

ENSINO BASEADO EM PROJETOS: um estudo de caso aplicado à disciplina de Operações Unitárias III do curso de Engenharia Química, do IFNMG – campus Montes Claros (MG)

PROJECT-BASED LEARNING: a case study applied to the Unit Operations III course of the Chemical Engineering program at IFNMG - Montes Claros campus (MG)

Silva, Ramon Geraldo Campos; Ribeiro, Ricardo Luz.

RESUMO

A pandemia da COVID-19 obrigou os professores a se reinventar, reformulando as suas metodologias de ensino. No entanto, a maioria deles não se encontrava preparada para uma mudança tão extrema de realidade, isto é, de um ensino totalmente presencial para outro remoto. Neste contexto, surgiram questionamentos de como tornar o estudo mais atrativo e dinâmico, bem como desenvolver a autonomia dos estudantes e facilitar a avaliação da aprendizagem, durante o período de ensino remoto? Procurando responder a tal demanda, o trabalho teve por objetivo avaliar quais os impactos que a adoção do método de ensino baseado em projeto (EBP) teve sobre o processo de aprendizagem dos alunos da disciplina de Operações Unitárias III, do curso de Engenharia Química, do IFNMG, campus Montes Claros. Para tanto, 23 alunos regularmente matriculados na referida disciplina desenvolveram atividades que mesclavam práticas de ensino tradicionais e expositivas com o uso de ambientes computacionais para a modelagem e simulação de uma coluna de destilação. Os resultados revelaram que houve um elevado nível de aceitação do EBP pelos discentes. Além disso, segundo os alunos, o EBP os ajudou a desenvolver habilidades e/ou competências como cumprir prazos previamente estabelecidos, trabalhar em equipe e pensar de forma crítica e analítica. Houve uma melhoria da autonomia destes alunos ao longo da disciplina, bem como foram levantados os pontos positivos e negativos do método de ensino, com vistas a implementar melhorias no mesmo e adotá-lo como modelo de ensino da disciplina de Operações Unitárias III.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino remoto. Ensino baseado em projeto. Operações unitárias. Engenharia química.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic forced teachers to reinvent themselves, reformulating their teaching methodologies. However, most of them were not prepared for such an extreme change in reality, that is, from entirely in-person teaching to remote instruction. In this context, questions arose about how to make studying more attractive and dynamic, as well as how to develop students' autonomy and facilitate the assessment of learning during the period of remote teaching. In response to this demand, the work aimed to evaluate the impacts that the adoption of the Project-Based Learning (PBL) method had on the learning process of students in the Unit Operations III course of the Chemical Engineering program at IFNMG, Montes Claros campus. To do so, 23 students regularly enrolled in the course engaged in activities that blended traditional and expository teaching practices with the use of computer environments for modeling and simulating a distillation column. The results revealed a high level of acceptance of PBL by the students. Furthermore, according to the students, PBL helped them develop skills and/or competencies such as meeting previously established deadlines, working in teams, and thinking critically and analytically. There was an improvement in the autonomy of these students throughout the course, as well as an identification of the positive and negative aspects of the teaching method, with a view to implementing improvements in it and adopting it as the teaching model for the Unit Operations III course.

KEYWORDS: Remote teaching; Project-Based Learning; Unit Operations; Chemical Engineering.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento e disseminação do uso de tecnologias nos diversos aspectos do cotidiano humano fazem com que as instituições de ensino sejam compelidas a utilizar tais recursos nos seus ambientes de trabalho. A sociedade moderna está em contato constante com mudanças tecnológicas que compelem os indivíduos expostos a elas a se atualizarem ou ficarem prematuramente inabilitados para o mercado de trabalho.

Especificamente, a área de Engenharia Química está intimamente vinculada à tecnologia, sendo imprescindível a inserção de habilidades nos seus currículos que proporcionem aos alunos o manuseio e familiaridade com softwares que podem vir a fazer parte, no futuro, de suas atividades diárias de trabalho. Sendo assim, se faz necessário implementar metodologias de ensino que visem tornar as aulas mais dinâmicas e que empreguem softwares e ferramentas computacionais na modelagem e análise matemática de processos industriais dos diversos campos de atuação do profissional de Engenharia Química (Ramiro, Costa e Bernardes, 2014).

Com a disseminação e decreto global da epidemia de COVID-19, muitos professores foram obrigados a se reinventar e adaptar as suas aulas a ambientes de ensino virtuais. No entanto, os desafios, foram enormes e os professores não estavam preparados para lecionar em ambientes virtuais. Adicionalmente, os métodos empregados presencialmente não se adequavam ao ensino à distância, o que os obrigou a inovar e se reinventar em direção a uma forma de ensino mais autônoma, ativa e dinâmica.

Neste cenário, o uso de softwares em ambientes de ensino, além de trazer os benefícios já mencionados, podem ser vistos como ferramentas de grande valia que aumentam o interesse do aluno e facilita a comunicação com os mesmos. Para Santos, Royer e Demizu (2017) os alunos devem ser incentivados a produzir conhecimento e não apenas consumi-lo de forma passiva através de aulas expositivas. E, ainda segundo os autores, os métodos tradicionais têm falhado em alcançar este objetivo, sendo necessária a adoção de novas metodologias que estimulem a reflexão, a pesquisa e a investigação.

Neste sentido, o *Project Based Learning* (PBL), que significa “ensino baseado em projetos” (EBP), surge como uma possível abordagem de ensino que tem como pilar a construção de conhecimento pelo aluno de maneira ativa e autônoma, orientada por um tutor.

Face ao que foi exposto, este projeto teve por objetivo avaliar quais os impactos que a adoção do método de EBP, durante o período de pandemia da COVID-19, tiveram sobre o

processo de aprendizagem dos alunos da disciplina de Operações Unitárias III, do curso de Engenharia Química, do IFNMG, campus Montes Claros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção, será apresentada a fundamentação teórica que norteou o desenvolvimento deste trabalho, trazendo-se uma discussão breve balizada em trabalhos relacionados ao estudo.

2.1 Ensino Baseado em Projetos

Os métodos convencionais de ensino se caracterizam pelo processo passivo de aquisição de conhecimento, nos quais os estudantes têm a tarefa de registrar as informações fornecidas pelo educador, memorizar conceitos e enfrentar avaliações escritas. Tais modelos pedagógicos demonstraram ter limitada eficácia na aquisição de conhecimento e na capacidade do aluno de aplicar esse conhecimento em sua vida cotidiana (Santos Royer e Demizu, 2017). Essa ineficiência resulta em uma necessidade premente de adotar novas abordagens de ensino que estimulem a reflexão, a pesquisa e a investigação como meio de fomentar o aprendizado.

De acordo com Santos, Royer e Demizu (2017), o conceito de metodologia de ensino engloba as estratégias pedagógicas empregadas pelo professor com o propósito de facilitar a assimilação do conhecimento pelo aluno.

Nos últimos anos, vêm sendo tema de pautas e discussões nos meios pedagógicos propostas inovadoras de ensino, às quais, conforme afirma Teixeira (p.47, 2018), vêm se fortalecendo progressivamente, sendo impactadas pelos avanços consolidados das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

As TDIC, frequentemente, são utilizadas como recursos didáticos potencialmente significativos nas práticas pedagógicas ativas. Estas, por sua vez, podem ser definidas como metodologias de ensino que levam o aluno a "fazer" e a "pensar no que se faz", nas quais o aluno é envolvido no seu próprio processo de aprendizado, que está nele centralizado (Secretaria da Educação do Paraná, 2020).

Dentre os diversos tipos de métodos de ensino ativo, faz-se digno de nota aquele cuja Aprendizagem é Baseada em Problemas (ABP) ou o *Project-Based Learning* (PBL). De acordo com Campos (2011) citado por Masson e colaboradores (2012), a ABP se refere ao conjunto de metodologias de ensino cujo objetivo é o de se desenvolver uma aprendizagem mais ativa, e que permite elaborar currículos e adotar práticas inovadoras na educação.

A Metodologia de ensino baseado em projeto caracteriza-se pelo envolvimento dos alunos na resolução de problemas com vistas a desenvolver um projeto ou um produto ao final. A ABP integra diferentes áreas de conhecimento, o que favorece a interdisciplinaridade e contribui no desenvolvimento de competências e habilidades importantes para atuação do aluno em sociedade tais como: trabalho em equipe, protagonismo, e pensamento crítico (PORVIR, 2015).

Conforme salienta Santos, Royer e Demizu (2017) as bases para a atual metodologia de ensino baseado em projetos foram delineadas por John Dewey no início do século XX. Ao passo que, no Brasil, a ideia começou a se difundir com o movimento Escola Nova, principalmente por intermédio de Anísio Teixeira e Lourenço Filho, por volta de 1930.

No método EBP, observa-se uma mudança substancial no papel do professor em relação à abordagem tradicional. Nesse contexto, o professor deixa de ser o mero transmissor e guardião do conhecimento, passando a assumir o papel de facilitador e colaborador do aluno na jornada de descoberta do saber. O docente orienta as discussões, estimula o aluno a aprofundar-se no tema, delinea os objetivos de aprendizagem e avalia o desempenho do aluno tanto em termos comportamentais como cognitivos. (MASSON *et al.*, 2012).

Por outro lado, o aluno assume um papel central e ativo em seu próprio processo de aprendizagem, tornando-se o protagonista ao envolver-se diretamente na execução do projeto. Nesse contexto, a aprendizagem se concretiza por meio da prática, proporcionando ao aluno a oportunidade de desenvolver competências e habilidades fundamentais para sua interação na sociedade e seu progresso na esfera científica. Isso engloba a capacidade de discernir informações pertinentes, tomar decisões, colaborar efetivamente em equipe e gerenciar divergências de ideias, entre outras competências críticas (SANTOS, ROYER e DEMIZU, 2017).

2.2 Uso de Softwares Computacionais para o Ensino de Engenharia

O século XX foi responsável por um grande crescimento tecnológico, ocasionado, majoritariamente, pelo desenvolvimento da informática e dos computadores. Particularmente, nos cursos de engenharia o uso da informática e dos computadores têm se tornado cada vez mais indispensáveis, uma vez que o emprego de softwares computacionais em sala de aula facilita e agiliza tarefas e pode contribuir para uma melhor visualização e análise de um determinado problema (RAMIRO, COSTA e BERNARDES, 2014).

Para se resolver os problemas matemáticos existe uma infinidade de softwares disponíveis, o que leva a cada professor a adotar diferentes programas para lecionar. No entanto, conforme destaca Vieira e Ferreira (2016)

“Um profissional de engenharia química certamente não lembrará perfeitamente como se resolve uma equação diferencial complexa que ele não se depara frequentemente, mas certamente saberá executar um programa que irá resolvê-la de maneira rápida e prática por ter convivido na graduação com o uso de softwares que executam tais tarefas. Consequentemente, esse profissional fará o mesmo para outros problemas” (VIEIRA e FERREIRA, 2016).

De uma forma geral, o uso de programas computacionais nos ambientes de ensino de Engenharia leva o aluno a realizar uma sequência lógica de aprendizagem, identificando os erros que cometeu, corrigindo-os e analisa-se os resultados, o que possibilita que, através de seu uso, se levantem hipóteses e estabeleça estratégias de ação, ocorrendo assim o processo de aprendizado (RAMIRO, COSTA e BERNARDES, 2014).

Na literatura, existem diversos estudos que associam o emprego de softwares computacionais no ensino. Grepino e Rodrigues (2015), por exemplo, avaliaram o uso do software gratuito Scilab frente às necessidades dos estudantes e professores do curso de Engenharia da Universidade Federal de Viçosa, para o estudo de modelos matemáticos aplicados à resolução de problemas de Engenharia Química.

Ramiro, Costa e Bernardes (2014) analisaram, através de uma pesquisa qualitativa, a satisfação dos alunos do curso de engenharia civil, com a utilização de softwares educacionais disponibilizados na internet, observando-se, ao final do estudo, um potencial significativo desta ferramenta em relação à motivação para a aprendizagem.

Por fim, Lopes, Silva e Almeida (2012) fizeram uma revisão bibliográfica em seu estudo com vistas a determinar a importância do uso das ferramentas computacionais no ensino da disciplina fenômenos de transportes nos cursos de engenharia. Eles concluíram que o uso do computador nos ambientes de ensino contribui para um melhor aprendizado na medida em que possibilita maior aproveitamento do conteúdo por parte dos alunos, desde que o professor elabore planos metodológicos que superem a simples reprodução do conhecimento.

3. METODOLOGIA

Os sujeitos da pesquisa foram os alunos regularmente matriculados na disciplina de Operações Unitárias III, ofertada em formato de atividades não-presenciais – ANPs; do curso de Engenharia Química, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), campus Montes Claros – MG. O universo da pesquisa constituiu-se, portanto, em vinte e três discentes que acompanharam as atividades da referida disciplina no período de setembro a novembro de 2020. Estes foram predominantemente de 21-23 anos, sendo 60% do sexo masculino e 40% do sexo feminino.

Estes alunos foram selecionados para desenvolver atividades que mesclavam práticas de ensino tradicionais e expositivas com o uso de ambientes computacionais para a modelagem e simulação de uma coluna de destilação.

A disciplina de Operações Unitárias III foi a escolhida uma vez que contém, no seu conteúdo programático, a apresentação, dimensionamento e análise de equipamentos cujo o comportamento e projeto pode ser executado em ambientes de simulação por computador. A temática trabalhada ao longo da disciplina foi a destilação, que é uma operação largamente utilizada pela indústria petroquímica, de bebidas, de química fina e de alimentos.

3.1 PROCEDIMENTO

O modelo de ensino empregado neste estudo foi híbrido com a adoção de aulas expositivas dos conteúdos constantes na ementa da disciplina (IFNMG, 2020), associado com o desenvolvimento de um projeto para a *Modelagem e Simulação Dinâmica de uma Coluna de Destilação*, conforme consta em Silva (2015).

Os encontros do docente com os alunos ocorreram semanalmente no modelo tradicional e expositivo. Ao passo que, de 15 em 15 dias, o docente se reuniu com os discentes para discutir pontos do referido projeto e acompanhar o desenvolvimento das diversas etapas que o compõe.

Os alunos foram divididos em grupos de até 5 participantes, sendo requerido que ao menos 1 deles tivesse conhecimentos prévios de programação computacional. Salienta-se aqui que este conhecimento já foi disponibilizado ao aluno, no 1º período do curso de Engenharia Química do IFNMG, na disciplina de Programação para a Engenharia Química.

Finalizado o projeto, foi feita a sua apresentação por cada um dos grupos formados, sendo discutidos aspectos inerentes ao seu desenvolvimento e avaliado o domínio do conteúdo e a desenvoltura dos componentes do grupo frente aos questionamentos apresentados pelo docente e colegas de turma.

Foi enviado aos alunos um formulário *googleforms* para avaliar a efetividade dos métodos de ensino empregados (expositivo e EBP), sendo confrontados os resultados para avaliar possíveis diferenças, prós e contras da metodologia que utiliza softwares computacionais no desenvolvimento de projetos em salas de aula virtuais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O formulário de *feedback* dos alunos, quanto às metodologias empregadas na disciplina de Operações Unitárias III, ficou disponível para respostas entre os dias 25 e 27 de novembro de 2020. Dos 23 alunos ativos da disciplina 15 responderam o documento, o que equivale a uma participação de cerca de 65%. Este índice se deve a alguns fatores, como por exemplo: i) há alunos que têm o hábito de não responder a este tipo de pesquisa; e ii) estavam sendo encaminhados aos alunos do IFNMG, diversos formulários institucionais para acompanhar o andamento das atividades não-presenciais, o que pode ter contribuído para uma menor adesão destes em relação à esta pesquisa. No entanto, o percentual pode ser considerado satisfatório, uma vez que equivale a um grau de confiança dos dados de 80%, com uma margem de erro de 10%.

Com relação ao perfil censitário dos respondentes, tem-se que os alunos matriculados na disciplina são predominantemente de 21-23 anos (73,3%), sendo 60% do sexo masculino e 40% do sexo feminino.

Os alunos foram questionados quanto **ao domínio que possuem no uso de ferramentas de programação computacional**, sendo requerido a eles que atribuíssem notas que variavam entre 0 (muito ruim) e 5 (muito bom). Para este item, a média das respostas foi de 3,13, indicando que os mesmos julgam como sendo regular o domínio destas ferramentas. Isso leva a inferir que o conteúdo apreendido no 1º período do curso tem sido pouco aplicado em outras disciplinas, levando-os a ter dificuldades para empregá-lo na modelagem de sistemas e processos da indústria química. Ademais, há alunos matriculados na disciplina que são provenientes de outra instituição. Neste caso, eles tiveram contato com uma linguagem de programação diversa do Scilab®, o que os levou a ter dificuldades no desenvolvimento do projeto. Salienta-se, no entanto, que o docente deixou livre a escolha da linguagem de programação a ser utilizada pelo grupo no desenvolvimento do projeto.

Foi requisitado dos alunos que assinalassem notas entre 0 (muito ruim) e 5 (muito bom), **com relação ao método de ensino híbrido que mescla aulas expositivas com o desenvolvimento, em paralelo, de um projeto em equipe**. Neste sentido, a média dos respondentes indicou um valor de 4,53, o que leva a concluir que houve uma elevada

aceitabilidade deste tipo de metodologia pelos alunos. Isso é corroborado pela nota média (valores entre 0-5) dada pelos alunos face ao **nível de importância que atribuíram ao projeto em relação ao que foi aprendido na disciplina**. Neste caso, o valor obtido médio foi também de 4,53.

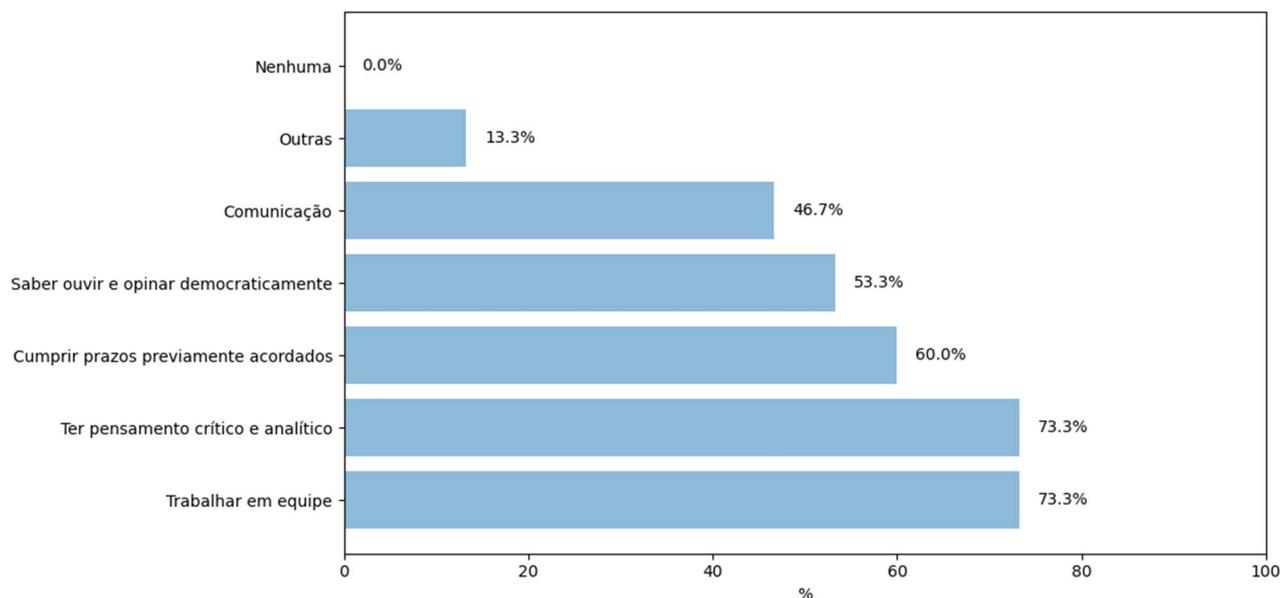
Uma das perguntas contempladas pelo formulário requeria que **o aluno atribuisse uma nota de 0 a 10 quanto a autonomia que julgava ter como estudante; sendo 0 para um estudante altamente dependente das explicações do professor, sem iniciativa nos estudos e que faz apenas o que é pedido; e 10 para um estudante que é totalmente independente com elevado grau de iniciativa, e que busca estudar antecipadamente o que está previsto, se aprofundando no assunto proposto**. Para este caso, os respondentes assinalaram 6,46 como nota média, o que evidencia um nível regular de independência destes alunos em relação ao professor. Este fato se deve, dentre diversos fatores, ao modelo de ensino tradicional aplicado ao longo do curso, em que os alunos acham que o professor é o detentor de todo o conhecimento e não assumem o papel de protagonistas no processo de ensino-aprendizagem.

Como forma de tornar o método de ensino mais atrativo e dinâmico, verifica-se com esta pesquisa que o modelo EBP se mostra como uma das opções válidas, uma vez que 80% dos respondentes disseram que **o desenvolvimento do projeto ajudou a melhorar a sua autonomia como estudante**. Salienta-se, no entanto, que cabe uma revisão quanto à forma de escolha da temática a ser trabalhada no projeto, pois 40% dos respondentes disseram que **o seu grau de envolvimento seria maior, caso o tema desenvolvido fosse escolhido por ele**. Os outros 60% assinalaram “TALVEZ” para este questionamento.

Foi solicitado aos alunos que dessem notas de 0 a 10 para dois cenários: um em que disciplina é conduzida sem o projeto, e outro com a aplicação do projeto. A nota média foi de 6,8 para o primeiro caso, contra 9,1 para o segundo contexto. Este resultado evidencia a elevada aceitabilidade do projeto conjugado com as aulas expositivas. Apesar disso, cabe destacar que a maioria dos alunos (46,7%) ainda **prefere ser avaliada por provas e exercícios**, sendo os percentuais de respondentes que assinalaram trabalhos em equipe e individuais iguais a 26,7% cada um.

Na Figura 1 são apresentadas as competências e/ou habilidades que, segundo os alunos, o projeto os ajudou a desenvolver.

Figura 1 - Competências e/ou habilidades desenvolvidas com o EBP – segundo os alunos.



Fonte: Autoria própria.

Conforme destacado por Masson *et al.* (2012) a aprendizagem baseada em projetos é uma abordagem sistêmica, que envolve os alunos na aquisição de conhecimentos e ajuda a desenvolver competências. No caso em estudo, os alunos reportaram, majoritariamente, uma melhoria no trabalhar em equipe, bem como um desenvolvimento do pensamento crítico e analítico, que são rotineiramente requisitados pelo profissional de engenharia química.

CONCLUSÕES

Os resultados revelaram que houve um elevado nível de aceitação do EBP pelos discentes. Além disso, segundo os alunos, o EBP os ajudou a desenvolver habilidades e/ou competências como cumprir prazos previamente estabelecidos, trabalhar em equipe e pensar de forma crítica e analítica. Houve uma melhoria da autonomia destes alunos ao longo da disciplina, bem como foram levantados os pontos positivos e negativos do método de ensino, com vistas a implementar melhorias no mesmo e adotá-lo como modelo de ensino da disciplina de Operações Unitárias III.

REFERÊNCIAS

GAROLA, D. **Como as metodologias ativas favorecem o aprendizado**. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/11897/como-as-metodologias-ativas-favorecem-o-aprendizado#>. Acesso em: 20 out. 2020.

GREPINO, P.H.F.; RODRIGUES, F. A. Utilização de softwares livres no ensino da engenharia química. **Revista de Engenharia Química e Química**. v.1, n.1, p.16-29, 2015.

IFNMG. Projeto Pedagógico do curso de Engenharia Química do IFNMG, campus Montes Claros. 2020. Disponível em: <https://www.ifnmg.edu.br/cursos/38-portal/montes-claros/montes-claros-cursos/3377-curso-de-graduacao-em-engenharia-quimica2>. Acesso em: 29 mar. 2022.

LOPES, M. P.; SILVA, R. B.; ALMEIDA, A. O. A importância do uso das ferramentas computacionais no ensino da disciplina fenômenos de transportes nos cursos de engenharia. In: **Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia –COBENGE** . Belém –PA, 2012

MASSON, T. J., MIRANDA, L. F., MUNHOZ JR, A. H., e CASTANHEIRA, A. M. P. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). In: **Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia –COBENGE** . Belém –PA, 2012.

PORVIR. **Aprendizagem baseada em projetos**. 2015. Disponível em: <https://porvir.org/aprendizagem-baseada-em-projetos/>. Acesso em: 20 out. 2020.

RAMIRO, F. S.; COSTA, L. A.; BERNARDES, J. A. Softwares educacionais – seu uso e importância no ensino-aprendizagem dos alunos de engenharia civil. In: **Anais do XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE**. Juiz de Fora –MG , p. 1-31, 2014.

SANTOS, M. B.; ROYER, M. R.; DEMIZY, F. S. B. Metodologia de ensino por projetos: levando a prática para o ensino de ciências. In: **Anais do XIII Congresso Nacional de Educação –EDUCERE**. Curitiba –PR, p. 14054 – 14069, 2017.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ. **O que são metodologias ativas de ensino aprendizagem?** 2020. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=20413#>.

Acesso em: 20 out. 2020.

SILVA, M. G. **Modelagem e Simulação de uma Coluna de Destilação para Separação dos Componentes Reacionais do Biodiesel em Matlab**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 66f. 2015.

TEIXEIRA, K. L. Aprendizagem baseada em projetos: estratégias para promover a aprendizagem significativa. In: FOFONCA, E.; BRITO, G. S.; ESTEVAM, M.; CAMAS, N. P. V. (Org.). **Contextos da educação básica e da educação superior**. Curitiba: IFPR Editora, 2018.

VIEIRA, F. T.; FERREIRA, M. C. Diagnóstico do uso de softwares computacionais no ensino de Engenharia Química. In: **V Semana de Engenharia Química UFES**. Alegre –ES, 2016.