

O DESENVOLVIMENTO PRÁTICO DO ALUNO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - APLICAÇÃO DE METODOLOGIA ATIVA NO CICLO BÁSICO

Natalia da Silva Ribeiro (UNISAL)
nsribeiro2@hotmail.com

LUCAS WILLIAN NOGUEIRA GONCALVES (UNISAL)
lucaswillian07@hotmail.com

Lucio Garcia Veraldo Junior (UNISAL)
lucioveraldo@gmail.com



Com a chegada da tecnologia, algumas mudanças consideráveis no comportamento da sociedade aconteceram. É visto que nos locais públicos, nas escolas e no ambiente de trabalho, existem muitas pessoas utilizando de recursos que há algum tempo, eram privilégio de poucos. Na área da educação, as novas tecnologias avançaram significativamente, de um lado as novidades resultantes das novas tecnologias e comunicação, sendo atrativas e sedutoras como estratégias para o ensino das mais variadas disciplinas e, do outro lado, a insegurança dos docentes no uso dessas metodologias ativas no ensino. O professor, no contexto atual, deve ser reflexivo, criativo e aberto a tais tecnologias. É importante atualizar as metodologias de ensino e adequar-se as novas mídias que permeiam nossas vidas. O processo de aprendizagem baseado em problemas (PBL) e a simulação de cenários possibilitam aos alunos desenvolver competências necessárias para entender o conteúdo da disciplina de maneira real sem mesmo vivenciar o dia-a-dia de uma operação. Dessa forma, apresentam-se neste artigo, algumas aplicações de metodologia ativa no ciclo básico do curso de engenharia de produção, baseando-se nas principais ferramentas de gestão, e assim integrando a execução do planejamento e desenvolvimento para o efetivo aprendizado do aluno. O uso de metodologia ativa no processo de aprendizagem é parte do compromisso da instituição no cumprimento dos requisitos a participar da Iniciativa CDIO, organização que desenvolve o ensino de engenharia através de projetos.

Palavras-chave: Metodologia Ativa; Aprendizagem baseado em problemas; Ensino, Engenharia de produção, Standard 8 CDIO

1. Introdução

É possível dizer que o grande desafio deste século é desenvolver alunos cada vez mais qualificados para as demandas do mercado de trabalho. A educação deve ser capaz de desencadear uma visão do todo e da interdisciplinaridade. Nota-se que um dos méritos da metodologia ativa está na crescente tendência à busca de métodos inovadores, que permitam uma prática pedagógica ética, crítica, reflexiva e transformadora, ultrapassando os limites do treinamento puramente técnico, para efetivamente alcançar a formação do homem como um ser que marca a sua história e evolui continuamente.

Segundo Silva *et al* (2010), os métodos práticos de ensino possibilitam um maior aproveitamento do conteúdo das disciplinas da grade curricular do curso de Engenharia de Produção por parte dos alunos. Para que os docentes possam utilizar de forma correta e com alta eficiência a poderosa ferramenta de ensino que têm em mãos, estes profissionais devem ser treinamentos para tal função. Na Engenharia de Produção, os professores devem buscar atualização sobre novas técnicas informatizadas de ensino, principalmente nas áreas de Gestão da Produção, Gestão da Qualidade, Engenharia Econômica, Ergonomia e do Trabalho, Gestão do Produto, Logística, entre outras áreas de atuação do Engenheiro de Produção definidas pela ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção).

Segundo Sousa & Dourado (2015) é possível afirmar que as experiências inovadoras na maioria das vezes são implantadas a partir de práticas de ensino individuais bem sucedidas, onde os docentes alcançaram resultados de destaque em sua atuação pedagógica, facilitando, por isso, sua disseminação e ampliação nas demais instituições. Assim, em contrapartida ao modelo tradicional de ensino, as experiências desenvolvidas buscam inovar, tendo em vista a exploração de novas possibilidades no contexto educacional, para mobilizar processos significativos de mudança.

Nesse contexto, em que é demonstrado à satisfação da demanda por novas formas de trabalhar com o conhecimento, surge a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou *problem based learning* (PBL) como um método de aprendizagem inovador.

O PBL é o contraponto dos modelos tradicionais de ensino, onde o professor é o centro do processo de transmissão de informações aos alunos que apenas recebem e memorizam o

conhecimento transmitido. Com base no PBL, é notório que o trabalho em grupo destaca-se como uma forma de atividade em que o aluno valoriza a convivência e se dispõe a realizar atividades, de forma criativa. Ao processo de aprendizagem, busca criar espaços para o trabalho cooperativo, no qual todos são protagonistas, colaborando para uma aprendizagem mútua e integral (BARRETT & MOORE, 2011). Durante o trabalho em grupo, o processo educativo acaba sendo desenvolvido e aprimorado, onde o aluno apresenta-se como um pesquisador crítico de informações, competente, competitivo, produtivo, autônomo, dinâmico e participativo.

É necessário ressaltar que a motivação é o elemento fundamental da aprendizagem, pois através desta acontece o despertar da criatividade, o interesse e a curiosidade dos alunos pelos temas estudados, assim gerando uma aprendizagem de qualidade, o que vai gerar maior satisfação e profissionais mais preparados para o mercado. Além do despertar da criatividade, a motivação é reforçada pelo fato de os alunos trabalharem com problemas que irão enfrentar na sua futura profissão, o que caracteriza uma aprendizagem significativa (O'GRADY *et al.*, 2012).

Aguiar Neto (2011) relata que no contexto brasileiro, para se alcançar a competitividade é importante difundir o papel da Engenharia, a sua importância e de suas aplicações, assim como, a necessidade de se desenvolver uma cultura empreendedora e a capacidade de inovação na formação de um engenheiro, além disso, maior integração de estudos interdisciplinares.

Como uma justificativa para relevância do assunto tratado está a importância da capacitação de profissionais que sejam aptos a intervir eficientemente na concepção, escolha, fabricação, otimização e exploração de sistemas produtivos diversos, considerando elementos humanos, tecnológicos, econômicos e políticos. Onde através da prática o aluno tenha um aprofundamento do conteúdo teórico o que proporciona maior conhecimento de processos teórico-práticos.

Aplicação de métodos ativos no ambiente educacional no intuito de aprimorar o processo de aprendizagem se faz necessário no compromisso da Instituição estudada, principalmente os cursos de Engenharia, na contínua melhoria quanto ao desenvolvimento de seus espaços de ensino. Esta responsabilidade é caracterizada pelo Standard 8 da Iniciativa CDIO (Conceber, Desenhar, Implementar e Operar), organização mundial englobando conceituadas instituições

de ensino para o desenvolvimento do curso de engenharia através de projetos. Crawley *et al* (2008), apresenta que os métodos de aprendizagem ativos busca envolver os alunos diretamente no pensamento e atividades de resolução de problemas. Há menos ênfase na transmissão passiva de informações (de maneira expositiva), porém está em envolver os alunos na manipulação, aplicação, analisar e avaliar ideias. Ao envolver os alunos no pensamento sobre conceitos, particularmente novas ideias e exigindo algum tipo de resposta aberta. Descrevem também que os estudantes não só aprender mais, eles reconhecem por si mesmos o que e como eles aprendem. Este processo ajuda a aumentar a motivação dos alunos para atingir a aprendizagem programa resultados e hábitos forma de aprendizagem ao longo da vida. Com os métodos de aprendizagem ativa, os professores podem ajudar os alunos a fazer conexões entre os principais conceitos e facilitar a aplicação deste conhecimento para novas configurações.

2. Aprendizagem ativa

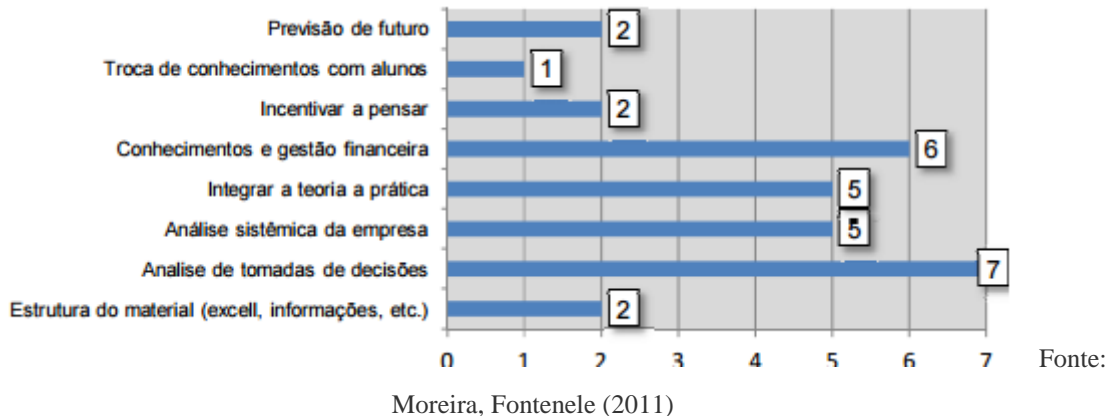
Metodologia ativa de ensino é um processo amplo e que possui como principal característica a inserção do aluno como agente principal responsável pela sua própria aprendizagem, comprometendo-se fielmente com seu aprendizado. Conforme Freire (2011), “não há docência sem deiscência”, mas o fato é que, por séculos, o modelo tradicional de educação teve como foco o ensino, com o poder do professor sobre o estudante (NAGAI; IZEKI, 2013). Ao relatar sobre o estudo específico das Metodologias Ativas, vê-se que estas podem causar efeito na direção da intencionalidade pela qual são definidas, ou seja, será necessário que os participantes do processo as assimilem no sentido de compreendê-las (BERBEL, 2011).

Segundo Braid (2012), os estudos realizados na área acadêmica comprovam que o modelo tradicional de ensino é cada vez mais obsoleto e incapaz de atender aos anseios e necessidades da sociedade moderna. As metodologias de aprendizagem ativa, onde o aluno é o centro do processo de aprendizagem, são mais eficazes no desenvolvimento das competências em relação aos métodos tradicionais, centrados no professor (ERDOGAN; SENEMOGLU, 2014). Com isso, nota-se que mudanças nos centros formadores de opinião são fundamentais, e partir disso, a cada dia observa-se a constante busca por novas estratégias

de ensino e aprendizagem. Essa interação entre ensino e serviço nunca estiveram tão próximas, interligando ações de gestores, docentes, tutores e alunos.

Com base na metodologia ativa, observa-se na Figura 1 abaixo, segundo o autor Moreira, Fontenele (2011).

Figura 1 - Demonstração dos pontos fortes da metodologia ativa



2.2 Aplicações na engenharia

A aprendizagem ativa tem o potencial de gerar resultados mais elevados se comparados aos métodos tradicionais de ensino, pois proporciona ao aluno de engenharia de produção explorar situações hipotéticas, interagir com o processo ou sistema, sendo o tomador de decisão ativo na resolução de problemas reais do mercado de trabalho. De acordo com Blake e Scanlon (2007) as principais vantagens da utilização de experimentos reais no ensino são:

- Participação ativa do aluno e do professor no processo de aprendizagem;
- Elaboração de situações hipotéticas e variadas;
- Possibilidade de manipulação das variáveis experimentais;
- Fornecer ferramentas para sustentar o entendimento teórico de uma determinada disciplina.

Pesquisas como as de (CAMPBELL et al., 2002; JENSEN et al., 2002; LUO; STRAVERS; DUFFIN, 2005; RONEN; ELIAHU, 2000) demonstram que a aprendizagem com simulação de problemas reais gera resultados significativos na absorção do conhecimento teórico.

Diferentes estratégias de ensino podem ser utilizadas para preparar os alunos do curso de engenharia de produção como tomadores de decisão, atendendo as necessidades do mercado de trabalho, possibilitando ao aluno formular hipóteses e testá-las para a resolução de um problema real, melhorar a capacidade de interpretação de resultados e contribuir para enriquecer o processo de aprendizagem.

Diversas ferramentas foram desenvolvidas e testadas em várias áreas de ensino, tais como ciência e engenharia (AKKOYUN; CAREDDU, 2015; OKUTSU et al., 2013; RUTTEN; VAN JOOLINGEN; VAN DER VEEN, 2012) e os resultados das pesquisas indicam que a aprendizagem ativa e a simulação de problemas reais é uma importante ferramenta para melhorar os resultados de aprendizagem.

3. Aplicação da metodologia ativa

Uma proposta de aprendizado baseado em problemas (PBL) foi aplicada aos alunos do curso de engenharia de produção do Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL, campus São Joaquim) localizada em Lorena/SP. Um tema diferente é proposto semestralmente e envolve a interdisciplinaridade entre as disciplinas do semestre, sendo que o resultado do projeto é apresentado ao fim do semestre. Os principais temas abordados nos projetos, durante o ciclo básico do curso de engenharia de produção são:

- Princípio fundamental da dinâmica;
- Energia eólica;
- Eletromagnetismo.

A aplicação do PBL ocorre com o suporte do professor que introduz a teoria relativa a cada tema proposto. A turma é dividida em equipes e no decorrer do semestre o aluno torna-se agente de seu aprendizado, pois cabe a este elaborar uma pesquisa profunda sobre o assunto, desenvolver um protótipo, calcular e explicar o fenômeno que está ocorrendo aliando a teoria com a prática. Ao final de semestre o aluno obteve uma compreensão prática sobre o assunto abordado, desenvolveu habilidade de resolução de problemas, trabalho em equipe e de apresentação oral e escrita.

Os principais projetos propostos aos alunos são:

- Projetar e construir um Foguete de Garrafa PET utilizando como propulsão água e ar comprimido. O Quadro 1 apresenta a Matriz de Contribuição das disciplinas incluídas no presente projeto.

Quadro 1 - Matriz de Contribuição das Disciplinas

DISCIPLINAS	CONTRIBUIÇÃO
Física I	Conceitos e equações da cinemática (lançamento oblíquo)
Cálculo I	Expressões e operações matemáticas utilizadas na Cinemática
Química	Materiais usados na construção do protótipo. Propriedades dos fluidos de trabalho, compressibilidade da água e ar.
Álgebra Linear	Equação da reta e vetores num plano.
Fundamentos de Matemática	Expressões e operações matemáticas para solução das equações de primeira e segunda ordem.
Introdução a Engenharia de Produção	Trabalho em equipe, atribuição de responsabilidades e competências, planejamento e cronograma, metas e indicadores.

- Projetar e construir um mini gerador eólico com materiais recicláveis, onde a geração eólica-elétrica deverá ser suficiente para alimentar/acender 8 LED`s. O Quadro 2 apresenta a Matriz de Contribuição das disciplinas incluídas no presente projeto.

Quadro 2 - Matriz de Contribuição das Disciplinas

DISCIPLINAS	CONTRIBUIÇÃO
Eletricidade aplicada	Conceitos básicos de eletricidade, circuitos elétricos, geradores DC

Calculo III	Expressões e operações matemáticas para calculo da tensão obtida no gerador
Física III	Conceitos e equações de campo magnético, Lei de Ampère e Lei de Faraday-Lens
Ciência e tecnologia dos materiais	Conceitos de tensão e deformação, resistência, tenacidade e ductilidade dos materiais utilizados
Técnicas computacionais	Conceitos de desenvolvimento de estruturação e logica de desenvolvimento
WAC – Writing Across curriulum	Apoio na elaboração dos relatórios pertinentes ao projeto, como uma oportunidade de aprendizado através da escrita

- Construir uma bobina de Tesla com dimensões delimitadas de forma a caber sobre uma base quadrada de 1 metro de lado e com a altura da bobina limitada a 50 cm. Na proposta a bobina de Tesla deve produzir a maior centelha possível rompendo a resistência dielétrica do ar e, opcionalmente, fechando um circuito elétrico para acender uma lâmpada comum. O Quadro 3 apresenta a Matriz de Contribuição das disciplinas incluídas no presente projeto.

Quadro 3 - Matriz de Contribuição das Disciplinas

DISCIPLINAS	CONTRIBUIÇÃO
Administração e Organização	Cronogramas de atividades, organização de trabalho e integração da equipe
Calculo IV	Expressões e operações matemáticas para calculo da tensão obtida na Bobina de Tesla
Física IV	Conceitos e equações de campo elétrico e Lei de Faraday-Lens
Mecânica Geral	Expressões e operações matemáticas para calculo dos elementos mecânicos constituintes do projeto
Metodologia de Pesquisa	Pesquisa, fundamentação teórica e organização escrita dos relatórios
WAC – Writing Across curriulum	Comunicação escrita e oral do projeto

A aprendizagem baseada em problemas permite que os futuros engenheiros conquistem um aprendizado completo, pois permite ao egresso dos cursos de Engenharia, o

desenvolvimento das capacidades tais como: interação em equipe, distribuição igualitária de tarefas, elaboração de relatórios técnicos e cumprimento de prazos, além da visualização através deste projeto, das teorias envolvidas nas propostas.

A adoção do modelo de aprendizagem centrado em projeto consiste numa metodologia que enfatiza o trabalho em equipe, a resolução de problemas interdisciplinares e a articulação teoria e prática, que culmina com a apresentação de uma situação real, relacionada com o futuro contexto profissional. A ênfase é a aprendizagem do aluno e o seu papel ativo neste processo, a fim do desenvolvimento não só de competências técnicas, mas também de competências transversais ou *soft skills*.

4. Considerações finais

Com base no assunto tratado, vale a pena dizer que a PBL tem sido implementada em escolas e universidades, em quase todas as disciplinas. E por meio dos resultados obtidos e observados, nota-se que quando o docente está motivado e conhece a fundo às técnicas, a PBL obtém o melhor resultado com todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. A PBL apresenta conteúdos sólidos e estimulantes, comprometendo os estudantes a um nível emocional, e promovendo o desenvolvimento das habilidades necessárias para a evolução em um mundo complexo. Além do mais, contribui com a organização curricular e define as estratégias de ensino a serem aplicadas em combinação com outras estratégias, sempre que os objetivos de aprendizagem exijam uma compreensão mais profunda.

Considerando a PBL uma metodologia ativa muito relevante ao ensino acadêmico, a partir desse artigo espera-se desenvolver no UNISAL, unidade de Lorena, no estado de São Paulo, um laboratório para o ensino da gestão dos processos por meio de simuladores e com isso, gerar maior integração aos alunos com o âmbito organizacional.

Referências

- AGUIAR NETO, B. G. **Educação em Engenharia: Realidade Atual**. In: XXXIXCOBENGE, Blumenau, 2011.
- AKKOYUN, O.; CAREDDU, N. Mine simulation for educational purposes: A case study. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 23, n. 2, p. 286–293, 2015.

BARRETT, T.; MOORE, S. **New Approaches to Problem-Based Learning Revitalising your practice in higher education.** New York: Routledge, 2011.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes.** Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011

BLAKE, C.; SCANLON, E. Reconsidering simulations in science education at a distance: features of effective use. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 23, n. 6, p. 491–502, 9 maio 2007.

BRAID, L. M. C.; **Estado da arte das pesquisas sobre currículo em cursos de formação de profissionais da saúde: um levantamento a partir de artigos publicados entre 2005 e 2011.** Interface – Comunicação, Saúde, Educação, Botucatu, v. 16, n. 42, p. 679-692, 2012.

CAMPBELL, J. O. et al. The effectiveness of learning simulations for electronic laboratories. **Journal of Engineering Education**, v. 91, n. 1, p. 81–87, 2002.

CRAWLEY, Edward F.; BRODEUR, Doris R.; SODERHOLM, Diane H. **The education of future aeronautical engineers: conceiving, designing, implementing and operating.** Journal of Science Education and Technology, v. 17, n. 2, p. 138-151, 2008.

ERDOGAN, T.; SENEMOGLU, N. **Problem-based Learning in Teacher Education: Its Promises and Challenges.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 116, p. 459–463, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia – saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 2011a. Pedagogia do Oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

LUO, W.; STRAVERS, J. A.; DUFFIN, K. L. Lessons learned from using a Web-based Interactive Landform Simulation Model (WILSIM) in a general education physical geography course. **Journal of Geoscience Education**, v. 53, n. 5, p. 489–493, 2005.

MOREIRA, M. A. P.; FONTENELE, R. E. S.; **A Aplicação de um Método Ativo de Ensino com a Utilização de um Simulador Empresarial Voltado à Administração Financeira.** Revista Razão Contábil e Finanças. V. 2, n. 1, 2011.

NAGAI, W. A. & IZEKI, C. A. **Relato de experiência com metodologia ativa de aprendizagem em uma disciplina de programação básica com ingressantes dos cursos de Engenharia da Computação, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Elétrica.** Revista RETEC, v. 4, p.1-10, 2013.

O'GRADY, G. et al. **One-day, One-problem. An approach to Problem-Based Learning.** Singapore: Springer, 2012.

OKUTSU, M. et al. Teaching an aerospace engineering design course via virtual worlds: A comparative assessment of learning outcomes. **Computers & Education**, v. 60, n. 1, p. 288–298, jan. 2013.

RUTTEN, N.; VAN JOOLINGEN, W. R.; VAN DER VEEN, J. T. **The learning effects of computer simulations in science education.** Computers & Education, v. 58, n. 1, p. 136–153, jan. 2012.

SEDRAKYAN, G.; SNOECK, M.; POELMANS, S. **Assessing the effectiveness of feedback enabled simulation in teaching conceptual modeling.** Computers&Education, v. 78, p. 367–382, set. 2014.

SILVA, Alexandre Navarro; MARTINS, Danielle Dias SantAnna; NIGRO, Idamar Cobianchi. **Laboratórios computacionais no ensino de Engenharia de Produção.** Revista INGEPRO–Inovação, Gestão e Produção, dez, v. 2, n. 12, 2010.

SOUZA S. C., DOURADO L. **Aprendizagem baseada em problemas (APB): Um método de Aprendizagem Inovador para o Ensino Educativo.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande de Norte – IFRN, Holos Ano 31, Vol. 5, 2015.