

(Trabalho para apresentação em: XIII International Conference on Engineering and Technology Education - INTERTECH 2014, Portugal, março/2014 - <http://www.copec.org.br/intertech2014/>)

## METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ENGENHARIA

Eduardo Fernandes Barbosa<sup>1</sup> Dácio Guimarães de Moura<sup>2</sup>

**Resumo** — O ensino de Engenharia tem sido objeto de discussões focalizando prioritariamente as organizações curriculares, com menor ênfase nas metodologias de aprendizagem voltadas para a construção de competências profissionais. Um dos problemas que preocupam as Faculdades de Engenharia é o baixo nível de motivação dos alunos diante do tipo de ensino que recebem, com consequências no baixo aproveitamento escolar e no aumento dos índices de evasão. Este artigo incentiva a revisão de práticas tradicionais de ensino e discute possibilidades de métodos ativos no ensino de Engenharia, focalizando especialmente as metodologias Aprendizagem Baseada em Problemas e Aprendizagem Baseada em Projetos. Ambas têm um ideário favorável às atuais necessidades do ensino de Engenharia e podem contribuir para práticas docentes inovadoras no contexto da formação profissional do engenheiro, superando muitas limitações dos modelos tradicionais de ensino.

**Palavras-chave** — Metodologias ativas de aprendizagem, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, Ensino de Engenharia.

**Abstract** — The teaching of Engineering has been the subject of many discussions focusing primarily curricular organizations, with less emphasis on learning methodologies for the development of professional competencies. One of the problems that concern many engineering courses is the lack of motivation of the students in relation to the type of education they receive, with consequences on the student performance and dropout rates. This article encourages the revision of traditional teaching practices and discusses the possibilities of active methodologies in the teaching of engineering. We focus on two active methodologies: Problem Based Learning and Project Based Learning. Both methodologies are derived from teaching conceptions which fulfills many current needs of Engineering courses and may contribute to innovative teaching practices in the context of professional education of the engineering student, overcoming many limitations of traditional teaching models.

**Index Terms** — Active learning methodologies, Problem Based Learning, Project Based Learning, Teaching of Engineering.

### INTRODUÇÃO

Um dos desafios atuais no ensino de Engenharia é conceber e implementar sistemas de ensino capazes de prover uma formação profissional em sintonia com tempos de mudanças tecnológicas cada vez mais intensas e surpreendentes.

Como preparar engenheiros para a próxima década se não temos ideia clara sobre como será a economia mundial nem a tecnologia dominante daqui a alguns meses? Que mudanças devem ocorrer no contexto escolar, especialmente na prática docente, para que o ensino de Engenharia atenda às necessidades atuais do mundo do trabalho? Qual deve ser a organização curricular para suprir a necessidade de ensinar conteúdos cada vez mais complexos e abrangentes? Questões como essas refletem o ambiente de expectativas de mudanças em que nos encontramos.

Vários autores convergem na percepção sobre a necessidade de grandes mudanças no contexto educacional, embora não se saiba exatamente o *que* nem *como* mudar.

Blikstein aponta para o grande potencial de aprendizagem que é desperdiçado em nossas escolas, diária e de forma sistemática, em nome de ideias educacionais obsoletas [7].

Miller apresenta uma visão do cenário educacional no século 21, onde a escola tradicional é transformada em espaços de aprendizagem, base de uma sociedade sustentada em aprendizagem intensiva [17].

Caldwell antevê mudanças na organização e funções da escola, refletindo na sala de aula e seus principais agentes – alunos e professores, incluindo práticas de solução de problemas, estímulo à criatividade, inovação e capacitação do indivíduo para aprendizagem ao longo da vida [9].

Em síntese, as projeções para o futuro da educação indicam que a escola, como ela é hoje, tem poucas chances de sobreviver nas próximas décadas. Embora esta seja uma previsão geral, aplica-se também ao ensino de Engenharia em particular, pois o modelo educacional vigente tende a ser reproduzido nos diferentes tipos e níveis de ensino.

<sup>1</sup>Doutor em Ciência da Computação (UFMG), professor da Escola de Educação Profissional da Universidade Federal de Minas Gerais (Coltec/UFMG). E-mail: [Eduardo@tecnologiaprojetos.com.br](mailto:Eduardo@tecnologiaprojetos.com.br)

<sup>2</sup>Doutor em Educação (USP), professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet/MG). E-mail: [dacio@tecnologiaprojetos.com.br](mailto:dacio@tecnologiaprojetos.com.br)

Neste trabalho, apresentamos reflexões que convidam à revisão de práticas correntes de ensino na área tecnológica e discutimos as contribuições de metodologias ativas de aprendizagem para melhorar o desempenho do aluno no contexto do ensino de Engenharia.

## REQUISITOS PARA A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

O ensino de Engenharia deve ter como objetivo propiciar uma aprendizagem significativa, contextualizada e orientada para o uso das tecnologias contemporâneas. Deve também favorecer o uso dos recursos da inteligência, gerando habilidades em resolver problemas e conduzir projetos nos diversos segmentos do setor produtivo.

Além do preparo requerido para a construção de competências técnicas, é indispensável que o profissional de Engenharia seja capaz de exercer valores e condições de formação humana, considerados essenciais no mundo do trabalho contemporâneo. Dentre esses valores, destacam-se: conduta ética, capacidade de iniciativa, criatividade, atitude empreendedora, flexibilidade, autocontrole, comunicação, expressão oral e escrita, dentre outros.

Do ponto de vista de habilidades básicas, é preocupante notar que algumas são pouco desenvolvidas nos cursos da área de tecnologia. Goldberg [13] afirma que os alunos de Engenharia estão tendo dificuldades em: 1 – fazer boas perguntas; 2 – nomear objetos tecnológicos; 3 – modelar processos e sistemas; 4 – decompor problemas complexos em problemas menores; 5 – coletar dados para análise; 6 – visualizar soluções e gerar novas ideias; e 7 – comunicar soluções de forma oral e por escrito [13].

A questão que surge a partir dessa lista de habilidades ausentes na formação do Engenheiro é: qual deve ser a estratégia metodológica mais adequada para preencher essa necessidade de formação profissional?

Nos últimos anos, a discussão sobre o desempenho dos cursos superiores no Brasil têm se concentrado em questões relacionadas com a organização curricular. Geralmente, os resultados dessas discussões são traduzidos na publicação de novos marcos regulatórios que estabelecem novos requisitos para a formação profissional.

Na prática, um decreto não resolve o problema de metodologias obsoletas ou inadequadas. Um decreto a mais, também não capacita professores em novos métodos de ensino nem dá às escolas a condição de organizar tempos e espaços necessários para inovações metodológicas no ensino de Engenharia. Ou seja, reorganizar currículos sem a devida capacitação de professores, pode não gerar os resultados desejados. É nesse cenário que as metodologias ativas se apresentam como contribuição relevante na criação de ambientes de aprendizagem contextualizada, com impactos de grande interesse para a formação do Engenheiro.

Em uma indústria, a expressão *chão de fábrica* denota o espaço onde o processo produtivo acontece. Por analogia, podemos dizer que o *chão de fábrica* de uma escola é a *sala*

*de aula*. É ali onde as relações entre professor e aluno realizam as funções complementares de ensinar e aprender. É também nesse ambiente onde encontramos as limitações que mais afetam a eficiência dos cursos em todos os níveis e onde a aplicação das metodologias ativas pode contribuir significativamente para melhorar o desempenho das funções básicas de ensinar e aprender.

## METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

Para introduzir o conceito que queremos delinear, é oportuno lembrar um provérbio chinês que diz: “O que eu ouço, eu esqueço; o que eu vejo, eu lembro; o que eu faço, eu compreendo.” Isso foi dito pelo filósofo Confúcio e tem relação direta com aprendizagem ativa. Silberman [24] modificou esse provérbio para facilitar o entendimento de métodos ativos de aprendizagem, dando a ele a seguinte redação:

- O que eu ouço, eu esqueço;
- O que eu ouço e vejo, eu me lembro;
- O que eu ouço, vejo e discuto, começo a compreender;
- O que eu ouço, vejo, discuto e faço, eu aprendo, desenvolvendo conhecimento e habilidade;
- O que eu ensino para alguém, eu domino com maestria.

Essa citação, com a modificação de Silberman [24], resume os princípios das metodologias ativas de aprendizagem. Se nossa prática de ensino favorecer no aluno as atividades de ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar, estamos no caminho da aprendizagem ativa.

Geralmente, a expressão *aprendizagem ativa*, que pode ser entendida também como *aprendizagem significativa*, é usada de forma vaga e imprecisa. Intuitivamente, professores imaginam que toda aprendizagem é inerentemente ativa. Muitos consideram que o aluno está sempre ativamente envolvido enquanto assiste a uma aula expositiva. Entretanto, pesquisas da ciência cognitiva sugerem que os alunos devem fazer algo mais do que simplesmente ouvir, para ter uma aprendizagem efetiva [16].

Para se envolver ativamente no processo de aprendizagem, o aluno deve ler, escrever, perguntar, discutir ou estar ocupado em resolver problemas e desenvolver projetos. Além disso, o aluno deve realizar tarefas mentais de alto nível, como análise, síntese e avaliação. Nesse sentido, as estratégias que promovem aprendizagem ativa podem ser definidas como sendo atividades que ocupam o aluno em fazer alguma coisa e, ao mesmo tempo, o leva a pensar sobre as coisas que está fazendo [8, 24].

Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor ou facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento.

Independentemente da estratégia usada para promover a aprendizagem ativa, é essencial que o aluno faça uso de suas funções mentais de *pensar, raciocinar, observar, refletir, entender, combinar*, dentre outras que, em conjunto, formam

a inteligência. Ou seja, a diferença fundamental que caracteriza um ambiente de aprendizagem ativa é a *atitude ativa da inteligência*, em contraposição à *atitude passiva* geralmente associada aos métodos tradicionais de ensino.

Pesquisas mostram que a aprendizagem ativa é uma estratégia de ensino muito eficaz, independentemente do assunto, quando comparada com os métodos de ensino tradicionais, como aula expositiva. Com métodos ativos, os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm a informação por mais tempo e aproveitam as aulas com mais satisfação e prazer [24].

Os alunos que vivenciam esse método adquirem mais confiança em suas decisões e na aplicação do conhecimento em situações práticas; melhoram o relacionamento com os colegas, aprendem a se expressar melhor oralmente e por escrito, adquirem gosto para resolver problemas e vivenciam situações que requerem tomar decisões por conta própria, reforçando a autonomia no pensar e no atuar [23].

Ressaltamos ainda que, tão importante quanto pensar no que está fazendo, é sentir o que está fazendo. A participação dos sentimentos deve ser vista como um fator relevante na fixação do conhecimento. Podemos dizer que o bom humor, a boa disposição e a alegria são os lubrificantes das engrenagens do entendimento e da aprendizagem [21].

### Adequação de métodos ativos no ensino de Engenharia

O ensino de Engenharia oferece muitas oportunidades de aplicar metodologias ativas de aprendizagem nas diferentes áreas de formação profissional. É o caso das aulas de laboratório, oficinas, tarefas em grupo, trabalhos em equipe dentro e fora do ambiente escolar, visitas técnicas e desenvolvimento de projetos. São atividades naturalmente participativas e promovem o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem.

Entretanto, se de um lado vivenciamos com mais facilidade os métodos ativos de aprendizagem nas atividades práticas, por outro lado, resta-nos enfrentar um dos grandes desafios pedagógicos dos tempos modernos: incorporar aprendizagem ativa nos espaços e tempos atualmente ocupados pelas tradicionais aulas expositivas. É na sala de aula e nas relações entre professor e aluno, onde as mudanças são mais urgentes e necessárias.

Dentre as estratégias que podem ser usadas para se conseguir ambientes de aprendizagem ativa em sala de aula, destacamos as seguintes [8]:

- Discussão de temas e tópicos de interesse profissional
- Trabalho em equipe com tarefas colaborativas
- Estudo de casos em áreas profissionais específicas
- Debates sobre temas da atualidade
- Geração de ideias para solução de um problema
- Uso de mapas mentais para aprofundar conceitos, ideias
- Modelagem e simulação de processos e sistemas
- Criação de espaços virtuais para aprendizagem coletiva
- Questões de pesquisa na área científica e tecnológica.

Assim, de uma maneira geral, podemos dizer que todo recurso que promova o envolvimento e a participação ativa do aluno no processo de aquisição do conhecimento contribui para formar ambientes ativos de aprendizagem. Nas próximas seções, abordamos duas metodologias ativas: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb) e Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj).

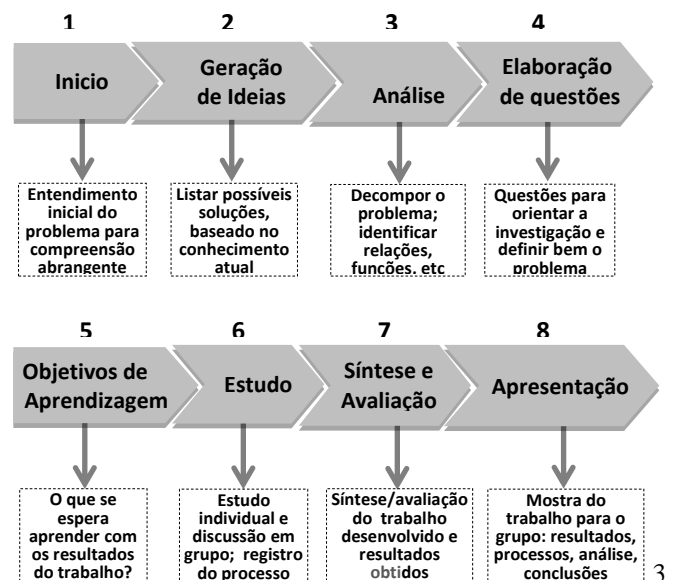
## APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABPROB)

A Aprendizagem Baseada em Problemas – ABProb surgiu na década de 60, no Canadá, onde foi aplicada inicialmente em escolas de Medicina. Atualmente, tem sido utilizada nas áreas de administração, arquitetura, ciências da computação, ciências sociais, economia, engenharias e matemática [3].

No Brasil, tem havido interesse crescente por essa metodologia e algumas escolas aplicam a ABProb regularmente em seus cursos, como a Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo – EACH/USP, que aplica essa metodologia no currículo de dez cursos de graduação como método-base das disciplinas Resolução de Problemas desde 2005 [3].

Esse método de ensino fundamenta-se no uso contextualizado de uma situação problema para o aprendizado autogerido. Enquanto que nos métodos convencionais o objetivo é a transmissão do conhecimento centrada no professor, em conteúdos disciplinares, na ABProb, o aprendizado passa a ser centrado no aluno, que deixa de ser um receptor passivo da informação para ser agente ativo de seu aprendizado. Nesse contexto, o professor atua como orientador em grupos de trabalho, nos quais a interação entre professor-aluno é muito mais intensa do que em aulas puramente expositivas.

A ABProb admite sequências de trabalho que podem variar conforme o nível e tipo de ensino, com a área do conhecimento e com os objetivos de aprendizagem que se quer alcançar. Em linhas gerais, ABProb inclui as etapas mostradas na Figura 1 [3]: Etapas de aplicação da ABProb.



A ABProb procura transformar um problema como base de motivação para o aprendizado, dando ênfase à construção do conhecimento em ambiente colaborativo. A ideia não é ter sempre o problema resolvido no final, mas sim enfatizar o processo seguido pelo grupo na busca de uma solução, valorizando a aprendizagem autônoma e cooperativa [4].

A ABProb difere muito dos métodos convencionais de aprendizagem. Portanto, é de se esperar que tanto os professores como os alunos assumam funções diferentes das que estão acostumados no ensino convencional. A Tabela 1 ilustra algumas dessas diferenças [23].

TABELA I

REQUISITOS PARA PROFESSOR/ALUNO (ENSINO CONVENCIONAL E ABPROB)

	ENSINO CONVENCIONAL	ABORDAGEM DA ABPROB
PROFESSOR	Função de especialista ou autoridade formal	Orientador, co-aprendiz ou consultor
	Trabalho isolado	Trabalho em equipe
	Transmissor de informação	Aluno gerencia a aprendizagem
	Conteúdo organizado em aula expositiva	Curso organizado em problemas reais
	Trabalho individual por disciplina	Estímulo ao trabalho interdisciplinar
ALUNO	Receptor passivo	Valora conhecimento prévio
	Trabalho individual isolado	Interação colegas-professores
	Transcreve, memoriza, repete	Busca/constrói o conhecimento
	Aprendizagem individualista e competitiva	Aprendizagem em ambiente colaborativo
	Busca resposta certa para sair bem na prova	Busca questionar e equacionar problemas
	Avaliação dentro de conteúdos limitados	Análise e solução ampla de problemas
	Avaliação somativa e só o professor avalia	Aluno e o grupo avaliam contribuições
Aula baseada em transmissão de informação	Busca de soluções com orientação e contextualização	

### Requisitos da ABProb para o professor

Uma necessidade que a ABProb apresenta para o professor tem origem no fato de que a maioria não teve experiência nesse método em seu processo de formação docente. Na aplicação da ABProb o professor tem funções mais amplas e complexas do que em métodos convencionais. Na ABProb o professor deve: mediar discussões; atuar para manter grupos de alunos focados em um problema ou questão; motivar alunos a se envolverem com as tarefas do processo de busca de solução; estimular o uso das funções intelectivas de pensar, observar, raciocinar e entender.

Aplicar a ABProb é mais complexo do que dar uma aula expositiva que, às vezes, é repetida por anos a fio. Isso significa que o professor deve, antes de ativar a inteligência do aluno, ativar a sua própria inteligência, de tal maneira que seu exemplo sirva de inspiração para o aluno. Como exemplo, podemos dizer que para ensinar ao aluno a pensar é necessário que o professor tenha experimentado o que significa um esforço mental neste sentido e não apenas uma definição teórica do que é o exercício da função de pensar.

## APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABPROJ)

Projetos são empreendimentos finitos com objetivos bem definidos e nascem a partir de um problema, uma necessidade, uma oportunidade ou interesses de uma pessoa, um grupo de pessoas ou uma organização.

A ideia de trabalhar com projetos como recurso pedagógico na construção de conhecimentos remonta ao final do século XIX, a partir de ideias enunciadas por John Dewey em 1897. Entretanto, o trabalho com a Metodologia de Projetos (MP) remonta ao final do século XVII na Itália, sob uma perspectiva de ensino profissionalizante, especificamente na área da Arquitetura [15].

John Dewey e William H. Kilpatrick, ambos do início do século XX, são considerados os precursores da Aprendizagem Baseada em Projetos na era contemporânea. Na visão de Kilpatrick, o projeto com fins educacionais teria quatro fases essenciais: intenção, planejamento, execução, e julgamento.

Diversas publicações e experiências na área de educação tecnológica referem-se ao potencial dos projetos de aprendizagem (também chamados de *projetos de trabalho*) como contribuição de alto valor para o processo educativo, tais como Moura [18], Higino [14], Freitas [11], Barbosa [6], Pires [22], Godoy [12], Araujo [2,5], Costa [10], Alencar [1], especialmente no que diz respeito à promoção de uma aprendizagem significativa, em contraposição à aprendizagem tradicional do tipo verbal, retórica, livresca, de ênfase teórica e descontextualizada.

Essas características da Aprendizagem Baseada em Projetos são de grande valor e interesse para os processos formativos no ensino de Engenharia.

### Pressupostos e diretrizes para a ABProj

Um dos pressupostos da ABProj é a consideração de situações reais relativas ao contexto e à vida, no sentido mais amplo, que devem estar relacionadas ao objeto central do projeto em desenvolvimento.

Trabalhar com projetos gera ambientes de aprendizagem favoráveis ao exercício de valores e atitudes como a iniciativa e a capacidade de planejar e realizar um trabalho colaborativo, com repercussões positivas no desempenho escolar e no envolvimento do aluno no processo de aprendizagem [8, 18, 30].

Os projetos de aprendizagem podem ser classificados em três tipos [25]:

**Projetos de Aprendizagem do tipo Explicativo** (ou didático): têm como objetivo mostrar e explicar o funcionamento de objetos tecnológicos. Nesses projetos os alunos analisam as partes fundamentais de um dispositivo, equipamento ou sistema e a relação delas com propósito para o qual ele foi construído. Na busca da explicação sobre o funcionamento, o aluno identifica e se familiariza com conceitos e conhecimentos científicos ali aplicados.

Nos projetos explicativos é fundamental que os objetos sejam estudados não apenas de forma teórica, analisando os princípios científicos que estão aplicados, mas também “abrindo a caixa preta”, inspecionando os componentes e os mecanismos que constituem o objeto. Por isso, os objetos do tipo analógicos são mais adequados para esses projetos, especialmente nos cursos de formação básica. Objetos do tipo digital são, em geral, mais difíceis de serem estudados com o objetivo de mostrar e explicar o seu funcionamento.

**Projetos de aprendizagem do tipo construtivo:** são projetos onde o aluno desenvolve e constrói um equipamento ou dispositivo para cumprir uma finalidade determinada. Esse tipo de projeto é mais adequado para os alunos nas fases mais avançadas dos cursos de Engenharia porque requer domínio no uso de ferramentas, instrumentos de medidas, técnicas de laboratórios e técnicas construtivas para conceber e montar algo que será produto de seu projeto.

**Projetos de aprendizagem do tipo investigativo:** são projetos que possibilitam aos alunos vivenciar, com mais intensidade que os métodos de ensino convencionais, o processo da ciência. Esse tipo de projeto requer um prazo mais longo de execução e domínio dos processos de medidas, análise de dados e uma orientação cuidadosa do professor, principalmente na fase de formulação da questão de pesquisa. Projetos desse tipo podem ser um importante fator de identificação de vocações para a pesquisa científica.

Do ponto de vista prático, a experiência tem indicado as seguintes diretrizes para o desenvolvimento de projetos de aprendizagem [19]:

- Grupos de trabalho com número reduzido de alunos (4 – 6 alunos)
- Definição de prazos como fator de desenvolvimento e concretização do projeto (2 – 4 meses)
- Definição de temas via negociação entre aluno e professor, considerando interesses e objetivos didáticos
- Finalidade útil para os projetos para que os alunos percebam um sentido real dos projetos
- Uso de múltiplos recursos no desenvolvimento dos projetos incluindo aqueles que os próprios alunos podem providenciar dentro ou fora do ambiente escolar
- Socialização dos resultados dos projetos em diversos níveis, como a sala de aula, a escola e a comunidade

#### Aplicação da ABProj no ensino de Engenharia

Uma experiência de aplicação de metodologias ativas de aprendizagem, do tipo ABProjetos, em cursos de engenharia, vem sendo desenvolvida no LACTEA – Laboratório Aberto de Ciência, Tecnologia e Arte do Centro Federal de Educação Tecnológica de MG - CEFET-MG / (Brasil).

A proposta de implantação do LACTEA é trazer para o cotidiano escolar, como componente do currículo de algumas disciplinas a experiência de realização de projetos, por grupos de alunos, sob orientação de um professor. Nos últimos anos, a experiência do LACTEA foi analisada em diversas pesquisas do programa de Pós-Graduação em

Educação Tecnológica do CEFET-MG, mostrando o valor da aprendizagem por projetos, no ensino de Engenharia.

Entre várias pesquisas, Wanderley [25] destaca a adequação dos tipos de projetos que são realizados no LACTEA (explicativo-didático; construtivo-tecnológico; investigativo-científico). Higino [14] destaca os resultados da realização de projetos para uma aprendizagem transdisciplinar. Costa [10] mostra os efeitos dos projetos na motivação dos alunos e no desenvolvimento de habilidades e competências que têm sido demandadas atualmente para a formação de profissionais da área tecnológica. Moura [20] analisa as dificuldades da proposta de formação do aluno pesquisador no âmbito da educação profissional.

Uma dessas pesquisas analisou o processo de realização de projetos por alunos do primeiro período de Engenharia Industrial Elétrica e Mecânica [18]. Foram acompanhadas as atividades dos alunos abordando temas variados, escolhidos pelos próprios integrantes.

A Tabela II mostra exemplos de alguns projetos desenvolvidos por uma turma de alunos de Engenharia Elétrica e Mecânica durante um semestre letivo no CEFET.

TABELA II

EXEMPLO DE PROJETOS POR ALUNOS DE E. ELÉTRICA E. MECÂNICA

Projeto/tema	Categoria	Descrição/objetivo
Alinhamento de motores elétricos	Didático (E.Mecânica)	Demonstração de sistema de alinhamento óptico de motores
Aquecedor Solar de Baixo Custo	Construtivo (E. Elétrica)	Demonstração de um aquecedor solar de água, de baixo custo
Arco voltaico	Didático (E. Elétrica)	Demonstração das aplicações do arco voltaico
Holografia	Didático (E. Elétrica)	Demonstração prática do fenômeno da holografia
Levitação eólica	Construtivo (E.Mecânica)	Montagem e demonstração de um veículo de levitação eólica
Motor pneumático	Construtivo (E. Elétrica)	Montagem e demonstração de um motor movido a ar comprimido
Pêndulo de Foucault	Construtivo (E. Elétrica)	Montagem e demonstração de um pêndulo de Foucault
Redutor de farol	Construtivo (E.Mecânica)	Dispositivo de redução automática de luminosidade em situação de cruzamento
Robô operário	Construtivo (E.Mecânica)	Protótipo de “robô”, dedicado a transporte de peças, com movimentação fotoguiável
Sistema compensação de vibrações	Didático (E.Mecânica)	Demonstração prática de sistema de compensação de oscilações de altos edifícios, causadas pela ação do vento
Tacógrafo	Didático (E. Elétrica)	Demonstração prática do funcionamento do tacógrafo
Trem magnético	Didático (E. Elétrica)	Demonstração prática da levitação sobre trilhos magnéticos
Disjuntores – proteção elétrica	Didático (E. Elétrica)	Demonstração prática do funcionamento de um sistema de proteção elétrica residencial

Nas *categorias de projetos*, verificou-se um predomínio dos projetos construtivos. Em um conjunto de 24 projetos, 54,2% (13) foram do tipo construtivo e 45,8% (11) foram do tipo didático ou explicativo. Nessa amostra não houve projetos do tipo investigativo que, em geral, é mais comum em eventos de Feiras de Ciência [25]. A preferência dos alunos de Engenharia parece ser pela montagem de dispositivos e sistemas ou o entendimento dos princípios de funcionamento de objetos tecnológicos.

Não obstante os resultados positivos obtidos, o LACTEA encontra resistências de natureza institucional e cultural. A educação brasileira, especialmente a que se observa nos cursos de Engenharia, apoia-se em paradigmas relativos à natureza e ao modo de formação profissional cristalizados ao longo de muitas décadas.

Soma-se a isso o fato de que a formação do engenheiro professor carece de bases didático-pedagógicas consistentes e adequadas às necessidades dos cursos de Engenharia, em suas várias especialidades. Esses são alguns dos fatores que criam resistências para a aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino de Engenharia.

Assim, a disposição para a introdução de metodologias ativas em cursos de engenharia, deve incluir a ação pedagógica de promover o diálogo compreensivo com as ideias que sustentem paradigmas já estabelecidos. Essa ação pedagógica está em consonância com a natureza das metodologias ativas que se apoiam na análise e discussão mais livre de ideias e de propostas relativas aos processos educacionais.

### COMPARAÇÃO DE MÉTODOS ABPROB VERSUS ABPROJ

Embora as orientações pedagógicas das metodologias, ABProb e ABProj sejam comuns e favoráveis ao processo de ensino de Engenharia, há diferenças entre elas. A Tabela III mostra uma comparação entre as duas metodologias.

TABELA III  
COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS ABPROB VERSUS ABPROJ

ABProb	ABProj
Tem origem em Problemas	Situação-geradora
Problemas definidos pelo professor (garante cobertura de conteúdos do Curso/professor)	Problemas definidos pelos alunos mediados pelo professor (maior potencial de motivação)
Curta duração (2-4 semanas)	Média duração (4-12 semanas)
Percurso com etapas definidas	Percurso com etapas abertas
Análise e solução de um problema	Desenvolvimento de algo novo
Produto final não obrigatório	Requer um produto final
Formação efetiva para o mundo do trabalho	
Favorece aprendizagem contextualizada e significativa	
Requer disposição e habilidades específicas do professor e do aluno	
Método de ensino centrado no aluno	
Favorece a interdisciplinaridade	
Favorece o desenvolvimento da criatividade e inovação	

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto a ABProj como a ABProb têm como base concepções educacionais claramente favoráveis ao melhor desempenho dos alunos nos cursos de Engenharia. Ambas as metodologias contribuem para a formação de engenheiros com um perfil profissional que se destaca pela aprendizagem significativa, pela capacidade para o trabalho cooperativo, pela predisposição para análise e solução de problemas, pela capacidade de planejamento e gestão de projetos, dentre outras habilidades e competências profissionais.

Na sua essência, as duas metodologias são recursos pedagógicos para o *aprender fazendo*. Entretanto, não se trata apenas de fazer coisas, independente de critérios, escolhas, planos, objetivos de aprendizagem, orientação pedagógica e acompanhamento criterioso. É necessário *pensar no que se vai fazer, fazer o que se pensou e pensar no que foi feito*, completando, assim, o ciclo de aprendizagem contextualizada e significativa. O que se busca é a prática de uma atitude consciente diante da realidade que se quer modificar e dos conhecimentos e habilidades que se quer adquirir.

É possível ensinar qualquer área do conhecimento por meio de projetos? Essa é uma pergunta comum quando os professores tomam contato com a ABP's. De modo geral, podemos dizer que nem tudo pode ser ensinado via ABProb ou ABProj. Consideramos que, na maioria das áreas de conhecimento, deve haver um mínimo de conceitualização inicial como base para criar, pensar, fazer, aprender. Portanto, ABP's não são uma panaceia educacional que veio para resolver os problemas do ensino de Engenharia ou de qualquer outro tipo e nível de ensino. Sempre será necessário um mínimo de aulas expositivas, seja para apresentar conceitos básicos, seja para uma visão geral de um conhecimento que depois será aprendido em detalhes – e com o necessário aprofundamento –, via ABP's.

Um contraponto para as ABP's é considerar que existem ótimos profissionais que se formaram pela via dos métodos tradicionais de ensino. Esse aspecto sugere que não se trata de usar sem critérios uma ou outra metodologia só pelo fato de ser inovadora ou porque promete resultados que ultrapassam os limites dos métodos tradicionais de ensino. Aulas expositivas (como as famosas *lectures* utilizadas em vários países) têm também sua função específica que é preciso identificar e explorar.

É importante reafirmar que os alunos de Engenharia que foram expostos à ABProb ou ABProj vivenciam experiências de aprendizagem muito positivas e o conhecimento adquirido por essa via é de um valor inquestionável em seu processo formativo.

Finalmente, cabe lembrar que a ABProj geralmente é questionada pelo risco intrínseco que esse método apresenta de não se cobrir todo o conteúdo previsto para uma disciplina ou curso. Na ABProb esse risco é menor, pois os temas sobre os quais se apresentam os problemas, são escolhidos pelo professor. Ou seja, há um mínimo de

controle do conteúdo que se pretende ensinar. Entretanto, um método educacional inovador como as ABP's traz tantas vantagens que as perdas, se existirem, se tornam insignificantes. Além disso, é possível conjugar as duas metodologias ABP's para favorecer e fazer bom uso do que cada uma delas proporciona.

As contribuições das metodologias ativas nos permitem prever que, ao invés de alunos saindo da escola com a ilusão de terem aprendido algo só porque foram expostos a conteúdos em aulas expositivas, teremos alunos que experimentaram situações de aprendizagem profundamente significativas em suas vidas. Se sentirem falta de algum tópico, saberão onde encontrá-lo e o que fazer para aprendê-lo. Só assim podemos criar uma geração de profissionais com verdadeiro prazer na busca do conhecimento, com a noção clara de que a função de aprender não termina quando saem da escola e que estarão sempre prontos para enfrentar novos problemas e conduzir projetos inovadores [7].

Nossa conclusão é que ambas as metodologias ativas apresentadas, ABProb e ABProj, têm muito a oferecer para melhorar a eficiência e eficácia da aprendizagem no contexto do ensino de Engenharia.

## REFERÊNCIAS

- [1] Alencar, M. N., "Origem da Metodologia de Projetos, seu significado, trajetória e contribuições nos processos educativos", *Dissertação de mestrado em Educação Tecnológica, CEFET-MG*, Belo Horizonte, 2011.
- [2] Araújo, M. M., "Competências do professor para o trabalho com a metodologia de projetos de forma eficaz", *Dissertação de Mestrado em Educação Tecnológica, Centro Federal de Educação Tecnológica, CEFET-MG*, Belo Horizonte - Minas Gerais, 2009a.
- [3] Araújo, U. F., "A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social, ETD" - *Educação Temática Digital*, v. 12, n. Esp., Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- [4] Araújo, U. F., "Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior", *Summus Editorial*, São Paulo, 2009.
- [5] Araújo, V. C. N., "Contribuições da metodologia de projetos para o exercício da função de pensar", *Dissertação de Mestrado em Educação Tecnológica, CEFET-MG*, B. Horizonte, 2009b.
- [6] Barbosa, E. F., Gontijo, A. F., Santos, F. F., "Inovações pedagógicas em educação profissional - uma experiência de utilização do MP na formação de competências", *Boletim Técnico do Senac*, v.30, n. 2., Rio de Janeiro, 2004.
- [7] Blikstein, P., "O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional", Disponível em: [http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-Brasil\\_pode\\_ser\\_lider\\_mundial\\_em\\_educacao.pdf](http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-Brasil_pode_ser_lider_mundial_em_educacao.pdf) (2012)
- [8] Bonwell, C., Eison, J. A., "Active learning: creating excitement in the classroom", *Eric Digests, Publication Identif.* ED340272, 1991.
- [9] Caldwell, B. J., Spinks, J. M., "Beyond the self-managing school", *Falmer Press*, London, 1998.
- [10] Costa, A. R. P., "Metodologia de projetos: a percepção do aluno sobre os resultados da sua aplicação". *Dissertação de Mestrado em Educação Tecnológica, CEFET-MG*, B. Horizonte, 2010.
- [11] Freitas, F. M., "As dimensões da Teoria e da Prática na formação de profissionais da Administração: Contribuições da Metodologia de Projetos à luz do Pensamento Complexo". *Dissertação de mestrado, CEFET-MG*, B. Horizonte, 2003.
- [12] Godoy, E. U., "Contribuições da metodologia de projetos na implantação das Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC nos processos educativos da educação básica." *Dissertação de Mestrado em Educação Tecnológica, Centro Federal de Educação Tecnológica, CEFET-MG*, Belo Horizonte (MG), 2009.
- [13] Goldberg, D. E., "The Missing Basics & Other Philosophical Reflections for the Transformation of Engineering Education", in *PhilSciArchive*. Disponível em: <http://philsci-archive.pitt.edu/4551/> (Acessado em outubro de 2012).
- [14] Higino, A.F.F., "A pedagogia de projetos na educação em Ciência & Tecnologia à luz da ciência da complexidade e de uma teoria da negociação; um estudo de caso no ensino da Física dos cursos de Engenharia Industrial do CEFET-MG". *Dissertação de mestrado, CEFET-MG*, Belo Horizonte, 2002.
- [15] Knoll, M.D., "The Project Method: Its Vocational Education Origin and Development", Disponível em: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v34n3/Knoll.html>, Universidade de Bayreuth, acessado em 25 de julho de 2004.
- [16] Meyers, C., Jones, T. B., "Promoting Active Learning", *Jossey-Bass Publishers*, San Francisco, 1993.
- [17] Miller, R., Shapiro, H. e Hilding-Hamann, K. E., "School's Over – Learning Spaces in Europe in 2020 - An Imagining Exercise on the Future of Learning", *European Commission Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies*, 2008.
- [18] Moura, D. G., "A dimensão lúdica no ensino de ciências", *Tese de Doutorado, Faculdade de Educação – USP*, São Paulo, 1993.
- [19] Moura, D. G., Barbosa, E. F., "Trabalhando com projetos – Planejamento e gestão de projetos educacionais", *Editora Vozes*, 7ª. Ed., Petrópolis, 2012.
- [20] Moura, D. G., Barbosa, E. F., Moreira, A. F., "O Aluno Pesquisador". *Anais do XV ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino*, Belo Horizonte, 2010.
- [21] Nihalani, M., Shah, S., "Stress free environment in classroom: Impact of humor in student satisfaction", *GRIN – Publish and Find Knowledge*. Disponível em: <http://www.grin.com/en/e-book/192216/stress-free-environment-in-classroom-impact-of-humor-in-student-satisfaction#inside>. (Acessado em outubro de 2012)
- [22] Pires, A. A. M., "Empreendedorismo, protagonismo e pedagogia de projetos: uma simbiose, transdisciplinar", *Dissertação de Mestrado em Educação Tecnológica, CEFET-MG*, Belo Horizonte, 2006.
- [23] Ribeiro, R. C., "A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em Engenharia", *Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos*, São Paulo, 2005.
- [24] Silberman, M., "Active Learning – 101 Strategies do teach any subject." *Ed. Allyn and Bacon*, Massachusetts, 1996.
- [25] Wanderley, E. C., "Feiras de Ciências enquanto espaço pedagógico para aprendizagens múltiplas", *Dissertação de mestrado, CEFET-MG*, Belo Horizonte, 1999.