

Aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos como Ferramenta de Metodologia Ativa Inserida no Ensino de Balanço Material e de Energia

E. J. C. Moraes^{1*}, W. R. da S. Neto² e H. S. Andrade¹

¹*Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, SP – Brasil, 12.602-810.*

²*Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP – Brasil, 05.508-000.*

*E-mail do autor correspondente: elisangela.moraes@usp.br

Submetido: 20 de outubro de 2020 / Aceito: 04 de março de 2021 / Disponível online: 18 de março de 2021

DOI: doi.org/10.5281/zenodo.4617240

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar, interpretar, identificar e auxiliar nas implicações geradas pela utilização do *Project-Based Learning* (PBL), na disciplina Balanço de Massa e Energia do curso de Engenharia Química oferecida aos alunos da EEL-USP. O método utilizado foi o estudo de caso, sendo o acompanhamento realizado durante todo o semestre, desenvolvendo as práticas acadêmicas de discussão e sintetização das ideias, para que os alunos pudessem trabalhar indústrias-tema e aplicar os conceitos apresentados e construir situações-problemas reais no âmbito de engenharia. A análise dos resultados sugeriu que é viável a aplicação desta metodologia para ensino desta disciplina.

Palavras-chave: *Aprendizagem Baseada em Projetos; Metodologias Ativas; Engenharia.*

1. Introdução

A formação educacional na área de Engenharias está intrinsecamente relacionada ao desenvolvimento socioeconômico e tecnológico do país, atuando como reflexo de fatores como PIB e população. É possível atestar que, dos anos de 1991 até 2011 houve destacável crescimento do número de cursos e vagas de Engenharia. Frente ao aumento das modalidades de Engenharia – principalmente após a resolução CNE/CES 11/2002 - observa-se uma ampliação do espectro de atuação para este tipo de profissional [1]. Com um avanço cada vez mais recorrente da tecnologia na realidade mundial e individual dos estudantes e também das instituições de ensino, observa-se um conservadorismo nas metodologias de ensino nas instituições – sempre muito fiéis à importância do conteúdo – e não um movimento significativo para tratar de novos métodos pedagógicos de ensino [2].

Na tentativa de solucionar os desafios impostos na formação educacional, surgem os primeiros estudos em metodologias de Aprendizagem Baseada em Projeto, ou do inglês *Project-Based Learning* (PBL). Aliada as

teorias do Construtivismo – defensora de que os indivíduos sistematizam conhecimento por meio das interações com o ambiente, sendo diferenciada para cada um – e pelo Construcionismo – cuja crença baseia-se na elaboração passo a passo de aprendizagem para cada aprendiz e que atinge seu ponto máximo quando as informações e desafios podem ser compartilhados e refletidos em conjunto – as metodologias de PBL surgem para dimensionar, aprofundar, amplificar e integrar o conhecimento [3].

As metodologias de PBL [4] podem ser dispostas em diferentes mecanismos, sendo modificados e adaptados de acordo com o contexto educacional ao qual será aplicado. Considera-se PBL o formato pedagógico que contempla: a) um problema da vida real precedente a discussão da teoria; b) demanda um processo formal de solução de problemas; c) a resolução do problema envolve o trabalho dos alunos em grupos; e d) implica o estudo auto-regulado e autônomo dos alunos; e) favorece a integração de conhecimentos.

O presente trabalho utilizará as metodologias PBL em ambientes do ensino superior profissionalizante, objetivando analisar e interpretar as implicações geradas pela alteração na didática de aprendizagem, especificamente num curso de Engenharia, na disciplina Balanço de Massa e Energia, empregando divisão de grupos na sala de aula, ideias de projetos e criação de um ambiente ideal de trabalho, com consequente definição dos escopos de trabalho.

2. Revisão da Literatura

Os desafios no ensino de engenharia no Brasil demandam uso imensurável de ciência e tecnologia, tendo em vista o grande contingente de informações no qual seus estudantes e o mundo em que hoje estes estão inseridos, lidam todos os dias. O novo engenheiro deve possuir a capacidade de solucionar problemas de maneira técnica e eficiente, enxergando e solucionando os problemas na sua totalidade – analisando de maneira multifocal a realidade que lhe é apresentada, identificando e solucionando problemas e gargalos via metodologias diversas (e.g. e diagramas de causa e efeito, etc.), buscando o melhor emprego e a viabilidade dos recursos apresentados. Frente a isso, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para o Ensino de Engenharia estabelecem o currículo dos estudantes como um conjunto não só de atividades convencionais de sala de aula, mas, também, atividades complementares como iniciação científica e tecnológica, extensão universitária, visitas técnicas, eventos científicos, atividades políticas, culturais e sociais – todas essas desenvolvidas pelos alunos durante o curso de graduação, visando a ampliação dos horizontes da formação profissional [5].

Observada a vertente histórica do desenvolvimento pedagógico das instituições de ensino superior no Brasil, desde o avanço dos cursos de engenharia, em meados de 1950 [1], é impossível negar a importância direta das metodologias pedagógicas e da capacitação docente para o atendimento dos quesitos estabelecidos nas DCN. Molisani [6] reforça a importância deste fator ao destacar a relação histórico-pedagógica dos professores de Engenharia, sendo que inicialmente, tais professores eram profissionais da área convidados a ministrar disciplinas tendo como pré-requisito a prática relacionada as ementas educacionais.

Frente aos contratemplos observados na estrutura pedagógica das unidades de ensino superior espalhadas pelo país, novas metodologias são desenvolvidas, na busca de melhorar a transmissão de informação ou a disponibilização do conhecimento e, em consequência, a formação do conhecimento dos egressos. É desejável que o engenheiro seja capaz de desenvolver as competências de trabalho em equipe, cumprimento de

metas, entrega de resultados com qualidade, visão clara de papel de cliente e consumidor, domínio de línguas estrangeiras (especialmente o inglês), fidelidade à organização pertencente, capacitação técnica e de planejamento e dentre outras tantas qualidades.

É relevante destacar que não há método de ensino suficientemente eficiente – existem aqueles em que o enfoque é o professor e os que o enfoque é o aluno – e os pontos positivos e negativos surgem em função do conteúdo programático, das características dos estudantes, da turma e tantos outros fatores [2]. A Engenharia [7] é uma profissão de aplicação tecnológica e, portanto, tem como características alunos que “aprendem fazendo”, assim, é possível a aplicação do método PBL, já que o enfoque se encontra no aluno, possibilitando maior motivação, participação mais ativa e melhoria nos níveis de aplicação dos conceitos [2].

O PBL apresenta possibilidade de desenvolvimento interpessoal e intrapessoal dos estudantes integrados ao projeto, favorecendo a comunicação oral, escrita, desafiando-os a falar em público e a trabalhar em grupo, pontos importantes para profissionais no mundo de hoje [7]. A metodologia estabelece estímulos de colaboração e parceria entre os membros e possíveis grupos, além de favorecer a colaboração aluno-docente, promovendo a busca pelo conhecimento de maneira mais abrangente, marcada por um dinamismo e discussão de ideias, além de se observar a geração de um senso mais crítico e o fomento ao encontro de soluções inovadoras para problemas [8]. Há também o aprendizado quanto ao cumprimento de prazos, metas e do trabalho autogerido, tornando os estudantes responsáveis e agentes da própria aprendizagem – sendo essa uma das manifestações do ganho de senso crítico e desenvolvimento na personalidade [9]. Em outras palavras, possibilita o desenvolvimento de competências técnicas e transversais [10 - 12] e o espírito empreendedor e intraempreendedor nos estudantes [13, 14]. Os estudantes acabam, de tal maneira, trabalhando diversas das áreas associadas aos conhecimentos nos quais sua profissão de escolha está submetida, ficando, assim, melhor preparado para o mercado de trabalho; observa-se, por exemplo, a compreensão mais dinâmica de ordens de prioridade dos temas, de relações de custo e benefício, de controle do tempo e a incorporação de planejamentos para diversas atividades que o estudante possa ser submetido em dias futuros ao projeto [7]. A avaliação é feita de maneira mais coerente, já que consegue resgatar qualidades e respostas aos diversos estímulos nos quais os estudantes são convidados, mesmo que pelas próprias decisões, a enfrentar. E, por último, cria-se a desenvoltura de estruturação de ideias para resolução de problemas, sendo possível ao aluno

enxergar qual temática deve ser aplicada para sua resolução, estabelecendo involuntariamente um caminho mais provável - constatando-se a desenvoltura psicopedagógica - e organização nos planos de trabalho, possibilitando a conexão com diversas outras disciplinas, áreas e informações, estabelecendo vertentes de raciocínio diferentes para uma mesma área do conhecimento. O método, devido a estes parâmetros, acaba possibilitando o reconhecimento precoce de alunos que não estão encaixados na vocação correta, redirecionando-o para uma temática mais acessível a sua vertente profissional, além de, institucionalmente, reduzir a evasão do ensino e possibilitar um maior número de egressos [9].

3. Metodologia

O método preponderante utilizado nesta pesquisa é o estudo de caso [15, 16], que “é uma investigação que trata sobre uma situação específica, procurando encontrar as características e o que há de essencial nela” [17]. Desta forma, a pesquisa foi delineada, planejada e os dados foram coletados e analisados.

A coleta de dados foi realizada em duas turmas da disciplina Balanço de Massa e Energia oferecidas para os cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Bioquímica e Engenharia Química da EEL-USP, totalizado 147 alunos, e considerou as seguintes etapas da implementação do PBL nesta disciplina:

a) Apresentação do trabalho: Apresentou-se aos alunos a proposta do trabalho a ser desenvolvido: os alunos deveriam formar grupos de 6 ou 7 integrantes e escolher um segmento de indústria química para trabalhar um problema envolvendo balanço material e de energia.

b) Criação de um ambiente propício para o trabalho e aprendizado: Foram criadas duas vias de comunicação entre os alunos e o monitor, sendo elas a digital e a presencial. Para a presencial, determinou-se dois dias na semana, em dois horários diferentes, para que os alunos pudessem comparecer à biblioteca e tirar dúvidas com o monitor. Para a via digital foi disponibilizado o e-mail do monitor e determinado um dia de plantão para a resposta dos e-mails recebidos. Os alunos poderiam enviar e-mails a qualquer hora, inclusive dúvidas adiantadas, para que o monitor pudesse se preparar para respondê-los da melhor forma.

c) Desenvolvimento da ideia do projeto: Os alunos, em grupos já formados, selecionaram um processo de produção, dentro do tema escolhido, e determinaram onde realizariam dois balanços materiais e um balanço energético. Para isso, os alunos buscaram na literatura acadêmica as informações necessárias para a escolha do processo no qual trabalhariam, a fim de entender e desenvolver um fluxograma do processo

industrial, afinal, ao final de cada etapa, eles deveriam apresentar uma proposta de otimização no sistema. Nessas etapas, o monitor atuou como um guia para as pesquisas, auxiliando na procura de fontes e na escolha dos processos.

d) Decisão do escopo do projeto: Nessa etapa, os alunos já apresentavam uma ideia mais clara e focada sobre o que seria o seu projeto, como seria a sua execução e onde aplicar os balanços material e energético, baseado nos fluxogramas desenvolvidos.

e) Desenvolvimento, a partir da formulação do projeto: Os alunos, já com as pesquisas prontas, determinaram os volumes de controle no projeto e realizaram os balanços materiais, tirando dúvidas com o monitor. Após os balanços materiais realizados, os alunos pesquisaram mais sobre o assunto até determinar onde a melhor otimização do processo poderia ser aplicada e, após isso, consultaram-se com o monitor para aferir os cálculos. O processo de Balanço energético foi semelhante, com a diferença de alguns alunos levarem em conta os aspectos econômicos do processo.

f) Escrita dos trabalhos: Essa foi a etapa da conclusão dos trabalhos, na qual os alunos terminaram de redigir o artigo, sanando suas dúvidas com o monitor e o professor da disciplina para apresentarem suas conclusões finais e o preparo das apresentações, a fim de apresentar os projetos delineados durante todo o semestre.

g) Aplicação de questionários aos alunos da disciplina: Durante o semestre foram aplicados dois questionários para os alunos matriculados na disciplina, para que pudesse ser acompanhada a evolução destes com relação ao conteúdo ministrado e aos projetos desenvolvidos.

A análise dos dados foi realizada após finalizada a disciplina, com a implementação do PBL. A análise foi realizada de forma qualitativa, quanto aos pontos fortes e fracos do PBL versus à metodologia tradicional, anteriormente aplicada, bem como de forma quantitativa, tratando estatisticamente os resultados apontados pelos alunos nos questionários aplicados.

4. Resultados e Discussão

A monitoria oferecida durante todo o semestre para auxiliar os alunos no desenvolvimento do projeto foi bem utilizada pelos alunos, com alto índice de participação. No início do oferecimento da monitoria, a maior dificuldade observada foi o aluno conhecer a indústria-tema e centralizar um ou mais problemas a serem tratados ao longo da disciplina. Grande parte dos

alunos não sabem, de certo modo, como correlacionar um dado industrial e torná-lo, de certo modo, um problema a ser tratado dentro da sala de aula e no projeto a ser desenvolvido. Observa-se, com frequência, que os alunos possuem facilidade nas pesquisas acadêmicas, mas o grande impedimento encontra-se no desenvolvimento de um raciocínio lógico para empregar os dados captados da revisão bibliográfica feita em uma operação unitária escolhida. Mesmo considerando que os alunos de engenharia química já eram previamente apresentados à algumas das diversas operações unitárias, não é surpreendente que nem mesmo estes alunos não tivessem a habilidade de desenvolver uma problematização industrial partindo de dados fornecidos da literatura, visto que os temas são apresentados de maneira muito rápida e superficial e, tendo em consideração a fase de adaptação dos alunos e o fluxo de informações apresentadas nos temas de balanço de massa, fluxo de informações para serem processadas e compreendidas de uma forma mais aprofundada para alunos de primeiro semestre da universidade. Para alunos de outras engenharias, como bioquímica e ambiental, torna-se ainda mais distante essas correlações.

A obtenção dessa problemática direciona o raciocínio à busca da justificativa para tal ocorrido. Tendo em vista o modelo clássico de ensino aplicado às instituições de ensino, torna-se compreensível a dificuldade dos alunos de correlacionar e estipular parâmetros para a geração de um problema teórico com bases em fatos e dados fornecidos pela literatura. Isto ocorre porque a grande centralização no docente não permite ao aluno a possibilidade de observar os problemas reais sob sua própria ótica. O aprendizado acaba, então, ficando centralizado nos esforços do professor – recebe melhor aprendizado e domínio das habilidades para a geração das competências nos alunos que possuíram professores que buscavam trabalhar mais as áreas de raciocínio lógico, aprofundamento e correlação dos dados científicos com os da realidade ao qual estes alunos estavam inseridos em suas respectivas instituições anteriores.

Os inscritos na disciplina acreditam, à luz dos resultados obtidos que o método, na realidade, se centra no aluno e depende somente dele e de seu vigor para a obtenção da aprovação. Isto é, na verdade, a centralização à velocidade e domínio do conteúdo pelo professor, que direciona aos alunos as cargas de informação para que eles as trabalhem e acompanhem o professor, de acordo com o andamento do curso, não dando ao estudante a liberdade de adquirir

autoconhecimento sobre suas dificuldades, facilidades, habilidades e desenvolvimento de outras, já que este processo está intrinsicamente ligado ao professor. É exatamente por isso, que apenas 25% dos alunos acredita que o método não demanda muito esforço para compreensão – frente aos demais 75% que, muito provavelmente, não se adequa em algumas das situações à metodologia de ensino e ao professor que a fornece.

Levando em consideração que estes alunos estão completamente inseridos no mundo virtual, a apresentação de desafios pouco verossímeis torna a aula mórbida, aumentando exponencialmente a falta de desejo do aluno. Como consequência, aumenta significativamente o número de ausentes na disciplina.

Em vista disto, observou-se que 56% dos alunos nunca ouviram se quer falar da metodologia de PBL, sendo possível inferir a ausência de aplicações de novas metodologias de ensino, de maneira geral, nas escolas do país nas quais estes alunos estiveram inseridos. Em destaque, há aqueles que acreditavam que a metodologia não devesse ser aplicada em uma matéria tão importante ao ciclo específico de Engenharia Química, pelo fato da divisão de tarefas nos grupos não serem eficazes e, assim por consequência, não ser eficaz a disseminação e ordenação dos conhecimentos obtidos ao longo do trabalho. Mas há aqueles alunos que acreditam que o aprendizado é independente do modelo de ensino, e depende da vontade do aluno em apreender, destacando que as divisões dos grupos nunca são eficazes, mas que cabe a cada um dos integrantes dos grupos irem atrás do conhecimento desejado para sua aplicação e crescimento profissional e acadêmico.

Após a finalização do período letivo do primeiro semestre, um novo questionário foi enviado aos líderes no intuito destes compilarem as decisões e observações importantes acerca do projeto. Como primeiro ponto salienta-se que os estudantes conseguiriam determinar os prós e contras da metodologia. Dos poucos alunos que de fato observaram os pontos negativos do método, é importante ressaltar “(...) que quanto a facilidade das questões propostas nas provas pelos outros grupos apresentadores, uma vez que esta situação foi escolhida pelos alunos e com isso cada grupo poderia determinar o nível de complexidade do seu próprio exercício” outro fator comentando e importância é que (...) ter que escolher duas pessoas para perderem pontos na média (...)” e também (...) apesar de que alguns membros do grupo foram mais proativos, todos exerceram suas funções da melhor forma possível (...).”

Ainda neste sentido, alguns pontos negativos devem ser ressaltados: como afirmado acima, estando em dependência das escolhas do grupo, os indivíduos nos quais escolhem abordar o tema de forma superficial podem ser prejudicados a frente, quando a necessidade de aprofundamento no raciocínio de uma matéria que requisita balanço de massa e energia venha à luz. Ainda neste sentido, existe uma desenvoltura particular de cada membro na qual a metodologia avaliativa empregada pelo docente não é capaz de avaliar, e de certo modo cada estudante acaba por se identificar, trabalhar e desenvolver maior habilidade do que os demais em certas áreas. Além disso, como é geralmente observado em trabalhos em equipe, pode existir um grupo cuja produtividade encontra-se abaixo da média e isto reflete diretamente na apreensão e desenvolvimento de habilidades específicas do engenheiro, tendo em vista que o fornecimento para esta desenvoltura se dá pela forma ativa de trabalho e aprofundamento.

De maneira geral, grande parte dos estudantes reconhece os pontos positivos da metodologia: aplicabilidade dos conceitos teóricos aliados à prática em projeto, estabelecimento de divisão de trabalho em equipe, desenvolvimento de liderança, maior visão da profissão de engenheiro químico, estímulo da pesquisa, presença do professor como consultor, apoio de consultores como monitores disponíveis em diversos dias da semana, desenvolvimento de dinamismo e raciocínio.

Neste sentido, a primeira observação interessante é o perfil de domínio dos grupos: dos 7 participantes da coleta de dados, 42% acredita dominar (numa escala de 0 a 5) na ordem 4 os conceitos de balanço de massa e energia; seguidos de 29% dominando completamente o tema (5 na escala de 0 a 5) e 29% dominando 3, na ordem de 0 a 5. Das respostas que justificam essa nova apresentação, destacam-se o desenvolvimento do raciocínio como verdadeiros engenheiros, a observação e controle das dificuldades reais de desenvolver um projeto original, o aprofundamento do conhecimento da indústria trabalhada como projeto, o desenvolvimento de habilidades para trabalho em grupo, organização de ideias após *brainstormings*. Aqui destaca-se outro ponto positivo da metodologia: além do extenso trabalho de pesquisa, com consequente organização das fontes obtidas, o momento de discussão entre os membros dos grupos se mostra como um aprendizado em relação a frustração de ter que conciliar ideias para um bem maior. Dos diversos grupos, diferentes metodologias de separação para o

alcance do brilhantismo no trabalho são observadas: desde intensas reuniões para a sintetização e estabelecimento das ideias em unanimidade do grupo, como separação em microgrupos de trabalho e separação das atividades. Alguns grupos ainda ressaltam que o aprofundamento no tema abordado gerava sempre maiores dificuldades para a compreensão, que serviram de força-motriz tanto para o domínio teórico quanto para o estreitar das relações interpessoais, além de construir relações de responsabilidade dentre os indivíduos do grupo.

Com base nessas respostas é possível observar que os alunos submetidos ao projeto de fato engajaram-se na metodologia, pois conseguiram de maneira coerente apresentar um projeto final com base na centralização de suas ideias e de estratégias de direcionamento tratadas em grupo, nas quais o professor e os monitores tornam-se consultores das atividades, não influenciando diretamente os resultados obtidos pela equipe. A iniciativa de resolução dos problemas torna-se totalmente enfocada nos alunos, que desenvolvem seus próprios métodos de investigação, desenvolvimento, separação, organização, e finalização das etapas do trabalho, de diferentes, mas eficientes, maneiras. Essa atmosfera de construção e apropriação de conteúdo por conta dos grupos cria liderança, organização, senso de equipe e sensação de pertencimento à profissão que estes escolheram traçar, além de estreitar relações e dar início a importância de *networking*, tão importante na vida profissional dos engenheiros futuros.

As dificuldades enfrentadas de início pelos grupos, como a organização das ideias, dos intuitos do trabalho, etc., como ressaltadas no início desta seção, foram todas explanadas e discutidas profundamente nas seções de monitoria. Merece ressalva que os alunos notaram que a monitoria deveria estar ali para consulta e não para geração, direcionamento e integração das partes conceituais para o desenvolvimento do projeto. Esta é, de fato, uma cultura gerada no sistema educacional brasileiro tende a esperar pelos professores e monitores o completo raciocínio e entrega dos pontos necessários para desenvolvimento, ficando muito mais “executável”; as consequências seriam, de fato, maiores e duradouras, tendo em vista que estes engenheiros não criariam o hábito de rápido raciocínio, discussão e resolução de problemas. Os grupos que conseguiram captar a ideia de que o monitor era mais um consultor aliado ao docente do que alguém que forneceria as respostas obtiveram melhores rendimentos no andamento do trabalho. Felizmente, as

notas obtidas pelos grupos ao final do trabalho foram condizentes e satisfatórias para os grupos que responderam aos questionários enviados.

5. Conclusão

Tendo em vista os aspectos apresentados, pode-se destacar as seguintes conclusões: (i) a assimilação dos alunos com o método e com as indústrias-tema se deu muito próxima das 10 primeiras semanas de aplicação, o que demonstra que a compreensão e adaptação do teste é fácil e de rápido retorno; (ii) no último questionário, os alunos puderam apontar todos os pontos, as insatisfações, dúvidas e pontos importantes que quiseram, já tendo recebido as notas da disciplina, não sendo, portanto, o último questionário coercitivo; (iii) dos pontos negativos apresentados pelos alunos, os destaques foram a superficialidade do método, observada em certos grupos e possível má divisão de tarefas, tendo integrantes trabalhando mais por outros, fatores que podem ser corrigidos por meio de incentivos e melhor acompanhamento pelo docente – cuja principal consulta seria de informar e direcionar mais o trabalho para torna-lo menos superficial –, com conversas com os grupos nos inícios das aulas para checar o andamento e participação, tarefa que também pode ser atribuída ao monitor que continuará o trabalho da disciplina. Outra possível correção seria a diminuição de integrantes para 4 ou 5, dispersando maior quantidade de trabalho para cada integrante; como também foi proposto por um dos grupos, um número considerável de visitas técnicas viria como grande auxílio, tendo em vista que são alunos de primeiro ano com pouca base teórica; (iv) tendo em vista os resultados majoritariamente positivos obtidos, além da satisfação dos grupos, é possível inferir que o método de Aprendizagem Baseada em Projetos aplicado nas duas turmas de Balanço de Massa e Energia foi eficaz, tendo em vista a efetiva taxa de aprendizado frente ao método tradicional, além de que o aprofundamento direcionado pelo docente (requisitado por meio das diretrizes do projeto) faz com que, mesmo para os grupos que trabalharam de maneira superficial o tema, tenham condições acadêmicas e técnicas para continuarem no curso e, em consequência, tratar de problemas industriais. E, principalmente, o PBL trabalha as áreas interpessoais, liderança, organização, raciocínio, ordenação de ideias e prioridades, divisão de tarefas e tempo de controle para entrega de resultados, e tantos outros pontos relatados neste relatório que se fazem de extrema

importância para a formação dos futuros engenheiros da nação, em conformidade com as Novas DCN.

Referências

- [1] V. F. Oliveira; N. N. De Almeida; D. M. de Carvalho; F. A. A. Pereira. Um estudo sobre a expansão da Formação em Engenharia no Brasil. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 32, n. 3, p. 37-56, 2013. <http://dx.doi.org/10.15552/2236-0158/abenge.v32n3p37-56>
- [2] R. Prikladnicki; A. B. Albuquerque; C. G. von Wangenheim; R. Cabral. *Ensino de Engenharia de Software: Desafios, Estratégias de Ensino e Lições Aprendidas*. Anais do FEES09 – Fórum de Educação em Engenharia de Software, Fortaleza. Outubro, 2009. http://www.inf.ufsc.br/~c.wangenheim/download/FEE_S2009_Ensino%20de%20ES.pdf
- [3] T. J. Masson; L. F. de Miranda; A. H. Munhos Junior. *Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL)*. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém: 2012. <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/104325.pdf>
- [4] L. R. Ribeiro. Aprendizagem baseada em Problemas (PBL) na educação em Engenharia. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008. <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2762498>
- [5] BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>
- [6] A. L. Molisani. Evolução do perfil didático-pedagógico do professor-engenheiro. *Revista Educ. Pesqui.*, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 467-482, abril-junho, 2017. <https://doi.org/10.1590/s1517-9702201608149237>
- [7] A. Cruz. *Desenvolvendo a Aprendizagem baseada em Projetos: uma experiência na Escola de Engenharia de Lorena*. 2016. 52 p. Monografia (Conclusão de Curso) - Curso de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.
- [8] L. R. C. Ribeiro; M. da G. N. Mizukami. Uma Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Pós-Graduação em Engenharia sob a Ótica dos Alunos. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 25, n. 1, p.89-102, 2004. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/3815>
- [9] L. R. C. Ribeiro. *Aprendizagem Baseada em Problemas: PBL uma experiência no ensino superior*. São Carlos: EDUFScar, 2008. <https://www.edufscar.com.br/aprendizagem-baseada-em-problemas-pbl-uma-experiencia-no-ensino-superior>
- [10] M. A. C. Pereira, M. Pazeti. Project-based learning: USP school of engineering of Lorena case. *International Symposium on Project Approaches in*

- Engineering Education, V. 8, 2018, Pages 750-758 In: 10th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, PAEE 2018 and 15th Active Learning in Engineering Education Workshop, ALE 2018; Brasilia; Brazil, 2018.
http://paeale.unb.br/upload/PAEE_ALE_2018_proceedings.pdf
- [11] M. A. C. Pereira; C. E. R. Reis; D. A. I. Yoshioka. Evaluation of projects carried out in companies by second-year engineering students. International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, V. 10, 2020, Pages 72-79 In: 12th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education and 17th International Conference on Active Learning in Engineering Education, PAEE/ALE 2020; Asian Institute of Technology (AIT) Bangkok; Thailand, 2020.
http://msie4conference.ait.ac.th/wp-content/uploads/sites/42/2020/08/PAEE_ALE_2020_PROCEEDINGS.pdf
- [12] M. A. C. Pereira; M. A. M. Barreto; M. Pazeti. Application of Project-Based Learning in the first year of an Industrial Engineering Program: lessons learned and challenges. Prod., São Paulo, v.27, n. especial, e20162238, 2017.
<http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.223816>
- [13] V. C. G. Chimendes; A. C. M. Rosa; Y. C. C. R. Miranda; H. S. Andrade. The use of Multidisciplinarity, Interdisciplinarity and Transdisciplinarity to develop the Critical and Scientific Spirit in the student. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, v. 4, p. 1-6, 2017.
<http://doi.org/10.22161/ijaers.4.12.1>
- [14] V. C. G. Chimendes; H. S. Andrade; A. C. M. Rosa; Y. C. C. R. Miranda; M. B. Silva. Práticas pedagógicas para desenvolver o espírito crítico científico no aluno. Espacios, v. 39, p. 10, 2018.
<http://www.revistaespacios.com/a18v39n49/a18v39n49p10.pdf>
- [15] M. André. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade, v. 22, n 40, p. 95-103, 2013.
<https://doi.org/10.21879/faeeba2358-0194.2013.v22.n40.p95-103>
- [16] F. M. Santos. Estudo de caso como ferramenta metodológica. Revista Meta: Avaliação, v. 3, n. 9, p. 344-347, 2011.
<http://dx.doi.org/10.22347/2175-2753v3i9.132>
- [17] A. C. B. Oliveira; C. A. B. Santos; R. R. Florêncio. Métodos e técnicas de pesquisa em educação. Revista Científica da FASETE, v. 13, n. 21, p. 36-50, 2019.
<https://www.unirios.edu.br/revistarios/internas/conteudo/resumo.php?id=410>