

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE MECÂNICA DOS FLUIDOS

Matheus Prado Cardoso¹; Leandro Marochio Fernandes²; Edmundo Rodrigues Junior³

Resumo

O ensino de engenharia ainda ocorre através de uma aprendizagem tradicional sendo necessário debater alternativas que visam melhorar e mudar a prática de ensino utilizada pela maioria dos cursos de engenharia. As metodologias ativas de ensino se apresentam como uma possibilidade a ser implantada na sala de aula, de modo a reduzir o ensino convencional e ampliar a participação dos alunos para que os mesmos desenvolvam seus raciocínios críticos e habilidades para resolver problemas reais. Apresentamos uma proposta de intervenção pedagógica para o ensino de mecânica dos fluidos utilizando um ciclo de aprendizagem baseada em problemas que culmina na construção de elevadores hidráulicos. A proposta é dividida em três momentos. No primeiro, apresentamos o cenário do problema e ocorre a identificação dos fatos, geração de hipóteses e identificação das deficiências ou dificuldades para resolver o problema. No segundo momento ocorre a busca de novas informações e a definição das estratégias para resolver o problema. Já no terceiro momento ocorre a aplicação dos novos conhecimentos, a discussão e avaliação e, a conclusão. Espera-se que a sala de aula se transforme em um ambiente rico para o debate de conceitos fundamentais da mecânica dos fluidos como, por exemplo, campo de velocidade, tensão, pressão, viscosidade e Princípio de Pascal. Desejamos também que o aluno desenvolva habilidades para interpretar e resolver problemas, trabalhar em grupo, aprender a elaborar perguntas e a ouvir as considerações dos colegas, desenvolvendo competências essenciais para o ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Engenharia; Aprendizagem Baseada em Problemas; Fluidos; Elevador Hidráulico.

PROBLEM-BASED LEARNING: TEACHING SEQUENCE FOR FLUID MECHANICS TEACHING

Abstract

Engineering teaching still occurs through a traditional learning being necessary to debate alternatives that aim to improve and change the teaching practice used by most engineering courses. Active teaching methodologies are presented as a possibility to be implemented in the classroom, in order to reduce conventional teaching and expand the participation of students so that they develop their critical reasoning and skills to solve real problems. We present a teaching sequence for fluid mechanics teaching using a problem-based learning

¹ Especialista em Práticas Pedagógicas, Multivix Cachoeiro Ensino, Pesquisa e Extensão, Professor. engmpcardoso@gmail.com

² Doutor em Engenharia e Tecnologia Espaciais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Professor EBTT. leandro.mfernandes@ifes.edu.br

³ Doutor em Ciências Naturais (Ensino de Ciências), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Professor EBTT. edmundor@ifes.edu.br

cycle that culminates in the construction of hydraulic elevators. The proposal is divided into three stages. In the first, we present the scenario of the problem and the identification of the facts, generation of hypotheses and identification of the deficiencies or difficulties to solve the problem occurs. In the second moment, there is the search for new information and the definition of strategies to solve the problem. Already in the third moment occurs the application of the new knowledge, the discussion and evaluation and, the conclusion. It is expected that the classroom will become a rich environment for the debate of fundamental concepts of fluid mechanics such as velocity field, tension, pressure, viscosity and Pascal's Principle. We hope also that the students develop skills to interpret and solve problems, work in groups, learn to ask questions and listen to the considerations of colleagues, developing essential skills for the work environment

Keywords: Engineering; Active Methodologies; Problem-Based Learning; Fluid; Hydraulic Elevators

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS: UNA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA MECÁNICA DE LOS FLUIDOS

Resumen

La educación en ingeniería todavía ocurre a través del aprendizaje tradicional y es necesario debatir alternativas que apuntan a mejorar y cambiar la práctica docente utilizada por la mayoría de los cursos de ingeniería. Las metodologías activas de enseñanza se presentan como una posibilidad a implementar en el aula, con el fin de reducir la enseñanza convencional y ampliar la participación de los estudiantes para que desarrollen su razonamiento crítico y habilidades para resolver problemas reales. Presentamos una propuesta de intervención pedagógica para la enseñanza mecánica de fluidos utilizando un ciclo de aprendizaje basado en problemas que culmina con la construcción de elevadores hidráulicos. La propuesta se divide en tres etapas. En la primera, presentamos el escenario del problema y la identificación de los hechos, generación de hipótesis e identificación de las deficiencias o dificultades para resolver el problema que se produce. En el segundo momento, está la búsqueda de nueva información y la definición de estrategias para resolver el problema. Ya en el tercer momento ocurre la aplicación de los nuevos conocimientos, la discusión y evaluación y, la conclusión. Se espera que el aula se convierta en un entorno rico para el debate de conceptos fundamentales de la mecánica de fluidos como el campo de velocidad, la tensión, la presión, la viscosidad y el Principio de Pascal. También queremos que el estudiante desarrolle habilidades para interpretar y resolver problemas, trabajar en grupos, aprender a hacer preguntas y escuchar las consideraciones de los colegas, desarrollando competencias esenciales para el entorno laboral.

Palabras-clave: Ingeniería; Aprendizaje Basado en Problemas; Fluidos; Elevador hidraulico.

Introdução

Segundo Filho *et. al.* (2019) a metodologia de ensino dominante nos cursos de engenharia em muitas escolas, continua sendo “o giz e o discurso”, mesmo as instituições possuindo disciplinas de projetos e laboratórios para desenvolver aulas práticas. De acordo com esse método convencional o que predomina na sala é a passividade do aluno e a avaliação é mensurada por provas e listas, que geralmente avaliam a capacidade de memorizar fatos, fórmulas e procedimentos. (RIBEIRO, 2005 *apud* PAULA, 2017).

Com o avanço da indústria e da tecnologia, atualmente o futuro engenheiro deve possuir uma série de qualidades, como conhecer linguagens de programação, dominar uma língua estrangeira, ser criativo, empreendedor, saber trabalhar em grupo, estar disposto a superar desafios e possuir um pensamento crítico. Logo, se o mercado de trabalho cobra dos profissionais tantas habilidades para exercer a sua função, é essencial que as instituições e os professores alterem o método de ensino tradicional e adaptem a forma de educar conforme as atuais exigências.

O foco da metodologia ativa, visa que o estudante participe de forma efetiva na construção dos conhecimentos através dos processos de aprendizagem, e que essa atividade ocorra de forma flexível, interligada e híbrida. Em uma sociedade progressivamente mais digital, a combinação de metodologias, tornando o ensino híbrido e com muitas combinações de modelos, trará contribuições importantes para melhorar os atuais modos de ensino (BACICH; MORAN, 2018).

As metodologias ativas têm sido implementadas por meio de diversas estratégias, como a aprendizagem baseada em projetos; a aprendizagem por meio de jogos; o método do caso ou a discussão e solução de casos; e a aprendizagem em equipe e a aprendizagem baseada em problemas

Este trabalho apresenta uma sequência didática sobre a aprendizagem baseadas em problemas (PBL). O conteúdo escolhido foi elevadores hidráulicos. A proposta é destinada à disciplina de mecânica dos fluidos do curso de engenharia mecânica.

REFERENCIAL TEÓRICO

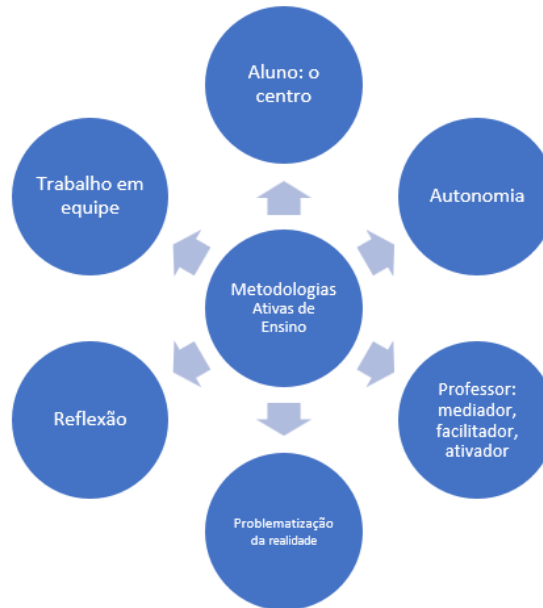
Metodologias ativas

As metodologias ativas são estratégias de ensino que visam a participação efetiva dos alunos durante o processo de construção do conhecimento, sendo de forma flexível,

interligada e híbrida. A união de metodologias ativas juntamente com modelos flexíveis e híbridos, trazem contribuições importantes para o desenho de soluções atuais para os estudantes, sendo uma alternativa ao modelo tradicional de ensino aplicado na grande maioria dos cursos (BACICH; MORAN, 2018). O autor expressa que a aprendizagem é mais significativa quando o aluno é motivado intimamente, isso acontece quando ele encontra fundamento na atividade proposta, quando se compromete com problemas ou projetos propostos, quando ocorre debate e reflexão sobre como resolver a situação. Para que isso aconteça é necessário conhecer o perfil do aluno, se aproximar do seu universo, para que dessa forma o docente consiga ampliar o ponto de vista do aluno, e propor desafios cada vez mais criativos e desafiadores.

De acordo com Filho *et. al.* (2019), compreende-se que um ambiente de aprendizagem deve ser o lugar comum de professores e estudantes, em que princípios didáticos e psicopedagógicos revelam suas concepções de aprendizagem, concebendo-a como um processo que requer a participação ativa daqueles que querem aprender, entendendo como participação ativa o envolvimento em atividades de reflexão, interação, colaboração e cooperação. Ou seja, um ambiente em que professores e estudantes estão cognitivamente ativos. Dessa forma, as metodologias ativas, ao terem um professor como agente orientador do processo de aprendizagem, têm os alunos guiando o ensino conforme suas necessidades, interesses, preferências e ritmo. A Figura 1 apresenta as principais características de uma metodologia ativa de ensino.

Figura 1 - Características das metodologias ativas de ensino.



Fonte: Adaptado de Klein e Ahlert, (2019).

Aprendizagem baseada em problemas (PBL)

A aprendizagem baseada em problemas se deu no início dos anos 70 na McMaster University, Canadá, aplicada no curso de medicina com a intenção de realizar uma maior interação do estudante com o conteúdo ministrado. Nas décadas de 70 e 80, a metodologia foi introduzida nas universidades do Novo México e de Harvard, ambas também no curso de medicina. Uma das diferenças da PBL para os métodos tradicionais, é o fato que ela busca que o discente tenha atitude, preza pela ação do estudante em sala de aula, fazendo com que a sua aprendizagem seja autônoma.

Um dos filósofos que norteiam a base do PBL é John Dewey, para o autor a aprendizagem acontece quando o aluno, consegue dá significado e sentido aos conteúdos aprendidos, realizando uma atividade mental de criação, revisão e conexão entre o conhecimento adquirido junto com as suas experiências de vida (LOPES; FILHO; ALVES, 2019).

Conforme Ribeiro e Mizukami (2004) na PBL, a resolução de exercícios é fundamental, porém a metodologia não se aplica apenas a isso. O principal objetivo é a construção do conhecimento através da procura pela solução do problema e consequentemente, as habilidades que serão conquistadas durante o processo, como a autonomia, pesquisa e senso crítico.

São muitos os estudos que apontam os benefícios da implementação da PBL nos cursos de engenharia.

Johnson (1999) aplicou o PBL em uma turma de engenharia hidráulica, que utilizava o método tradicional de ensino, e na oportunidade que o autor teve para ministrar o curso, ele utilizou a metodologia ativa com o intuito de provocar com que o aluno se tornasse mais ativo na aprendizagem, buscando adquirir informações, e se tornando um aluno questionador, que se interessa pelo o que é discutido em sala.

Já Ribeiro e Mizukami (2004) estudaram a implementação do PBL em uma disciplina de pós-graduação em engenharia de produção. O estudo apontou que os objetivos traçados para a intervenção foram alcançados, o método permitiu aos alunos um melhor entendimento sobre a disciplina que foi ministrada, gerando oportunidades para discussão sobre as teorias e foi capaz de mostrar aos próprios alunos, um método alternativo para instrução do assunto.

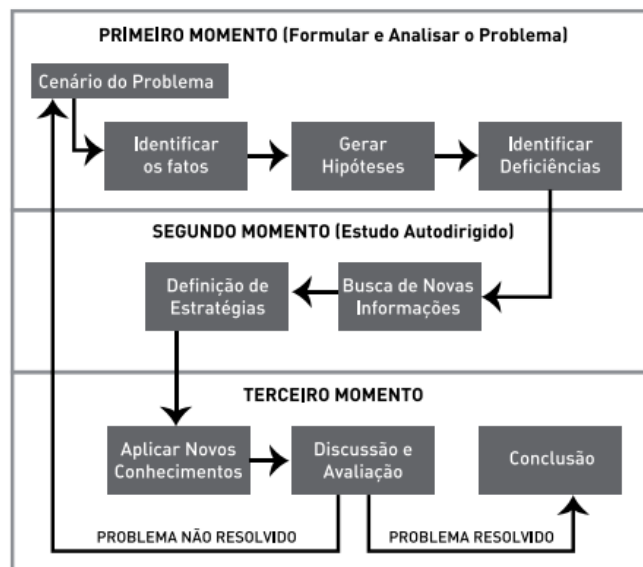
Um outro estudo, agora desenvolvido por Canavan (2008), relata a implementação da PBL em universidades do Reino Unido durante três anos nos cursos de engenharia eletrônica e elétrica. O objetivo era encontrar a eficácia da implantação do método de aprendizagem baseada em problemas, e os resultados mostraram que a qualidade da experiência apresentou efeitos positivos. O autor relata que apesar de no início os alunos serem um pouco resistentes com a nova abordagem, com o tempo a metodologia os beneficiou com o desenvolvimento de novas habilidades para resolução de problemas, gerenciamento de tempo, trabalho em grupo e habilidades para se comunicar e negociar.

Ponciano, Gomes e Moraes (2017) analisam a aplicação do PBL no curso de Engenharia de Produção, na disciplina de Desenvolvimento de Produto. O problema nesse caso, foi apresentado na prática, tendo os alunos a oportunidade de resolver uma situação envolvendo o processo de produção de uma empresa, logo a disciplina foi guiada em cima dessa situação inicial.

Stoffel, Barreto e Silva (2020) realizaram o estudo da aplicação do PBL no curso de Engenharia de Alimentos. A metodologia foi implementada na disciplina de Introdução à Engenharia de Alimentos e possuía oito alunos matriculados. Durante o semestre, foram propostos três problemas, com o intuito de permitir que o aluno desenvolva uma visão de como é a profissão do engenheiro de alimentos. Após a apresentação dos problemas, os alunos de forma individual, analisam a situação e levantam hipóteses do problema, pensando em estratégias de como solucioná-lo.

Resolver problemas do mundo real, é o que se consiste a metodologia de aprendizagem baseada em problemas, logo a PBL se encaixa nos cursos de engenharia, permitindo com que professores e alunos foquem em atividades que envolvam o pensamento, a análise, a tomada de decisão e a proposição de soluções para situações que são desenvolvidas para permitir a aquisição das competências estabelecidas no currículo escolar e conforme situações problemas encontrados em situações práticas do dia-a-dia. Todo esse processo é dividido em etapas e independentemente do cenário estudado, o ciclo de aprendizagem é o mesmo. Basicamente ele é composto por 3 momentos, o primeiro é para formular e analisar o problema, o segundo é o estudo autogerido que se caracteriza pela aprendizagem individual e o terceiro momento é o do debate dos conhecimentos, discussão e conclusão. A Figura 2 ilustra as etapas do ciclo de aprendizagem utilizando a resolução de problemas.

Figura 2 - Ciclo de aprendizagem na aprendizagem baseada em problemas.



Fonte: Lopes, Filho e Alves (2019).

O quadro 1 representa os aspectos de implementação educacional, objetivos e resultados esperados. Estudos com a metodologia PBL, mostram o potencial de fornecer aos futuros engenheiros competências técnicas e colaborativas para a solução de problemas e o desenvolvimento tecnológico e científico.

Quadro 1 - Aspectos da implementação da aprendizagem baseada em problemas.

Aspectos	Aprendizagem Baseada em Problemas
Resultados Esperados	Espera-se que os alunos ofereçam explicações ou sugestões autênticas do mundo real.
Abordagem Educacional	Concebida como modelo de pesquisa, com ênfase na análise e contextualização interdisciplinar do conhecimento.
Estruturação curricular	Currículo organizado com base na proposição de questões, com foco no processo.
Ação didática	Após apresentação da questão, grupos com mais de 10 alunos buscam respostas ao longo de 1 a 2 semanas.
Integração teoria-prática	Alunos colhem informações para compartilharem hipóteses e/ou sugestões em sala, ocasião em que a teoria é elaborada
Papel dos professores	Definem e realizam pesquisas sobre a questão para proposição de hipóteses e/ou sugestões.
Papel dos alunos	Definem e realizam pesquisas sobre a questão para proposição de hipóteses e/ou sugestões.

Fonte: Adaptado de Tavares, Campos e Campos (2014).

O PBL é uma alternativa válida para o ensino de engenharia, pelo fato de contemplar alguns objetivos educacionais (HADGRAFT e HOLECEK, 1995 *apud* RIBEIRO e MIZUKAMI, 2005). Os autores listam os seguintes objetivos: aprendizagem ativa, por meio da colocação de perguntas e buscas de respostas; aprendizagem integrada, através da colocação de problemas para cuja solução é necessário o conhecimento de várias subáreas; aprendizagem cumulativa, mediante a colocação de problemas gradualmente mais complexos até atingir aqueles geralmente enfrentados por profissionais iniciantes; aprendizagem pela compreensão, mediante a alocação de tempo para a reflexão, feedback e oportunidades para praticar o que foi aprendido.

No PBL a aprendizagem ocorre estimulando os conhecimentos pré-existentes, que são compartilhados com o grupo e norteiam os momentos de estudos individuais. O debate entre os alunos permite expor os conhecimentos adquiridos durante o estudo individual com os conhecimentos dos demais discentes. Avaliar qual é a melhor solução é uma tarefa coletiva, para que todos cheguem no mesmo consenso. O período de estudo individual, juntamente com o debate coletivo motivam os estudantes e criam um ambiente crítico, direcionando os alunos para conclusões mais aprofundadas e fundamentadas. (LOPES; FILHO; ALVES, 2019)

O Princípio de Pascal

Fluídos podem ser líquidos ou gases. Um líquido tem volume bem definido, mas não uma forma: mantendo seu volume, assume a forma do recipiente que o contém; já um gás expande-se e ocupa o volume do recipiente no qual ele está contido, não tendo, portanto, nem forma nem volume bem definidos (NUSSENZVEIG, 2002, p.10). Ainda segundo o autor, “líquidos e gases tem em comum, graças a facilidade de deformação a propriedade de poderem se escoar ou fluir facilmente, donde o nome de fluidos”

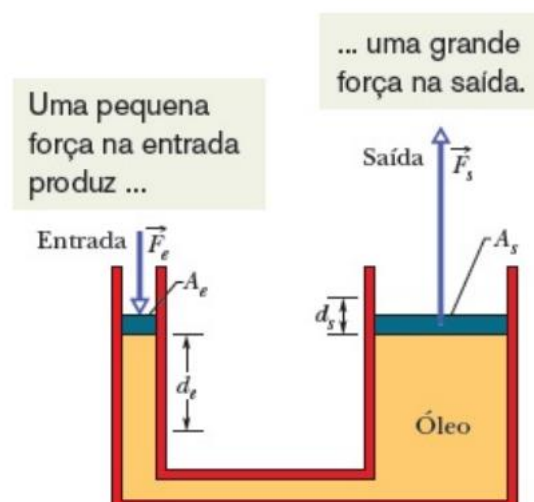
A lei de Stevin afirma que a pressão no interior de um fluido aumenta linearmente com a profundidade: $P = P_0 + dgh$ (NUSSENZVEIG, 2002, p.16). P_0 é a pressão atmosférica; d representa a densidade do líquido; g é a aceleração da gravidade e h é a profundidade.

Observa-se pela lei de Stevin que a diferença de pressão entre dois pontos de um líquido homogêneo e em equilíbrio é a mesma, dependendo apenas da medida do desnível entre os dois pontos. “Logo, se produzirmos uma variação de pressão num ponto de um líquido em equilíbrio, essa variação se transmite a todo líquido, ou seja, todos os pontos do líquido sofrem a mesma variação de pressão” (NUSSENZVEIG 2002, p.17)

Assim a variação de pressão $\Delta P_e = \Delta P_s \rightarrow F_e/A_e = F_s/A_s \rightarrow F_s = (F_e A_s)/A_e$ (HALLIDAY, 2016 p.166).

Neste caso, A_e representa a área do êmbolo menor (entrada), A_s representa a do êmbolo maior (saída), F_e a força aplicada no êmbolo menor (força de entrada) e F_s é a força aplicada no êmbolo maior (força de saída), conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3: Desenho esquemático de um elevador hidráulico



Fonte: Halliday, 2016 p.66.

Assim, por exemplo, se $A_e < A_s \rightarrow F_s > F_e$, neste caso temos um dispositivo que amplifica a força que pode ser usado, por exemplo, para erguer cargas pesadas com a aplicação de uma força pequena.

Proposta de intervenção pedagógica

Segundo Damiani *et. al.* (2013) a intervenção pedagógica pode ser definida como uma investigação que envolve planejamento e a implementação de mudanças e inovações, com o objetivo de realizar melhorias nos processos de aprendizagem dos alunos e conseqüentemente avaliar os efeitos causados pelas alterações.

A proposta de intervenção pedagógica consiste na construção de um elevador hidráulico, tendo como base o ciclo de aprendizagem baseada em problemas descrito na figura 2 por Lopes, Filho e Alves (2019).

A proposta é formulada para ser aplicada na disciplina de Mecânica dos Fluidos, do curso de Engenharia Mecânica. Utiliza a metodologia ativa, de forma a tentar desenvolver a proatividade do aluno durante a aula, estimulando o pensamento, o debate e a interação durante os problemas propostos. Como a disciplina dispõe de vários exemplos práticos do cotidiano, a intenção de utilizar a Aprendizagem Baseada em Problemas para a construção de um elevador hidráulico para permitir ao aluno associar a teoria com a prática.

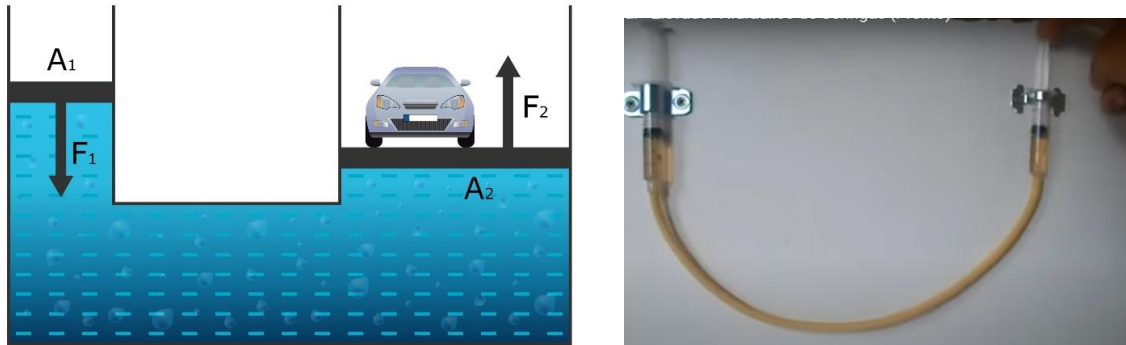
Ciclos de aprendizagem baseada em problemas para o elevador hidráulico:

Primeiro momento:

Cenário problema: estudar a força que age em fluidos em repouso (nesse caso falamos somente de pressão), pode ser grande valia para engenheiros pois, uma série de dispositivos facilitadores do nosso cotidiano foram projetados baseados nessa premissa. Prensas hidráulicas, servomecanismos, dispositivos de controle, freios e elevadores hidráulicos utilizam-se do Princípio de Pascal, para não somente transmitir uma força em um fluido

confinado (em equilíbrio) para todas as direções, como também para amplificá-la. A figura 4 a seguir apresenta à esquerda um desenho esquemático de um elevador hidráulico e à direita uma proposta didática formado por uma mangueira de sorro acoplada à duas seringas de diâmetros diferentes.

Figura 4: Elevador hidráulico. À direita um desenho esquemático e à esquerda uma proposta didática.



Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/prensa-hidraulica/>. Fonte: <https://www.youtube.com/watchv=LKKSPR108HI>.

Questão problema: Apresente um protótipo de um elevador hidráulico real para elevar cargas com facilidade, economia e segurança.

Identificação dos fatos: Uma força pequena é capaz de suspender cargas maiores. Isto pode ser comprovado apertando a seringa menor e verificando que o êmbolo da seringa maior sobe. Após a identificação deste fato, o aluno deve estudar os conceitos envolvidos no princípio de pascal como pressão, força, fluido, área e deslocamento do êmbolo e, encontrar a relação entre a força aplicada no êmbolo menor e a transmitida para o êmbolo maior. Além disso, eles devem pesquisar sobre os materiais utilizados na construção de um elevador hidráulico real.

Geração de hipóteses: o aluno deverá levantar hipóteses porque uma força pequena aplicada no êmbolo menor do elevador hidráulico didático consegue suspender a seringa com êmbolo maior. Neste momento espera-se que o aluno consiga projetar sua resposta para o entendimento do elevador hidráulico real, compreendendo assim que uma força menor é capaz de equilibrar uma carga grande. Ainda neste momento o professor mediador orienta os alunos que pesquise sobre os principais componentes de um elevador hidráulico real. Sugere-se que esta etapa seja realizada em grupo.

Identificação das deficiências: nesta etapa o professor mediador explica o princípio de funcionamento de pascal na tentativa de superar as deficiências encontradas nas respostas dos alunos no momento de geração das hipóteses. Para o estudo destes conceitos físicos

envolvidos no princípio de pascal, sugere-se a leitura das páginas 10 a 17 da referência Nussenzveig (2002) e visualização do vídeo: <<https://www.youtube.com/watch?v=hi2ORXrJk6k&list=PL516F59E9AE8F5BF7&index=>>>. Cada grupo expõe uma lista dos materiais encontrados para a construção de um elevador hidráulico.

Segundo momento:

Busca de novas informações e definição das estratégias: O professor mediador orienta os grupos de alunos na busca de novas informações para resolver o problema, ou seja, ele deve indicar ao aluno fontes (livros, vídeos, etc) para que o mesmo consiga projetar um elevador hidráulico real, eficiente e econômico. O link a seguir apresenta um vídeo que mostra um elevador hidráulico real utilizado na construção civil: <https://www.youtube.com/shorts/D_UVKSH9CF0>.

Terceiro momento:

Aplicar novos conhecimentos: Os conhecimentos adquiridos nos primeiro e segundo momentos entram nessa etapa. Aqui cada grupo deve apresentar um projeto (uma planta, no papel ou no computador) do protótipo que será construído. Neste momento, o grupo deve apresentar, também uma planilha com todos os cálculos (incluindo as relações de diâmetros empregados e a respectiva relação de amplificação de força) os materiais utilizados bem como o custo do elevador hidráulico.

Discussão e avaliação: esta etapa é fundamental para o aprimoramento do projeto. Cada grupo e o professor mediador opinam sobre a planta do projeto dos colegas, sugerindo melhorias, se necessário for. Nesta fase o professor pode avaliar os trabalhos dos alunos de maneira processual.

Conclusão: o grupo apresenta o elevador hidráulico construído e o professor mediador verifica se o problema foi resolvido. Se não, o grupo deve retornar ao problema inicial e melhorar o experimento. Ao final, o professor mediador e junto aos alunos fazem a ponte do conhecimento adquirido (forças em fluidos em equilíbrio estático) será a base para avançar na disciplina de Mecânica dos Fluidos (fluidos em movimento de corpo rígido).

Considerações finais

Estratégias de ensino que tornem a sala de aula um ambiente dinâmico, inovador e pensante se esbarra em barreiras como, renunciar a métodos tradicionais, a disposição dos alunos em aceitar novos métodos de ensino, e pensar em conteúdo que motivem os alunos a buscar pelo conhecimento. Porém, aos longos dos anos, a implementação das metodologias ativas, possui diversos casos de sucesso em diversas áreas de ensino, que mostram os benefícios obtidos durante a aprendizagem com a sua aplicação.

O ensino de engenharia não pode ficar alheia a esses novos caminhos da aprendizagem, e continuar com a abordagem convencional de ensino. Vale ressaltar que a engenharia é o campo da criatividade, da inovação e da pesquisa, logo é necessário que o ambiente de formação desse profissional seja da mesma forma.

Por isso, o trabalho se apresenta como uma proposta de intervenção pedagógica para o ensino de mecânica dos fluidos utilizando o PBL. Partindo de uma questão problema, sugerimos que os alunos apresentem um protótipo de um elevador hidráulico real para elevar cargas com facilidade, economicidade e segurança (dentro das normas e padrões). Ao buscar a solução do problema, espera-se que os alunos aprendam, por exemplo, conceitos como campo de velocidade, tensão, pressão, viscosidade, Princípio de Pascal, ainda desenvolvam habilidades para interpretar e resolver problemas, trabalhar em grupo, aprender a elaborar perguntas e a ouvir as considerações dos colegas, fazendo as pontes do conhecimento com outras disciplinas do curso e desenvolvendo competências essenciais para o ambiente de trabalho.

Referências

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

CANAVAN, B. A summary of the findings from an evaluation of problem-based learning carried out at three UK universities. **International Journal of Electrical Engineering Education**, 45, 2008. p.175-180.

DAMIANI, M.; ROCHEFORT, R.; CASTRO, R.; DARIZ, M. PINHEIRO, S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, 2013. p.57-67

FILHO, G.; SAUER, L; ALMEIDA, N; VILAS-BOAS, V. **Uma nova sala de aula é possível**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

HALLIDAY, D. **Fundamentos de física**, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica, David Halliday, 10. ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2016.

JOHNSON, P. Problem-based, cooperative learning in the engineering classroom. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, 1999. p.8-11.

KLEIN, N.; AHLERT, E. Aprendizagem baseada em problemas como metodologia ativa na educação profissional. **Revistas destaques acadêmicos**, Lajeado, 11, 2019. p. 219-239.

LOPES, R.; FILHO, M.; ALVES, N. **Aprendizagem Baseada em Problemas**: Fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.

NUSSENZVEIG, M. **Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas Calor**. 4ª ed. Editora Blucher, 2002.

PAULA, V. **Aprendizagem baseada em projetos: Estudo de caso em um curso de Engenharia de Produção**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2017.

PONCIANO, T; GOMES, F.; MORAIS, I. Metodologia ativa na engenharia: verificação da abp em uma disciplina de engenharia de produção e um modelo de passa a passo. **Revista Principia**, João Pessoa, 34, 2017. p. 32-39.

RIBEIRO, L.; MIZUKAMI, M. Uma Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Pós-Graduação em Engenharia sob a Ótica dos Alunos. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, 25, 2004. p. 89-102.

_____. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 2005. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2005.

STOFFEL, F.; BARRETO, L.; SILVA, P. Metodologias Participativas e Aprendizagem Baseada em Problemas no Curso de Engenharia de Alimentos. **Revista de Ensino de Engenharia**, 39, 2020. p.337-346.

TAVARES, S.; CAMPOS, L.; CAMPOS, B. Análise das Abordagens PBL e PLE na Educação em Engenharia com Base na Taxonomia de Bloom e no Ciclo de Aprendizagem de Kolb. **Revista Eletrônica Engenharia Viva**, 3, 2014. p.37-46.

