, é importante garantir a diversidade nas metodologias de ensino e aprendizagem e proporcionar aos discentes projetos ricos e desafiadores, que os envolvam no aprendizado e na obtenção das habilidades essenciais necessárias para sua futura prática profissional.

Conforme descreve Prometilla (2017), a abordagem utilizada pelo PBL é particularmente útil quando a solução de problemas é primordial para indústria, como problemas em Engenharia de Sistemas de Processo e Integração de Processos que afetam diretamente no desempenho da

produção industrial. Nesse sentido, o PBL auxilia a solução de problemas reais da indústria. Trata-se nesse caso de uma via de mão dupla: de um lado a empresa tem a oportunidade de resolver seus problemas; de outro, a oportunidade de os alunos vivenciarem uma experiência de tentar solucionar um problema real.

A integração entre o problema proposto ao discente e prática encontrada na indústria é um ponto chave para o PBL aplicado na engenharia. Conforme Totorella (2018), a integração do PBL com problemas em indústria fornece condições aos discentes para o desenvolvimento de habilidades interpessoais de autoaprendizado. Tortorella (2018) ressalta que a adequada abordagem educacional para o ensino e a aprendizagem por PBL melhora a capacidade dos alunos de adquirir e aplicar conhecimento em situações reais, preparando-os para atender às competências exigidas que atendem às demandas atuais nas empresas, e também acadêmicas. Afinal, as novas gerações sentem ainda mais uma necessidade de vincular teoria e prática às atividades educacionais, pois tendem a ir de encontro ao estilo do ensino convencional.

Em princípio, o autoaprendizado no PBL necessita sempre de uma intervenção, necessária para reforçar ou esclarecer conceitos e, assim, melhorar a eficácia do método, conforme sustenta Rovers (2018). Tal comentário de Tortorella (2018) também é compartilhado por Hamburg (2016) que complementa o fato de a eficiência do aprendizado de PBL não depender apenas da geração e disseminação de métodos inovadores de aprendizagem, mas também da detecção de fatores que impedem seu uso como estratégias próprias e cultura de aprendizagem. Para cursos de engenharia, segundo Seman et al. (2017), são esperados: o desenvolvimento de habilidades que incluem o pensamento crítico; a comunicação e a consciência ecológica, dentre outros para a resolução de problemas técnicos enfrentados na vida profissional. Sendo assim, o PBL consiste também em uma oportunidade de repensar a prática docente, a desenvolver essas habilidades à medida em que o aluno se vê na obrigação de encontrar uma solução inteligente e coerente com seus conhecimentos de faculdade além de dialogar com a equipe e com a empresa. Acima de tudo, isso é uma forma de levar o aluno a aprender a se comunicar e saber usar a comunicação a seu favor.

Quanto à melhoria na motivação discente, estudo recente de Arrue et al. (2017) explana resultados da utilização de PBL nos cursos de enfermagem. Os resultados obtidos têm indicado aumentos significativos na motivação discente, no bem estar ou satisfação, superior ao da melhoria no desempenho acadêmico ou na obtenção de habilidades práticas, o que leva a crer que nas engenharias o mesmo possa ocorrer já que se trata de uma área tecnológica e de resolução de problemas.

Segundo resultados dos estudos de Seman et al. (2017), a utilização da metodologia PBL obteve resultados positivos de aprendizado junto aos discentes de engenharia em projetos de Energia Renovável e infere-se também motivacionais. Tortorella (2018) deduz que as preferências de aprendizado dos discentes podem influenciar na eficácia da aplicação do PBL para o aprendizado e motivação. Portanto, devem ser levadas em consideração ao projetar um curso trazendo problemas da indústria, como num curso de Lean Manufacturing, por exemplo. Afinal, os currículos devem se orientar para as atuais necessidades do público, seja para engendrar mais motivação, seja para atender às demandas das empresas. Uma outra preocupação é a evasão. Acredita-se que uma vez motivados, os alunos persistam no propósito do curso. Do contrário, a evasão tende a aumentar.

Neste estudo, são apresentados os resultados de experiências de aplicação de metodologias ativas de aprendizagem baseadas em problemas (PBL) em quatro diferentes disciplinas do ciclo profissional de um curso de engenharia de materiais no Brasil. Espera-se com o PBL melhorar a motivação e o desempenho acadêmico discente, correlacionando teoria e prática acadêmica, através da metodologia PBL. Portanto, a hipótese principal é a de que uma metodologia voltada para uma participação mais ativa do aluno, bem como a oportunidade de lidar com os problemas, seja capaz de gerar motivação e minimizar o número de alunos que falham e evadem.

Metodologias ativas e desenvolvimento cognitivo

As mudanças que envolvem a tecnologia e o ensino de um modo geral têm apontado a necessidade de novas práticas de ensino que estimulem os alunos para o aprender a aprender. Não se pode cair na ingenuidade de se pensar que a metodologia baseada em problemas é algo novo, pois sua discussão tem sido levantada há algumas décadas. Contudo, o que se pretende discutir

neste estudo é a maneira como a metodologia é adotada para fins de promover autorreflexão do discente em suas práticas educacionais no sentido metacognitivo de aprendizagem. A partir da metagognição, o discente é capaz de relacionar informações, perceber estratégias que realmente funcionam ou mesmo avaliar, tal como consideram Vargas e Portilho (2010), seus empreendimentos cognitivos.

“A metacognição pode ser entendida como a possibilidade do sujeito tomar consciência e autorregular seus atos e pensamentos em relação ao próprio processo de conhecimento” (VARGAS e PORTILHO, 2010, p. 423). Segundo os autores, a formação de grupos auxilia esse processo, uma vez que envolve reflexão acerca de habilidades, limitações, monitoramento e avaliação de sua prática de ensino com seus pares, no caso do docente. Quanto ao discente, o trabalho em grupo permite a discussão aberta, ao debate, ao confronto de ideias, o que traz um enriquecimento e uma maturidade ao discente. Como apontam Giordan (1998) e Pozzo (2002), essa prática permite certo distanciamento do problema forçando ao discente reformular ideias, repensar atitudes a partir dos conflitos cognitivos decorrentes do trabalho em grupo acerca de algum problema.

Vargas e Portilho (2017) afirmam que o modelo da prática docente hodierno é ainda similar ao tradicional, em que há apenas a transposição do conhecimento para o discente. Embora haja docentes que não buscam outra metodologia de ensino senão o modelo tradicional, algumas práticas são observadas como: formação de ilhas de trabalho em sala de aula; aula invertida no sentido de ser necessário um conhecimento prévio antes do momento da aula; criação de projetos; inversão da ordem entre teoria e prática, entre outras. Porém, o que se destaca é a capacidade do aluno refletir sobre o seu próprio processo de aprendizagem. Em outros termos, “[...] permitir aos alunos conhecer suas próprias potencialidades ou fragilidades e seu repertório de estratégias de aprendizagem (VARGAS e PORTILHO, 2017, p. 422)

Ademais, trazer uma experiência de problemas reais da indústria contribui para o processo de formação do aluno. Berbel (1998) ressalta que a metodologia da problematização para ser melhor aproveitada deve ser convergida em situações cujos temas tenham correlação com a vida em sociedade, isto é, que trabalhe com problemas reais. Conforme alega Hung (2016), a peça fundamental do PBL é o problema. É ele quem direciona as atividades a serem desenvolvidas, uma vez que o PBL foi formulado com o propósito de resolver problemas reais e consiste em um momento oportuno para os estudantes aplicarem os conhecimentos obtidos nos cursos. Segundo o autor, isso motiva o discente a estudar os conteúdos com mais afinco para encontrar a resposta.

“Trabalhar com problemas autênticos da vida real do campo profissional dá significado aos conteúdos abstratos envolvidos no problema”¹ (HUNG, 2016, tradução nossa). Afinal, a partir do momento em que o discente entende a aplicação dos conhecimentos aprendidos, parte para um nível mais profundo do conhecimento. De fato, esse é o lado mais proveitoso do PBL, saindo da visão ingênua para uma visão mais realista: de que há a necessidade de conectar teoria e prática numa visão mais ativa, isto é, em que o discente aplique os conhecimentos e aprenda a aprender.

A habilidade de resolução de problemas ainda contribui para o discente na capacidade de: adequar os conhecimento à realidade; de contextualizar e na integração de conhecimentos. Logo, é uma forma de colocá-lo à prova de seus conhecimentos e à metacognição.

O papel do professor ou tutor é importante, tal como compreende Hung (2016), porém a metodologia exige que ele seja treinado para isso. Muitas vezes, o problema é tão complexo que os discentes não sabem nem como começar, o que pode gerar certa dependência em relação ao professor. Isso poderia gerar frustração, uma vez que inibiria a habilidade de independência dos alunos. Por outro lado, acredita-se que ajudar no processo seja também uma forma de aprendizagem e não deixaria necessariamente de proporcionar independência, mas de auxiliar na construção do conhecimento. Nesse ponto, pode-se contestar a visão de Hung (2016), pois a atuação do docente como facilitador já proporciona uma orientação e não necessariamente caminha para uma metodologia tipicamente tradicional.

¹ Working with a real-life and authentic problem from the field of a profession gives meaning to the abstract content knowledge involved in the problem (HUNG, 2016)

Metodologia

A pesquisa-ação foi a metodologia empregada neste estudo. Os discentes pesquisam não apenas os temas que buscam na ciência as possíveis soluções, mas também atuam como agentes-principais no aprendizado. A seguir, serão detalhadas as experiências em algumas disciplinas do Curso de Engenharia de Materiais no Brasil.

Os participantes deste estudo incluíram, assim, discentes de um curso de engenharia de materiais envolvidos nas edições PBL realizado a partir do ano letivo de 2016. A pesquisa deste trabalho, baseou-se em um estudo de abordagem pesquisa e ação, na qual uma diversidade de métodos foram utilizados para a coleta de dados (DE REZENDE JÚNIOR et al., 2013) como questionários individuais (Tabela 2) e seminários no início e término de cada fase na apresentação dos resultados obtidos para os problemas motivacionais propostos, Quadro 1.

Neste artigo, os dados selecionados incidiram sobre os métodos de pesquisa que exploraram questões relacionadas com o tema principal deste artigo – motivação e preparação dos estudantes para a prática profissional. Dessa forma, tem-se que estes métodos incluíram, assim, questionários individuais e seminários para a apresentação dos resultados em grupo. Além disso, uma análise documental também foi realizada em conjunto com todas as turmas, totalizando 97 discentes (Tabela 1), na qual se adotou o PBL, que neste caso, é focado principalmente na análise das respostas dos discentes (Tabela 2) e na nota final obtida nas disciplinas em que se empregou PBL, comparativamente.

Tabela 1: Coleta de dados dos discentes

Ano	Semestre	Código	Nº de discentes	Disciplina
2016	2º Semestre	MCM1002	15	Estruturas e propriedades dos materiais
2016	2º Semestre	EME030	29	Processo de Manufatura
2016	2º Semestre	EMT013	23	Pesquisa e desenvolvimento em ciências dos materiais
2016	1º Semestre	EMT005	30	Processamento de materiais metálicos

O PBL foi utilizado em quatro disciplinas diferentes do ciclo específico de um curso de Engenharia de Materiais no período de dois semestres consecutivos, Tabela 1. As disciplinas foram divididas em duas fases: i) apresentação dos problemas; ii) proposta de solução dos problemas substantiada estatisticamente e com uma maior representatividade científica em confiança dos resultados almejados.

Quadro 1. Elementos motivadores em cada fase de PBL

Fase 01	O técnico de laboratório de uma siderúrgica foi solicitado pela chefia de laboratório para avaliar a dureza de duas amostras de aços (aço-carbono) produzidas recentemente por duas linhas diferentes e sem identificação. O técnico deverá informar à chefia como se obter a correta nomenclatura dos aços, de acordo com a norma ABNT NBR, utilizando informações baseadas nas propriedades mecânicas, nas informações de composição química e microestrutural, caso contrário será demitido.
Fase 02	O técnico de laboratório de uma siderúrgica foi solicitado pela chefia de laboratório para avaliar a dureza de duas amostras de aços (aço-carbono) produzidas recentemente por duas linhas diferentes e sem identificação. Na medição, o técnico encontrou valores diferentes de dureza para um mesmo tipo de indentador, força aplicada e tempo de aplicação da força sobre a superfície (de cada aço). Foi fornecida pela chefia, a informação de que um aço era hipoeutetóide e o outro eutetóide, o que justificaria os valores diferentes de dureza. O técnico deverá nomear os aços de acordo com a dureza e terá de justificar tecnicamente à chefia a escolha dos nomes, caso contrário será demitido.

O docente facilitador organizou a atividade discente no PBL em ilhas de aprendizagem, nas quais os discentes elegeram: líderes e colaboradores para responder na Fase 1 questionamentos cruciais para a problematização científica, conforme Troncon (2016). Os questionamentos foram: (a) “O que se quer conhecer?”; (b) “Como solucionar o problema?”; (c) “Como utilizar e conectar os conhecimentos adquiridos entre si?”; (d) “Como registrar o que se conhece?”; (e) “Como avaliar o registro obtido?”; e (f) “Como apresentar os resultados obtidos estatisticamente no Seminário na Fase 2?”. A Fase 2 consistiu na solução dos problemas PBL propostos. Cada ilha apresentou uma proposta de solução para os problemas propostos com a elaboração de um relatório técnico descritivo com um grau de confiança de 95% dos resultados e conclusões obtidos, a partir da experiência prática discente. Em cada fase foi apresentado um elemento motivacional, com o problema principal (Quadro 1). No final de cada Fase proposta foi realizada uma Avaliação do Processo de Ensino (APE) sendo somadas em conjunto as respostas discentes para as quatro disciplinas de estudo deste trabalho, conforme De Rezende Júnior et al. (2013), Figura 1. O APE apresenta parte da avaliação quantitativa de sete critérios coletados por meio de survey junto aos discentes em que o conceito (I) Insuficiente, 2,0 representa o conceito (R) Regular, 3,0 representa o conceito (B) Bom, 4,0 representa o conceito (O) Ótimo e 5,0 representa o conceito (E) Excelente), conforme Tabela 2. Em conjunto com o APE, realizou-se ao término da Fase 02, a avaliação acadêmica dos discentes de cada disciplina, dispondo-os em gráfico com valores médios e o desvio padrão da média obtida pelos discentes em cada disciplina, Figura 1.

Tabela 2 - Perguntas de Acompanhamento do Aprendizado

Perguntas	Avaliação de 1 a 5 pelo discente*
1. Você se sente motivado para a execução do trabalho proposto?	
2. Você considera o trabalho proposto relevante para o aprendizado em engenharia de materiais?	
3. Você visualiza a integração dos conhecimentos no trabalho proposto?	
4. Você considera que será fácil a caracterização do material deste trabalho?	

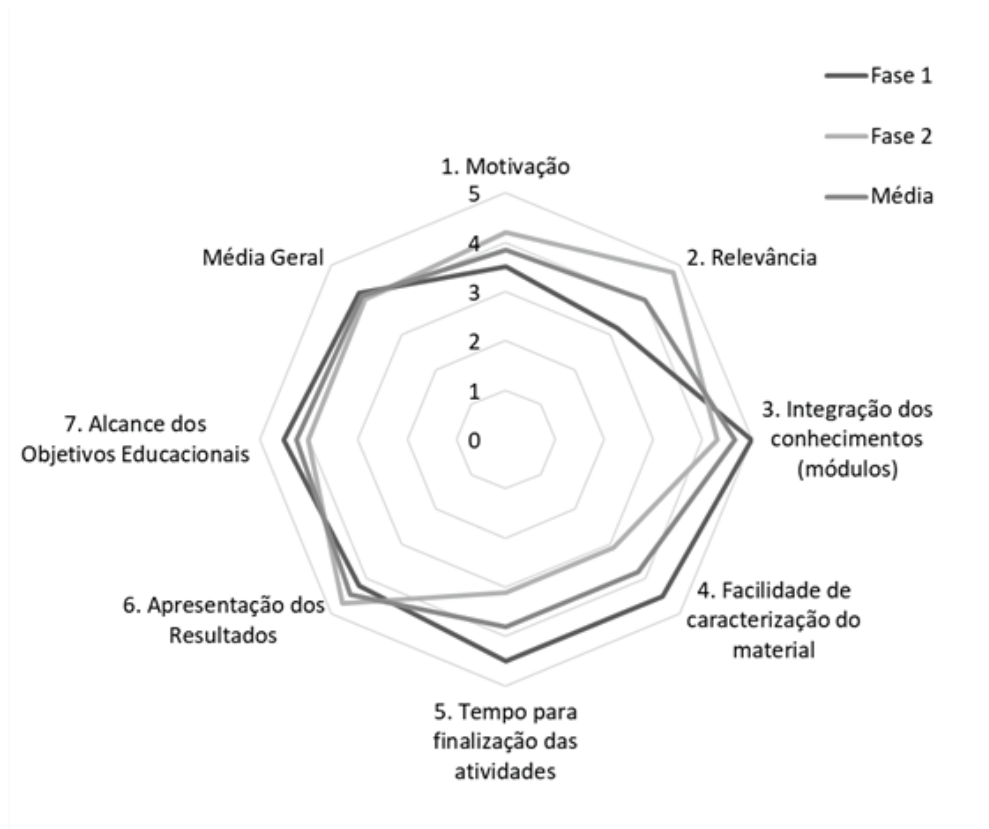
5. Considera o tempo para finalização das atividades propostas adequadas?
6. Compreendeu a forma proposta de apresentação dos resultados e de avaliação?
7. Considera que serão alcançados os Objetivos Educacionais Propostos?

* 1,0 Não, definitivamente; 2,0 Não, parcialmente; 3,0 Sim, parcialmente; 4,0 Sim; 5,0 Sim, definitivamente

Resultados

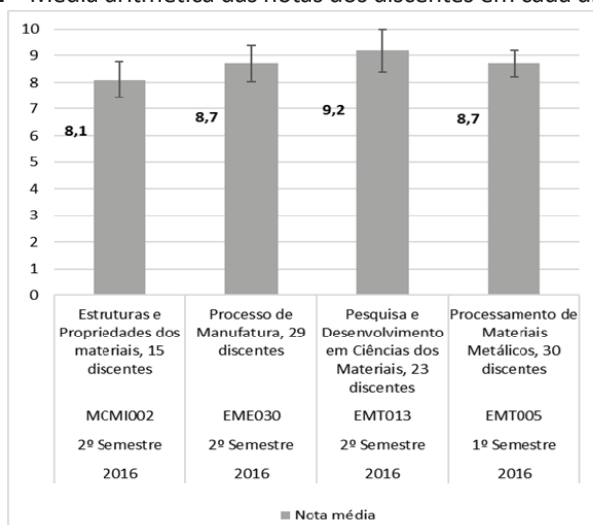
A avaliação da aprendizagem e o desempenho dos discentes foi significativa (num total de 97 discentes), conforme resultados da Avaliação do Processo Educacional, APE proposto por DE REZENDE JÚNIOR et al. (2013), com valores médios superiores a 4 (conceito ótimo), Figura 1, e desempenho superior a 7,0 (70% ou conceito C, bom) para as duas Fases propostas no PBL, Figura 2.

Figura 1 - Consolidação de parte da Avaliação do Processo Educacional (APE).



Observa-se ainda no Gráfico 1 uma avaliação boa para o “Tempo de finalização das atividades”, acredita-se que o resultado não foi melhor devido ao contato inédito discente na Fase 1 com uma nova metodologia PBL (média 4,1, considerado (O) Ótimo), o que demandou mais tempo de aprendizagem e entendimento inicial discente (de Rezende Júnior et al., 2013). Entretanto, o critério “Relevância” junto a “Integração dos resultados” do método foram os critérios de destaque na avaliação (média superior a 4,5, considerado (O) Ótimo), o que indica que o método PBL está adequado para a disciplina. Seguem alguns comentários de discentes da turma do segundo semestre de 2016, com respeito à avaliação qualitativa do método PBL utilizado, parte integrante das disciplinas de EMT:

Figura 2 – Média aritmética das notas dos discentes em cada disciplina.



Considerações Finais

A partir da interpretação dos dados, foi possível constatar que os discentes apresentaram retorno positivo quanto ao aprendizado e ao desempenho acadêmico com o uso de metodologias ativas, especificamente o PBL. Ademais, observou-se uma maior motivação por parte dos discentes quanto à participação ativa no processo de resolução de problemas reais. Nesse caso, pode-se dizer que, de fato, o discente sente uma necessidade de correlacionar teoria e prática no curso além de priorizarem uma prática docente voltada para uma dinâmica diferenciada dos moldes tradicionais.

A quebra de paradigmas, no que concerne ao uso das metodologias ativas auxiliam no processo de ensino-aprendizagem de forma positiva e eficaz, pois favorecem a participação do discente e contribui para a metacognição, uma vez que o faz refletir sobre a sua própria forma de aprender. A menção de práticas acadêmicas de metodologias ativas nas disciplinas está prevista no Plano Pedagógico atual do curso de Engenharia de Materiais.

Agradecimentos

Ao Núcleo Pedagógico da UNIFEI Campus de Itabira e ao Grupo de Metodologias Ativas (MAES) da UNIFEI Campus de Itabira.

Referências

ARANZABAL, A.; EPELDE, E.; ARTETXE, M. Monitoring questionnaires to ensure positive interdependence and individual accountability in a chemical process synthesis following collaborative PBL approach. **Education for Chemical Engineers**, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ece.2018.06.006>.

Acesso em 16/11/2018.

ARRUE, Marta et al. Effect of a PBL teaching method on learning about nursing care for patients with depression. **Nurse education today**, v. 52, p. 109-115, 2017. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.02.016>. Acesso em 16/11/2018.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos?. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 2, p. 139-154, 1998. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-32831998000100008>. Acesso em 16/11/2018.

DE REZENDE JÚNIOR, R. A. et al. Aplicabilidade de metodologias ativas em cursos de graduação em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41., 2013, Gramado. **Anais...** Gramado: UFRGS, 2013. Disponível em <http://www.fadep.br/engenharia-eletrica/>

congresso/pdf/118003_1.pdf. Acesso em 16/11/2018.

FERNANDES, Sandra Raquel Gonçalves. Preparing graduates for professional practice: findings from a case study of Project-based Learning (PBL). **Procedia-social and behavioral sciences**, v. 139, p. 219-226, 2014. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.08.064>. Acesso em 16/11/2018.

Giordan, A. **Aprender**. Instituto Piaget. - Av. Joao Paulo II, Lote 544, 2. - Lisboa. Editions Belin, 1998.

HAMBURG, Ileana; VLADUT, Gabriel. PBL–Problem Based Learning for Companies and Clusters. **Transportation research procedia**, v. 18, p. 419-425, 2016. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.055>. Acesso em 16/11/2018.

HUNG, Woei. All PBL starts here: The problem. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 10, n. 2, p. 2, 2016. Disponível em <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1604>. Acesso em 16/11/2018.

NAJDANOVIC-VISAK, Vesna. Team-based learning for first year engineering students. **Education for Chemical Engineers**, v. 18, p. 26-34, 2017. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ece.2016.09.001>. Acesso em 16/11/2018.

ORTIZ, Daniela; HUBER-HEIM, Karin. From information to empowerment: Teaching sustainable business development by enabling an experiential and participatory problem-solving process in the classroom. **The International Journal of Management Education**, v. 15, n. 2, p. 318-331, 2017. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.03.008>. Acesso em 16/11/2018.

Pozo, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem / Juan Ignacio Pozo**; trad. Ernani Rosa. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

PROMENTILLA, Michael Angelo B. et al. Problem-based learning of process systems engineering and process integration concepts with metacognitive strategies: The case of P-graphs for polygeneration systems. **Applied Thermal Engineering**, v. 127, p. 1317-1325, 2017. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.08.086>. Acesso em 16/11/2018.

ROVERS, Sanne FE et al. Improving student expectations of learning in a problem-based environment. **Computers in Human Behavior**, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.02.016>. Acesso em 16/11/2018.

SEMAN, Laio O. et al. MPPTjs: A JavaScript Simulator for PV Panels Used in a PBL Application. **Energy Procedia**, v. 107, p. 109-115, 2017. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.12.141>. Acesso em 16/11/2018.

TAN, Chin Pei; VAN DER MOLEN, H. T.; SCHMIDT, H. G. To what extent does problem-based learning contribute to students' professional identity development?. **Teaching and Teacher Education**, v. 54, p. 54-64, 2016. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.tate.2015.11.009>. Acesso em 16/11/2018.

TORTORELLA, Guilherme; CAUCHICK-MIGUEL, Paulo. Combining traditional teaching methods and PBL for teaching and learning of lean manufacturing. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 11, p. 915-920, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.465>. Acesso em 16/11/2018.

TRONCON, Luiz Ernesto de Almeida. Estruturação de sistemas para avaliação programática do estudante de medicina. **Rev. bras. educ. méd**, v. 40, n. 1, p. 30-42, 2016. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/1981-52712015v40n1e01392015>. Acesso em 16/11/2018.

VARGAS, Adriana; PORTILHO, Evelise Maria Labatut. Metacognição em Grupos de Problem-based

Learning (PBL). Educação. **Revista do Centro de Educação**, v. 42, n. 2, p. 421-434, 2017. Disponível em <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/1171/117153744014/7>. Acesso em 16/11/2018.

Recebido em 19 de novembro de 2018.

Aceito em 4 de junho de 2019.