

O processo educativo baseado em problemas e a formação de competências do engenheiro

RESUMO

Jarbas da Cunha e Silva

jcsqoforit@gmail.com

0000-0002-9039-9910

Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais, Belo
Horizonte, Minas Gerais

Adriana Maria Tonini

atonini2@hotmail.com

0000-0002-5406-1621

Universidade Federal de Ouro
Preto, Minas Gerais

Este artigo objetiva compreender o processo de aprendizagem e desenvolvimento de competências na educação em engenharia viabilizado por uma pedagogia ativa. Considerou-se competências como um conjunto de *saberes* e capacidades configuradas em: o saber fazer – vinculado às habilidades técnicas; saber pensar – vinculado aos conhecimentos técnicos e às habilidades cognitivas; e o saber ser e agir – vinculados às atitudes, estes incorporados no processo de aprendizagem. Baseou-se fundamentalmente na teorização da *Aprendizagem Ativa* de John Dewey, bem como seus desdobramentos prático pedagógicos viabilizados pela abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas. A pesquisa é de natureza analítica e busca verificar a vinculação de uma abordagem ativa com o desenvolvimento de competências transversais, ou seja, de conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias ao engenheiro contemporâneo.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em engenharia. Aprendizagem ativa. Aprendizagem baseada em problemas. Saberes do engenheiro.

INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo, configurado como a era do conhecimento, apresenta um cenário de competição entre as organizações, pressionando-as a desenvolver e manter: acesso a recursos e tecnologias; domínio técnico para produzir com eficiência e qualidade; bem como pessoal qualificado para desenvolver processos, produtos, e serviços. Apesar de tais demandas - de ordem econômica, e técnico-científicas - terem se configurado como fenômeno da crescente mudança paradigmática do modo de produção e de organização do trabalho e sua reestruturação produtiva, iniciada na década de 1970 nos países desenvolvidos e chegado ao Brasil na década de 1990, é, sobre o trabalhador que tal fenômeno se apresenta de forma mais preeminente.

Estas circunstâncias demandam um trabalhador ativo e reflexivo e reafirmam o lema da educação continuada como estratégia de desenvolvimento dos indivíduos e sociedades, para tanto, Delors *et al.* (2010) defendem: o aprender a conhecer, dimensão relativa ao conhecimento geral e específico; o aprender a fazer, relativo às habilidades técnicas; e o aprender a ser e a conviver, dimensões que contemplariam um saber atitudinal, implicando num senso de responsabilidade individual e social. Ou seja, almeja-se um indivíduo, que tenha incorporado saberes – saber pensar, saber fazer, saber ser e agir – consolidando-os em conhecimentos, habilidades e atitudes, tornando-se capacitado para enfrentar situações diversas, adversas e imprevistas de seu cotidiano.

Neste contexto, o mercado de trabalho demanda trabalhadores cada vez mais competentes. Assim, engenheiros com conhecimento técnico, habilidades gerais e específicas, e que agreguem valor são muito demandados pelas organizações.

No Brasil, há carência na formação adequada dos engenheiros (PINTO *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010) apesar de aperfeiçoamentos na legislação, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/96); e com a Resolução 11/2002 do Conselho Nacional de Educação que estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de engenharia. Mas para os autores, tais diretrizes ainda não se encontram totalmente incorporadas. Ressalta-se que tramita atualmente no Ministério da Educação, um documento formulado por consulta pública em que se busca rever tais Diretrizes, e se reforça a necessidade do uso de metodologias pedagógicas inovadoras e problematizadoras, dentre outros fatores no que diz respeito à modernização da educação em engenharia. Tal revisão, reitera assim a necessidade de uma educação mais voltada para a formação de competências, o que em última instância teria um impacto na reestruturação dos planos político-pedagógicos dos cursos de engenharia.

Entretanto, a legislação e as DCN atuais já introduziam o conceito de competência em uma abordagem transdisciplinar incentivando a integração de áreas de conhecimento e a perspectiva global para o entendimento de fenômenos, processos, problemas, e construção de projetos comuns. Competência é termo multidimensional, que vem sendo usado em vários domínios do conhecimento; e ora refere-se a uma à especialidade técnica de um trabalhador, ora a um conjunto de capacidades, características e saberes.

Neste artigo, considera-se que competência engloba um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes configurado no fazer prático e na

intervenção ponderada, considerando-a como integração de saberes e gestão do conhecimento de forma geral, sendo passível de ser trabalhado no processo educativo potencializando uma educação integral.

As DCN também enfatizaram a necessidade das Atividades Complementares (AC), pois por elas é possível fazer as transposições didáticas vinculando teoria à prática. As AC são trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares e trabalhos em equipe, visitas técnicas, desenvolvimento de protótipos, empresa júnior, monitorias, atividades empreendedoras diversas, etc, ou seja, atividades práticas que levariam à flexibilização curricular, e a um aprendizado ativo.

As DCN's em vigor, na prática apenas ensejaram uma reformulação na formação dos engenheiros, estabelecendo um perfil do egresso vinculado a uma lista de competências a serem desenvolvidas, como apresentado em seu Artigo 4º.,

- I. Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- II. Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV. Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- V. Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- VI. Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- VII. Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- VIII. Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- IX. Comunicar-se eficientemente na forma escrita, oral e gráfica;
- X. Atuar em equipes multidisciplinares;
- XI. Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissional;
- XII. Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- XIII. Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- XIV. Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional (Resolução CNE/CES/11/2002).

Almejou-se além da assimilação dos conteúdos técnico-científicos, incluir atributos referidos às competências não técnicas, capacitando-o a desenvolver atividades, processos, produtos, serviços, tecnologias, bem como a resolver problemas de toda ordem.

Entretanto, de forma geral, a educação em engenharia é tradicional, caracterizada por: práticas pedagógicas centradas no professor e na transmissão de saberes pela aula expositiva; resolução de exercícios e trabalho de conclusão de curso; pouca integração entre componentes curriculares e o fazer prático (OLIVEIRA, 2005), além de uma organização curricular conteudista e tecnicista contrária ao caráter integrador e multidisciplinar da engenharia em si, o que caracteriza a formação como um mero treinamento nos moldes das profissões ensinadas, colocando em questão a efetividade da formação integral (GRIMONI *et al.*, 2012; LODER, 2009; OLIVEIRA, 2005; RIBEIRO, 2005). Nesta perspectiva, a relação professor-estudante é “vertical” e o professor “detém o poder decisório quanto a metodologia, conteúdo, avaliação, forma de interação na aula etc” (MIZUKAMI, 1986, p.4).

Ademais, conforme o XLIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2015), cuja temática foi “Aprendizagem ativa: engenheiros colaborativos para um mundo competitivo”, de modo geral, a prática tradicional

de transmissão de conhecimentos sendo assimilados passivamente pelos estudantes ainda se faz presente e no evento se discutiu a necessidade de mudanças no modelo de ensino-aprendizagem.

Há atualmente uma tendência crescente pelas estratégias pedagógicas ativas e na educação profissional tecnológica de nível superior, há que se buscar a conciliação entre conteúdos e competências no processo educativo, incorporando novas práticas ao percurso formativo, tendo em vista o desenvolvimento de saberes, promovendo uma aprendizagem mais reflexiva e efetiva. Acredita-se que práticas pedagógicas integradoras e mobilizadoras de conhecimentos como a aprendizagem por projetos, trabalhos em grupo e situações-problema significativos (PERRENOUD, 1999), desenvolvam nos estudantes uma melhor preparação profissional.

Em geral, trabalhar com situações-problema e projetos envolvem o planejamento, a programação e o controle, ao passo que busca-se integrar tarefas de modo a alcançar objetivos estabelecidos (KERZNER, 2006) e considerando a aprendizagem via abordagem por projetos, segundo Hernández (1998), os projetos desenvolvem nos estudantes, certas capacidades, tais como:

- auto-direção: pois favorece as iniciativas para levar adiante, por si mesmo e com outros, tarefas de pesquisa;
- inventiva: mediante a utilização criativa de recursos, métodos e explicações alternativas;
- formulação e resolução de problemas, diagnóstico de situações e o desenvolvimento de estratégias analíticas e avaliativas;
- integração: pois favorece a síntese de ideias, experiências e informação de diferentes fontes e disciplinas;
- tomada de decisões: já que será decidido o que é relevante e o que se vai incluir no projeto;
- comunicação interpessoal: posto que se deverá contrastar as próprias opiniões e pontos de vista com os outros, e tornar-se responsável por elas (HERNÁNDEZ, 1998, p.73).

Com a abordagem por projetos, acredita-se ainda que tais capacidades agreguem aos estudantes uma mais completa preparação profissional, pois adota-se uma modalidade integradora de atividades, estimulando a efetiva participação dos estudantes, aprende-se a planejar, a negociar e decidir, a pesquisar, ao passo que propicia-se a formação ética, a cooperação pelo trabalho coletivo, ou seja, o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes. Ainda segundo Loder (2009), as atividades de projetos são uma,

[...]instância privilegiada de aprendizagem uma vez que se constitui, primordialmente, em um exercício da autonomia do aluno. Ao projetar, o aluno realiza atividades que vão da concepção à execução de uma solução, através de ações de interiorização e reconstruções endógenas do saber e demandadas por ações concretas ou motoras inteligentes, de forma individual ou cooperativa. Pela sua dinâmica, o projeto se apresenta, também, como instância em que mais se evidencia, no contexto escolar da engenharia, a interdependência entre as estruturas do pensamento e as relações sociais, bem como se apresenta como fator promotor da autonomia moral e da construção do conhecimento do aluno (LODER, 2009, p.315).

Considera-se que ao se adotar tais práticas, busca-se oferecer um ambiente propício ao desenvolvimento de saberes, pois tratam-se de experiências que

possibilitam não somente a aplicação prática de conhecimentos teóricos pelo estudante que se envolve em projetos e situações-problema reais, mas também que possibilitam a expansão em áreas de conhecimento, tornando a experiência relevante em termos de aprendizado.

Compreender tais práticas pedagógicas leva a um melhor entendimento sobre como se dá o processo de formação. Assim, busca-se com este artigo compreender o processo educativo na educação em engenharia viabilizado pela Aprendizagem Ativa (AA) e pela Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning – PBL) e como o processo educativo se vincula à formação e desenvolvimento de competências do engenheiro contemporâneo.

O PROCESSO EDUCATIVO

O processo educativo sócio-histórico e culturalmente construído ocorre na prática pedagógica do ensinar e do aprender, aspectos consubstanciados na relação ensino-aprendizagem. Daí desprende-se que há alguém que ensina, um professor; alguém que aprende, um estudante; e algo que se ensina, o objeto do aprendizado.

Esta é uma visão simplificada, pois, poderíamos adicionar: o propósito para o qual se ensina; o currículo; a avaliação; os recursos disponíveis; o contexto socioeconômico e seus desdobramentos sociais; além da subjetividade dos envolvidos e suas interações no processo educativo.

Por aprendizagem, Houdé (2011, p.45) considera que esta “consiste em modificar a capacidade [do aprendiz] de realizar uma tarefa a partir de uma interação com o ambiente”; por sua vez, o ensino, e o ensinar, deve ser e é muito mais do que transferir conhecimento, é “criar as possibilidades para sua produção” (FREIRE, 1996, p.47) em uma experiência educativa transformadora e em relação com os educandos.

A despeito de tais concepções, estes elementos organizados num processo dinâmico e dialógico de apropriação e reelaboração de saberes configuram uma “totalidade” do processo ensino-aprendizagem (LOPES, 1996, p.105), o processo educativo.

Na educação temos as teorias que se referem aos princípios orientadores da prática pedagógica, como consequência, temos os modelos pedagógicos que oferecem o modo como, “o conteúdo será trabalhado e como ocorrerão as interações professor/estudante/objeto de estudo” (SANTOS, 2014, p.97). Entretanto, há diversas teorizações e tendências educacionais, cada qual dando ênfase a princípios para estabelecer sua configuração enquanto teoria.

A APRENDIZAGEM ATIVA (AA)

Contrário à escola tradicional, John Dewey (1859-1952) buscou estabelecer os princípios de uma Educação Progressista através de uma *aprendizagem ativa* – e que mais tarde deu corpo à concepção da Escola Nova ou Escola Ativa – fundamentada no pragmatismo e no experimentalismo.

O pragmatismo é um princípio filosófico, o qual prescreve que o sentido das ideias advêm do desdobramento e dinâmica das ações individuais e sociais, sendo estas interdependentes; assim, as ações, a prática, ou o exercício do fazer, devem ser um filtro para o entendimento da realidade. Já o experimentalismo é o princípio que orienta estender o método experimental, baseado na experiência, a todos os âmbitos da vida, fazendo a leitura da realidade pela experiência vivida, pois para os filósofos empiristas, esse “é o critério [...] da validade do conhecimento” (ABBAGNANO, 1982, p.387).

Dewey é tido como o primeiro a teorizar e fundamentar filosoficamente a concepção de uma escola ativa afirmando que o “ensino deveria dar-se pela ação (*‘learning by doing’*) e não pela instrução” (GADOTTI, 1999, p.143), ou seja, a construção de conhecimentos, habilidades, e atitudes estaria relacionada ao aprendizado prático, ao aprender fazendo.

Dewey argumenta que o desenvolvimento do pensamento reflexivo é derivado do fazer, do modo como o homem executa suas atividades construtivas e que tal concepção poderia ser aplicada ao processo educativo, numa nova escola baseada na atividade pedagógica mais dinâmica. A AA estaria vinculada ao fazer e ao pensar reflexivamente, que se iniciariam pelo enfrentamento de um problema, que deflagraria o ato de pensar, e de pesquisar para encontrar uma solução (DEWEY, 1979, p.22). Num segundo momento haveria a definição da natureza do problema; o levantamento das hipóteses de solução; a verificação lógica da aderência das hipóteses com a especificidade do problema, escolhendo-se a melhor; e finalmente a verificação experimental da hipótese compatível (DEWEY, 1979).

O que se propõe é o uso de um método nos moldes da investigação científica empírica, pois a experiência é o único método “capaz de pôr à prova um conhecimento e capaz de conduzir a sua retificação” (ABBAGNANO, 1982, p.390), assumindo-se assim, que o conhecimento só pode advir da experiência.

Percebe-se no desenvolvimento do pensamento reflexivo as operações da aceitação da existência ou afirmação do problema, seguido de um confronto ou discussão – recusa ou negação - do problema, e, por fim uma elaboração que configuraria uma resposta, alternativa ou síntese do fato. Ou seja, a resolução de um problema resultariam de um processo dialético de reflexão da realidade buscando suas contradições ao passo que examina elementos envolvidos e para Dewey “refletir é olhar para trás sobre o que foi feito e extrair os significados positivos, que irão constituir o capital para se lidar inteligentemente com posteriores experiências” (DEWEY, 2010, p. 92).

Neste sentido, a curiosidade, o enfrentamento dos problemas, a experiência humana prática e suas interações têm papel fundamental na configuração da experiência do aprendizado, pois essencialmente todas as pessoas mantem uma interação dinâmica com as condições objetivas, subjetivas, coisas e fatos “num processo de dar e receber, de agir sobre os objetos circunstantes e receber deles, de volta, alguma ação – impressões, estímulos. Esse processo de interação constitui a estrutura da experiência” (DEWEY, 1979, p.44).

Dewey defende que as experiências educativas deveriam se articular com a realidade, sendo interessantes ao estudante, além de ter uma conexão com um uso futuro, levando ao amadurecimento. Assim, buscou-se construir uma teoria da experiência, que guiaria a educação, se tornando o ponto de partida para o

conhecimento ao passo que configuraria o modo da aprendizagem, seu formato e aplicação. A função da educação poderia então ser definida como o “alargamento da experiência” (DEWEY, 1979, p.199), pois para o autor, educação significa crescimento, onde continuidade e interação não se separam, mas se interceptam.

Não desconstruindo a educação tradicional, Dewey defende que deveria haver um “desenvolvimento positivo e construtivo de propósitos, métodos e matérias curriculares para dar base a uma teoria da experiência e suas potencialidades educacionais” (DEWEY, 2010, p.24). Neste sentido, a AA, a organização curricular e os métodos de ensino, assim como os recursos e a organização social da escola deveriam ser baseadas na experiência, e, “direcionadas por ideias que, quando articuladas e coerentes, formam uma filosofia da educação” (DEWEY, 2010, p.30).

Essa abordagem para conduzir o processo educativo requer estratégias ativas, como os projetos de atividades práticas, que deveriam então apresentar as seguintes condições: serem interessantes e evocar as emoções e desejos bem como terem significado para os indivíduos que se empenhariam e assumiriam a responsabilidade pelos projetos; terem valor intrínseco; apresentarem problemas despertando a curiosidade, levantando indagações e a busca por informações via observação, leitura, consulta a especialistas, etc.; serem passíveis de desenvolvimento, apresentando continuidade e integração, que uma coisa leve a outra cumulativamente (DEWEY, 1979, p. 215).

Sobre o papel do professor, a quem Dewey chama de educador, este deveria proporcionar direção e desafio, além de situações e condições objetivas onde se processa a experiência da aprendizagem, se colocando “não como ditador, nem como simples aprendiz, mas como orientador intelectual da experiência partilhada por todo o grupo” (DEWEY, 1979, p.4). O objetivo maior é levar o estudante, a partir de um problema, a “descobrir um fenômeno e a compreender conceitos [...] e na sequência é conduzido a relacionar suas descobertas com o seu conhecimento prévio do mundo” (GRIMONI *et al.*, 2012, p. 65) ao passo que, neste percurso, ocorreria o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes, ou seja, competências “conceituais, atitudinais e procedimentais dos estudantes, dando possibilidades de um desenvolvimento cognitivo em níveis mais avançados, como análise, síntese e criação” (ANDERSON *et. al.*, *apud* GRIMONI *et al.*, 2012, p. 65).

Tais habilidades mentais avançadas são referendadas na pesquisa - Taxonomia de Bloom - feita por Benjamin S. Bloom (1913-1999) sobre os domínios da aprendizagem. O estudo buscava compreender o processo educativo, e sua efetividade em promover competências cognitivas; além de classificar os objetivos da aprendizagem, nos quais estariam as habilidades mais simples - conhecer, compreender, e aplicar - e, num nível mais avançado, estariam as capacidades de analisar, sintetizar e avaliar, ou mesmo criar conceitos, princípios, processos e procedimentos (ARMSTRONG, 2016), capacitando os indivíduos em operações complexas – mais do que meramente se lembrar de fatos.

Sumarizando a teorização da AA, esta é, portanto, a abordagem na qual o estudante – por sua participação ativa - se depara com um enfrentamento de problemas reais ou simulados ao passo que é levado a compartilhar a experiência

com o objetivo de incorporar e construir reflexivamente soluções, tendo o conhecimento como um desdobramento da própria experiência educativa.

Esta abordagem teórica enfatiza o papel crucial da interação dos sujeitos envolvidos no processo educativo, ou seja, o educador e o estudante, suas subjetividades, bem como o ambiente de aprendizagem e as condições externas favoráveis a experiência do processo pedagógico baseados no fazer e no resolver problemas da realidade e do cotidiano do estudante. Ademais, confere-se grande ênfase e foco ao sujeito estudante, a seu aspecto psicológico, sentimentos, motivações, predisposições, destacando os métodos ou processos pedagógicos onde a aprendizagem deve ser ativa e espontânea. Importa ressaltar e reconhecer, não desconsiderando sua validade, que uma formação pelo processo ensino-aprendizagem tradicional também favorece o desenvolvimento do intelecto, de questões lógicas e dos conteúdos cognitivos.

Mas que prática pedagógica e metodológica são levadas a cabo no processo de aprendizagem, em outras palavras, nesta relação com o saber e no processo formativo de construção de saberes? Assume-se que o desenvolvimento do conjunto de saberes, habilidades e atitudes constituam o objeto a ser trabalhado nesta relação e, por consequência, é fundamental compreender a forma como ele é trabalhado. Como nos lembra Sousa (2015, p.22) há,

[...] a necessidade de articular [a educação] com uma metodologia ativa que proporcione ao estudante a oportunidade de desenvolver-se como protagonista no processo de construção do conhecimento. Para tanto, é essencial investir em uma modalidade baseada em um paradigma construtivista que possibilite o desenvolvimento da autonomia e da colaboração entre os pares nos processos de aprendizagem.

A despeito da dificuldade de se adotar teorias educacionais em sala de aula – ou em que ambiente for - e de implementar processos educativos que sejam ativos, significativos, interativos, na educação em engenharia, a PBL apresenta-se como uma estratégia metodológica compatível com tais teorizações. Segundo Casale (2013, p.33), a PBL é uma abordagem ligada à

[...] teorias educacionais como a cognitiva e a construtivista [e] estão relacionadas à abordagens indutivas de ensino. Métodos indutivos promovem a adoção da aprendizagem profunda, desenvolvimento intelectual, pensamento crítico, habilidades de aprendizagem autônoma, permitindo uma maior compatibilidade com as características desejáveis na formação do perfil profissional do engenheiro.

Portanto, veremos tal desdobramento teórico-prático na seção seguinte, bem como as possibilidades de se alcançar uma aprendizagem mais efetiva na formação do engenheiro, e neste sentido, a educação em engenharia e a AA formam “um par natural. O engenheiro é educado para projetar e construir soluções para problemas do mundo real” (GRIMONI *et al.*, 2012, p.64), e a AA bem como a PBL possibilitam a incorporação de atividades de projetar e construir.

A PBL

A PBL é uma estratégia pedagógica, caracterizada pelo contexto do enfrentamento de problemas complexos “para estimular o desenvolvimento de

pensamento crítico e habilidades de solução de problemas e a aprendizagem de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão” (RIBEIRO, 2005, p.32).

A PBL representa uma mudança de paradigma e de postura pelos participantes, pois transforma o professor de o detentor do saber a condutor de uma experiência educativa (SOUSA, 2015, p.28; DEWEY, 1979). O estudante, por sua vez, não é mais o receptor passivo, se tornando agora o protagonista de um processo de aprendizado, dimensão esta que ganha maior foco.

A origem da PBL é incerta, e como primeiro registro de adoção formal da PBL, Ribeiro (2005), aponta que em 1969, a Universidade de *MacMaster/Canadá* - inspirada no método de “estudos de casos da escola de direito da Universidade de *Harvard* (EUA) na década de 1920 - adotou a PBL para a Educação de Medicina. Posteriormente, a experiência se disseminou e em 1976 a Universidade de *Maastricht/* Holanda tornou a PBL o eixo do seu processo educativo. Entretanto, estudiosos (GRIMONI *et al.*, 2012; RIBEIRO, 2005, p.33; NETO *et al.*, 2014, p.26) apontam uma matriz filosófica no pensamento de Dewey e na teorização da AA.

CARACTERÍSTICAS GERAIS E POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DA PBL

Na prática pedagógica essa abordagem comporta variadas formas de aplicação, mas há basicamente, envoltos nesta interação: um professor orientador, especialista ou não em determinada área; estudantes; e desafios, situações, bem como problemas colocados em contextos específicos de disciplinas ou projetos multidisciplinares que são apresentados no início do processo, a fim de serem resolvidos.

O propósito é a construção e/ou reelaboração coletiva e individual de saberes a partir da experiência na resolução de problemas contextualizados trazidos pelo professor, escolhidos pelos estudantes ou até mesmo problemas imprevistos. Busca-se promover, a investigação, a compreensão e a resolução de um dado problema. Assim, levantam-se as hipóteses para sua solução, que se tornarão objetivos e questões de estudo, investigação e aprendizagem; em seguida, aplica-se e/ou executam-se tais hipóteses, e posteriormente avalia-se sua eficácia. O conhecimento é construído pelas atividades práticas sobre o objeto de estudo de forma individual, e principalmente, na forma de trabalho em equipe. Nesta abordagem, o currículo deve ser pensado em função do objeto de estudo, dos saberes que se deseja desenvolver e ser submetido ao processo e ao ambiente de aprendizagem, que deve contemplar um conjunto de condições objetivas favorecedoras da aprendizagem.

Ainda quanto ao desenvolvimento das atividades, a partir dos problemas postos, deflagra-se o trabalho de planejamento de ações – práticas ou mesmo teóricas - e de direção, de motivação, bem como na busca de informações. Dá-se início a um processo de interação entre os participantes englobando a produção, apreensão, organização, gestão, representação e discussão sobre o problema e as alternativas ou hipóteses de possíveis soluções, buscadas no acervo de conhecimentos prévios e em outras fontes externas, a serem pesquisadas, analisadas e postas à prova, incluindo a avaliação de pares, relatórios e apresentações, seminários, etc.

Ressalta-se que este processo é potencializado pela dinâmica do trabalho em equipe, e pelas discussões, pois é por elas que ocorre o confrontar com os saberes prévios, com as diferentes opiniões – a reflexão coletiva - com as hipóteses e suas inadequações frente ao problema, e o exercício individual da exposição dos estudantes, desenvolvendo habilidades técnicas e não-técnicas, tais como a comunicação, o trabalho em equipe, a visão global do problema, a ética, a corresponsabilidade, entre outras.

Diferentemente do modelo da aula tradicional, onde “tudo já está determinado e há pouco para ser descoberto” (SOUSA, 2015, p.28), na PBL, o estudante tem um papel de protagonista no processo de autoaprendizagem e de descobertas – de forma ativa e reflexiva - e na interação com os demais participantes, bem como no compartilhamento coletivo de informações e conhecimento para a solução do problema. Tal processo busca dar voz aos estudantes, permitindo a tomada de decisões durante as atividades, num processo de empoderamento do estudante, conferindo-lhe um sentimento de responsabilidade e significação.

É nesta dinâmica dialógica e dialética, que se busca integrar teoria, prática e consolidar a aprendizagem. Neste processo, deve-se buscar, a partir do acervo de conhecimentos dos estudantes, a síntese, a reelaboração e a construção de novos saberes, intra ou interdisciplinares em toda sua potencialidade. Ressalta-se, a importância da relação professor-estudante, da comunicação e da mediação do professor que se bem “conduzida é considerada fundamental para que os estudantes possam permanecer motivados e o envolvimento de todos com as atividades propostas sustente-se” (SANTOS, 2014, p.114). Quanto a interação professor-estudante, na PBL esta relação é mais horizontal, pois como o foco é menos no ensino e mais no processo de aprendizagem, o professor se coloca como um colaborador do processo.

O professor deve atuar como mediador e orientador do processo no tratamento do problema, conduzindo discussões e interação com o grupo sem, contudo, oferecer respostas, “[...] uma etapa particularmente difícil, porque o professor precisa guiar, sem conduzir; apoiar, sem dirigir [além de avaliar] o problema, o estudante e sua própria atuação [...]” (DELISLE, 2000, *apud* SOUSA, 2015, p.27)

Os atributos fundamentais do profissional que trabalha com PBL também se categorizam em conceituais, procedimentais e atitudinais (CASALE, 2013) e determinam em parte os rumos da experiência educativa, dentre as quais as capacidades: facilitar, zelar, orientar e criar condições objetivas favoráveis; mobilizar pessoas e recursos, postando-se como co-aprendiz; observar, escutar, e compreender as intersubjetividades para decidir quando intervir, estabelecendo um relacionamento de respeito; questionar, promover e instigar o raciocínio na discussão; fornecer feedback, intervindo para corrigir erros, rumos e promover ajustes, reforçando conhecimentos, habilidades e atitudes.

Na prática, a PBL apresenta algumas características fundamentais apresentadas no QUADRO 1.

Quadro 1 - Características da Problem Based Learning

Objetivo	Gerar conhecimento a partir da experiência na resolução de problemas contextualizados simulados ou reais. Problemas são o ponto de partida da construção coletiva e individual de conhecimentos, habilidades e atitudes
Abordagem	Baseada no método científico de investigação - experimento, teórico ou prático sobre um problema ou desafio posto, ou seja, levanta-se o problema, as hipóteses de solução, aplicam-se e avaliam-se suas eficácias. Currículo deve ser pensado em função do objeto de estudo, dos saberes que se deseja desenvolver e submetido ao processo de aprendizagem, com trabalho em equipe orientado pelo professor.
Dinâmica - a prática	Estudantes em pequenos grupos organizam o trabalho e realizam tarefas práticas e/ou mesmo teóricas, interagem e discutem as melhores opções - avaliação de pares, relatórios, seminários e apresentações - relacionando teoria à prática, para resolver os problemas postos. É nesta fase que ocorre a integração teoria-prática e entre saberes.
Análise e síntese (teorização) + integração de saberes	Busca-se no acervo de conhecimentos prévios hipóteses a serem analisadas e postas à prova, ao passo que a partir das discussões, buscam-se e ou constroem-se e sintetizam-se novos saberes, intra ou interdisciplinares.
Papel do Estudante	Tem papel central no processo de - auto - aprendizagem, bem como na interação com demais participantes na busca individual e coletiva de informações e conhecimento (biblioteca, internet, especialistas, etc) para a solução do problema, não desconsiderando o caráter coletivo do processo de construção dos saberes.
Papel do Professor/Tutor/Educador/Especialista	Atuam como mediadores e orientadores do processo educativo, oferecendo condições objetivas para o processo de aprendizagem sem contudo oferecer respostas.

(Fonte: elaboração própria a partir da literatura)

Considerando que não há um formato único para a aplicação da PBL em disciplinas ou cursos, é apresentado no QUADRO 2 um esquema básico de roteiro das fases da PBL.

Quadro 2 - Roteiro básico PBL

Etapas do processo ensino-aprendizagem	Proposição de problema	
	Análise de conhecimentos prévios e hipóteses de solução	
	Distribuição de tarefas e busca de informações	
	Discussão	
	Aplicação da melhor hipótese	
	Avaliação	
	Interação e discussão	
	Processo iterativo	
	Supervisão e condução do Professor Orientador	

(Fonte: elaboração própria baseado nas fases do pensamento reflexivo de Dewey)

O formato de aplicação dependerá de vários fatores, como: a natureza do problema; o conhecimento, habilidades e atitudes que se pretendem desenvolver; a própria disciplina; o nível de desenvolvimento e aprendizado dos estudantes; os recursos materiais e condições objetivas disponíveis, dentre outros fatores, como no contexto de uma competição, que veremos no caso de estudo.

Dentre as experiências existentes de aplicação da PBL, Neto *et al.* (2014, p.31) e Sousa (2015, p.13) nos lembram que a Universidade de Maastrich/Holanda adotou um modelo procedimental que consiste em sete passos, os quais os estudantes devem seguir para resolver uma situação problema, conforme descrito no QUADRO 3.

Quadro 3 - Sete passos do PBL

1	Primeiro encontro do grupo, o problema é analisado, sendo esclarecidos os termos presentes no texto do problema.
2	O grupo deve buscar uma definição ou formulação do problema, estabelecendo quais são os processos ou fenômenos a serem explicados, ou quais as soluções a serem buscadas.
3	Busca-se a análise do problema, procurando ativar os conhecimentos prévios que os membros já possuem sobre o tema. Os alunos debatem livremente suas possíveis explicações, ou propostas de soluções para o problema.
4	Os estudantes procuram sistematizar os aspectos debatidos no passo anterior, visando a estruturar e sumarizar as possíveis explicações para o problema, ou as propostas de ações a serem desencadeadas.
5	O grupo faz uma identificação de objetivos de aprendizagem, questionando-se sobre o que os participantes precisariam conhecer melhor para aprofundar sua compreensão do problema e tornarem-se capazes de explicá-lo (ou solucioná-lo) de forma mais satisfatória. As análises conduzidas nos passos anteriores fornecem elementos para a identificação das lacunas de conhecimentos dos alunos a serem preenchidas nas etapas seguintes e que auxiliam na formulação dos objetivos de aprendizagem.
6	Fase do estudo individual, no qual o aluno busca identificar e utilizar os recursos de aprendizagem que lhe permitam adquirir os conhecimentos necessários para alcançar os objetivos estabelecidos.
7	Os alunos voltam a se reunir, apresentando de forma sistematizada os resultados de seu estudo individual, procurando justificar sua análise e as proposições feitas a partir da aquisição dos novos conhecimentos. Nesse passo são revistos e refinados os resultados do passo 6, de modo a permitir que o grupo sistematize uma proposição final ou proposta de ação para o problema.

(Fonte: reproduzido de NETO et al. (2014), conforme proposta pedagógica da Universidade de Maastricht, na Holanda)

Verifica-se que os *Sete Passos* também iniciam-se com a apresentação do problema; em abordagens problematizadoras, busca-se estruturar uma sequência de etapas articulando a experiência com a teoria (SOUSA, 2015, p.14), sem desconsiderar o caráter iterativo e flexível necessários ao processo de aprendizagem, pois pode-se retornar a um ponto para reavaliá-lo, corrigi-lo ou aprimorá-lo. O mais importante é que se proporcione como desdobramento uma legítima experiência de aprendizagem reflexiva.

Qualquer que seja o formato, a PBL é um processo de aprendizagem que contempla ações deliberadas, seu controle e correções, e guarda semelhança com “o ciclo PDCA (planejamento, ação, verificação e ação corretiva) de Deming (1986) ou às cinco fases de desdobramento da experiência de Dewey” (PENAFORTE, 2001, *apud* RIBEIRO, 2005 p.41). Assim, a PBL proporciona implicitamente um processo de absorção de novos saberes, sua reelaboração e aplicação, bem como a posterior avaliação, a fim de se comprovar a utilidade ou a adequação ao problema.

SOBRE A NATUREZA DO “PROBLEMA” NA PBL

A colocação de problemas pertinentes ao campo de atuação profissional é considerada “o núcleo absolutamente irredutível da PBL” (BARROWS, 1996, *apud* RIBEIRO, 2005, p.37). Problemas estes que devem ter pouca informação

indicativa quanto ao método para a solução – os chamados problemas *abertos* - de forma a mobilizar e integrar diversos recursos cognitivos prévios em uma “zona de desenvolvimento próxima e que possa apoiar-se em uma certa familiaridade com o campo conceitual implicado” (ARSAC, GERMAIN e MANTE, 1988, *apud* PERRENOUD, 1999, p.57), levando o estudante a avançar em áreas de conhecimento.

Em engenharia, os problemas podem ser apresentados na forma de especificações técnicas e restrições de variadas naturezas, tal como medidas, materiais e tecnologias empregadas e mesmo relativas às suas aplicações físicas podendo se configurar como uma construção, um processo, uma atividade ou mesmo um projeto de longa duração. Assim, Ribeiro (2005, p.47) nos lembra que, na transposição de problemas para a educação em engenharia, a PBL pode também se caracterizar como uma Aprendizagem Baseada em Projetos – *Project Based Learning* (PjBL).

A PBL E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (PjBL), UMA DIFERENCIAÇÃO E/OU APROXIMAÇÃO

Para Vargas (2002, p.8) um projeto configura-se como um “conjunto de ações, executado de maneira coordenada por uma organização transitória, ao qual são alocados os insumos necessários para, em um dado prazo, alcançar o objetivo determinado” resolvendo um problema inicial. Esta é uma definição estrita e ideal, de uma visão organizacional, pois em todo projeto também ocorrem problemas e “sub-problemas” derivados do problema inicial, bem como riscos - de saírem do escopo original – e restrições relativas a recursos humanos, tempo, custos, qualidade, etc. Ou seja, a resolução de problemas também está na base de qualquer projeto pois um projeto está sujeito a um conjunto de fatores intervenientes, a características e especificações, além de complexidade.

Qualquer projeto requer a aplicação de conhecimentos, técnicas e habilidades na integração e gerenciamento de processos desde a iniciação, o planejamento, a execução, o monitoramento e controle, e seu encerramento; os quais os engenheiros provavelmente lidarão em suas práticas profissionais, pois no setor produtivo, os projetos são diversos, contemplando áreas, atividades e construções com multidimensões disciplinares.

Oriunda do setor produtivo, esta ideia de projeto visa à construção de produtos para o mercado consumidor. Entretanto, a metodologia de projetos também pode ser aplicada ao processo educacional, onde as orientações de um projeto viabilizam a aprendizagem e consolidação de saberes e não meramente a criação de um produto. Já em 1910, Dewey defendia o uso de projetos na educação apontando condições que estes deveriam ter. A adoção dos projetos leva o estudante a enxergar a realidade de forma integral, considerando as múltiplas influências que um tópico ou problema envolvido no projeto exerce, levando ainda, à capacidade de o estudante estabelecer relações e inferências, construindo um “saber relacional” (HERNÁNDEZ e VENTURA, 1998, p.45). Adicionalmente, a prática de trabalho em equipes de projetos desenvolveriam as habilidades interpessoais, já referendadas em Hernández (1998) e Loder (2009). Assim, a experiência de aprendizagem permeada pela cultura do projeto compele os estudantes a exercitarem várias habilidades, conhecimentos e atitudes.

Como na PBL, todo projeto tem sua origem em um problema inicial sendo este o “marco que determina o início de um projeto” (VARGAS, 2002, p.141). A PjBL é somente uma forma de apresentar um problema inicial - visando uma entrega final em forma de produto - e a tentativa de estruturá-lo previamente, o que não impede o aparecimento de problemas no decorrer da gestão do projeto. Diferentemente, na PBL, o problema pode ser apresentado desvinculado da entrega final em forma de produto, entretanto, pode-se considerar que o próprio aprendizado é o produto de tal processo. Assim, diante da discussão das modalidades PjBL e PBL, considera-se que não há diferença em termos de finalidade, e sim na forma de apresentação do problema, seja no desenho de um produto, no âmbito de um projeto, ou na resolução de um problema. Tanto a PBL quanto a PjBL são estratégias que viabilizam a AA, e ambas têm fatores e elementos comuns que se configuram em semelhanças, que ao final, têm um objetivo comum que é o de promover a formação de competências. Enfim, para o futuro engenheiro, estando ele em um contexto de projeto ou não, a essência de suas atribuições profissionais é apresentar soluções para problemas.

A PBL, O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS, E A RELAÇÃO COM O SABER

Muito além da adoção da PBL, esta abordagem ativa requer uma mudança de postura do docente e discente, frente ao processo formativo.

Fatores como predisposição e motivação, autonomia e desejo dos envolvidos, devem ser considerados, uma vez que, sem estes fatores, a busca e os processos de construção de conhecimento não se efetivam, pois “só há saber em uma certa relação com o saber, só há aprender em uma certa relação como o aprender” (CHARLOT, 2001, p. 17). Trata-se de uma postura do indivíduo frente ao conhecimento, a seus objetos de aprendizagem, e aos problemas e desafios que enfrenta.

Perrenoud (1999) aponta que a motivação, o interesse e a postura individual frente ao conhecimento, aliados a uma prática pedagógica ativa, levariam estudante e professor à consolidação de competências. Tais aspectos referem-se à capacidade de mobilizar um conjunto de saberes para solucionar com eficácia uma série de situações-problema com uma postura reflexiva, ou seja, “[...] fazer relacionamentos, interpretações, interpolações, inferências, invenções, em suma, complexas operações mentais cuja orquestração só pode construir-se [na ação]” (PERRENOUD, 1999, p.8).

Expandindo esta noção e sua aplicabilidade ou a transferibilidade do conhecimento de uma área de domínio para outra, de forma coerente às especificidades das situações-problema, chegamos à noção de competências transversais, um construto intencional capacitando o indivíduo a agir, se adaptar, compreender e intervir no mundo, de forma reflexiva frente às situações diversas (REY, 2000).

Neste sentido, a competência revela e “é uma disposição para com a oportunidade [e uma] potencialidade do sujeito” Rey (2002, p.48), tendo em vista que sua efetivação implica em estar atento a aspectos e perspectivas que configuram a transversalidade, favorecendo a construção de saberes. É na integração dos conhecimentos tácitos – aqueles desenvolvidos na experiência prática - com os formalizados, mobilizando-os na ação, e em práticas pedagógicas

problematizadoras que vão sendo construídas as competências transversais (PERRENOUD, 1999, p.36), assim como o é na PBL.

Mais uma vez, cabe ao professor analisar atividades e problemas propostos, criando condições favoráveis à construção de conhecimentos e competências, o que requer do docente uma mudança no sentido de: considerar seus conhecimentos como recursos do processo educativo; trabalhar por problemas e projetos e perceber a transversalidade potencial nas atividades, adotando um plano de ensino flexível; gerir ambientes incertos e complexos; praticar avaliação formativa ao longo do tempo e não certificativa; incentivar a experimentação; bem como aceitar erros como fontes de regulação e progresso (PERRENOUD, 1999, p. 65). Por outro lado, o desenvolvimento dos saberes só se efetiva com o desejo do estudante, pois é ele que atribui um sentido as situações, tornando-as significativas, assim, caberia ao estudante,

[...] implicar-se, participar de um esforço coletivo para elaborar um projeto e construir, na mesma ocasião, novas competências. Ele tem direito a ensaios e erros e é convidado a expor suas dúvidas, a explicitar seus raciocínios, a tomar consciência de suas maneiras de aprender, de memorizar e de comunicar-se (PERRENOUD, 1999, p.65).

O desenvolvimento de competências está direta e indiretamente relacionado ao aprendizado prático, ao pensamento reflexivo, à autonomia, e é através da interpretação de problemas e concepção de soluções que os estudantes selecionam “os fatos aos quais se ater e os [organizam, guiados] por uma apreciação da situação que dá a ela coerência e estabelece uma direção para a ação” (SCHON, 2000, p.16). Esta sequência de operações, uma epistemologia da prática (SCHON, 2000), significa “conhecer na ação” e “refletir na ação”. Seria através deste percurso que utilizam-se as competências já consolidadas, e constroem-se e relacionam-se outras.

À prática reflexiva, reforça-se a necessidade de uma nova disposição do indivíduo com o objeto de estudo, com relação ao saber, e com a própria educação enquanto forma de construir e aprender conhecimentos, e não somente de reproduzi-los. Para Charlot o conhecimento é resultante de uma experiência pessoal cognitiva e afetiva de apropriações de informações. Já o saber é resultante desta apropriação pelo indivíduo, porém, transforma-se em saber quando posto em confronto a “outros sujeitos [e] pode, portanto, ‘entrar na ordem do objeto’, e tornar-se, ‘um produto comunicável’, uma informação disponível para outrem” (CHARLOT, 2000, p.61). O conhecimento se torna saber no âmbito social, se for passível de troca e validado socialmente, muito além do campo escolar.

Assim, segundo esta teorização quanto ao saber, na prática pedagógica que leva em conta a efetiva construção do conhecimento via experiência pessoal, e de saberes, via construção coletiva e validação social, esta relação com o saber só tem sentido na interação (CHARLOT, 2000) construída ao longo do percurso de formação. Neste sentido, tal teorização é consoante ao prescrito na AA e na PBL.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi compreender o processo educativo em engenharia e como este se vincula à formação de competências e desenvolvimento de saberes validados socialmente. Nos amparamos inicialmente na teorização de John Dewey sobre a experiência educativa da AA. Assumiu-se, também, e a literatura aponta nesta direção, que os meios que materializam o processo de AA são viabilizados por estratégias como a PBL, esta aderindo perfeitamente à Educação em Engenharia, dadas as naturezas de ambas. Assim, tais teorizações subsidiam o entendimento da questão posta e de como os elementos e fatores intervenientes ao processo educativo se materializam na experiência educativa.

Considera-se que o aprender a fazer, o aprender a pensar, o aprender a ser e agir – defendidos por Delors *et al.* (2010) subsidiam e configuram a interação na experiência da aprendizagem (DEWEY, 1979), e consolidam os saberes ao passo que são fatores condicionantes e condicionados, num processo de fatores objetivos e subjetivos interdependentes. Os saberes desenvolvidos via AA e PBL formam um conjunto de atributos – potencialidades - que são incorporados pelos estudantes ao longo do percurso educativo e que os permitem modificar suas capacidades de atuação no mundo, na profissão, e na vida.

A AA e a PBL, permitem ao estudante descobrir autonomamente seus próprios erros, construir os saberes e aplicá-los, isto é, teorizando a prática e praticando a teoria, ou seja, reelaborando seus saberes ao passo que constrói novos saberes, a fim de aplicá-los em processos, sistemas e problemas. Teoria e prática, se casam na ação própria do estudante, pois o processo educativo promove esta junção pelo enfrentamento de situações-problema postos, e por consequência uma reflexão, um pensamento crítico, analítico, num processo iterativo.

Assim como os preceitos da AA, a PBL é uma experiência centrada no estudante, contempla atividades teórico-práticas e resolução de problemas como ponto deflagrador do processo de busca por conhecimentos, interação e trabalho em grupo, orientação de professor, avaliação do processo, dentre outros.

Como mencionado, a formação em engenharia de forma geral, está centrada em um ensino tradicional, conteudista e com pouca prática, ao passo que, o mundo do trabalho vem demandando um engenheiro de novo tipo com competências técnicas e não-técnicas; e com a abordagem ativa da PBL favorece-se: o trabalho em equipe, a capacidade de interagir, compreender e interpretar, transpor a teoria para a prática, analisar hipóteses, sintetizar e integrar ideias e argumentos, avaliar e tomar decisões, desenvolver um senso ético e de responsabilidade individual e social, trabalhar com sistemas e processos, buscar por soluções e novos conhecimentos, inovar, ter visão global, ou seja, capacidade de reelaborar saberes de acordo com as especificidades de cada problema ou situação vivida. Ou seja, a PBL proporciona e potencializa sobremaneira o desenvolvimento de tais atributos, pela síntese e integração na própria experiência construtiva.

Ressalta-se a figura do professor, que é indispensável na função preponderante de conduzir o processo educativo. É oportuno que o professor se reconheça e assuma seu papel de promotor de um ambiente de diálogo, de respeito à autonomia, à linguagem, e à identidade do estudante (FREIRE, 1996), favorecendo assim, a interação e apreensão mútua de conhecimentos via

pesquisas e enfrentamento de problemas. Ou seja, uma postura mediadora que requer do professor a disponibilidade, a abertura ao diálogo, a de ser referência ética e técnico-científica, e de servir como um guia sem, contudo, ser aquele que determina o processo educativo.

A PBL promove experiências integradoras de saberes práticos e teóricos pelo estudante que é ator central no processo, e a mobilização de saberes se dá no decorrer das atividades integrando o saber prévio com o potencial, e de certa forma, os Sete Passos da PBL sintetizam bem o processo de a partir de situações problema ir recorrendo aos tópicos e disciplinas à medida das necessidades.

No entanto, a abordagem da PBL não é isenta de críticas. A principal é a sintetizada por Hernández (1998, p.68) que aponta a crítica de alguns teóricos ao acusar o trabalho com projetos de deixar de trabalhar certos conteúdos, e de não trabalhar de forma integral e sistemática um programa de disciplina, dada a natureza dos projetos. Entretanto, há que se contrapor o argumento de que em uma abordagem de aprendizagem por problemas ou por projetos, a escola deve ter seu projeto político pedagógico orientado para tal, abrindo possibilidades para planos de ensino flexíveis e multidisciplinar. Assim, a escola e o professor devem se preparar para o uso de tal abordagem, adequando conteúdos e disciplinas; se este for o caso, ou seja, do uso da metodologia a disciplinas específicas, não como uma única solução aos problemas da educação em engenharia, mas constituindo-se em uma alternativa para viabilizá-la (RIBEIRO, 2005).

Outra crítica, apontada por Grimoni *et al.* (2012, p.102) refere-se ao quesito avaliação da aprendizagem. A crítica em geral é de que quando se trabalha com PBL ou projetos, não há como quantificar e medir o aprendizado principalmente de aspectos subjetivos, habilidades e atitudes. Ora, tratam-se de dificuldades empíricas, e quanto a isso, os autores recomendam o uso de diários de registros, entrevistas, produção de relatórios ou artigos científicos. Entretanto, tais críticas não invalidam os benefícios inequívocos da AA.

A AA e a abordagem da PBL propiciam sobremaneira uma formação tecnológica integral e não meramente técnica; ao passo que alarga a experiência educativa, fomentando o espírito científico, e tornando a pesquisa - atividade básica da ciência - um fundamento do processo educativo.

Fundada numa epistemologia crítica, relacional e construtivista (LODER, 2009), a AA e a PBL são abordagens educativas que possibilitam trabalhar a educação integral com o intuito de se preparar o jovem a adentrar tanto no universo profissional, quanto no universo da ciência e tecnologia, uma vez que essa experiência contempla a convergência da teoria e da prática, a formação do pensamento reflexivo e do espírito científico necessários ao progresso, e a construção de saberes.

Portanto, considera-se que estas abordagens consolidam verdadeiramente um processo educativo de mobilização e incorporação de saberes, de crescimento pessoal e profissional. E, como visto em Charlot (2000), o saber é uma relação do indivíduo com seus signos, com sua cultura e esta relação tem valor em um sistema maior, validado socialmente. Na abordagem PBL, o estudante enfrenta problemas, falhas, erros, busca e assimila novos saberes, aos que já traz consigo, potencializando a experiência educativa, e capacitando-o a resolver problemas por meio de sua predisposição ao saber e ao aprender.

Predisposição sem a qual não seria possível a efetivação das potencialidades individuais.

Espera-se que compreender estas abordagens contribua para a prática educacional na Educação em Engenharia, tanto para o docente em sua atuação mediadora, quanto para o discente, no sentido de demonstrar que ele deve tomar consciência do papel principal que tem no processo de aprendizagem, de ser responsável pelo seu próprio desenvolvimento, fazendo a gestão de seus conhecimentos de forma reflexiva. E em última instância, que possa contribuir no sentido de se apontar uma direção tornando o ensino em engenharia em uma Educação em Engenharia.

The problem-based educational process and the engineer's competencies development

ABSTRACT

This paper aims to comprehend the learning and development process of competencies in engineering education through an active pedagogy. Competencies were assumed as a set of capacities: knowing how to do - linked to technical skills; knowing how to think – link to technical knowledge and cognitive skills; knowing how to be and to act – linked to attitudes; these incorporated in the learning process. Mainly, this study is based in John Dewey's active learning theory, as in the use of the Problem Based Learning approach. This is an analytical research that sought to verify links of an active approach to the promotion and construction of transversal competencies, that is, knowledge, skills, and attitudes required for the contemporary engineer.

KEYWORDS: Engineering education. Active learning. Problem based learning. Engineer's knowledge.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Mestre Jou, 1982.

ARMSTRONG, P. **Bloom's Taxonomy**. Center for Teaching. Vanderbilt University. 2016. Disponível em: <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy/> Acessado em 07.06.16.

CASALE, A. **Aprendizagem Baseada em Problemas – desenvolvimento de competências para o ensino em engenharia**. 2013. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos da USP, São Carlos/SP.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber, elementos para uma teoria**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

CHARLOT, B. A noção de relação com o saber: bases de apoio teórico e fundamentos antropológicos. In: CHARLOT, B.(Org.). **Os jovens e o saber, perspectivas mundiais**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCACÃO. **Resolução CNE/CES/11/2002, aprovado em 11 de março de 2002**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília/DF, 9 de abril de 2002. Seção 1.

DELORS, J. (Org.) et al. **Educação, um tesouro a descobrir, Relatório para UNESCO da Comissão Internacional sobre educação para o século XXI**. Brasília: Unesco, 2010.

DEWEY, J. **Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição**. 4a. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GADOTTI, M. **História das ideias pedagógicas**. São Paulo: Ática, 1999.

GRIMONI, J.A.B. et al. Aprendizagem ativa na educação em engenharia. In: OLIVEIRA, V.F.et al. (Orgs.). **Desafios da educação em engenharia: vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições**. Brasília/Blumenau: ABENGE/EdiFURB, 2012. p.60-111.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HERNÁNDEZ, F., VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. 5.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

HOUDE, O. Aprendizagem. In: ZANTEN, A.V. (Org.). **Dicionário de educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

LODER, L.L. **Engenheiro em formação: o sujeito da aprendizagem e a construção do conhecimento em engenharia elétrica**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação, 2009, Porto Alegre/RS.

KERZNER, H. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LOPES, A. O. Relação de interdependência entre ensino e aprendizagem. In: VEIGA, I. P. A. (Org.). **Didática: o ensino e suas relações**. Campinas: Papyrus, 1996. p.105-114.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986. Disponível:http://www.aedi.ufpa.br/parfor/letras/images/documentos/ativ1_2014/abaetetuba/tomeacu2011/ensino_as%20abordagens%20do%20processo.pdf. Acessado em 20/02/2016.

NETO, O.M. et ali. Fundamentos teóricos de estratégias de problem based learning e Project based learning nas experiências de educação em engenharia. In: OLIVEIRA, V.F., TOZZI, M.J., LODER, L.L. (Orgs.). **Desafios da educação em Engenharia; formação em engenharia, capacitação docente, experiências metodológicas e proposições**. Brasília: ABENGE, 2014. p.9-88.

OLIVEIRA, V. F. Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**. V. 24, n.2 ,p. 3-12, 2005.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PINTO, D. P., NUNES, R.P., OLIVEIRA, V.F. (Orgs.). Prefácio. **Educação em engenharia, evolução, bases e formação**. Juiz de Fora: Fórum Mineiro de Engenharia de Produção – FMEPRO Editora, 2010.

REY, B. **As competências transversais em questão**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RIBEIRO, L.R.C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores.** 2005. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

SANTOS, C.A.M. et ali. Sócio-construtivismo e o uso de metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. In: OLIVEIRA, V.F., TOZZI, M.J., LODER, L.L. (Orgs.). **Desafios da educação em Engenharia; formação em engenharia, capacitação docente, experiências metodológicas e proposições.** Brasília: ABENGE, 2014. p.89-152.

SCHON, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SOUZA, A.C.G., PINTO, D.P., PORTELA, J.C.S. Lei de diretrizes e bases da educação e diretrizes curriculares nacionais para a engenharia. In: PINTO, D. P., NUNES, R.P., OLIVEIRA, V.F. (Orgs.). **Educação em engenharia, evolução, bases e formação.** Juiz de Fora: Fórum Mineiro de Engenharia de Produção – FMEPRO Editora, 2010, p. 35-53.

SOUSA, S.O. **Blended online POPBL: uma abordagem blended learning para uma aprendizagem baseada em problemas e organizada em projetos.** 2015. Tese (Doutorado) – UNESP, Presidente Prudente, SP.

VARGAS, R.V. **Gerenciamento de projetos; estabelecendo diferenciais competitivos.** Rio de Janeiro: Brasport, 2002.

Recebido: 2017-07-05

Aprovado: 2018-11-03

DOI: 10.3895/rbect.v11n3.6680

Como citar: SILVA, J. C.; TONINI, A. M. O processo educativo baseado em problemas e a formação de competências do engenheiro. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 3, 2018. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/6680>>. Acesso em: xxx.

Correspondência: Jarbas da Cunha e Silva - jcsgoforit@gmail.com

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

