



COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

Aplicação da Metodologia de Ensino Baseada em Problemas Aliada a Avaliação 360° por Competências: Um Estudo do Projeto da Plataforma Flutuante de Exploração e Armazenamento de Petróleo (FPSO)

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3716

Roberto Bentes de Carvalho - rbcarvalho@puc-rio.br

PUC RIO

Rua Aylton Vasconcelos N 70

21941-070 - Rio de Janeiro - RJ

João Paulo da Silva Queiroz Menezes - joaomenezes@eq.ufrj.br

UFRJ

Rua Gonzaga Ramos 204

24740-450 - SG - RJ

Resumo: Atualmente, as diretrizes curriculares de ensino de engenharia recomendam a transição de uma metodologia de ensino conteudista e passiva para uma metodologia de ensino ativa, aliada a formação de profissionais com competências técnicas e não técnicas desejadas no mercado de trabalho. Nesse sentido, com o objetivo de contribuir nessa transição, este trabalho reporta um estudo de caso de aplicação da metodologia baseada em projetos (PBL) aliada a avaliações 360° e por competências na disciplina de Projeto de Processos Químicos da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ) no período de 2019.2. Os alunos foram divididos em equipes de 3 ou 4 alunos e cada equipe foi responsável pela elaboração do Projeto de Engenharia de um dos quatro principais módulos de processo da plataforma flutuante de exploração e armazenamento de petróleo (FPSO). O Projeto de Engenharia foi dividido em três etapas em ordem crescente na dificuldade de elaboração dos documentos de engenharia. Além disso, a utilização do software livre e gratuito Draw.IO foi promovida para a elaboração dos desenhos de engenharia como diagrama de blocos, fluxogramas de processos (PFD) e fluxograma de engenharia de tubulação e instrumentação (P&ID). O projeto propiciou o desenvolvimento de várias competências sócio humanas como trabalho em equipe, capacidade de liderança, capacidade de tomada de decisão e capacidade de organização. Ao final de cada etapa do projeto, uma avaliação 360° foi aplicada para acompanhar o ambiente de

Promoção:



Realização:





COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

trabalho da equipe e as principais dificuldades encontradas na elaboração dos documentos de engenharia. Os formulários também continham perguntas para identificação do líder da equipe e do estudante que menos contribuiu para a execução de cada etapa do projeto. Ao final do projeto, uma última avaliação 360° por competências foi aplicada, a qual se baseava na atribuição de uma nota de 0 a 10 para cada competência listada para si e para os demais integrantes da equipe. Com esses resultados, foi possível a elaboração de gráficos radares para identificação de pontos fortes e fracos de cada um e para confronto da autopercepção e percepção externa que cada integrante da equipe possuía. Dessa forma, alguns estudantes apresentaram excesso de autocrítica e baixa autoconfiança, enquanto outros superestimaram suas habilidades em relação a opinião da equipe. Assim, foi possível conhecer melhor cada aluno e contribuir para o desenvolvimento profissional de cada um, através de uma reunião individual com o professor para discussão de fraquezas e forças e feedback dos resultados das avaliações.

Palavras-chave: PBL, Avaliação 360°, FPSO, Projeto de Engenharia, Formação por Competência

Promoção:



Realização:



Aplicação da Metodologia de Ensino Baseada em Problemas Aliada a Avaliação 360° por Competências: Um Estudo do Projeto da Plataforma Flutuante de Exploração e Armazenamento de Petróleo (FPSO)

1 INTRODUÇÃO

As Novas Diretrizes Curriculares para o ensino de engenharia, lançadas em 2019, preveem uma visão sistêmica e holística de formação, comprometida não só com a formação de um profissional técnico, mas também com a formação de um cidadão-engenheiro, inserido na sociedade. Dessa forma, além das competências técnicas, outras competências de cunho humano e social também são valorizadas, como o desenvolvimento de habilidades na comunicação, trabalho em equipes multidisciplinares, liderança, habilidade em lidar com situações e contextos complexos e a capacidade de aprender e se atualizar constantemente (CNE/CES nº 1/2019).

Além disso, observa-se ainda uma necessidade de focar no desenvolvimento de competências, em substituição da lógica de assimilação prévia de conteúdos, para posterior incorporação e uso. Dessa forma, não basta apenas o conhecimento de “como fazer”, que advém da assimilação de conteúdos, mas também é fundamental o “porquê fazer”, que está relacionado a aplicação desse conhecimento em determinado contexto (SOUZA *et al.*, 2015). De acordo com Silveira (2005), a competência pode ser definida como capacidade de mobilizar e articular saberes, habilidade, aptidões e atitudes em prol da solução de novos problemas em determinado contexto.

No entanto, muitas universidades ainda apresentam resistência em se adaptar a essas recomendações, adotando uma lógica de ensino conteudista, em que o professor detém todo conhecimento e o aluno é apenas um receptor passivo das informações. De acordo com uma pesquisa encomendada pela CNI/SENAI e IEL, que ouviu a opinião de representantes de grandes indústrias, os engenheiros formados no Brasil deixam a desejar nas novas habilidades exigidas no mercado de trabalho. Os engenheiros brasileiros têm boa formação técnica, mas apresentam dificuldades em empreendedorismo, gestão, comunicação, liderança e trabalho em equipes multidisciplinares (IEL, 2006). Dessa forma, evidencia-se um distanciamento entre os valores prezados pela academia e pelas indústrias e empresas. Silva e Tonini (2018) defendem que o mercado de trabalho e a sociedade almejam um indivíduo que tenha incorporado saberes: saber pensar, saber fazer, saber ser e agir, tornando-o capacitado para enfrentar adversidades no cotidiano.

Souza *et al.* (2015) realizaram uma pesquisa do tipo *survey* com alunos formandos em engenharia, de modo a verificar a valorização e a importância das competências propostas pelas DCNs nas universidades e nas empresas. De acordo com a pesquisa, os estudantes observam que as universidades priorizam competências técnicas como aplicação de conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia, enquanto que as empresas valorizam principalmente competências não-técnicas como comunicação eficiente e atuação em equipes multidisciplinares. Dessa forma, evidenciou-se uma grande discrepância entre os dois ambientes.

Nesse contexto, de modo a auxiliar as instituições na formação por competências, as diretrizes curriculares propõem a adoção de metodologias ativas e inovadoras, as quais utilizem amplamente as tecnologias de informação disponíveis, incentivando a curiosidade dos alunos e a busca incessante por conhecimento em diversas fontes de conteúdo. Dessa forma, o professor deixa de ser a fonte central de geração e disseminação de

conhecimento, passando a adotar um papel de mediador, de facilitador e tutor (CNE/CES nº 1/2019).

As metodologias ativas apresentam papel fundamental nessa transição, pois promovem maior dinamismo e autonomia no processo de aprendizagem, através de atividades práticas e solução de problemas concretos, que aliem a aplicação de conhecimentos interdisciplinares. Nesse sentido, uma das metodologias que vem ganhando espaço ao longo das décadas, é o ensino baseado em projetos, ou *Project Based Learning* (PBL). Essa estratégia pedagógica de acordo com Ribeiro *et al.* (2005) consiste em enfrentar problemas complexos, de modo a estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e habilidades de solução de problemas.

Nessa abordagem, os estudantes são divididos em equipes e trabalham para desenvolver soluções para determinado problema ou projeto, os quais podem ser propostos pelos alunos ou pelo professor, através da observação do cotidiano e das demandas da sociedade. De acordo com Harun *et al.* (2012), é fundamental que o professor atue como mediador, promovendo a motivação dos estudantes. Nesse sentido, o projeto deve apresentar uma contextualização, um propósito claro e uma aplicação real, além disso o mediador pode promover, por exemplo, comunicação dos estudantes com especialistas e ex-alunos e visitas técnicas, para incentivar o engajamento do aluno.

Nesse trabalho, a metodologia PBL foi aplicada na turma de Projeto de Processos Químicos da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ). Os projetos propostos foram relacionados a diferentes módulos de processo de uma Plataforma Flutuante de Exploração e Armazenamento de petróleo (FPSO), visto que a indústria petroquímica é bastante relevante no contexto econômico brasileiro. Dessa forma, os alunos se sentem mais motivados, pois enxergam uma clara aplicação de seus projetos no mercado de trabalho que futuramente farão parte.

As unidades de produção de petróleo *offshore*, especialmente a tecnologia FPSO, vem ganhando destaque nos últimos anos no Brasil, devido a descoberta do pré-sal. As plataformas FPSO são construídas a partir de grandes navios petroleiros pela instalação de todos os equipamentos de extração, processamento, escoamento e armazenamento de óleo e gás, além de equipamentos para tratamento e descarte da água produzida oleosa (SILVEIRA, 2015). Nessas unidades, o objetivo principal é tornar a corrente de óleo bruto do poço que chega até a plataforma adequada para envio para as refinarias *onshore* ou para exportação direta.

Em relação a avaliação do desempenho das equipes e dos estudantes individualmente, utilizou-se a metodologia de avaliação 360°, na qual os estudantes precisam realizar uma autoavaliação e são avaliados por todos os integrantes de sua equipe através de um formulário aplicado ao final de cada etapa do projeto.

As ferramentas de gestão de pessoas são cada vez mais aplicadas nas empresas, visto a crescente importância atribuída ao processo humano para a obtenção de vantagens competitivas entre as organizações (BRANDÃO *et al.*, 2008). Dentre essas ferramentas, as avaliações de desempenho possuem o objetivo de comparar as metas alcançadas com as metas esperadas, de modo a acompanhar o desempenho dos colaboradores e corrigir possíveis desvios (BRANDÃO e GUIMARÃES, 2001). Além disso, as avaliações podem auxiliar no desenvolvimento e crescimento profissional dos indivíduos, visto que auxiliam na identificação de pontos fortes e fracos de cada um (CHIAVENATO, 2002). Nesse contexto, a avaliação 360° vem ganhando espaço nas organizações devido a algumas vantagens em relação a outras avaliações de desempenho, tais como maior aprovação por parte dos avaliados, visto que o senso de justiça e segurança é promovido pelo fato da avaliação ser emitida por diferentes pessoas.

De acordo com Lopes *et al.* (2007), a avaliação 360° é uma ferramenta de gestão de pessoas que contempla diferentes visões e feedbacks de todos os indivíduos que interagem com o avaliado, além do feedback do próprio avaliado. Além disso, os autores listam alguns princípios e requisitos dessa avaliação como a participação de todas as pessoas que interagem com o avaliado, feedbacks simultâneos e estruturados dos avaliadores e avaliados, aplicação de questionários específicos, avaliação qualitativa e confidencialidade dos resultados.

Nesse trabalho, de modo a aproximar os estudantes do mercado de trabalho, a avaliação 360° foi aplicada aliada com as competências propostas pelas DCNs para o egresso dos cursos de engenharia. Dessa forma, os estudantes foram avaliados não só pelas competências técnicas, mas também pelas suas competências em liderança, trabalho de equipe e comunicação.

2 METODOLOGIA

O projeto de uma plataforma FPSO foi proposta aos alunos da turma de Projeto de Processos Químicos da PUC/Rio de Janeiro no período de 2019.2. Esse processo foi escolhido devido a sua complexidade, dado a grande quantidade de operações unitárias envolvidas, e grande aplicabilidade no mercado de trabalho de engenharia química. Os alunos foram divididos em 4 grupos de 3 ou 4 integrantes e cada equipe foi responsável pelo desenvolvimento do projeto de engenharia de um dos módulos principais da FPSO: módulo de remoção de sulfatos; módulo da separação trifásica e processamento primário; módulo de purificação do gás natural; e módulo de tratamento da água produzida.

Os projetos de engenharia foram divididos em 3 fases: projeto conceitual, projeto básico e projeto de detalhamento. A primeira fase consistiu na confecção da lista de documentos, no preenchimento da tabela de processo, na confecção do relatório técnico de processo, na elaboração do diagrama de blocos de processo (BFD) e na entrega do memorial descritivo de processo preliminar. A fase do projeto básico consistiu nas elaborações de diferentes memórias de cálculo, como de balanço de massa e de energia do módulo estudado, de bombas, de tanques, de dimensionamento das tecnologias e dos trocadores de calor, do arranjo preliminar a partir da vista superior, dos custos de investimentos de capital para instalação do projeto e dos custos operacionais, bem como na confecção da lista de equipamentos principais e do fluxograma de processos (PFD) completo. Na última fase de detalhamento do projeto, as equipes deveriam entregar lista e memória de cálculo de linhas, a lista de instrumentos e de válvulas, a lista de IO e o memorial descritivo de controle, o fluxograma de engenharia de tubulação e instrumentação completo (P&ID) e o memorial descritivo de processo final.

Vale ressaltar, que muitos cursos de graduação priorizam as memórias de cálculo dos balanços de massa e de energia, bem como as tecnologias envolvidas. No entanto, pouco destaque é dado na interpretação dos demais documentos e especialmente na confecção dos desenhos de engenharia (BPD, PFD e P&ID). Dessa forma, visando auxiliar no preenchimento desse gap, nesse trabalho todos os desenhos de engenharia foram construídos no programa *open source Draw.io*, um software livre e gratuito da empresa Google.

Ao final de cada fase do projeto, uma avaliação 360° era aplicada, de modo a identificar possíveis dificuldades encontradas na elaboração de cada documento de engenharia, avaliar o trabalho em equipe e avaliar o trabalho individual de cada integrante. As perguntas do formulário estão reportadas a seguir:

- Você se dedicou o suficiente nessa fase do projeto? (Pergunta 1)

- Qual a dificuldade encontrada em cada Documento de Engenharia da Fase de Projeto? (Pergunta 2)
- Quem foi o líder da Equipe na Fase do Projeto? (Pergunta 3)
- Qual foi o integrante que menos se dedicou na Fase do Projeto? (Pergunta 4)
- Como está o ambiente de trabalho da sua equipe? (Pergunta 5)

Além disso, uma avaliação das Competências 360° foi realizada no final do período. Nessa avaliação, os alunos preencheram formulários atribuindo uma nota de 0,0 a 10,0 em diversas competências para si e para os integrantes de sua equipe. Vale ressaltar, que não só competências técnicas foram avaliadas, mas também competências não-técnicas, como comunicação interpessoal e capacidade de tomada de decisão.

Os resultados das avaliações de competência de cada aluno foram representados em um gráfico radar, no qual a pontuação é crescente no sentido de afastamento do centro. Dois gráficos radares, um da autoavaliação e outro da média da avaliação feita pelos demais integrantes da equipe, foram comparados, podendo-se assim confrontar a auto percepção e a percepção externa de cada aluno. Os resultados foram apresentados em conversas individuais no final do período, mantendo o sigilo das notas dadas de cada aluno.

3 RESULTADOS

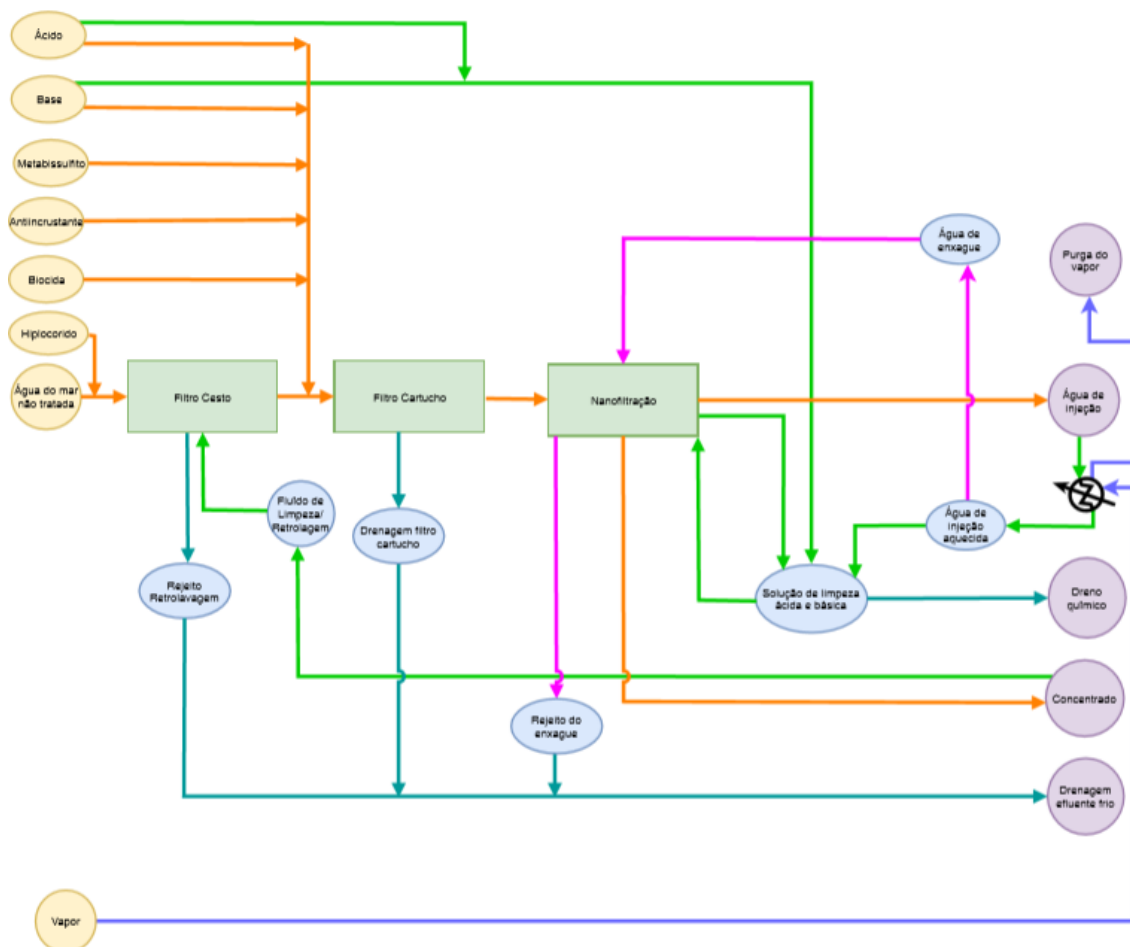
3.1 Diagrama de Blocos

Apesar dos quatro módulos da FPSO terem sido elaborados por quatro equipes diferentes, nesse trabalho apenas o módulo de remoção de sulfatos da água do mar será apresentado, de modo a simplificar as discussões. O objetivo desse módulo é a produção de água com baixo teor de sulfatos para a injeção em poços de petróleo, visto que a alta concentração desses íons resulta na formação de sais, como BaSO_4 , SrSO_4 e CaSO_4 , os quais precipitam e se depositam em diversas partes da tubulação da plataforma de produção, causando incrustações e prejuízos econômicos (HUPSEL *et al.*, 2020).

A Figura 1 apresenta o diagrama de blocos desse módulo elaborado no *Draw.IO* pelos alunos da disciplina de Processos Químicos da PUC/RJ. Vale ressaltar, que o projeto completo foi realizado, incluindo os desenhos de engenharia mais avançados como o fluxograma de processos (PFD) e fluxograma de engenharia de tubulação e instrumentação (P&ID). No entanto, apenas o diagrama de blocos será apresentado. Observa-se que os alunos escolheram três tecnologias diferentes para o tratamento da água do mar. Primeiramente, o filtro de cesto para remoção de sólidos mais grosseiros, em seguida o filtro de cartucho para remoção de partículas mais finas e, finalmente, a nanofiltração, processo de separação com membranas para retenção de íons bivalente, principalmente os sulfatos. Observa-se ainda a adição de diversos produtos químicos como, por exemplo, anti-incrustantes e biocidas para evitar precipitações inorgânicas e crescimento de micro-organismos nas membranas, o que diminuiria sua vida útil (HUPSEL *et al.* 2020).

Na Figura 1 é possível observar que cada operação do processo é identificada por cores diferentes: laranja para as correntes principais; verde para as operações de limpeza; azul para as correntes de aquecimento; rosa para a corrente de enxague; e azul ciano para as correntes de drenagem. Os fluídos de entrada do processo são centralizados na extremidade esquerda do desenho, sendo identificados com cor laranja. Já os fluídos de saída do processo são centralizados na extremidade direita do desenho, sendo identificados com cor roxa. Os fluídos intermediários são espalhados ao longo do desenho, sendo identificados com cor azul. Observa-se ainda que já nessa fase do projeto, os alunos propuseram a integração de algumas correntes de água. Por exemplo, a água de enxague e a água necessária para a preparação da solução de limpeza são oriundas de parte da corrente de água de injeção tratada.

Figura 1: Diagrama de blocos em Draw.IO do módulo de remoção de sulfato.



3.2 Avaliação 360° por Competências

A Tabela 1 apresenta os resultados da primeira avaliação 360° aplicada no final da primeira etapa do projeto.

Em relação as principais dificuldades encontradas pelos alunos, a utilização do *Draw.IO* foi reportada pelos alunos A e D, o que já era esperado visto que antes da disciplina de Projeto de Processos Químicos, poucos estudantes já haviam tido contato com o programa. Além disso, o aluno B reportou dificuldade em compreender de como ocorrem os procedimentos de limpeza e enxague das membranas. Essas dificuldades ao se depararem com um novo campo de conhecimento fazem parte da aplicação da metodologia PBL e são fundamentais para estimular os alunos a adquirirem novas competências a partir de conhecimentos pré-adquiridos. Por exemplo, o aluno C reportou que uma disciplina anterior (Processos I) auxiliou bastante na elaboração dos documentos de engenharia. Dessa forma, o projeto promove que o aluno acesse seus conhecimentos pré-adquiridos e os utilize na prática para a resolução de problemas.

Ressalta-se ainda que o professor deve mediar o processo de aprendizagem, disponibilizando material e fontes de consulta apropriados para a elaboração do projeto, sem, contudo, dar as respostas. Para esse projeto, disponibilizou-se vários artigos científicos e teses sobre o assunto do projeto em um sistema de armazenamento na nuvem. Além disso, o contato com profissionais da área foi promovido através de palestras, de modo a motivar os alunos e criar um ambiente de imersão no projeto. Dessa forma, os

estudantes puderam enxergar a aplicação dos temas dos seus projetos no mercado de engenharia que futuramente farão parte.

Tabela 1: Respostas da primeira avaliação 360° aplicada a equipe do módulo de remoção de sulfatos

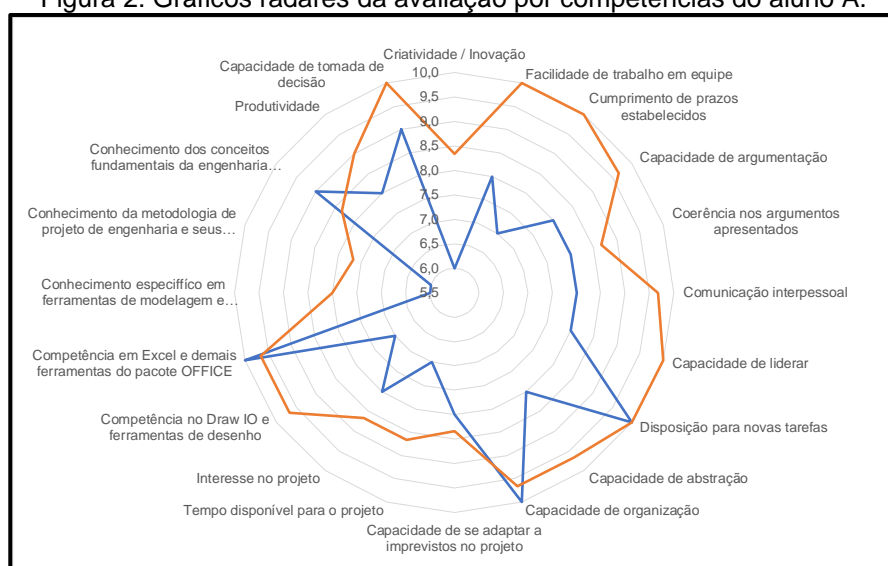
| Pergunta | Aluno A | Aluno B | Aluno C | Aluno D |
|----------|---|---|---|---|
| 1 | Sim, me dediquei tanto na organização de atividades e responsáveis quanto na elaboração das tarefas em grupo. | Sim, participei na elaboração do diagrama de blocos, lista de documentos e memorial descritivo. | Eu acredito que nessa etapa inicial poderia ter contribuído mais. Eu fiz a lista de documentos e memorial descritivo. | Cada integrante ficou responsável por uma tarefa e os outros validaram. Eu contribui mais no Relatório Técnico e Memorial descritivo. |
| 2 | A dificuldade foi no uso do <i>Draw.IO</i> . Não tivemos uma matéria que preparou para o uso da ferramenta | Em entender a limpeza e enxague dos equipamentos. | Não ajudei muito na confecção do diagrama de blocos, mas precisei dele para montar o memorial descritivo. A matéria de processos I ajudou bastante. | O <i>Draw.IO</i> , acredito que a ferramenta tenha muitas travas, o que dificulta a utilização, aumentando o tempo para confecção do diagrama |
| 3 | Aluno B | Aluno A ou B | Aluno A | Aluno A |
| 4 | Aluno C | Aluno C | Aluno C | Aluno C |
| 5 | Bom | Bom | Bom | Está boa, estamos conseguindo dividir bem as tarefas |

Além disso, a habilidade de trabalhar em equipe e habilidade de liderança foram trabalhadas durante a execução do projeto. Observa-se que nenhum integrante relatou problemas no ambiente de trabalho da equipe. Apesar do aluno C ter contribuído menos do que os outros, aparentemente nessa fase de projeto, não houve grandes desentendimentos que prejudicassem o grupo. A equipe entregou todos os documentos, dentre eles, um diagrama de blocos bem estruturado e coerente com o processo estudado, como observado na Figura 1. O aluno A foi citado como líder por todos os demais integrantes, no entanto ele próprio não se citou como líder, o que talvez possa indicar que o aluno A é modesto ou subestima suas próprias competências. Já o aluno B se auto indicou como líder, o que demonstra uma maior confiança em suas próprias habilidades. Essas hipóteses serão exploradas com maior detalhamento ao longo do trabalho, nos resultados das avaliações por competências.

As Figuras 2 a 5 mostram os resultados, na forma de gráficos radares, da avaliação por competências aplicada ao final do projeto, para cada membro da equipe. As curvas azuis representam os resultados das autoavaliações, enquanto que as curvas laranjas mostram os resultados da média das avaliações dos demais integrantes da equipe. Assim, pode-se comparar a autopercepção e a percepção externa que cada aluno possui em relação a diferentes competências.

A Figura 2 apresenta os gráficos radares para o aluno A. Observa-se que, de uma forma geral, o aluno atribuiu a si mesmo notas mais baixas do que as notas médias atribuídas pelos parceiros de equipe na maioria das competências. Esse comportamento confirma a hipótese anterior de que o aluno precisa trabalhar a autoestima e a confiança em suas próprias habilidades, além de precisar diminuir a autocobrança. Destaca-se, principalmente, uma discrepância igual ou superior a 2 pontos em criatividade/ inovação, cumprimento de prazos estabelecidos, facilidade de trabalho em equipe, capacidade de liderar e competência no *Draw.IO*. Nessas competências, a análise dos parceiros de equipe sobre o aluno é melhor do que a autoanálise. Por exemplo, na competência capacidade de liderar a nota dada pelo aluno foi 8,0, enquanto a nota dada pela equipe foi 10. Cabe destacar que os resultados foram confirmados através da conversa individual com o aluno, que concordou com os dados apresentados.

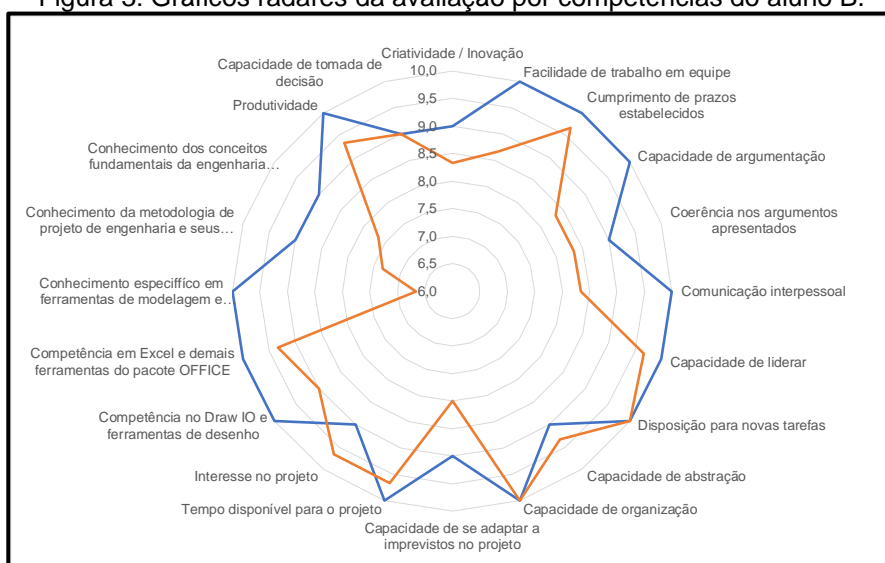
Figura 2: Gráficos radares da avaliação por competências do aluno A.



A Figura 3 mostra os gráficos radares para o aluno B. Observa-se que nesse caso, ao contrário do aluno A, o aluno B superestima a maioria das suas competências, pois as notas dadas por ele são maiores do que as notas dadas pela equipe. Por exemplo, a maior discrepância foi observada na competência conhecimento específico de ferramentas de modelagem, na qual a nota dada pelo aluno foi 10,0, enquanto a nota dada pela equipe foi aproximadamente 6,0. Esse resultado pode também indicar que o aluno B não conseguiu mostrar toda a sua capacidade para a equipe durante a realização do projeto. Este aluno avaliou-se com notas iguais ou superiores a 9,0 em todas as competências, enquanto notas inferiores foram atribuídas pela equipe. Isso resalta a importância de realizar uma avaliação individual com base na opinião de todos os integrantes da equipe. Destaca-se ainda que na competência referente ao uso do *Draw.IO* a nota atribuída pelo aluno foi 10,0, enquanto que o aluno A atribuiu-se nota 7,0, o que indica que o aluno B apresenta maior facilidade com o uso do programa e por isso não reportou dificuldade com *Draw.IO* na avaliação 360° anterior.

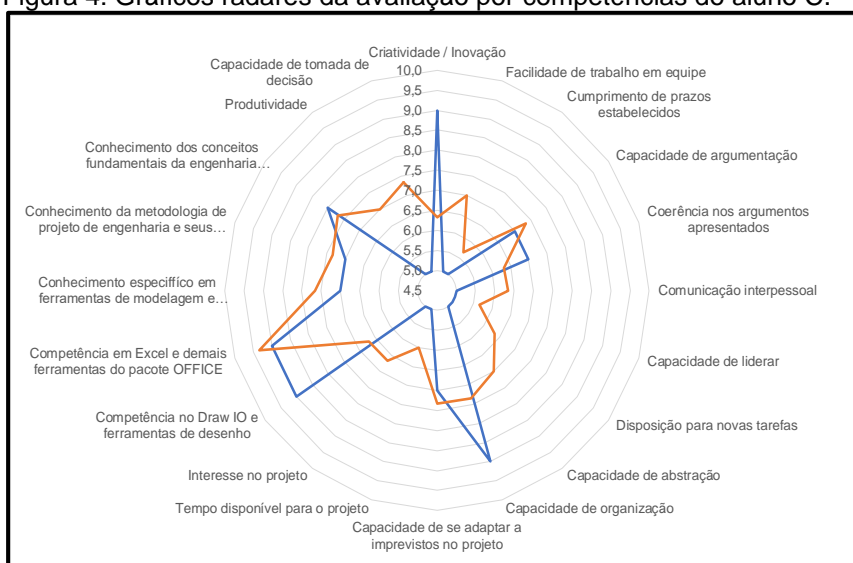


Figura 3: Gráficos radares da avaliação por competências do aluno B.



Os gráficos radares do aluno C estão apresentados na Figura 4. Observa-se que este aluno reconheceu que sua performance no grupo não foi boa, pois em muitas das competências a nota dada pelo aluno foi muito inferior a nota dada pela equipe. Por exemplo, no critério capacidade de tomada de decisão, a nota do aluno foi 4,5 e a nota pela equipe foi aproximadamente 7,5. Destaca-se ainda que ambas as notas em capacidade de liderar, facilidade de trabalho em equipe e cumprimento de prazos estabelecidos foram muito baixas. Isso evidencia que o aluno deve trabalhar suas habilidades de trabalho em equipe e ter maior responsabilidade com as tarefas, de modo a não prejudicar o grupo. Além disso, nota-se que o aluno julgou que suas capacidades em *Draw.IO* merecem nota 9,0, enquanto a equipe lhe atribuiu apenas 6,5. A nota baixa da equipe é mais coerente, visto que o aluno pouco contribuiu na confecção do diagrama de blocos, como reportado na avaliação 360°.

Figura 4: Gráficos radares da avaliação por competências do aluno C.





Os gráficos radares do aluno D estão exibidos na Figura 5. Observa-se um comportamento similar ao aluno A, em que o aluno se atribui notas muito inferiores em relação às notas atribuídas pela equipe. O aluno D deu uma nota acima de 7,0 em apenas 4 competências: competência no pacote office, competência no *Draw.IO*, capacidade de se adaptar em imprevistos no projeto e comunicação interpessoal. Destaca-se a grande discrepância observada na facilidade de trabalho em equipe, na qual o aluno se atribuiu nota 7,0 e a equipe lhe atribuiu nota aproximadamente 9,5. Logo, a autoestima e confiança devem ser trabalhadas com este aluno. Na conversa individual foi identificado ainda que esse aluno se encontrava ainda muito em dúvida sobre o seu futuro na profissão de engenharia química, estando ainda finalizando outra graduação e com objetivo de atuação em ciência de dados.

A Figura 6 mostra o comparativo entre os gráficos radares de cada aluno, de acordo com a avaliação da equipe, incluindo suas autoavaliações e percepções de seus pares. Observa-se que os alunos A (curva preta) e B (curva vermelha) apresentaram as melhores avaliações, enquanto o aluno C (curva azul) apresentou pior avaliação, o que condiz com os resultados da primeira avaliação 360°.

Figura 5: Gráficos radares da avaliação por competências do aluno D.

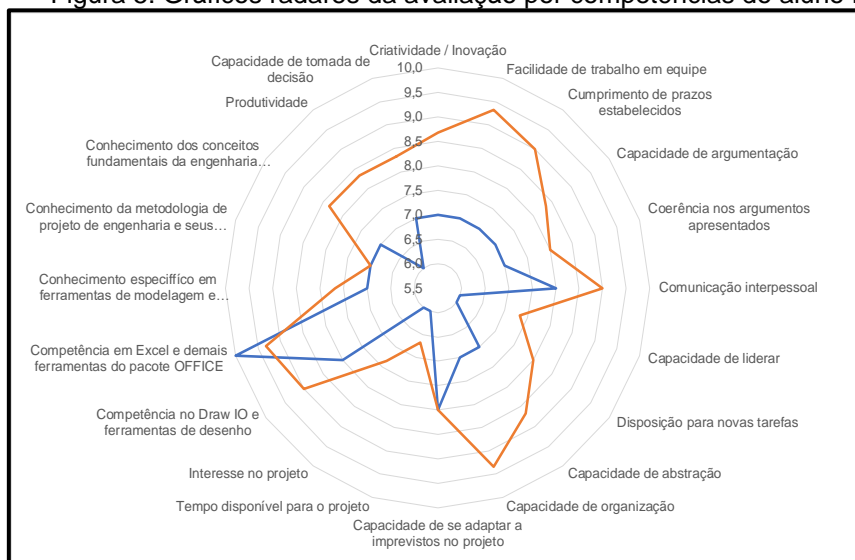
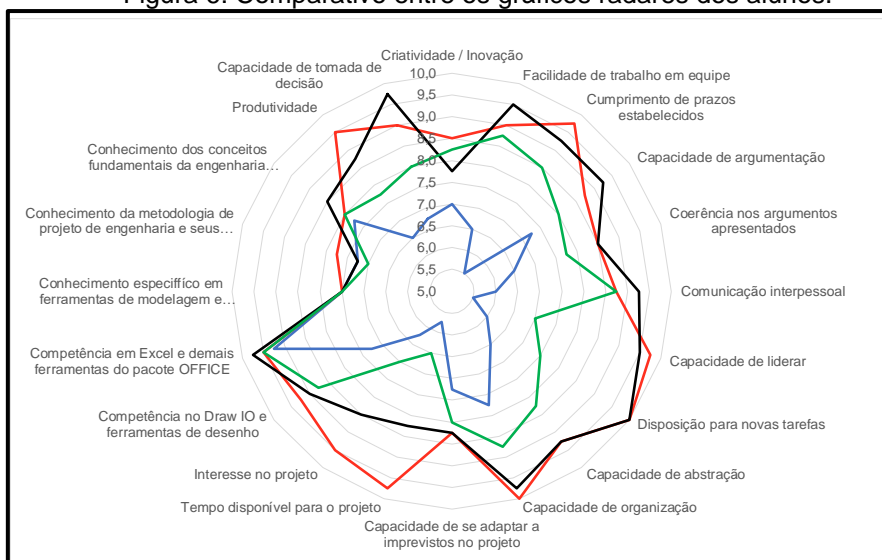


Figura 6: Comparativo entre os gráficos radares dos alunos.



Após as avaliações, uma reunião foi agendada com cada aluno individualmente, com o objetivo de dar um feedback ao aluno. Durante a conversa, os pontos fortes e fracos foram discutidos e a nota na disciplina foi definida baseada não só nas avaliações 360° e por competências, mas também na avaliação do professor sobre a qualidade dos documentos entregues. Nas autoavaliações foram também obtidas as notas que os alunos tinham a percepção em cada documento de engenharia entregue. Essas notas também foram consideradas na avaliação final da disciplina.

4 CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia PBL (*Problem based learning*) foi aplicada aos alunos da disciplina de Projetos de Processos Químicos da PUC/RJ. Os projetos escolhidos foram os principais módulos de uma plataforma flutuante de petróleo (FPSO), visto a sua grande aplicabilidade no contexto econômico brasileiro de exploração do pré-sal, o que contribuiu para despertar uma motivação intrínseca no aluno. Dessa forma, o projeto apresentou boa aceitação por parte dos estudantes, pois houve um bom engajamento na execução dos projetos, resultando na qualidade dos documentos apresentados. Além disso, durante a execução do projeto, competências técnicas e não técnicas puderam ser desenvolvidas, como capacidade de liderança, trabalho em equipe e competência no uso do *Draw.IO* como ferramenta para construção dos desenhos de engenharia.

A avaliação 360° e por competências mostraram-se eficientes para avaliação individual de cada aluno, pois além de aproximarem os estudantes do mercado de trabalho, propiciaram uma avaliação mais justa baseada em todos os integrantes da equipe. Além disso, foi possível confrontar a autopercepção e percepção externa de cada aluno em relação a uma mesma competência. Dessa forma, identificou-se que alguns alunos, como os alunos A e D, devem trabalhar mais as suas autoestimas e confiança nas suas habilidades, o que é muito desejado no mercado de trabalho. Por outro lado, alguns alunos, como o aluno B, avaliam-se mais competentes do que provavelmente são ou do que conseguiram mostrar, já que as notas atribuídas pela equipe foram menores que as notas atribuídas por eles. Logo, estes alunos devem trabalhar em reconhecer seus pontos fracos e também em expressar melhor suas habilidades perante a equipe. Após as avaliações, identificou-se ainda o aluno que menos contribuiu com a execução do projeto, o aluno C, que apesar de ter reconhecido seus pontos fracos, precisa melhorar sua habilidade em trabalho em equipe e trabalhar a responsabilidade perante o grupo.

Dessa forma, aliando-se a metodologia PBL com as avaliações 360° e por competências, foi possível identificar fraquezas e pontos fortes de cada aluno e desenvolver suas competências durante a execução do projeto, de uma forma ativa, na qual o aluno foi o protagonista na busca do aprimoramento de seu conhecimento. Nesse sentido, a disciplina e o projeto tiveram seu papel na formação de um profissional aliado as necessidades do mercado de trabalho, possuindo as competências técnicas e não-técnicas recomendadas pelas diretrizes curriculares de ensino de engenharia.

REFERÊNCIAS

- BRANDÃO, H.P.; GUIMARAES, T. A. Gestão de competências e gestão de desempenho: tecnologia distinta ou instrumentos de um mesmo construto? **ERA- Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 41, n.1, p.8-15, 2001.
- BRANDÃO, H.P.; ZIMMER, M.V.; PEREIRA, C.G.; MARQUES, F.; COSTA, H.V.; CARBONE, P.P.; ALMADA, V.F. Gestão de desempenho por competências: integrando a gestão por competências, o *balanced scorecard* e a avaliação 360 graus. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.42 (5), p.875-98, 2008.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Recursos Humanos**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO/ CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. Parecer CNE/CES nº: 1/2019, de 23 de janeiro de 2019. Brasília, DF. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em engenharia**. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>. Acesso em: 01 de julho de 2020.
- LOPES, C.R.G.; VIGARANI, M.P.; FARIA, G.S.S. Avaliação de desempenho 360º: Um confronto entre teoria e prática. **Nucleus**, v.4, n.1-2, p.131-140, 2007.
- HARUN, N.F.; YUSOF, K.M.; JAMALUDIN, M.Z.; HASSAN, S.A.H.S. Motivation in Problem-based Learning Implementation. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v.56, p.233-242, 2012.
- HUPSEL, A.L.; BORGES, C.P.; BARBOSA, G.M.; GONZALEZ, N.Y. Combinação de processos com membranas para remoção de sulfato da água do mar para injeção em reservatórios de petróleo. **Eng. Sanit. Ambiental**, v.25, n.2, p.403-412, 2020.
- IEL, Instituto Euvaldo Lodi. Núcleo Nacional. **Inova engenharia: propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil**. Brasília: IEL.NC/SENAI.DN, 2006.
- RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos autores**. 2005. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2353/TeseLRCR.pdf>. Acesso em: 14 jan.2021.
- SILVA, J.C.; TONINI, A.M. O processo educativo baseado em problemas e a formação de competências do engenheiro. **R. Bras. Ens. Ci. Tecnol**, Ponta Grossa, v.11, n.3, p.364-385, 2018.
- SILVEIRA, Marcos Azevedo da. **A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005.
- SILVEIRA, Edgar Amaral. **Caracterização dos fluxos energéticos e gases de efeito estufa em instalações "OFFSHORE"**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de Formação de Recursos Humanos em Ciências Mecânicas PRH-PB 224, Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327019746> .Acesso em:21 jan.2021.
- SOUZA, A.P.A.; DELAMARO, M.C.; SALGADO, A.M.P.; CAMPOS, A. A valorização das competências na formação e na atuação de engenheiros: A visão de estudantes de uma instituição pública. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.34, n.2, p.19-30, 2015.



Application of the Project-based learning methodology combined with 360 ° competency assessment: A case study of the FPSO (Floating, Production, Storage and Offloading) platform project.

Abstract: Currently, the national guides of engineering teaching recommends the transition from a passive and based on technical knowledge strategy of teaching towards an active strategy, aligned with the formation of professionals with both technical and non-technical competences, demanded by the job market. In this context, aiming to contribute in this transition, this work reports a study case of application of the learning methodology based on problems (PBL) in the discipline named Projects of Chemical Process ministered at Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC/RJ) in the second semester of 2019. The students were separated in teams of 3 or 4 members and each team was responsible for the development of the project of one of the four different modules presented on a floating platform of oil exploration (FPSO). The project was divided in three steeps in order of increasing difficulties in engineering documents elaboration. Beyond that, the utilization of a free software from Google, the Draw.IO, was promoted in order to develop the engineering draws as the Process Block Diagrams (PBD), Process Flow Diagram (PFD) and Piping and Instrumentation Diagram (P&ID). The project provided the development of several socio-human skills as the teamwork, the capacity of leadership, capacity of making decisions and capacity of organization. At the end of each step of the project, a 360 degrees assessment was performed in order to detect the mainly troubles in execution, the leader of the team and the member that was the least participative in each step. After the ending of the project, a last 360 degrees assessment based in competences was performed, in which the members were supposed to give a grade between 0 and 10 for their performance and for their teammates performances in each competence evaluated. Then, it was possible to compare the auto perception and external perception of each member by radar graphics. Some students presented excessive self-charging and low confidence in their skills. In contrast, others students super estimated their skills in comparison with their teammates opinion. Thus, these evaluation tools made it possible to know better each student, providing support and contributing for their professional development. With this aim, a reunion with the professor and each member was done individually, in order to discuss weaknesses and strengths and provide a feedback for each student.

KEYWORDS: PBL, 360° assessment, engineering competencies, FPSO.