

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOUTORADO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

MOACIR ÁVILA DE MATOS JÚNIOR

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO EM ENGENHARIA E
A TAXIONOMIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

TESE

PONTA GROSSA

2020

MOACIR ÁVILA DE MATOS JÚNIOR

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO EM ENGENHARIA E
A TAXIONOMIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

**Problem-based learning in engineering teaching and the significant learning
taxonomy**

Tese apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Doutor, do Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Campus Ponta Grossa
Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco

PONTA GROSSA

2020



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa**



MOACIR AVILA DE MATOS JUNIOR

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO EM ENGENHARIA E A TAXIONOMIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Ciência, Tecnologia E Ensino.

Data de aprovação: 30 de Outubro de 2020

Prof Antonio Carlos De Francisco, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Antonio Carlos Frasson, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Awdry Feisser Miquelin, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Erivelton Fontana De Laat, Doutorado - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)

Prof Nei Alberto Salles Filho, Doutorado - Universidade Estadual de Ponta Grossa (Uepg)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 22/12/2020.

Dedico este trabalho à minha Esposa Elô pelo seu Amor, Companheirismo e Cumplicidade nestes 34 anos juntos.

Me ensinou sobre o Amor e me mostrou o caminho da verdadeira educação. Me deu verdadeiros presentes Fernanda

Letícia e Lucas Eduardo. Filhos queridos e amados que sempre estiveram ao meu lado, torceram por mim apesar de inúmeras ausências devido aos compromissos profissionais.

Agradeço a todos vocês, pois nos anos deste doutorado ajudaram, torceram e sofreram junto comigo.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Graça Maria e a meu pai Moacir por sempre me estimularem a estudar, bem como aos meus irmãos Marcio Roberto e Marcelo Henrique pelas brincadeiras e os jogos que sempre fazíamos desde minha infância que me levaram a Educação Física.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco, pela sua confiança e sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

A Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia – PPGET a Coordenação do Curso de Doutorado, aos Professores do PPGET, aos funcionários da Secretaria da Pós-Graduação, aos Bibliotecários da UTFPR e da UEPG pela ajuda e atenção em minhas visitas a biblioteca, pelo atendimento cortês, educado e atencioso comigo e com os alunos do PPGET.

Aos Professores Doutores Antônio Carlos Frasson, Awdry Feisser Miquelin, Erivelton Fontana de Laat e Nei Alberto Salles Filho pela leitura e sugestões para o aperfeiçoamento deste texto.

Ao Governo do Estado do Paraná, a Secretaria de Estado da Educação e do Esporte – SEED e a Superintendência Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – SETI pela liberação para os estudos de doutorado.

Ao Núcleo Regional de Educação de Ponta Grossa e ao Centro Estadual de Educação Básica de Jovens e Adultos Prof. Paschoal Salles Rosa.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa e ao Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino que me mostrou a importância do diálogo entre as diversas áreas de conhecimento e a interdisciplinaridade e o Departamento de Educação Física.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Quanta confiança ... você teria num cirurgião se soubesse que ele nunca tinha aperfeiçoado suas técnicas ... e nunca praticou sob a orientação de um especialista as habilidades necessárias para realizar uma determinada cirurgia e, se de fato, ele tivesse aprendido sobre cirurgia ouvindo palestras proferidas por alguém que não realizou uma cirurgia ... e se graduou em medicina em grande parte com base na capacidade de passar nas provas de múltipla escolha?” (BORG, KELLY, LAYER & GALL, *apud* CRUICKSHANK & METCARF, 1990, p. 471)

RESUMO

A busca por uma formação humanista para os acadêmicos dos cursos de engenharias nas suas habilitações, é uma das propostas da Resolução CNE / CES nº 02 de 24/04/2019 que trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação em Engenharia. Esta tese discute a utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas para a aprendizagem significativa e formação humanista em cursos de Engenharia. A pesquisa de natureza qualitativa tem como *corpus* documental uma revisão sistemática (2010 a 2019), organizada a partir de um banco de dados disponível da Associação Brasileira de Ensino em Engenharia – ABENGE, que desde 1973 organiza o Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia – COBENGE. Opta-se pelo recorte temporal de análise entre 2016 a 2019, período em que os anais do COBENGE registram 2392 artigos, dos quais 293 artigos tratam sobre metodologia e ensino e destes, 90 especificamente sobre Aprendizagem Baseada em Problemas e destaca-se 25 artigos com problemas organizados por professores de Engenharia em situações de práticas. A análise da ABP, nos artigos destacados, é realizada sob aspectos da taxionomia da aprendizagem significativa de Fink (2003) e para fortalecer as discussões, expõe-se o pensamento de Illeris (2007) sobre aprendizagem humanista e teorias contemporâneas de aprendizagem de Peter Jarvis (2013) e Robert Kegan (2013) relacionadas à educação de adultos e educação profissional. Para implementação de problemas e propostas de ABP, efetiva-se a produção de uma sequência didática para orientar professores de Engenharia de “Como elaborar um problema para desenvolver a Aprendizagem Baseada em Problema em sala de aula”.

Palavras-chave: Teorias Contemporâneas da Aprendizagem. Metodologias Ativas. Aprendizagem Significativa. Aprendizagem Baseada em Problemas.

ABSTRACT

The search for humanistic training for academics of engineering courses in their qualifications is one of the proposals of Resolution CNE / CES nº 02 of 24/04/2019, which deals with the National Curricular Guidelines for training in Engineering. This thesis discusses the use of Problem-Based Learning for meaningful learning and humanistic training in Engineering courses. Qualitative research has as its documentary corpus a systematic review (2010 to 2019), organized from a database available from the Brazilian Engineering Education Association – ABENGE, which since 1973 has organized the Brazilian Engineering Education Congress – COBENGE. We opted for the time frame of analysis between 2016 to 2019, a period in which the annals of COBENGE register 2392 articles, of which 293 articles deal with the topic of methodology and teaching and of these, 90 specifically on Problem-Based Learning and we highlight 25 articles with problems organized by engineering professors in practical situations. The analysis of PBL, in the highlighted articles, is carried out under aspects of the taxonomy of significant learning by Fink (2003) and to strengthen the discussions, it exposes the thinking of Illeris (2007) on humanistic learning and contemporary theories of learning by Peter Jarvis (2013) and Robert Kegan (2013) related to adult education and professional education. For the implementation of PBL problems and proposals, the production of a didactic sequence to guide Engineering teachers on “How to develop a problem to develop Problem-Based Learning in the classroom” is effective.

Keywords: Contemporary Theories of Learning. Active Methodologies. Significant Learning. Problem-Based Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais áreas de estudo da aprendizagem para Illeris	31
Figura 2 - Modelo Teoria de Aprendizagem Illeris (2013)	32
Figura 3 - Ciclo de Aprendizagem de Kolb (1984).....	36
Figura 4 - Modelo de aprendizagem a partir de experiências primárias de Jarvis e Hirji (2006).....	39
Figura 5 - Modelo de transformação da pessoa por meio da aprendizagem Jarvis (2013).....	41
Figura 6 - Representação categorias da Taxionomia da Aprendizagem Significativa de Fink	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Artigos com Apresentação de Problemas 2016 - 2019.....	64
Gráfico 2 - Artigos Selecionados	78

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
CES	Câmara de Ensino Superior
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CNE	Conselho Nacional de Educação
DES	Programa Docência no Ensino Superior
DEMET	Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino
IES	Instituições de Ensino Superior
PBL	<i>Problem-Based Learning</i>
PPGECT	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
USP	Universidade São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE ACRÔNIMOS

ABENGE	Associação Brasileira de Ensino em Engenharia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
COBENGE	Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
ENADE	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
PARFOR	Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura
UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro-oeste do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 ASPECTOS DA APRENDIZAGEM HUMANA.....	27
2.2 TEORIAS CONTEMPORÂNEAS DE APRENDIZAGEM.....	34
2.2.1 Aprendizagem ao Longo da Vida de Peter Jarvis	35
2.2.2 Aprendizagem Transformacional de Robert Kegan.....	42
2.3 METODOLOGIAS ATIVAS.....	44
2.4 TAXIONOMIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	47
2.5 ABP NAS AULAS DE ENGENHARIAS.....	52
2.5.1 O Papel do Professor no Emprego da ABP.....	55
2.5.2 Implementando a ABP no Ensino Superior	58
2.6 AS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DOS CURSOS DE ENGENHARIA	73
3 CAMINHO METODOLÓGICO	76
4 ANÁLISE DOS ARTIGOS COBENGE 2016-2019	82
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	103

1 INTRODUÇÃO

A motivação para o estudo sobre Aprendizagem Baseada em Problemas, desenvolvida nesta tese, esteve presente durante boa parte minha vida profissional e à entrada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia.

Durante a entrevista de seleção para o Programa de Ensino de Ciências e Tecnologia fui questionado, pelos professores da banca, sobre o interesse em fazer parte do doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia, tendo em vista a formação profissional em Educação Física. Ao responder, eu ponderei junto aos entrevistadores, que apesar de ser formado em Educação Física, tinha concluído o mestrado na Universidade do Centro-Oeste do Paraná – UNICENTRO em Guarapuava no Programa Pós-Graduação em Educação, na área de aprofundamento Metodologia de Ensino (2000) e a atuação profissional no ensino superior, na área de Estágio Curricular Supervisionado no departamento de Métodos e Técnicas de Ensino na Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG desde 1993, possibilitaram-me o contato e a atuação em formação de professores na área afim e em outras áreas. Obtive a proximidade com a formação de professores de Ensino Superior nos mais variados projetos, entre eles o de formação pedagógica complementar de professores – Esquema I (1997 a 2000) e PARFOR (2002 a 2013) em relação a acompanhamentos de estágio e métodos de ensino.

A atuação em Instituições de Ensino Superior – IES particular e estadual aliada à formação proporcionada pelo mestrado em educação na área de metodologia de ensino me levaram a realizar palestras ou ministrar cursos em semanas de capacitação para os professores que atuavam em outros cursos como: administração, direito, turismo, engenharias.

Ao longo da vida profissional, acompanhei as mudanças nas IES e a constante demanda em formação continuada de professores e a formação pedagógica para professores oriundos de áreas técnicas e tecnológicas. Assim, os estudos sobre Metodologias de Ensino e Teorias de Aprendizagem e tecnologias de ensino, em grupos de estudos interdisciplinares, passaram a ser constante em minha vida profissional.

Em 2008, entrei em contato com estudos sobre Metodologias Ativas no livro “Aprendizagem Baseada em Problemas – PBL uma experiência no ensino superior”, de Luís R. de Camargo Ribeiro. A pesquisa de Ribeiro referia-se a um estudo de caso

sobre a implantação de um formato parcial do ABP em uma universidade pública brasileira. Indicava um estudo sobre o emprego do ABP em disciplinas de gestão no curso de Engenharia.

O conhecimento dessa experiência de ensino, fez-me empreender os estudos de Metodologias Ativas pela creditação das inúmeras possibilidades de ela possibilitar aos acadêmicos maior motivação, trabalho colaborativo, desafio, interação com problemas reais de profissão e para os docentes, um ensino mais dinâmico, interdisciplinar, numa visão mais humanista e construtivista da aprendizagem.

A UEPG desde os anos 90 desenvolvia atividades relacionadas à docência no ensino superior, esse trabalho era desenvolvido pelo extinto Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino – DEMET por responsáveis pela disciplina de didática. Organizavam-se cursos e palestras aos professores concursados e professores colaboradores – professores temporários contratados pelo regime CLT – com o objetivo de informar e oferecer conhecimentos relacionados aos aspectos didático-pedagógicos. Este mesmo grupo de professores do DEMET, a partir de 2013, criou o Programa Docência no Ensino Superior – DES, vinculado a Pró-Reitoria de Graduação com o objetivo de ser um espaço para auxiliar os professores dos diversos cursos da UEPG, em relação aos aspectos didático-metodológicos. Desenvolveram-se palestras, cursos e eventos focados em discussões sobre: planejamento de ensino, metodologia de ensino, avaliação e outros aspectos relevantes para a atuação dos professores do ensino superior.

Nesta perspectiva, abriu-se espaço para realização de palestras, cursos e minicursos nas semanas pedagógicas ou em eventos especiais com participação de professores de todas as áreas de conhecimento. Eu estava entre os gestores do programa e representei o DEMET ministrando a palestra “Usando Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior” (2016) aberto a todos os professores da UEPG e uma oficina pedagógica “Uso da ABP no ensino de Engenharia” (2017) com inscrições de professores dos cursos de Engenharia de Alimentos, Engenharia Química, Engenharia de Materiais. Essa iniciativa da UEPG visava, também, a atender as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia, em discussão desde 2010 e que sinalizava a inserção de metodologias de Ensino com aprendizagem centrada no aluno nos cursos de Engenharia e indicava um novo perfil de egresso, num viés mais crítico, reflexivo, cooperativo e com habilidades de trabalhar em equipes multidisciplinares.

Por diversas vezes, os professores de Engenharia verbalizaram a disposição para aplicação de metodologias ativas em suas aulas e as dificuldades para elaborar problemas que permitissem aliar a teoria (conteúdo específicos das disciplinas) com a prática profissional. Além disso, demonstraram preocupação com a avaliação e como a mudança de postura metodológica implicaria na formação técnica dos profissionais de Engenharia de forma positiva ou negativa e que era difícil, fazê-lo sem mudanças estruturais de currículo. Haveria necessidade de aumento de carga horária.

As inquietações dos professores-engenheiros encontram ressonância no desencadeamento de as transformações e novas configurações dos cursos de engenharia. Tendo em vista que o ensino em engenharia passa por grandes transformações, pois, segundo Sturm et al. (2015, p.149) “nas últimas décadas houve um período turbulento de mudanças sociais, tecnológicas, econômicas, culturais e políticas. O fenômeno da globalização da economia, por sua vez sacudiu as universidades”.

As IES buscam, por meio de novas metodologias de ensino, cumprir seu papel na formação dos novos engenheiros. Essa necessidade é apresentada no relatório da UNESCO por Delors *et al.* (2000, p. 139) sobre a educação para o século XXI em que destaca que a IES “é em qualquer sociedade, um dos motores do desenvolvimento econômico e, ao mesmo tempo, um dos polos da educação ao longo de toda a vida”.

Essa visão foi amparada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) por meio da Câmara de Ensino Superior na resolução número dois de vinte e quatro de abril de 2019 institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia, que atribui no Capítulo II artigo 3º:

O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

I – ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

II – estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;

III – ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa os problemas de Engenharia;

IV – adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;

V – considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;

VI – atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

O que é apontado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais – DCN implica em como deverá ser a formação dos futuros engenheiros, quais as características, habilidades e competências.

Para possibilitar um ambiente propício a essa formação mais holística e cidadã, é necessário discutir o que se ensina, como se ensina, como se pode ensinar para envergar a aprendizagem significativa nos cursos de formação profissional no ensino Superior. Uma discussão motivada pela ciência de fatores como a existência de grande volume de conhecimento gerado, atualmente, e em paralelo a rápida obsolescência do que é ensinado durante um curso de graduação, principalmente os conhecimentos de ordem tecnológica. Outro ponto, está na complexidade dos problemas enfrentados pelas sociedades, que indica que somente ensinar conceitos derivados das ciências exatas e naturais, não basta. Hoje, compreende-se que conhecimentos das ciências sociais e humanas são fundamentais para alicerçar uma formação mais comprometida com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

A Res. CNE/CES nº 02/2019 – Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia apresentado no Capítulo II Art. 4º pontua que o curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as competências gerais, entre as quais ressalta-se:

VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação:

- a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.
- b) aprender a aprender.

Nessa visão, entende-se que os modelos educacionais convencionais apresentam deficiências e não promovem a aprendizagem significativa que concorre para o desenvolvimento de outros tipos de conhecimentos (procedimentais e atitudinais) valorizados na vida profissional e social.

As IES defrontam-se com um sério dilema: aliar a missão de apresentar um volume crescente de conhecimentos técnicos-científicos aos graduandos à necessidade de desenvolver habilidades atitudinais (capacidade de aprendizagem contínua ao longo da vida; trabalho colaborativo; respeito à diversidade de ideias e de pessoas; ética e responsabilidade social).

Hodiernamente, algumas alternativas têm se apresentado ao ensino superior, entre elas a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou *Problem-Based Learning (PBL)*.

Rufino, Lopes e Antunes Jr (2018) indicam que novas metodologias de ensino

estão sendo usadas nos cursos de engenharias nas mais diferentes habilitações, como se observa:

Sabe-se que nos últimos anos a busca por novas metodologias de ensino voltadas para as engenharias, vem crescendo constantemente. Trazer para sala de aula sistemas capazes de prover uma formação profissional diretamente ligada ao que o mercado espera dos profissionais quando saírem é, sem dúvidas, um dos grandes desafios atuais.

Nesse cenário, busca-se o pensamento crítico ou a resolução de problemas, tanto professores quanto alunos devem modificar seus papéis e responsabilidades tradicionais. Esse processo requer que os estudantes se tornem ativamente envolvidos em seu próprio aprendizado, realizando suas próprias descobertas ao invés de só aceitar falas e escrita. (MAEKAWA, NAGAI, IZEKI, 2015)

As discussões acerca de os propósitos do Ensino Superior e o esgotamento do modelo tradicional se acentuam e apontam um consenso de que é essencial emprego de metodologias de ensino caracterizadas pelo emprego de problemas de vida real que estimulem o pensamento crítico, a habilidade de solução de problemas e a aquisição de conceitos fundamentais de cada área.

Com essa visão, Ribeiro (2008, p.13) enuncia sobre a ABP:

é uma metodologia de ensino caracterizada pelo uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de solução de problemas e aquisição de conceitos fundamentais”, essa proposta é caracterizada como uma metodologia de ensino com base construtivista, focada na formação profissional humanista. E, para tal é necessário o entendimento de que uma mudança na ação pedagógica do professor em sala de aula, acontecerá quando esse professor se sentir seguro e possuidor dos conhecimentos básicos para realização desta ação.

A ABP é uma metodologia de ensino-aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada, na qual situações-problema são utilizadas para iniciar, direcionar, e motivar a aprendizagem de conceitos, teorias e o desenvolvimento de habilidades e atitudes no contexto de sala de aula, sem a necessidade de conceber disciplinas especiais para este fim (SAVIN-BADEN, 2000).

Nesse contexto, surge a questão-problema dessa tese: **como elaborar problemas significativos por meio da utilização de Aprendizagem Baseada em Problemas nas aulas de Engenharia?**

Entende-se, ainda, que no processo de ensino-aprendizagem, o professor-engenheiro carece dominar vários saberes relativos à prática pedagógica e se fortalecer epistemologicamente para responder de forma coerente as demandas mais complexas para formação profissional nas engenharias.

Assim, estabelece-se como objetivo geral dessa pesquisa: **Discutir** a utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas para a aprendizagem significativa e a formação humanista em cursos de Engenharia.

A esse propósito, estabelece-se os objetivos específicos: 1) **apresentar** os pressupostos epistemológicos da aprendizagem humanista no Ensino Superior; 2) **relacionar** aspectos da Aprendizagem Baseada em Problemas nos Cursos de Engenharia e a Taxinomia da aprendizagem significativa de Fink; 3) **analisar trabalhos desenvolvidos em IES** em artigos apresentados no COBENGE sobre o uso da Aprendizagem Baseada em Problemas nos cursos de Engenharia; 4) **elaborar** uma sequência didática de como conceber problemas para aplicar na Aprendizagem Baseada em Problemas nas aulas de engenharia, nas mais diferentes disciplinas.

A organização do material para compor o *corpus* documental, deu-se por revisão sistemática baseada nas propostas de Leitão *et al.* (2010) e Roever (2020) a partir das publicações apresentadas no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, o qual acontece desde 1973 e em que se discute, essencialmente, a educação em engenharia.

Para iniciar a inclusão e exclusão do material, com vistas à obtenção de dados para análise, a revisão sistemática abarcou as publicações Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE no período de 2010 a 2019, dados disponíveis no banco de dados da ABENGE. Os trabalhos apresentados, em anos que antecedem esse período, foram publicados em anais impressos. Então, o primeiro critério de recorte foi o acesso a dados publicados digitalmente pela ABENGE. No primeiro momento, utiliza-se a mineração de dados brutos com a seleção das palavras-chaves: Metodologia de Ensino e ABP.

A ABP é discutida em 30,71% de toda a produção científica da área ao longo dos quarenta e sete anos de evento COBENGE, atribui-se, assim, o segundo recorte temporal para este estudo, nos anos de 2016 até 2019. Nesses quatro anos de congresso foram apresentados 2392 artigos das mais diferentes áreas de formação da engenharia e destes 293 tratavam sobre Métodos e Meios para Ensino/Aprendizagem, dos quais 90 artigos discutiam a ABP, os mesmos apresentam temáticas como: proposta de disciplina, ação para evitar a desistências no curso, avaliação das atividades de ABP, discussão de currículo, ABP na graduação e pós-graduação entre outros. Utilizou-se como critério de inclusão para estudos e estabelecimento das categorias de análise, nessa tese, os artigos que apresentavam

propostas de desenvolvimento junto aos acadêmicos “a partir de um problema”, totalizando 25 artigos que atendiam a todos os critérios: proposta de metodologia em ABP; cursos de engenharia; apresentação de problema.

O delineamento de investigação de natureza qualitativa está alicerçado em dois motivos: primeiro, ao se estudar um objeto em seu contexto de naturalização, visando a compreender, ou interpretar os fenômenos, relacionando o significado que lhes é conferido pelos sujeitos. Nesse caso, a possibilidade de perceber a atuação do docente-engenheiro em relação ao emprego da ABP e os encaminhamentos metodológicos com perspectivas à geração de aprendizagem significativa. O segundo motivo é em relação ao *lócus* onde se disseminam o registro dessas experiências e pesquisas sobre a ABP no ensino de engenharia, que permite a investigação de práticas e de inovações educacionais.

Em relação ao ineditismo, dessa pesquisa, se relaciona à forma de como o estudo está direcionado para a perspectiva de investigação sobre a construção da prática em ABP tendo como princípio a elaboração da questão-problema. O foco desse estudo não está em discutir os efeitos da aprendizagem e nem no rendimento dos alunos e, sim em demonstrar as possibilidades de ensino pela ABP e o processo de conhecimento das estruturas teóricas que embasam o planejamento para sua efetivação.

Desse modo, no segundo capítulo apresenta-se os fundamentos teóricos sobre aspectos da aprendizagem humana, teorias de aprendizagem humanista, a discussão das teorias de Illeris, Jarvis e Kegan, metodologias ativas, aprendizagem baseada em problemas e taxionomia aprendizagem significativa proposta por Fink. Também se incursiona os fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas e a aplicação nos cursos de engenharia.

No terceiro capítulo descreve-se a trilha metodológica seguida para a produção desta pesquisa.

O quarto capítulo apresenta a análise e discussão de resultados dos artigos inscritos no Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia – COBENGE que apresentavam propostas sobre Aprendizagem Baseada em Problemas relacionando-os às categorias da Taxionomia da Aprendizagem Significativa proposta por Fink.

Nas considerações finais desencadeia-se as discussões referentes a proposta de uma metodologia para a elaboração de perguntas/problemas para que os professores possam desenvolver a ABP nas suas disciplinas.

Como produto desta pesquisa, organiza-se uma sequência didática que terá como conteúdo: Competências e Habilidades, Taxionomia da Aprendizagem Significativa, Elaborando Problemas para uso em sala de aula nos cursos de engenharia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Moreira (1999, p. 12) define “teoria é uma tentativa humana de sistematizar uma área de conhecimento, (...) uma construção humana para interpretar e explicar como e porque algo funciona”.

Dessa forma Moreira indica que três filosofias dão suporte às teorias de aprendizagem, estas filosofias são a “comportamentalista (behaviorismo)”, a “cognitivista” e a “humanista”.

Moreira (1999, pp. 14-16) define as filosofias da seguinte forma:

Comportamentalista: a tônica está nos comportamentos observáveis e mensuráveis do sujeito. (...) Tanto é que uma ideia básica do behaviorismo mais recente é a de que “o comportamento é controlado pelas consequências”; se a consequência for boa para o sujeito, haverá uma tendência de aumento na frequência da conduta e, ao contrário, se for desagradável, a frequência de resposta tenderá a diminuir. Isso significa que, manipulando principalmente eventos posteriores à exibição de comportamento, se pode, em princípio, controlá-los. (...) Grande parte da ação docente consistia em apresentar estímulos e, sobretudo, reforços positivos (consequências boas para os alunos) na quantidade e o momento corretos, a fim de aumentar ou diminuir a frequência de certos comportamentos dos alunos. As aprendizagens desejadas, i.e., aquilo que os alunos deveriam aprender, eram expressas em termos de comportamentos observáveis. Os objetivos comportamentais definiam, da maneira mais clara possível, aquilo que os alunos deveriam ser capazes de fazer, em quanto tempo e sob que condições, após a instrução. A avaliação consistia em verificar se as condutas definidas nos objetivos comportamentais eram, de fato, apresentadas ao final da instrução. Se isso acontecia, admitia-se, implicitamente, que havia ocorrido aprendizagem.

Cognitivista: enfatiza exatamente aquilo que é ignorado pela visão behaviorista: a cognição, o ato de conhecer; como o ser humano conhece o mundo. (...) Para os cognitivistas, o foco deveria estar nas chamadas variáveis intervenientes entre estímulos e respostas, nas cognições, nos processos mentais superiores (percepção, resolução de problemas, tomada de decisões, processamento de informação, compreensão). Que dizer na mente, mas de maneira objetiva, científica e não especulativa. (...) A filosofia cognitivista trata, então, principalmente dos processos mentais; se ocupa da atribuição de significados, da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição.

Humanismo: vê o ser que aprende primordialmente como pessoa. O importante é a autorrealização da pessoa, seu crescimento pessoal. O aprendiz é visto como um todo – sentimentos, pensamentos e ações – não só intelecto. Neste enfoque, a aprendizagem não se limita a um aumento de conhecimentos. Ela é penetrante, visceral, e influi nas escolhas e atitudes do indivíduo. Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados, para bem ou para mal. (...) Carl Rogers originou o chamado “ensino centrado no aluno” e as “escolas abertas”, bastante conhecidas nos anos 70, principalmente nos Estados Unidos, nas quais os alunos tinham liberdade de escolha, inclusive sobre o que estudar. (...) Em tempos mais recentes, Novak tem defendido um humanismo mais viável para a sala de aula: é a aprendizagem significativa, que subjaz a integração construtiva de pensar, sentir e agir, engrandecendo o ser humano. Quer dizer, o aprendiz é visto como um ser que pensa, sente

e age de maneira integrada, mas é a aprendizagem significativa que torna positiva esta integração, de modo a levá-lo à autorrealização, ao crescimento pessoal.

Denota-se, dentre os fundamentos filosóficos, que o posicionamento humanista combinado às expectativas da aprendizagem significativa e restabelecida das partes fragmentadas à visão do todo, é o melhor caminho para nortear todas as etapas de ensino. A formação humanista é muito mais ligada a atitudes e enfoques pedagógicos – à concepção que se tem da ciência – do que aos conteúdos disciplinares específicos ensinados. Nos cursos de engenharia, a formação humanista pode encontrar base nas próprias disciplinas técnico-profissionalizantes, quando religa as interações históricas e práticas em suas relações com os reais problemas da sociedade. Nesse sentido, o enfoque teórico o ensino é centrado no aluno, e a aprendizagem se empreende o aprender a aprender; liberdade para aprender; crescimento pessoal, como se destaca no Quadro 1: Enfoques Teóricos à Aprendizagem e ao Ensino.

Quadro 1 - Enfoques teóricos à aprendizagem e ao ensino

Enfoques Teóricos à Aprendizagem e ao Ensino		
Comportamentalismo	Cognitivismo	Humanismo
Estímulo	Esquema	Aprender a Aprender
Resposta (comportamento)	Signo	Liberdade para Aprender
Condicionamento	Modelo Mental	Ensino Centrado no Aluno
Reforço	Subsunçor	Crescimento Pessoal
Objetivo Comportamental	Construto Pessoal	

Fonte: Adaptado de Moreira (1999, p. 18)

A proposta de uma aprendizagem e ensino humanista é apresentada e defendida no relatório de Delors (1999, p. 90), pois:

... pretende que cada um aprenda a compreender o mundo que o rodeia, pelo menos na medida em que isso lhe é necessário para viver dignamente, para viver dignamente, para desenvolver as suas capacidades profissionais, para comunicar. Finalidade, porque seu fundamento é o prazer de compreender, de conhecer, de descobrir. Apesar dos estudos sem utilidade imediata estarem desaparecendo, tal a importância dada atualmente aos saberes utilitários, a tendência para prolongar a escolaridade e o tempo livre deveria levar os adultos a apreciar, cada vez mais, as alegrias do conhecimento e da pesquisa individual. O aumento dos saberes, que permite compreender melhor o ambiente sob os seus diversos aspectos, favorece o despertar da curiosidade intelectual, estimula o sentido crítico e permite compreender o real, mediante a aquisição da autonomia na capacidade de discernir.

Dessa forma, observa-se que o humanismo na educação valoriza a relação entre os educandos com todas as coisas da vida, na busca de autorrealização.

A formação de engenheiros em suas características humanas deve ser valorizada e fortalecida para que sua ação profissional tenha como um dos focos as pessoas. Buscar formar um cidadão pleno, perpassa as possibilidades de escolhas, de busca de felicidade e satisfação e, também, buscar e valorizar seus interesses.

O entendimento de como o ser humano aprende, quais as formas, os processos e mecanismos dessa aprendizagem são importantes para a escolha de metodologia de ensino e a condução do processo ensino-aprendizagem. Essa discussão será conduzida na sequência.

2.1 ASPECTOS DA APRENDIZAGEM HUMANA

Segundo Illeris (2007, p. 5) a aprendizagem é “qualquer processo que nos organismos vivos leva a uma mudança permanente de capacidade não apenas devido a maturação biológica ou envelhecimento”. Assim cada pessoa de acordo com seu crescimento necessita de mais informações e compreensão de suas relações com outros seres humanos e a compreensão de seus diferentes papéis sociais.

Todos estamos mudando de acordo com o nosso crescimento e essa mudança acontece a partir de novas necessidades que temos nas relações com as pessoas, Fink (2003, p. 239) indica que:

Como adolescentes, temos que aprender como construir relacionamentos com pessoas em nossa família e fora dela, como aceitar responsabilidades e como estabelecer objetivos na vida e trabalhar com eles. Como jovens, temos que aprender como lidar com relacionamentos amorosos, ganhar a vida e ser um bom cônjuge e talvez um bom pai. Como adultos, temos de aprender mais sobre o que dá sentido à nossa vida como fornecer liderança em grupos comunitários dos quais fazemos parte e como deixar nossos filhos irem desenvolver suas próprias vidas. Como idosos, temos que aprender como lidar com nossos crescentes limites físicos, como usar o tempo de lazer cada vez mais significativo e, por fim, como lidar com a perspectiva de nossa própria mortalidade se aproximando. A necessidade de aprender nunca para.

Além dessas mudanças pessoais ainda existem as mudanças em relação a aspectos sociais nossa relação com o mundo nos faz enfrentar alguns aspectos específicos. Como apresenta Fink (2003, pp. 339-340):

Tecnologia: as pessoas hoje precisam aprender a usar vários tipos de tecnologia em quase todos os aspectos de sua vida: automóveis, eletrodomésticos, TVs, Videocassetes, câmeras de vídeo, computadores e assim por diante.

Assistência médica: temos novas oportunidades e a necessidade de aprender sobre aspectos específicos de nossa condição física (por exemplo calorias, colesterol e parada cardíaca). Mas também temos que aprender a fazer escolhas entre diferentes abordagens para o tratamento médico: medicina tradicional, acupuntura, saúde preventiva, fisioterapia, e assim por diante.

Vida do adolescente: pais, professores e crianças hoje enfrentam e precisam aprender sobre o papel e influência das drogas, violência e sexualidade para o adolescente que é completamente diferente do que era há uma geração.

Qualidade do meio ambiente: indivíduos e órgãos públicos têm que aprender sobre o impacto ambiental de nossas atividades e o impacto de produtos específicos que descartamos.

Eficácia organizacional: como as organizações corporativas, sociais e políticas tornam-se maiores e mais complexas, todos nós precisamos aprender sobre liderança e eficácia organizacional.

Aposentadoria: as pessoas que aposentam enfrentam decisões mais complexas sobre estratégias de investimentos e programas de assistência pública para idosos.

Deste modo, os desafios da aprendizagem hoje com tais mudanças são bem diferentes das aprendizagens que nossos pais e avós tiveram e com certeza serão diferentes das necessidades de aprendizagem de nossos filhos e netos.

Segundo Illeris (2007, p. 6) “muitas fontes diferentes devem ser levadas em consideração para o entendimento da complexidade da aprendizagem humana”, assim precisamos conhecer as várias fontes que poderão nos levar a compreensão da aprendizagem.

Para Illeris (2007) essas fontes são a psicologia, também a fonte biológica, em relação ao corpo e ao cérebro além das ciências sociais o que favorecem a aprendizagem de adultos e a aprendizagem ao longo da vida.

Uma das primeiras fontes são os estudos da psicológica que em linhas gerais é tida como a ciência do comportamento humano, mas não só essa, pois outras linhas da psicologia discutem outros aspectos além do comportamento observável relacionados a experiência.

A importância dos estudos em psicologia se dá na medida em que o ser humano é um ser biológico e como tal tem certas possibilidades e limitações que vem de sua constituição corporal e a partir das relações dos seres humanos com o meio ambiente em que vivem.

Com relação a fonte biológica Illeris (2007, p.9) afirma “o corpo parece ser um tipo de caso que só pode ser incluído se o que for aprendido parcial ou totalmente de natureza corporal como andar, nadar andar de bicicleta”. O que em certa medida fortalece a exclusão do corpo como elemento importante na aprendizagem sendo considerado somente quando aspectos corporais são incluídos.

Illeris (2007) aponta que aspectos corporais como: fome, cansaço, dor podem tornar o aprendizado mais difícil, entre tanto quando existe motivação que também está alicerçada no corpo a aprendizagem é fortalecida.

Isso nos leva a relação do cérebro e do sistema nervoso central como elementos importantes para os processos de aprendizagem conscientes ou inconscientes.

Segundo Leontjev (1981 apud GADOTTI, 2001) as funções mentais superiores como linguagem, pensamento, consciência e o self permitem ao indivíduo/organismo reagir apropriadamente ao ambiente em mudança.

Isso acontece, pois, cada processo de aprendizagem tem seu próprio curso através de circuitos eletroquímicos entre milhares de células cerebrais envolvidas em diferentes áreas e centros cerebrais.

Illeris (2007, p. 14) explica que:

um processo de aprendizagem pode normalmente começar pelo indivíduo experimentando alguns impulsos do meio ambiente através dos sentidos. Frequentemente haverá impulsos simultâneos em diferentes modalidades de sentido – por ex. vendo algum evento ou outro e simultaneamente ouvir o que é dito. Cada um dos sentidos forma uma série de “imagens” com base nesses impulsos (o conceito de imagens não é usado apenas para imagens visuais, mas também para outras impressões, por exemplo “imagens sonoras”). Essas imagens ou impressões são mediadas na “memória de trabalho” ou “memória de curto prazo” (localizada nos lobos frontais do cérebro acima dos olhos e muito mais desenvolvidos em seres humanos do que mesmo nos primatas mais elevados). ...

É importante que os diferentes impulsos recebidos pela memória de trabalho ou memória de curto prazo também foram “filtradas” ao longo do caminho por meio de conexões com a “memória de longo prazo” e, por tanto, foram influenciados por “memórias” que o cérebro imediatamente e subjetivamente “considera relevante”.

Isso ocorre na memória de trabalho em uma fração de segundo como uma combinação ou “deliberação” dos diferentes novos impulsos em interação com impressões reativadas relevantes de experiências anteriores, memórias, emoções, entendimentos e afins, e torna o indivíduo capaz de reagir a esta base. A reação pode ser extrovertida na forma de ação; também pode ser introvertido tanto na forma das mudanças no corpo quanto na impressão do evento com as emoções e reações associadas fixam-se a longo prazo na memória e, portanto, constituem o impulso para a aprendizagem que mais tarde pode ser lembrado e ativado em conexão com novos eventos ou situações relevantes. ...

É importante ressaltar que a memória de longo prazo está registrada nos “traços” de um circuito eletroquímico. Deve-se imaginar que esses traços são organizados tematicamente de uma forma ou de outra, de modo que haja uma ordem ou sistematização, a partir da qual ele pode ser ativado. De qualquer forma, é o caso que quanto mais frequentemente um determinado “traço” foi ativado, maior é a probabilidade de o “traço” ser reativado, ou seja, que se “lembra” da experiência ou conhecimento ou compreensão que o traço representa. Por outro lado, quanto mais tempo passa desde que o rastreo foi ativado pela última vez, maior é o risco de que seja fraco, impreciso ou tenha desaparecido completamente, ou seja, tenha sido “esquecido”.

Deve-se imaginar também que os rastros fazem parte de conexões que possibilitam certos impulsos par desencadear certas associações, ou seja, que automaticamente colocar impulsos em conexão com memórias que subjetivamente “considerados relevantes” precisamente no contexto dado.

Esse processo, descrito por Illeris, explica como se dá o processo de aprendizagem humana. Explica a possibilidade de aprendermos desde reflexos físicos bastante inconscientes, básicos ou automáticos, pensamentos e ações para um controle bastante consciente e direcionado dos processos de aprendizagem.

Mas não acontece aprendizagem apenas em contextos internos, mas também nas relações que estabelecemos nos mundos sociais em que vivemos, para Illeris (2007, p.19) a terceira fonte de aprendizagem é a sociedade, pois:

Aprender não é, algo que ocorre apenas no individual. Pelo contrário, a aprendizagem está sempre inserida em um ambiente social e contexto social que fornece impulsos e define as estruturas para o que pode ser aprendido e como. Por exemplo, há uma natureza da aprendizagem que ocorre na escola, a aprendizagem que ocorre no mundo do trabalho, e a aprendizagem que ocorre na vida cotidiana fora da escola e do trabalho – porque os diferentes contextos dão aprendizagem essencialmente diferente em condições fundamentais.

O que reforça a ideia de que a aprendizagem acontece, também, a partir das relações entre pessoas ou seja que a aprendizagem é de natureza social. O que nos leva as relações sociais de nosso primeiro núcleo de vida social a família.

Em nossas famílias aprendemos muitas coisas por meio de brincadeiras, fazendo pequenas atividades domésticas, por meio da explicação dos pais, avós, irmãos, tios, primos. Depois, aprendemos no grupo dos amigos e vizinhos de nossa rua, ou do condomínio, da escolinha de futebol, do judô, do *taekwondo*, de natação, no ballet, música e tantos outros grupos que virão no futuro.

Conforme vamos nos tornando adultos esses grupos sociais vão se transformando até chegarmos nos grupos sociais do trabalho. Assim, precisamos entender que o trabalho requer novos conhecimentos, habilidades para uso na vida profissional. Diante disto, percebe-se que contextos sociais e culturais são extremamente importantes para fortalecer a aprendizagem.

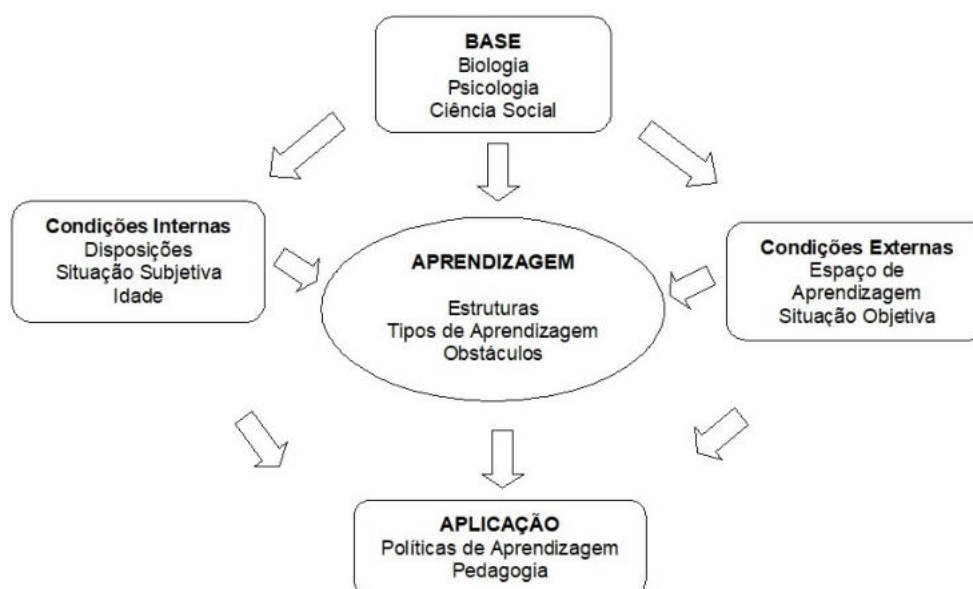
Com base nestas afirmações, o foco da ciência da aprendizagem passa a ser o processo pelo qual se efetiva a aprendizagem e apropriação de conhecimentos.

Uma educação tradicional era baseada na aquisição de habilidades de leitura simples, escrita e cálculo, o que possibilitam ao indivíduo se expressar de forma clara e resolver problemas simples. Execução de atividades simples e repetitivas sem

necessidade de reflexão. Nos dias de hoje, entretanto, com o aumento da complexidade das relações entre o indivíduo, sociedade, conhecimento, trabalho e tecnologias. Novas habilidades devem ser desenvolvidas, novas competências devem ser experienciadas, como aponta Hebert Simom¹ (1996), “o saber mudou de ser capaz de lembrar e repetir informação para poder encontrá-la e usá-la”.

A este propósito Illeris (2013, p. 16) expõe seu entendimento sobre as estruturas da teoria de aprendizagem. A base está relacionada a três áreas: biologia, psicologia e ciência social. A aprendizagem seus processos e dimensões além dos diferentes tipos de aprendizagem e dos obstáculos que a dificultam. Também são consideradas as situações internas e externas que não apenas influenciam, mas também estão envolvidas na aprendizagem, expostas na figura 1.

Figura 1 - Principais áreas de estudo da aprendizagem para Illeris



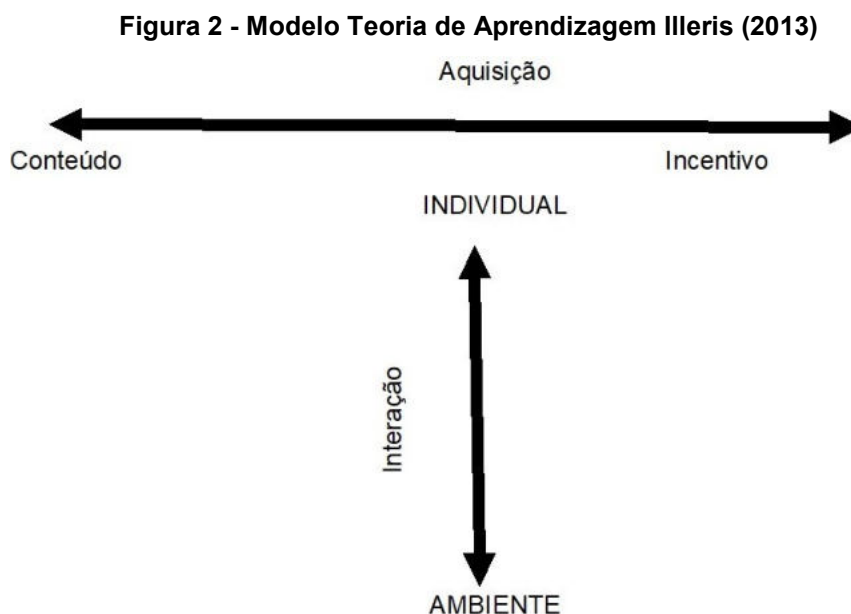
Fonte: Illeris (2013, p. 16)

Illeris (2013) destaca que é importante compreender que toda aprendizagem possibilita a integração do indivíduo com o seu ambiente social e o processo psicológico, mostrando que uma experiência não é um evento único, mas um aprendizado durante um determinado de tempo.

Illeris (2013) apresenta o conceito de que a aprendizagem como sendo um processo interno de interação entre o ambiente e o indivíduo no sentido vertical como

¹ Ganhador prêmio Nobel de Economia 1976.

uma via de mão dupla e um processo psicológico de integração entre o incentivo e o conteúdo (conhecimento) é representada no modelo de Teoria de Aprendizagem de Illeris na figura 2.



Fonte: Illeris (2013, p. 17)

Esta representação sugere que os conteúdos para serem aprendidos ou assimilados necessitam do incentivo/motivação e que o ambiente e o indivíduo precisam participar desse processo numa relação de mão dupla.

Dessa forma segundo Fink (2003, pp. 241-242) conclui que as pessoas aprendem de três formas:

Aprendizagem individual e informal: parte do que aprendemos acontece informalmente e até por acaso, conforme respondemos e reagimos às experiências da vida cotidiana. Muito do que aprendemos sobre nós mesmos e os outros resulta de nossa própria interpretação, e às vezes má interpretação de eventos específicos da vida. Nosso senso de como as pessoas se comportam, quem gosta de nós e quem não gosta, se nos vemos como inteligentes e competentes ou ineptos e pouco inteligentes – esses são exemplos dos tipos de coisas que aprendemos informalmente em nossas experiências cotidianas.

Aprendizagem Individual Intencional: outro tipo de aprendizagem é mais intencional, mas ainda controlada individualmente. Allen Tough (1979) documentou a ampla ocorrência do que ele chamou de projetos de aprendizagem de adultos. Ele descobriu que uma grande maioria dos adultos rotineiramente identifica coisas específicas que desejam aprender e, em seguida, começa a encontrar maneiras específicas de aprender sobre elas. Uma pessoa adulta, escolhe um determinado assunto que ele precisa aprender para realizar uma tarefa ou atividade. Então essa pessoa vai atrás dos recursos necessários disponíveis: livros, fitas de vídeo, palestras. O que possibilita executar a atividade escolhida.

Aprendizagem formal: ocorre como resultado de oportunidades de aprendizagem formais e estruturadas, organizadas por terceiros. Indivíduos,

grupos dentro de instituições e instituições inteiras fornecem uma variedade de programas de aprendizagem estruturados: cursos, programas de graduação, workshops, seminários, programas de treinamento e assim por diante.

Esses três tipos de oportunidades de aprendizado descritos estão disponíveis para todos, porém as pessoas respondem a essas oportunidades de formas diferentes. Algumas pessoas sentem alguma dificuldade em aprender e até passividade em relação a aprendizagem. Outras se envolvem com a aprendizagem buscando recursos para se apropriar dos conhecimentos e se dedicam a aprendizagem. Outros ainda são dedicados e assumem sua responsabilidade de buscar o que precisam aprender.

A esse propósito a Aprendizagem Humanista é a base para essa pesquisa na medida em que, através dessa proposta os professores buscam aprimorar as capacidades de interação humana entre seus alunos, buscando torná-los conscientes em relação ao assunto estudado.

Nessa busca por tornar os alunos conscientes Fink (2007, p. 162) explica que:

os professores colocam os alunos em situações imaginárias ou em funções simuladas (uma experiência indireta de “fazer” ou “observar”) e depois eles devem refletir, muitas vezes através do uso de registros de aprendizagem (anotações), sobre como essas situações ou papéis os fizeram se sentir. Ou seja, os alunos se envolvem em um “diálogo consigo mesmo”. Geralmente, essas novas situações ou funções criam perspectivas, então os alunos são solicitados a comparar essas novas perspectivas com seus próprios pensamentos, sentimentos anteriores, ou crenças.

Da mesma forma, para aumentar a consciência dos outros alunos, os professores encontram maneiras de trazer nas histórias de outros por meio de uma experiência indireta de “observação”, por exemplo, filme ou literatura e, em seguida, pedem aos alunos que conversem com seus colegas “diálogo com outros” em um esforço para encontrar o significado que certos eventos têm para os outros. Quando atividades que visam aprender sobre si mesmo e sobre os outros são combinadas, o impacto é especialmente forte.

Essa forma de aprender leva os alunos num primeiro momento a receber informações através de leituras, ouvir palestras, num segundo momento numa forma especial de “fazer” por meio de atividades de campo, trabalho em laboratório, projetos complexos e assim por diante. A relação entre o diálogo consigo mesmo e o diálogo com o outro se dá na medida em que no diálogo consigo mesmo o aluno pensa, reflete e escreve sobre as informações que leu e obteve para então dialogar em pequenos ou grandes grupos com os demais alunos da turma integrando informações e fazendo comparação de seus pontos de vista com os pontos de vistas de outros colegas, podendo fazer suas opções e escolhas.

A esse respeito cabe conhecer como fazer ou oportunizar isso em sala de aula. Uma das formas de conceber isso é através do conhecimento das teorias contemporâneas da aprendizagem que foram escolhidas por terem foco nos interesses, motivações, emoções possibilitam a aprendizagem e desenvolvimento pessoal que é promovido pelo ensino.

As teorias contemporâneas foram escolhidas tendo em vista a necessidade de se discutir teorias apresentadas a partir dos anos 80 do século XX focadas no desenvolvimento humano e que se conformam a concepção de educação no século XX.

2.2 TEORIAS CONTEMPORÂNEAS DE APRENDIZAGEM

Com a proximidade do século XXI, as Nações Unidas através da UNESCO estabeleceram quatro pilares, que devem ser levados em consideração nas discussões futuras sobre a educação. Estes quatro pilares são: Aprender a Conhecer, Aprender a fazer, Aprender a Viver Juntos, Aprender a Ser.

Delors et al. (2000) indicam que a educação é uma das formas necessárias para o sucesso da humanidade, pois é por ela que as pessoas se apropriam da aprendizagem para viver a sociedade em toda sua plenitude. São transformações surgidas nas relações de trabalho, emprego, tecnologias e outros tantos elementos do dia-a-dia, as quais denotam certas incongruências tais como: aumento da tecnologia trazendo diminuição nos postos de empregos, necessidades de novos conhecimentos para novos tipos de trabalho e extinção de postos de emprego “tradicionais”.

Nesse relatório Delors et al. (2000) expõe alguns novos conceitos como: colocar a educação ao longo de toda a vida no coração da sociedade, repensar a interligar as diferentes sequências da educação, levar a bom termo as estratégias da reforma, ampliar a cooperação internacional a toda a aldeia global.

A proposta de Delors *et al.* (2000, p. 24) para as instituições do ensino superior – IES, são as seguintes:

- Como local de ciência, como fonte de conhecimentos, com vista à pesquisa teóricas ou aplicada, ou à formação de professores;

- Como meio de adquirir qualificações profissionais, conciliando ao mais alto nível, o saber e o saber-fazer, em cursos e conteúdos constantemente adaptados às necessidades da economia;
- Como recinto privilegiado da educação ao longo de toda a vida, abrindo as portas aos adultos que desejem retomar seus estudos, adaptar e enriquecer os seus conhecimentos ou satisfazer seu gosto de aprender em qualquer domínio da vida cultural;
- Como parceiro privilegiado de uma cooperação internacional, permitindo o intercâmbio de professores e alunos e facilitando, graças a matérias de caráter internacional, a difusão do que de melhor se faz no campo do ensino.

Como se observa, essas propostas mostram a necessidade de as IES irem além de cumprirem o papel de centro de produção e divulgação de conhecimento. Levando os conhecimentos do mundo científico para o mundo do trabalho, e vice-versa, conciliando o aprender a conhecer com o aprender fazer na busca de uma sociedade, que faz com que o ser humano possa ampliar sua compreensão do mundo e também ampliar a compreensão da sociedade em que se está inserido.

Na busca de cumprir o papel na produção e partilhamento de conhecimento, os professores – que atuam no ensino superior – precisam optar por metodologias de ensino e estas metodologias precisam estar baseadas em teorias de aprendizagem que deem suporte às ações pedagógicas conscientes desses professores.

Nessa perspectiva fizemos a escolha de duas teorias da aprendizagem contemporâneas que subsidiam a formação de jovens e adultos. A definição dessas duas teorias se fez devido mesmas trazerem em si, quatro aspectos importantes, a saber. O primeiro aspecto é a relação com a aprendizagem durante o desenvolvimento da vida; o segundo aspecto é a relação com a profissionalização do indivíduo; o terceiro aspecto é relação com as teorias humanista no desenvolvimento do ser humano de maneira integral e o quarto e último aspecto relaciona-se à aproximação com as ideias feitas pela UNESCO para a discussão da importância da educação numa tentativa de sociedade mais humana e justa.

2.2.1 Aprendizagem ao Longo da Vida de Peter Jarvis

Peter Jarvis era pesquisador britânico renomado por suas pesquisas sobre educação de adultos, professor emérito da Universidade de Surrey na Inglaterra sua formação é na área de teologia e sociologia. Suas pesquisas são na área da teoria da aprendizagem para adultos e empreendedorismo.

Nesses eventos realizava um experimento psicológico sobre a identidade, neste experimento apresentava quatro perguntas aos participantes “o que ou quem sou eu?”, “o que é sociedade?”, “como um interage com o outro?”, “o que quero dizer com ‘aprendendo?’”, que possibilitam entender as pessoas.

Desde os anos 80 Peter Jarvis estuda a aprendizagem, principalmente relacionada a educação de adultos, o que possibilitou a produção “*Lifelong Learning and the Learning Society*” volume um da trilogia “*Towards a Comprehensive Theory of Human Learning*” publicada em 2006.

Em suas aulas, Jarvis perguntava aos alunos sobre suas experiências em relação a aprendizagem e a partir disso apresenta o Ciclo de Aprendizagem de Kolb (1984) figura 3.

Figura 3 - Ciclo de Aprendizagem de Kolb (1984)



Fonte: Kolb (1984, p. 21)

No ciclo de aprendizagem de Kolb, o indivíduo ao passar por uma experiência concreta, passa por uma experimentação que possibilita a uma contextualização abstrata da qual acontece a partir da busca de explicação sobre os fatos e situações levando a observações que constroem a aprendizagem do ser humano.

Ao apresentar o ciclo de aprendizagem de Kolb, Jarvis (2013, p. 33) diz “sempre me preocupei com esse modelo, que considero simplista demais, (...) – de fato, sempre sustentei que era simples demais para refletir a realidade do complexo processo social da aprendizagem humana”. Para Jarvis (2013) os modelos psicológicos da aprendizagem omitiam em sua proposta aspectos sociais e de interação, que são importantíssimos no momento da convivência dos aprendentes. Esta importância se dá pela necessidade de considerarmos que a aprendizagem se inicia pela experiência e que está sempre é social, construindo-se pelas relações entre

os indivíduos, pois, quem aprende são as pessoas envolvidas. Visto que ao aprender, os indivíduos se modificam podendo causar vários resultados sociais diferenciados.

Como apresenta Illeris (2007)

Aprender não é, no entanto, algo que ocorre apenas no individual. Pelo, contrário, a aprendizagem está sempre inserida em um ambiente social e contexto social que fornece impulsos e define as estruturas para o que pode e como ser aprendido. Por exemplo, há uma diferença na natureza da aprendizagem que ocorre na escola, a aprendizagem que ocorre no mundo do trabalho, o aprendizado que ocorre na sociedade – porque os diferentes contextos dão aprendizagem essencialmente diferentes em condições fundamentais (ILLERIS, 2007, p.19).

Jarvis, Holford e Griffin (2003) ao estudarem as várias teorias de aprendizagem indicam que a grande maioria é psicológica ou experiencial. Estes estudos levaram a uma alteração na visão sobre a aprendizagem que passou segundo Jarvis (1987) da transformação da experiência em conhecimento, habilidades e atitudes para:

Aprendizagem humana é a combinação de processos ao longo da vida, pelos quais a pessoa inteira – corpo (genético, físico e biológico) e mente (conhecimento, habilidades, atitudes, valores, emoções, crenças e sentidos) – experiência as situações sociais, cujo conteúdo percebido é transformado no sentido cognitivo, emotivo ou prático (ou por qualquer combinação) e integrado à biografia individual da pessoa, resultado e uma pessoa, resultando em uma pessoa continuamente e mudança (ou mais experienciada) (JARVIS; HOLFORD; GRIFFIN, 2003, p. 21).

Isto demonstra que, em se tratando de aprendizagem, é a pessoa inteira que aprende e o faz nas situações sociais. Tornando a aprendizagem existencial e experiencial.

Illeris (2013, p. 36) apresenta:

Todas as nossas experiências do nosso mundo-vida começam com sensações corporais que ocorrem na intersecção entre a pessoa e o mundo-vida. Essas sensações, inicialmente, não têm significado para nós, pois esse é o começo do processo de aprendizagem. A experiência começa com a disjunção (o fosso entre a nossa biografia e a nossa percepção da nossa experiência) ou uma sensação de não saber, mas, na primeira instância, a experiência consiste no corpo perceber sensações, por exemplo, sons, visões, cheiros e coisas do gênero, que parecem não ter significado. A partir daí, transformamos essas sensações na linguagem dos nossos cérebros e mentes, aprendendo a torná-los significativos para nós mesmos – esse é o primeiro estágio da aprendizagem humana. Todavia, não podemos criar significados sozinhos; somos seres humanos sociais, sempre em relacionamentos mútuos e, à medida que crescemos, adquirimos uma linguagem social, de modo que quase todos os significados refletem a sociedade em que nascemos.

Quando crianças, a primeira forma de aprender é através de sensações como: sons, visões, cheiros que parecem não tem significados. Mas que se tornam significativos para cada um, no entanto não criamos estes significados sozinhos, mas

sim pelos relacionamentos. O que nos propicia uma linguagem social, que reflete a sociedade em que nascemos e convivemos. A experiência começa pela “disjunção”² que grosso modo é a distância entre os nossos conhecimentos e a percepção que temos da sensação de não saber.

A percepção da disjunção, nos faz ter uma sensação de não saber e não saber, nos faz criar perguntas. Estas perguntas nos levam a presunção de que o mundo não é óbvio, nem simples. Mas ao buscar respostas damos significado a nossa disjunção ao unir conhecimento e atividades de nosso cotidiano. O mais importante, porém, é entendermos que uma resposta pode não ser uma resposta correta. Mas esta resposta não pode vir somente de nossas experiências, precisam estar relacionadas a alguma informação de pessoa com que convivemos, colega, um professor, um curso, uma palestra qualquer, entre outras situações.

As perguntas podem se relacionar a qualquer coisa, por exemplo: como as nuvens flutuam nos céus; como acontece a precipitação da chuva; no momento que nosso carro para de funcionar qual(is) pode(m) ser o(s) problema(s) que o originaram; como posso ensinar melhor (...).

As pessoas estão em constante disjunção, mas à medida que aprendem adquirem uma nova percepção do mundo e dos significados que a sociedade confere às suas experiências possibilitando viver o dia a dia, pois, mesmo ao envelhecer e tornando-nos experientes, encontramos situações novas nos quais buscamos encontrar novos significados.

A fim de diminuir essa percepção de não saber, precisamos criar formas de responder a essas perguntas. O indivíduo precisa buscar resposta e para responder precisamos organizar as informações, como apresenta Falzon *apud* Illeris (2013, p. 37):

Encontrar o mundo [...] envolve necessariamente um processo de ordenar o mundo em termos de nossas categorias, organizando-o e classificando-o, colocando-o ativamente sob controle de algum modo. Sempre temos um modelo em mente quando lidamos com ele. Sem essa atividade organizacional, seríamos incapazes de dar qualquer sentido ao mundo.

Essa forma de aprendizado está relacionada às experiências primárias e as temos durante toda a vida. Para a maioria dos educadores crianças e adultos aprendem de maneira diferente, entretanto, Jarvis (2013) indica que todos

² Desconforto causado pela incapacidade de entender ou resolver questão ou questões referentes a problemas ou dificuldades que se apresentam no dia a dia.

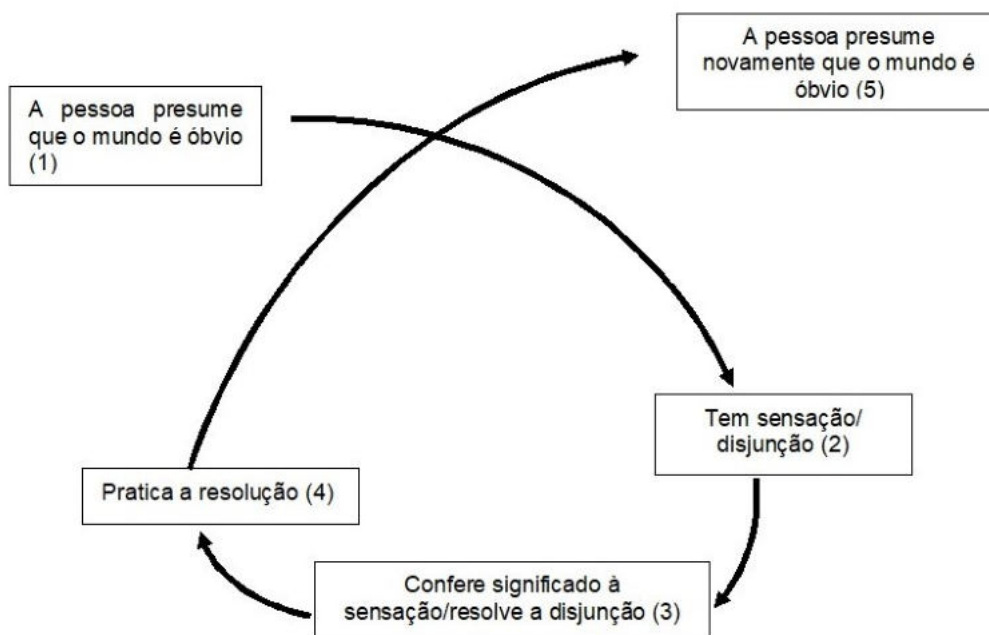
aprendemos a partir das experiências primárias, e a diferença entre a aprendizagem de crianças e adultos é que as crianças têm mais experiências novas/primárias do que os adultos, o que leva a acreditar que as crianças aprendem de modo diferente.

Pode-se traçar um paralelo entre o aprendizado relacionado às experiências primárias com o ensino superior, na medida que a formação profissional leva a descoberta de um novo mundo e nesse novo mundo as experiências que os acadêmicos fruirão, deixarão marcas. Essas marcas vêm das novidades desse novo mundo que trará novas experiências primárias que precisarão ser entendidas e ter significado. Segundo Illeris (2013, p. 37) “É ao aprender o significado da sensação que incorporamos a cultura do nosso mundo-vida em nós mesmos; fazemos isso na maioria, senão todas, das nossas experiências de aprendizagem”.

Nesse mundo-vida ao conseguirmos resolver as nossas disjunções, as respostas se tornam construtos sociais e, assim, de forma imediata, a nossa aprendizagem é influenciada pelo contexto social em que ocorre, nesse caso o mundo do trabalho.

O que fez com que Jarvis (2006) estruturasse um novo modelo de aprendizagem na qual a transformação das sensações primárias experimentadas favorece a aprendizagem do mundo em que o indivíduo está inserido. Conforme figura 4.

Figura 4 - Modelo de aprendizagem a partir de experiências primárias de Jarvis e Hirji (2006)



Fonte: Illeris (2013, p. 37)

Percebe-se nesse modelo a correlação com o entrar no mundo do trabalho, na medida em que ao iniciar os estudos de uma determinada área de formação profissional, tem-se acesso a um mundo que é cheio de novas informações. A princípio os acadêmicos num curso de engenharia tem conhecimento de que a Engenharia é para construir algo (sensação primária).

Ao cursar as disciplinas do curso de engenharia, o acadêmico tem experiências primárias e disjunções que surgem ao entrar em contato com os novos conhecimentos. Para os jovens e adultos as sensações de disjunção podem ser relegadas a um segundo plano, sendo substituídas pela preocupação em compreender o significado cultural por meio dos estudos ou da visão mediada pelas informações da internet e televisão ou outros meios de comunicação ou de informação que se tornaram aspectos cotidianos.

Nesta perspectiva Jarvis (2013, p. 40) afirma que “de fato, eu mudo e, portanto, muda a situação em que interajo. Conseqüentemente, podemos concluir que a aprendizagem envolve três transformações: a sensação, a pessoa e, depois, a situação social.”

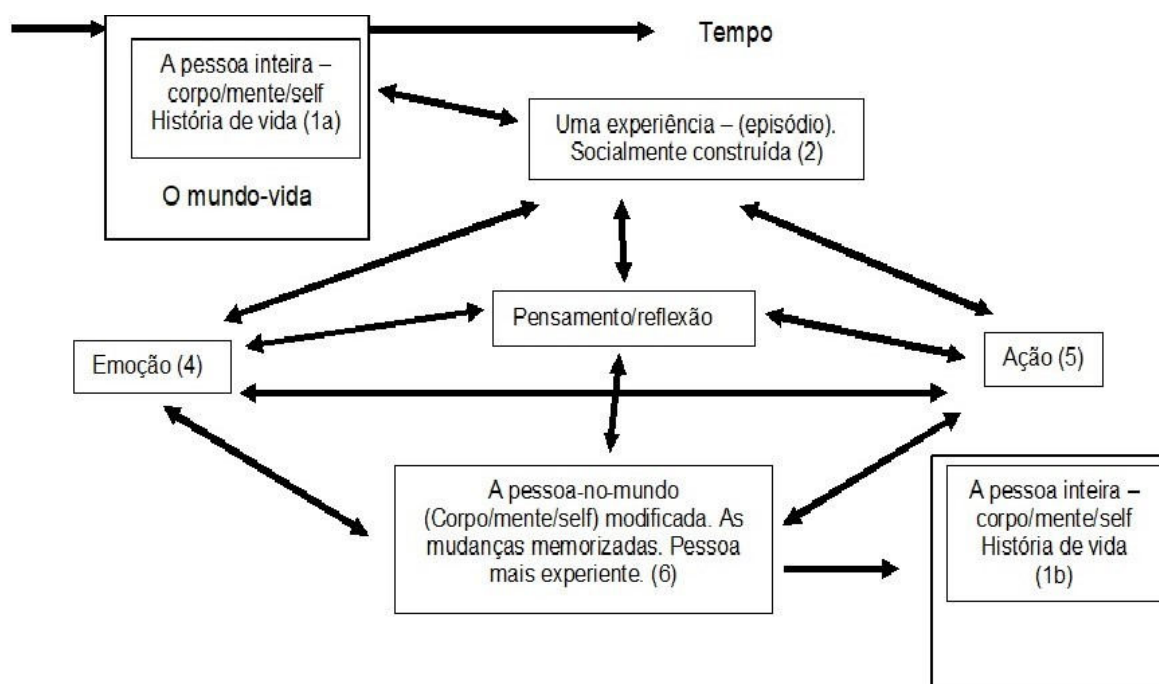
Mudamos porque nos apropriamos de informações e conhecimentos o que nos faz responder as questões, dando-nos significância em relação às disjunções, pois as informações são guardadas em nossa memória e vamos utilizando estes conhecimentos até não serem mais necessários ou substituído por novos conhecimentos.

A partir da constatação de que a aprendizagem é contínua e que envolve sensações, características da pessoa e situações sociais, Jarvis (2013) elabora um novo modelo para representar a transformação da pessoa por meio da aprendizagem como se observa na figura 5.

Onde Jarvis (2013, p. 41) indica que:

... confronto outra questão relacionada com o aprender a ser eu, que reside na natureza da pessoa que aprende: sugeri que a pessoa envolve conhecimento, habilidades, atitudes, emoções, crenças, valores, sentidos e mesmo a identidade, e que, por meio da aprendizagem, cada um desses fatores pode ser mudado e evoluir.

Figura 5 - Modelo de transformação da pessoa por meio da aprendizagem Jarvis (2013)



Fonte: Illeris (2013, p. 41)

Assim a compreensão é de que a aprendizagem se dá ao longo da vida e a todo momento em diferentes situações sociais, pois é um fenômeno existencial que se dá pela interação com diferentes mundos: social, trabalho, religioso, escolar e outros.

O ser humano amadurece nessas relações, visto que trabalhará a sua integralidade – corpo e mente – corpo elemento que possibilita executar as ações pensadas pela mente para realizar as tarefas do dia a dia nas mais diferentes situações e mundos para viver sua plenitude.

Como diz Illeris (2013, p. 42):

Eles formam o começo de cada experiência, de modo que as sensações corporais são fundamentais para todo o processo de aprendizagem. Fundamental a nossa compreensão da aprendizagem, portanto, é a nossa compreensão da pessoa inteira na situação social – é uma antropologia filosófica, mas também uma sociologia e uma psicologia.

Destarte os engenheiros se constroem nas relações sociais com as pessoas de diferentes mundos, mas sempre em relação aos conhecimentos de engenharia que precisa para executar as tarefas e conhecimentos humanos para desenvolver as relações sociais.

2.2.2 Aprendizagem Transformacional de Robert Kegan

Robert Kegan pesquisador norte americano com formação em psicologia, foi professor na Universidade de Harvard da disciplina de aprendizagem adulta e desenvolvimento profissional. O foco de seus estudos se relaciona à liderança, à mudança, à aprendizagem e o treinamento profissional.

Um dos aspectos da aprendizagem transformacional está baseado na capacidade de entender que aprender mais, necessariamente não é aprender melhor, muitas vezes os professores confundem aumentar a quantidade do que é ensinado como aumentar a aprendizagem e está máxima não é diretamente proporcional.

Kegan (2013, p. 54) indica que:

aprendizagem que visa a aumentar a nossa base de conhecimento, aumentar o nosso repertório de habilidades e ampliar estruturas cognitivas já estabelecidas aprofunda os recursos disponíveis a um modelo de referência existente. Essa aprendizagem é literalmente in-forma-tiva (*sic*), pois visa a trazer novos conteúdos valiosos para a forma existente do nosso modo de saber.

Segundo Fink (2003) os professores estão muito preocupados que os livros trazem muitas informações, o que dificulta ao professor organizar o seu planejamento para encaminhar suas aulas. Em contrapartida os alunos reclamam sobre as aulas, acham que não são muito interessantes pela quantidade de informações.

A aprendizagem que não busque apenas a quantidade do que se sabe, passa por uma mudança que segundo Kegan (2013, p. 55):

... se aproxima mais do significado epistemológico de educação (“conduzir para fora”). A aprendizagem “informativa” envolve uma forma de condução para dentro, de preenchimento da forma (e não apenas mudar, mas aumentar a capacidade). Se o indivíduo está limitado pelo pensamento concreto no estudo de, digamos, história, a aprendizagem do tipo informativo pode, sim, envolver o domínio de fatos, eventos, personagens e resultados históricos. Porém, a aprendizagem do tipo transformador também pode envolver o desenvolvimento de uma capacidade de pensamento abstrato, de modo que se possam fazer perguntas temáticas mais gerais sobre os fatos ou considerar as perspectivas e vieses daqueles que escreveram a narrativa histórica criando os fatos. Ambos os tipos de aprendizagem são expansivos e valiosos, um seguindo um modelo mental preexistente e o outro reconstruindo esse mesmo modelo.

A proposta do ensino, que vise à aprendizagem transformacional, deve ser considerada no processo de ensino pelo professor, e em se tratando de formação profissional superior, devem se considerar que os acadêmicos chegam ao ensino superior com uma história de aprendizagem e esta relação deve ser conhecida e respeitada. Kegan (2013, p. 59) afirma:

para o educador de adultos que se interessa por promover a aprendizagem transformadora, um aspecto importante e muitas vezes negligenciado dos passados de aprendizagem de seus estudantes é o histórico das suas transformações anteriores.

Assim, o professor deve buscar em suas ações não pensar somente em que patamar de conhecimento o acadêmico está, mas também como fazer para que ele possa caminhar rumo aos níveis superiores do conhecimento.

Pois bem, essa proposta “refere-se exatamente a isso: não ao que sabemos, mas ao nosso modo de saber.” (KEGAN, 2013, p. 57). Esta perspectiva epistemológica apresenta dois aspectos que chamam a atenção: a formação de significado ao conhecimento a partir de nossas experiências internas e externas e a reorganização de formação desse significado.

Esses dois aspectos vão transformando o indivíduo, mudando sua relação com o conhecimento e a utilização do conhecimento no dia a dia. Esse processo possibilita a cada aluno construir seu conhecimento de forma histórica, trazendo um passado de aprendizagem (KEGAN, 2013), apontando para um aprendizado que se dará ao longo da vida.

Isso posto, Kegan (2013, p. 60) nos permite compreender que:

... para ajudar nosso educando devemos criar uma imagem (...) de uma travessia gradual de uma sucessão de pontes cada vez mais elaboradas. Essa imagem nos leva a três injunções. Primeiro, devemos saber em qual ponte estamos. Segundo, devemos saber onde o educando se encontra na travessia dessa ponte específica. Terceiro, devemos saber que, para que seja seguro caminhar através da ponte, ela deve estar bem ancorada nos dois lados, e não apenas no lado de chegada. Não podemos prestar atenção demais em onde o estudante quer estar – o lado distante da ponte – e ignorar onde ele está. Se o educando está no começo – o lado próximo – da ponte que transpõe as epistemologias socializada e autoautoral (*sic*), talvez seja importante considerar que isso também significa que ele está no lado distante de uma ponte anterior. Somente respeitando o que ele já ganhou e o que ele teria a perder se continuasse avançando é que teremos uma probabilidade de poder ajudá-lo a prosseguir em sua jornada.

Assim, uma premissa do professor é perceber em que nível de aprendizagem está o acadêmico, tem domínio sobre os conceitos básicos de um determinado conhecimento/conteúdo, ou seja, aprendizagem que dependem basicamente da memória, capacidade de lembrar, conhecer termos ou fatos.

Um nível acima do conhecimento básico, é o conhecimento operacional no qual o aluno compreende e dá explicação sobre o que fazer com este conhecimento. Desse modo, neste nível de conhecimento o aluno é capaz de classificar informações, comparar informações, diferenciar informações.

O terceiro nível conhecido o global possibilita ao aluno a aplicação destes conhecimentos e solução de problemas inéditos.

Kegan (2013, p. 59) sugere a existência de uma teoria construtiva-evolutiva que:

- a. Ela não é a única transformação na forma do nosso conhecimento que é possível na idade adulta;
- b. Mesmo essa transformação será melhor entendida e facilitada se a sua história for mais honrada, e os seu futuro mais compreendido;
- c. Distinguiremos melhor a natureza das necessidades específicas dos educandos por aprendizagem transformacional se entendermos melhor não apenas as suas epistemologias atuais, mas a complexidade epistemológica dos desafios à aprendizagem que enfrentam em suas vidas.

Denota-se, que os alunos adultos, precisam não só enfrentar desafios técnicos, mas também desafios adaptativos, desafios estes que exigem mais que apenas saber de um modo diferente. Precisam transformar a maneira como compreendem a si mesmos, seu mundo e a relação com os dois. Deste modo transformando todos os elementos inclusive a si mesmo, dentro de suas necessidades e por conta de novas necessidades.

Essas duas teorias da aprendizagem indicam alguns cuidados e encaminhamentos que são necessários para trabalhar no ensino superior e com os jovens e adultos.

2.3 METODOLOGIAS ATIVAS

As metodologias ativas para Filatro e Cavalcanti (2018, p. 12) “são estratégias, técnicas, abordagens e perspectivas de aprendizagem individual e colaborativa que envolvem os estudantes” com as mais diferentes formas de ensinar, porém quando nos deparamos com os aspectos históricos das metodologias ativas nos espantamos, pois, esta proposta de centrar a educação no estudante têm quase cem anos.

No século XX o termo metodologia ativa é utilizado pelos educadores da pedagogia conhecida como Escola Nova³ entre eles John Dewey que cunhou o lema “aprender fazendo”. Ele afirmava que a aprendizagem acontece através da ação, ou

³ A Escola Nova, também chamada de Escola Ativa ou Escola Progressista, foi um movimento de renovação do ensino, que surgiu no final do século XIX e ganhou força na primeira metade do século XX.

seja, por meio de uma Metodologia Ativa. Aprender fazendo é a mais pura demonstração do conhecimento colocado em prática para construir, produzir ou demonstra a resolução de um problema mostrando na execução para que serve o que foi ensinado.

Dewey (apud GADOTTI, 2001, pp. 143-144) afirmava que

o pensamento passa por cinco estágios: uma necessidade sentida; a análise da dificuldade; as alternativas de solução do problema; a experimentação de várias soluções; até que o teste mental aprove uma das soluções que deverá ser verificada cientificamente.

Esses cinco estágios levam necessariamente a buscar conhecimentos para resolver problemas, que surgem pela necessidade e sentida de uma determinada resposta, que vem pela análise da dificuldade que surge e precisa ser resolvida e para a resolução dos problemas, surgem várias possibilidades que devem ser ponderadas até a escolha da melhor resolução.

Freire *apud* Berbel (1999, p. 2):

Defendeu sempre uma educação problematizadora, uma Pedagogia problematizadora, aquela que contrapondo-se à educação bancária ou à pedagogia bancária pudesse servir para libertar o homem dos seus opressores e pudesse servir para a emancipação do homem, para sua humanização.

Podemos entender essa emancipação como sendo o fato do indivíduo se libertar das amarras que impossibilitam a sua expressão de individualidade e escolha que possibilita a expressão de todo o seu poder de criatividade.

Também é considerado um defensor da metodologia ativa através da Pedagogia Problematizadora entendia que “o ato de conhecer envolve um movimento dialético que vai da ação à reflexão sobre ela e desta a uma nova ação” (FREIRE, 1981, p. 35), neste entendimento a teoria/prática incentiva a experiência de saberes o que torna a pesquisa indissociável do ensinar-aprender.

No século XXI os conhecimentos, informações e tecnologias exigem uma transformação no processo de ensinar o que obriga a uma educação mais ativa, pois nossos alunos vivem num mundo com informações divulgadas numa velocidade muito grande de acordo com Touraine (2006).

Desse modo os papéis de professores e alunos foram, para Freire (1999) professor tem papel de pesquisador; para Berbel (2011) e Bacich (2018) mediador da aprendizagem e Mitre *et al.* (2008) tutor.

Isso posto, o professor para executar estes diferentes papéis necessita de novas metodologias de ensino que são conhecidas hoje como metodologias ativas.

O uso desta nomenclatura está relacionado à dinâmica utilizada durante a aula, pois, na metodologia ativa os estudantes precisam realizar tarefas de análise, síntese e avaliação do que foi ensinado como afirmam Bonwell e Eison (1991).

Assim a ação e reflexão são os aspectos fundamentais do processo de ensino fazendo com que os acadêmicos se envolvam e reflitam sobre as ações desenvolvidas no processo de ensino/aprendizagem.

Para Bonwell e Eison (1991) as metodologias ativas buscam ensinar os alunos a fazerem alguma coisa e levando a pensar sobre o que se está fazendo apoiado no princípio da autonomia.

Essa ideia de fazer os alunos buscarem alternativas para resolver problemas tem relação com a transformação do conhecimento em significados possibilitando a construção do conhecimento.

Segundo Berbel (2011) essa prática possibilita de alguma maneira a ação-reflexão-ação oportunizando aos alunos elaborar hipóteses de solução das atividades propostas.

A esse respeito segundo Freire (1981, p. 35) “uma educação que desenvolve a tomada de consciência e a atitude crítica graças a qual o homem escolhe e decide, liberta-o em lugar de submetê-lo, de domesticá-lo, de adaptá-lo”. Compreende-se que toda vez que o aluno estuda com autonomia algum assunto; elabora uma resposta; escolhe o que fazer; como fazer; ele deixa de ser subservientes e torna-se sujeito completo de sua realidade.

As metodologias ativas de ensino podem influenciar as atitudes e realizações dos alunos e entre os alunos, permitindo a troca de ideias e conhecimentos, estimulando a busca por desafios. Filatro e Cavalcanti (2018) sugerem que as seguintes metodologias impulsionam essas relações: Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, Movimentos Maker, Instrução por pares, Alunos como designers, Design thinking, Minute Maker, Pecha Kucha, Aprendizagens Imersivas, Gamificação, Gamificação estrutural, Gamificação de Conteúdos, Mineração de dados educacionais entre outras.

Aprendizagem ativa para Camargo e Daros (2018, p. 15) “colocam o aluno como protagonista, ou seja, em atividades interativas com outros alunos, aprendendo e se desenvolvendo de modo colaborativo”, é nesse processo de integração e relacionamento que se constrói e se estabelece o conhecimento.

Já Chickering e Gamsom (1987 *apud* CAMARGO, DAROS, 2018) corroboram com esta afirmação, quando indicam que aprender não é como ser um espectador de um esporte, pois os alunos não aprendem sentados e ouvindo os professores.

2.4 TAXIONOMIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Fink (2003) apresenta a Taxionomia da Aprendizagem Significativa que está alicerçada no entendimento que todas as formas de aprendizagem ativa exigem que o aluno experimente algum tipo de mudança e que são necessárias conexões significativas ou o entendimento de que o aprendizado é importante. A apresentação dessa taxionomia sugere que uma perspectiva relacionada em termos de mudança que deve ser duradoura.

Deste modo Fink (2003, p.30) criou seis categorias de valores e objetivos de aprendizagem significativa que podem ser observadas na figura 6.

Figura 6 - Representação categorias da Taxionomia da Aprendizagem Significativa de Fink



Fonte: Adaptado de Fink (2003, p. 30)

O Conhecimento Fundamental está relacionado a aprender, compreender e lembrar de informações. Entende-se que no Ensino Superior, os acadêmicos possam adquirir uma compreensão básicas de ideias, conceitos relacionando-os e compreendendo perspectivas, além de fortalecer a capacidade de recordar informações. Ou seja, qualquer esforço feito para apreender conceitos, desenvolvendo a capacidade de ocupar-se com grandes e pequenos conceitos ou ideias.

Por conseguinte, os professores devem ter em mente a responsabilidade de não apenas ensinar conhecimentos de fatos, mas também para auxiliar os alunos a ter compreensão da estrutura subjacente a esse fato em todas as suas dimensões, o que dará suporte para a aplicação em outros eventos e situações, o que leva à categoria aplicar habilidades.

Já a categoria Aplicar Habilidades se associa aos fatos e ideias relacionadas aos aspectos intelectuais, físicos e sociais, desenvolvendo vários tipos de pensamento (crítico, criativo e prático), desenvolvendo certas habilidades a fim de responder as necessidades dos acadêmicos em diferentes situações. O conhecimento pode ser usado das mais variadas formas, o que leva ao entendimento de que as habilidades particulares, aprender a gerenciar projetos e desenvolver a capacidade para se envolver em vários tipos de pensamento.

Muitas vezes os professores se referem ao aprendizado dos alunos como uma forma de desenvolver alguma habilidade, que geralmente vão de habilidades de iniciante até mais experientes. A preocupação do professor deve ser de levar os alunos do nível iniciante para o experiente de forma contínua através de propostas instigantes. Fink (2003, p. 38) exemplifica:

Quem aprende a tocar piano deve retirar uma certa quantidade de conhecimento fundamental: notas, escalas, harmonias e assim por diante. Mas em algum momento, novos pianistas devem aprender a usar os braços, as mãos, os pés e os dedos para fazer este instrumento criar música. Quando eles estão aprendendo a fazer isso, eles estão desenvolvendo uma habilidade, uma capacidade de se envolver em um determinado tipo de ação. Outro exemplo familiar de habilidades inclui escrita, comunicação oral, uso de programas de computador, e equipamentos de laboratório de operação, como microscópios.

Outro aspecto presente nessa categoria é o gerenciamento de projetos complexos, que oportuniza aos alunos aprender, organizar e coordenar várias tarefas no desenvolvimento de um projeto a fim de completá-lo. Isso só é possível, se os

alunos desenvolverem a competência de pensamento em suas três formas: pensamento crítico, pensamento criativo e pensamento prático.

O pensamento crítico deve ser desenvolvido com a intenção de aprimorar a capacidade de analisar e avaliar diferentes interpretações, explicar fatos e ocorrências, levando o aluno a pensar criticamente o que ampliará a qualidade das interpretações e previsões.

Já o pensamento criativo deve ser encorajado por novas formas e estilos de expressar ideias e pensamentos, com vistas a comunicar os sentimentos e sensações ao propor a solução criativa de resolução de problemas.

Com a análise possibilitada pelo pensamento crítico e a partir das diferentes formas de responder alcançadas pelo pensamento criativo, surge a necessidade de colocar em ação. Para isso deve-se fazer uso do pensamento prático, que significa tomar decisões na busca da melhor alternativa para responder ao problema.

Na Integração/Conexão a busca é pela integração de ideias, conexões entre informações, relação pessoas e o desenvolvimento dos diferentes domínios dos diferentes mundos – mundo do trabalho, mundo do conhecimento, mundo social. Muitas vezes, é pela integração de todos esses conhecimentos, essas vivências, reflexões e pela utilização de diferentes conhecimentos/informações das mais variadas áreas que se dá a resolução de um problema.

Muitos professores desenvolvem a integração por meio da interdisciplinaridade, pois geralmente um problema ou os problemas do mundo real sempre são maiores que o conhecimento de uma disciplina e outras disciplinas podem mostrar outras perspectivas. Outro enfoque relacionado a integração passa pela capacidade de conectar pessoas de diversas áreas ou disciplinas para em conjunto resolverem problemas fazendo com que sejam derrubadas barreiras oportunizando o crescimento/aprendizado de todos os participantes do processo.

Outra perspectiva presente é possibilitar ao conhecimento do curso bem como a visão do acadêmico sair para fora dos muros da instituição de ensino mostrando a relação entre esse conhecimento e outras áreas do mundo real, mostrando as interrelações e interdependências que acontecem ao tentar resolver um problema, mostrar que esse problema tem a ver com o cotidiano e com a vida de muitas pessoas.

No grupo Dimensão Humana é proposto que os acadêmicos possam conhecer e compreender a si mesmos e o outro, numa proposta de interação e

funcionamento de grupos nesta perspectiva, observar como o conhecimento pode transformar a relação que temos com nós mesmos nas mudanças que transformam nossas atitudes e relações com o mundo e com as pessoas. Em relação ao aprender sobre o outro está relacionado as relações que podemos desenvolver com as pessoas em vários aspectos. Para Fink (2003, p. 44) “estudantes universitários frequentemente relatam que aprender sobre si mesmos e sobre os outros é uma experiência das mais significativas que tiveram durante a universidade”.

Quando aprendemos sobre o nosso eu, aprimoramos nossa autoimagem, também podemos aprender sobre a pessoa ou o profissional que podemos vir a ser, isso pode acontecer intencionalmente ou como um reflexo de nossa formação. Fink (2003, p. 44) aponta:

Um estudante que entrevistei contou a história de como ele estava matriculado na disciplina geografia urbana para desenvolver um projeto para a cidade. Um dia, o estudante estava caminhando pelo campus com alguns mapas debaixo do braço e encontrou um grupo de amigos. Eles viram os mapas, perguntaram o que ele estava fazendo, e ele disse que estava trabalhando em um projeto para avaliar um novo sistema de transporte para a cidade. Os amigos ficaram impressionados. Como resultado desta troca, este estudante sentiu que ele se tornará importante aos olhos dos amigos. Mas ele também percebeu que ele gostava de se sentir assim, ou seja, sentindo-se como uma pessoa profissional.

Outro aspecto bastante importante é a possibilidade de trabalhar em pequenos grupos e interagir com outras pessoas, com a mesma cultura ou culturas diferentes desenvolvendo a capacidade de interagir como os outros.

A quinta categoria é Cuidar está relacionado ao grau de preocupação com as questões de afetividade relacionados a um determinado assunto ou experiências de aprendizagem durante um curso, que certos interesses surgiram, e que vários valores se tornaram importante sempre que surgem esses padrões.

Numa preocupação dos acadêmicos em um ou vários temas de uma maneira diferente. Fazendo com que estes acadêmicos se envolvam nas mais diferentes ações em defesa de ideias e valores tanto da vida cotidiana como do mundo do trabalho.

Aprendendo a Aprender sexta categoria em grande parte é a preocupação dos professores que buscam que o conhecimento seja apropriado pelos acadêmicos fazendo com que os acadêmicos aprendam sobre o processo de aprendizagem de como aprender e organizar sua aprendizagem conhecendo e exercitando o método científico tornando-se autodidata, aprendendo como aprender construindo sua eficiência e eficácia.

Em relação a aprender a aprender três significados se apresentam o primeiro se relaciona a aprender a ser um bom estudante melhorando sua capacidade de leitura e interpretação, aprimorar a capacidade de anotações em palestras, gerenciar seu tempo de estudo e dedicação a projetos, construindo o que é chamado hoje de autoaprendizagem regulamentada que tem como objetivo aumentar sua motivação, cognição e comportamento observável. O segundo significado aprender como investigar e construir conhecimentos está relacionado a condição de ajudar os alunos a aprender a fazer perguntas e depois procurar informações para responder a essas perguntas. O terceiro significado é de tornar os estudantes autodidatas e para isso o estudante precisa diagnosticar as próprias necessidades e aprender a projetar seu plano de aprendizagem sendo importante que os professores sejam facilitadores de aprendizagem e não transmissores de conhecimento.

Um aspecto interessante a respeito das categorias é que essas categorias não existem isoladamente, estão vinculadas umas às outras, não existindo uma hierarquia entre as mesmas, o que as tornam interdependentes. Fink (2003, p. 32) exemplifica isso:

se um professor encontrar uma maneira de ajudar o aluno a aprender a usar a informação e os conceitos em um curso para resolver certos tipos de problemas de forma eficaz (aplicação), isso facilita a sua animação sobre o valor do assunto (cuidar). Ou quando os alunos aprendem de forma eficaz a relacionar este assunto com outras ideias e assuntos (integração), isso o torna mais fácil para os estudantes verem o significado do material do curso para si próprios e para outros (dimensão humana). Quando um curso ou experiência de aprendizagem é capaz de promover todos os seis tipos de aprendizagem, um aluno tem uma experiência de aprendizagem que pode realmente ser considerada significativa.

Deste modo os resultados de aprendizagem do aluno abrangem uma ampla gama de atributos e habilidades tanto cognitivos quanto afetivos, os quais são uma medida de como essas experiências de aprendizagem podem apoiar o desenvolvimento dos indivíduos.

Apontando que a taxionomia da aprendizagem significativa tem duas implicações importantes para os professores. A primeira é que os objetivos propostos para o desenvolvimento da disciplina, vão além dos conteúdos da disciplina; a segunda é que os professores usam uma combinação de objetivos de aprendizagem, será possível criar alguns efeitos de interação e sinergia que melhoram a realização de aprendizado significativo pelos alunos. O que obriga os professores a saberem formular novos objetivos para a aprendizagem significativa.

2.5 ABP NAS AULAS DE ENGENHARIAS

A metodologia ativa, Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP, vem sendo utilizada no ensino das Engenharias, como apresentam Pinto e Oliveira (2010, p. 118):

As escolas de engenharia, em sua maioria não se adaptaram as novas exigências na legislação e da sociedade e continuam formando os profissionais com base em currículos cuja organização dificulta a integração entre as diversas disciplinas.

A metodologia ativa *Problem-based Learning (PBL)* ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) atualmente é reconhecida como o que há de mais moderno no ensino eficiente superior (GIL, 2006 apud PEREIRA *et al.*, 2007).

A ABP segundo Deelman e Hoeberigs (2009) surge a partir de 1960 na faculdade de medicina da Universidade McMaster no Canadá.

A universidade efetuou consultas aos egressos do curso de Medicina e obteve deles a informação que estes – egressos – acreditavam que em relação aos conhecimentos específicos da medicina tinham uma boa formação, mas que sentiam uma fragilidade na sua atuação profissional bem como a pouca relação entre os conhecimentos ministrados no curso e o trabalho desenvolvido nos hospitais e consultórios médicos.

Na busca de resolver esta lacuna, a Universidade de McMaster optou por realizar uma experiência a partir de um modelo de ensino desenvolvido pela Universidade de Case Western Reserve dos Estados Unidos nos anos de 1950. Era a resposta ao fato de que os egressos saíam do curso com conhecimento sobre muitos conceitos e pouca capacidade de resolver situação inerentes à atuação dos médicos.

A ABP também acontece na Universidade de Maastricht, na Holanda. Na última década o método tem se difundido e outras escolas o têm adotado. Nos Estados Unidos as escolas de Albuquerque, de Harvard, do Havaí, entre outras, a adotaram.

A ABP tem sido recomendada pelas Sociedades de Escolas, e inúmeras escolas da África, da Ásia e da América Latina, sob supervisão de uma das duas pioneiras, o têm aplicado. A área da saúde, como enfermagem, fisioterapia, veterinária

e odontologia têm adotado o método com sucesso e, mais recentemente, escolas das áreas de humanas, tais como a Faculdade de Economia da Universidade de Maastricht, e algumas escolas de engenharia dos Estados Unidos. No Brasil temos muitas instituições utilizando esta metodologia na engenharia tais como USP, UEL, UFSC, UFSCAR e a UTFPR.

A ABP é uma metodologia ativa em que um problema é usado para iniciar, direcionar, motivar e focar a aprendizagem. Um problema deve subsidiar ao acadêmico buscar informações e dados, analisar, avaliar se as informações são relevantes, propor uma solução e após isso avaliar a qualidade da solução proposta.

O problema na ABP segundo Ribeiro (2008, p. 29) “considera os problemas como amalgama do currículo, o que o torna coeso e o mantém no trilho”, possibilitando ao professor pelo planejamento, determinar qual ou quais conteúdos e conceitos serão trabalhados a abrangência e profundidade dos conhecimentos. O problema é o objetivo da disciplina. Pode-se dizer que um problema é para ser desenvolvido num determinado período, de acordo com a complexidade da proposta e propiciar várias respostas o que oportuniza ao aluno testar suas soluções para resolver o problema.

Jonassen (2000, p. 63) define:

a resolução de problemas é geralmente considerada como atividade cognitiva mais importante no dia a dia e contextos profissionais. A maioria das pessoas são recompensadas por resolver problemas. No entanto, aprender a resolver problemas é raramente exigido em ambientes educacionais informais, em parte, porque nossa compreensão de seus processos é limitada.

Para esse autor, o problema pode ter aspectos cognitivos, afetivos e processos de ação. Jonassen adverte que os acadêmicos raramente são preparados para atuar no dia a dia profissional, pois não são ensinados com vivências em resolução de problemas relacionados ao mundo do trabalho.

A esse respeito, Jonassen (2000) indica que a resolução de problemas é variável e abrange às dimensões: tipo de problema, representação do problema e diferenças individuais. Outros fatores que podem intervir nas respostas aos problemas dependem da estruturação, complexidade e abstração.

Enemark e Kjaersdam (2009, p. 23) ressaltam que é na relação dialética, entre a ciência pura (teorias que fundamentam uma área de conhecimento) e a ciência aplicada (problemas do mundo real da prática profissional) que se possibilita o progresso científico, produzindo novos paradigmas, novas explicações teóricas e soluções práticas.

Hadgraft e Prpic (1999) indicam que o uso da ABP deve levar em conta cinco noções, são elas: colocação do problema, capacidade do problema de integrar conhecimentos e conceitos de várias disciplinas, trabalho em grupo, processo de resolução de problema e estudo independente do aluno.

O encaminhamento proposto pela ABP oportuniza uma aprendizagem ativa centrada no aluno numa proposta de trabalho em equipe. As ações decorrentes, oportunizam a articulação da teoria/prática que tem como ponto fulcral a apresentação de uma solução/produto a partir de uma situação real, articulada com a atuação do futuro profissional. Assim, destacam-se, como principais objetivos desta metodologia de ensino, centrar a aprendizagem no aluno, fomentar o trabalho em equipe, desenvolver o espírito de iniciativa e a criatividade, desenvolver competências de comunicação, desenvolver o pensamento crítico e, por último, relacionar conteúdos interdisciplinares de forma integrada (FERNANDES, FLORES e LIMA, 2010, p. 60).

A metodologia ABP, oportuniza momentos de compartilhamento de diferentes conhecimentos o que possibilita a interdisciplinaridade, pela integração dos vários conceitos das disciplinas que participam no projeto, evitando-se, a fragmentação do conhecimento. Este foi, na verdade, um dos principais motivos para a adoção da metodologia de ensino ABP por parte dos docentes em alguns cursos superiores de formação profissional como engenharias, medicina, fisioterapia etc. Outro aspecto relevante da ABP é o trabalho colaborativo que segundo Parrilla (1996 *apud* ARNAIZ *et al.*, 1999) são aqueles em que todos os componentes compartilham as decisões tomadas e são responsáveis pela qualidade do que é produzido em conjunto, conforme suas possibilidades e interesses. O trabalho colaborativo entre alunos propicia a socialização (o que inclui aprendizagem de modalidades comunicacionais e de convivência), controle dos impulsos agressivos, adaptação às normas estabelecidas (incluindo a aprendizagem relativa ao desempenho de papéis sociais) e superação do egocentrismo (por meio da relativização progressiva do ponto de vista próprio).

São oportunizadas, pela ABP a aquisição de aptidões e habilidades (incluindo melhoras no rendimento escolar), aumento do nível de aspiração profissional. Já entre professores a contribuição da ABP se reflete no aumento da destreza na análise crítica, reflexão sobre os conhecimentos necessários nas disciplinas para a conclusão e solução de problemas, tutoria da aprendizagem dos alunos.

O professor, que se lança a aplicação da ABP, estimula a mudança de atitude do aluno, fazendo-o trabalhar arduamente, efetivamente e com entusiasmo.

Nesse contexto, a aprendizagem baseada em problemas preenche alguns dos principais quesitos nessa nova forma de preparação dos profissionais. O ensino de engenharia atende às expectativas do trabalho, da formação profissional, das empresas e da sociedade.

A ABP inclui algumas características importantes: a aprendizagem é realizada parcialmente por estudos individuais e parcialmente pelo trabalho em equipe para alcançar o objetivo de resolver um problema complexo com solução aberta envolvendo várias disciplinas, ou seja, um problema interdisciplinar.

2.5.1 O Papel do Professor no Emprego da ABP

O professor tem um importante papel no processo de ABP, Andrews e Jones (1996 apud BERGMANN; SAMS, 2016) apontam que a eficácia desse papel pode ter um grande impacto no sucesso da estratégia de ensino e no resultado da aprendizagem dos estudantes.

O termo facilitador é geralmente aceito como o papel do professor no processo de ABP (HAITH-COOPER, 2000). Tomaz (2001) comenta que o termo tutor é utilizado por diversas escolas no mundo que utilizam ABP. Porém, no nosso idioma, deve-se utilizar o termo facilitador, já que, como o próprio termo sugere, o facilitador tem o papel primordial de facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

A literatura existente sobre ABP ressalta a necessidade do professor em se preparar e se especializar (SCHMIDT *et al.*, 1993; HAITH-COOPER, 2000; HAITH-COOPER, 2003). Entretanto, existem poucos professores com habilidade e conhecimento suficientes para trabalhar com essa abordagem. Em geral, os professores aprendem por tentativa e erro (ANDREWS; JONES, 1996).

Segundo Haith-Cooper (2000), a habilidade de facilitador necessita ser desenvolvida, já que a mesma não é usada com frequência no método tradicional de educação. Apesar disso, essa mesma autora destaca que a literatura não discute em profundidade o papel do facilitador. Essa lacuna na literatura tem criado dificuldades no desenvolvimento dessa habilidade.

Barrows (1996) salientam que, na Universidade de McMaster, os professores são alocados para os grupos tutoriais com problemas fora da área de seu

conhecimento, para inibir a tendência de controlar o processo de aprendizagem, como falar por mais tempo sobre o problema e sugerir mais tópicos para a discussão.

Dessa forma, o docente deve desenvolver nessa abordagem, novas habilidades para o sucesso dessa estratégia de ensino e da aprendizagem dos estudantes.

Frost (1996) afirma que a função principal do facilitador no grupo tutorial é encorajar os estudantes a explorar e refletir sobre o conhecimento existente para o desenvolvimento dos objetivos da aprendizagem. Schmidt *et al.* (1993) acredita que a função do facilitador é usar todos os meios disponíveis, intervindo com questões, sugestões e informações para estimular a discussão e, dessa forma, ajudar no processo de identificação do conhecimento necessário. Entretanto, Schmidt *et al.* (1995) sugerem que o trabalho do facilitador tem um caráter de protetor (*safeguard*), e não de orientador.

Assim o facilitador deve observar o desenvolvimento do grupo e intervir sempre que perceber que os envolvidos estão se desviando do objetivo. Como afirma Schön (2000) o melhor facilitador é aquele que intervém somente no momento certo para facilitar a discussão em grupo.

Wilkerson, Hafler e Liu (1991, p. 543) sugerem que o professor não deve ficar em silêncio, nem limitar sua participação no levantamento de questões para promover a discussão que reflete o interesse do aluno. Segundo esses autores, os alunos avaliaram os professores que mais influenciam o estudo direcionado ao aluno e citaram as seguintes características:

- a) Fazer perguntas somente quando achar necessário, com o objetivo de guiar o processo de grupo ou sondar o entendimento;
- b) Deixar que a maioria dos questionamentos e respostas para as questões sejam feitas pelos alunos;
- c) Estimular os alunos a escutarem completamente cada membro do grupo;
- d) Tolerar o silêncio;
- e) Não interromper com frequência o aluno.

Moust (1993) *apud* Schmidt *et al.* (1995) afirmaram que os alunos do primeiro ano preferem facilitadores que tenham comportamento cognitivamente congruente, isto é, revelam um entendimento da forma na qual o aluno pensa e se expressa na sua própria linguagem. O facilitador especialista no tema, torna-se mais importante ao longo do curso.

Moust (1993) *apud* Schmidt (1995) observaram, em um estudo realizado no curso de direito, que o facilitador especialista tem menor capacidade de imaginar os

problemas dos alunos em relação a aquisição do conhecimento. De acordo com os estudantes, esses especialistas exibiam uma tendência a corrigir as contribuições dos mesmos. Além disso, comportavam-se de forma autoritária.

Van Til e Van der Heijden (1998) *apud* Tomaz (2001, p. 121) consideram que a principal tarefa do facilitador no grupo tutorial é promover tanto o processo de aprendizagem como cooperação mútua entre os alunos, ou seja, manter uma boa dinâmica de grupo. Portanto, o facilitador deverá ter as seguintes habilidades em um grupo tutorial:

- a) Manter o fluxo das discussões: manter o foco da discussão de acordo com o problema definido;
- b) Fazer perguntas e estimular: fazer perguntas e questionamentos, durante a análise e a resolução dos problemas, estimulando o grupo a pensar criticamente sobre o tema em discussão;
- c) Prover informações: o facilitador não deve dar informações, porém se perceber que o grupo sozinho não pode encontrar a solução, o facilitador poderá ajudá-los através de exemplos práticos, explicação do tema e outras coisas mais;
- d) Observar e analisar: deve detectar os pontos positivos e negativos do funcionamento do grupo;
- e) Dar feedback: informar aos alunos sobre a qualidade do conteúdo das discussões com o objetivo de melhorar a participação individual de cada membro do grupo.

Andrews e Jones (1996) comentam que o modelo de ABP utilizado na *McArthur Institute of Higher Education*, na Austrália, estimula o professor, principalmente, a adotar um modelo de observação e não interativo. Isso é utilizado para que o professor tenha um papel mais ativo, especialmente, na estruturação e organização da sessão de aprendizagem.

Esses mesmos autores ressaltam que o professor na utilização da metodologia ativa pode interrompê-la, quando existir um ponto crucial ou quando o nível de discussão for inapropriado. Entretanto, se as interrupções não forem apropriadas ou forem muito frequentes, a base de poder dos alunos é transferida ao professor como responsável pela aprendizagem. Os alunos podem achar que há algo de errado, podendo as interrupções contribuírem para desmotivá-los ao invés de estimulá-los.

A ABP exige que o professor se prepare. Geralmente a formação do docente no Ensino Superior é baseada em competência adquirida no exercício da profissão.

Os professores-engenheiros aprendem por tentativa e erro, a partir de experiência pessoal, e na maioria das vezes, possuem lacuna quanto a competências pedagógicas. Em face ao novo contexto da sociedade, de novas tecnologias, há uma

exigência da diminuição da lacuna entre teoria e prática e vem crescendo o questionamento sobre a formação do docente de ensino superior. O desafio enfrentado pelos docentes, tentar implementar inovações, está na forma de ensinar e como desenvolver essas mudanças, como ser o mediador da aprendizagem nesse novo contexto.

Por esta razão, é importante identificar novas habilidades para a formação do docente, para tanto é necessário discutir: Como desenvolver essas novas competências na formação dos professores de engenharia na redefinição desse novo processo educacional? Como deve ser desenvolvido um processo de avaliação do desenvolvimento dessas competências? Pois, o docente é uma peça fundamental nesse processo de transformação do ensino.

Com base nestas questões Avila de Matos *et al.* (2015, pp. 143-144) afirmam que:

Dentre as várias propostas de modelos inovadores de ensino-aprendizagem para atuar nesse contexto (...). Nesse processo, o docente tem um importante papel na ABP para a aprendizagem dos estudantes. Identificar novas habilidades para a formação docente para a eficácia e sucesso dessa estratégia de ensino são fundamentais no resultado da aprendizagem dos estudantes. (...) tendo como princípio o papel ativo dos alunos na construção do conhecimento. (...) contribuir para a melhoria da aprendizagem dos alunos e o incremento de suas habilidades de trabalhar em equipe e de resolver problemas reais. (...) os conceitos nela trabalhados são utilizados ao longo de todo o curso e da prática profissional do futuro engenheiro. (...) permite servir a sociedade, sendo uma fonte de recurso por meio da educação continuada (...).

Nesse processo cabe a inserção do trabalho colaborativo para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares e fortalecimento de ações conjuntas de docência no ensino de engenharia e a formação continuada de docentes.

2.5.2 Implementando a ABP no Ensino Superior

Existem várias formas de implementação de uma proposta com a ABP nos cursos de graduação, para Schwartz (2001) a primeira é em todo o currículo (sua proposta original); a segunda é a implantação gradual (semestre a semestre ou ano a ano) também conhecido como formato híbrido; terceira implantação só algumas disciplinas conhecidas por formato parcial.

A elaboração de problemas é elemento vital para o desenvolvimento e sucesso da ABP, para tanto é imprescindível discutir quais os encaminhamentos

necessários para elaboração e organização dos problemas que serão utilizados pelos alunos.

Barrows (1996) entende que o problema é elemento que oportuniza ao aluno caminhar pelo conhecimento, além de manter o aluno conectado as aulas, pois motiva, inicia e focaliza a aprendizagem de conceitos. Além de fortalecer a configuração do pensar como Engenheiro bem como relacionar a forma de pensar com os conhecimentos/conteúdo das disciplinas que fazem parte da matriz curricular do curso de Engenharia.

O que é corroborado por Illeris (2007, p. 134) ao determinar:

No conjunto, o desenvolvimento das demandas de qualificação da sociedade pode, portanto, ser visto como um esforço educacional para tentar o desenvolvimento de uma gama muito ampla de qualidades pessoais pela organização do ensino combinar uma abordagem profissional e uma voltada para a personalidade. Na prática, isso geralmente ocorre através da orientação a problemas e, até certo ponto, projetos dirigidos a participantes com um conteúdo profissional concreto que também envolve, recorda e lida com as esferas relevantes da função pessoal.

Quando tentamos resolver um problema de fato buscamos entender um acontecimento peculiar ou particular, encontrar uma forma de executar uma atividade ou tarefa, estabelecer um procedimento para projetar ou construir algo. Todos estes procedimentos necessitam de conhecimentos, habilidades e competências que trabalhem de forma conjunta para encontrar a melhor resposta.

Outro aspecto importante é que o problema deve simular uma situação potencial que possa ser encontrada por futuros profissionais. Sua complexidade deve estar adequada aos conhecimentos prévios dos alunos, oportunizar a interdisciplinaridade.

Fica, pois, claro que esses autores concordam que um problema precisa favorecer a possibilidade de utilização dos conhecimentos específicos de diferentes disciplinas servindo como base para a resolução de problemas parecidos em outras áreas.

Segundo Ribeiro (2008) a utilização da ABP nos cursos de engenharia possibilita a integração dos professores que além de professores formadores também desenvolvem o papel de tutores de grupos de alunos que vão trabalhar juntos na resolução de algum problema.

Jonassen (2000) afirma que a resolução de problemas é uma busca pelo diagnóstico de uma falha que faz com que o sistema não funcione corretamente. A solução do problema vem através de coleta de informações, gerar hipóteses e testes,

que são refinados pela análise, gerando conhecimentos de como todo o processo de funcionamento se organiza levando a elaboração de estratégias para resolver a falha.

Illeris (2007, p. 102) demonstra que:

Os processos de interação interpessoal têm influência direta para a aprendizagem (...) O conceito de aprendizagem social foi estabelecido por Bandura e outros pesquisadores do seu grupo que chegaram à conclusão que a aprendizagem é influenciada não apenas pelo comportamento do aluno, mas também pela resposta positiva ou negativa que o aluno recebe em relação ao seu próprio comportamento.

Agora com esses posicionamentos podemos entender um pouco mais sobre a importância das relações interpessoais no desenvolvimento da ABP tendo em vista a resolução de problemas desenvolvida em pequenos grupos.

Bernuy *et al.* (2018, p. 85) apresenta pesquisa desenvolvida durante 2017 com 205 de 517 professores⁴ que participaram do COBENGE em anos anteriores tratando sobre metodologias ativas:

Dos professores que participaram da pesquisa, a maioria (69,3%) era do sexo masculino. Em relação à faixa etária, os resultados foram os seguintes: 30% de 51 a 60 anos; 28,1% de 41 a 50 anos; 26% de 30 a 40 anos; 10,8% mais de 60 anos; e 5,1% menos de 30 anos.

Em relação ao curso de formação na graduação dos professores pesquisados, para facilitar o agrupamento de cursos, foi utilizada a classificação das grandes áreas sugeridas pela CAPES. Dessa forma, cerca de 74,14% dos professores têm sua área de formação na graduação na área das engenharias; 16,60% pertencem à área de ciências exatas e da terra; 4,39% em ciências sociais aplicadas; 1,46% em ciências humanas e agrárias; 0,97% em linguística, letras e artes; 0,50% em ciências da saúde e biológicas.

Estes dados confirmam o que foi apresentado dentro desta tese, a dificuldade de desenvolver aspectos didáticos de professores que na sua maioria 74,14% não tem formação pedagógica em seus cursos de formação.

Apesar desta disparidade Bernuy *et al.* (2018, p. 86) indica a capacitação docente com os seguintes dados:

... aproximadamente 66% realizaram um curso na área didático-pedagógica nos últimos três anos, nos quais se destacam 85,1% em metodologias, 48,5% em processo de avaliação, 40,3% em planejamento e 38,8% em tecnologia de informação e comunicação, denotando que os professores estão buscando a capacitação pedagógica. Essa capacitação reflete na qualidade do ensino superior, quando o docente avalia e toma consciência dos aspectos que precisam melhorar.

Em relação aos 34% dos docentes que não participaram de nenhum curso, não o fizeram porque a instituição não ofertou (60,3%) e devido à falta de tempo (30,9%). Alguns professores, mesmo não participando de nenhum curso, ressaltaram a importância da formação continuada. Constatou-se também que alguns professores não consideraram importante a capacitação na área didático-pedagógica.

⁴ Total de professores que responderam questionário enviado pelos pesquisadores.

Estes dados apontam que em sua grande maioria os professores dos cursos de engenharia entendem a relevância da ação docente na formação de futuros engenheiros.

Bernuy *et al.* (2018, p.86) sobre as competências pedagógicas no contexto de aprendizagens ativas indicam:

... podem ser desenvolvidas por cursos de capacitação (50,73%), motivação intrínseca (11,71%), apoio institucional (7,31%) e outras respostas (9,75%). Convém destacar que 20,5% não opinaram.

As competências de ensino desenvolvidas para trabalhar com aprendizagem ativa, segundo os docentes, ocorreram pela motivação intrínseca (70,5%), cursos e capacitação (60,6%), obrigação ou conveniência (60,6%) *sic*, obrigação ou conveniência (10,9%) e consultoria (5,7%). Esse resultado mostra que os professores estão preocupados com a qualidade da formação dos discentes e, mesmo sem apoio institucional, estão motivados para buscar capacitação.

Demonstrando que os professores buscam oportunidades para ampliar seu conhecimento para atuarem nos cursos superiores de formação de engenheiros.

Todo estes esforços, agora devem ser fortalecidos pois, no ano de 2019 o Conselho Nacional de Educação apresenta uma nova DCN para a formação de Engenheiros de acordo com a Resolução nº 02 do CNE/CES de 24 de abril de 2019 (p. 3) em seu Capítulo III Da Organização do Curso de Graduação em Engenharia no artigo 6º em seu parágrafo 6º “Deve ser estimulado o uso de **metodologias** para **aprendizagem ativa** (grifo nosso), como forma de promover uma educação centrada no aluno”.

Desta forma o uso da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP, é recomendada e estimulada pelo próprio Conselho Nacional de Educação.

Cabe ressaltar que a ABP é diferente das aulas tradicionais que são focadas na ação do professor. A ABP busca o envolvimento do acadêmico no processo de aprendizagem. No entanto numa proposta focada na ABP o professor tem papel de facilitador da aprendizagem e no envolvimento dos acadêmicos no processo de resolução de problemas. Na proposta da ABP os acadêmicos deverão buscar os conhecimentos necessários para resolver o problema proposto pelo professor da disciplina.

Na busca por um trabalho diferenciado no dia a dia da sala de aula é importante que o professor domine plenamente a sua disciplina. Este domínio não é

somente dos conceitos, mas também das ações pedagógicas pertinentes a ação docente.

Como apresenta Spence (2001, p. 11) “não atenderemos as necessidades do Ensino Superior até que os professores se tornem designers de experiências de aprendizagem e não professores”. Assim se percebe como esta forma de ensinar precisa deixar de ser uma ação abstrata para se tornar uma ação experiencial.

A esse propósito Jarvis, Holford e Griffin (2003) indicam que a aprendizagem se transforma de conhecimento em aplicação de habilidades e atitudes que resultarão em mudanças.

Hadgraft e Prpic (1999) indicam que para trabalhar com a ABP o professor deve levar em consideração cinco noções que são: colocação do problema, integrar conhecimentos e conceitos de várias disciplinas, trabalho em grupo, processo de resolução de problema e estudo independente do acadêmico.

O que segundo Mezirow (2013) pode ser conseguido a partir dos hábitos mentais desenvolvidos nos acadêmicos levando – os acadêmicos – a pensarem como engenheiros. Desenvolvendo aspectos morais-éticos que envolvem a consciência, normas e valores morais relacionados ao trabalho dirigido aos indivíduos da sociedade. Aprimorando os estilos de aprendizagem dos acadêmicos em que se propõem trabalhar cooperativamente. Fortalecendo aspectos psicológicos onde as teorias, esquemas mentais, são aprimorados nas ações que os acadêmicos irão desenvolver.

Assim para desenvolver a ABP em sua disciplina o professor precisa compreender como esta funciona para tanto vamos utilizar a proposta da universidade de Maastricht⁵ que apresenta a progressão em sete passos que são:

- Discutir um caso
- Identificar perguntas
- Brainstorming
- Análise dos resultados do brainstorming
- Definir tarefas e objetivos de aprendizagem
- Estudar o tema
- Sintetizar os resultados/soluções/reflexões

Cabe ressaltar que o desenvolvimento da ABP tem seu início a partir de uma situação problema que é o ponto de partida para o desenvolvimento da aprendizagem. Dessa forma as etapas seguintes decorrem da apresentação do problema.

⁵ Disponível no endereço <https://www.maastrichtuniversity.nl/pbl>

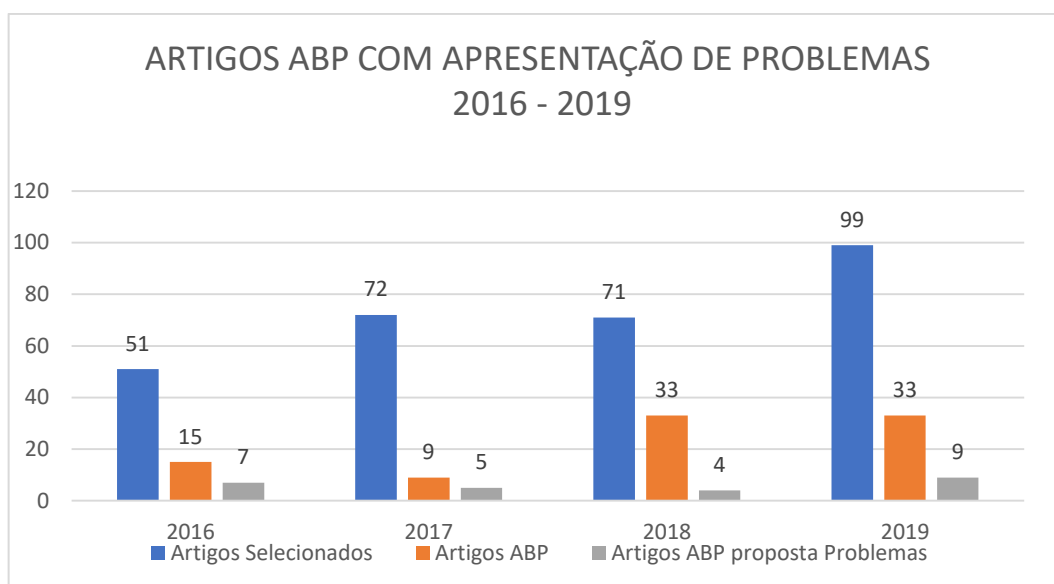
Segundo Munhoz (2015, p. 155) afirma que “a primeira pergunta dos professor escolhidos para efetuar um curso sobre ABP é: quem vai determinar e escolher o problema?”. Na universidade de Maastricht os professores organizavam os problemas. Os estudantes recebiam um programa da unidade, com o tema a ser estudado e os problemas indicados pela supervisão, também se recebia uma lista com as referências bibliográficas.

Os grupos de alunos eram formados por até oito acadêmicos que se organizam e reúniam, chama a atenção a indicação de Deelman e Hoeberigs (2009, p. 85):

No grupo de supervisão, analisava-se um problema e os alunos ativavam seus conhecimentos sobre o assunto, sem antes estudar qualquer teoria. Trabalhavam em colaboração, começando com um brainstorming, para depois, detalhar possíveis explicações (princípios, mecanismos e processos subjacentes que pudessem explicar os temas que os próprios alunos propunham no debate inicial) ou imaginar estratégias para abordar e resolver o problema em questão. Com esse procedimento, via-se claramente em que ponto as ideias divergiam, quais eram as lacunas em seu conhecimento e, conseqüentemente, o que era preciso revisar ou verificar. Sobre essa base os estudantes formulavam os objetivos da aprendizagem.

Muitas instituições têm desenvolvido essa proposta de ensino das mais diferentes formas. Entretanto é importante que não percamos o foco em relação a ABP, pois o início do trabalho vem da apresentação por parte do professor de um problema.

Ao analisar o Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia – COBENGE no período de 2016 a 2019 foram relacionados 293 (duzentos noventa e três) artigos da área denominada de métodos e meios de ensino aprendizagem que apresentou e 90 (noventa) deles relacionados ao tema ABP, entretanto somente 25 (vinte e cinco) artigos apresentavam ABP com apresentação de problemas para desenvolver o trabalho junto aos alunos. Como podemos observar no gráfico 1

Gráfico 1 - Artigos com Apresentação de Problemas 2016 - 2019

Fonte: Elaborado pelo autor com base em COBENGE (2020)

Esses números indicam que apesar de muitas IES e muitos professores desenvolverem atividades que acreditam ser ABP, grande parte não apresentam um dos elementos mais importantes do trabalho com a ABP, o início da atividade a partir da apresentação de um problema.

Nesta busca pela transformação faremos uma proposição a partir da adaptação da proposta Lane (2007) de determinadas ações e encaminhamentos necessários ao professor para desenvolver a ABP para suas aulas.

Nossa proposta é que o professor elabore seu planejamento para o uso da ABP, considerando as seguintes fases: diagnóstico, estruturação, desenvolvimento, aplicação e progresso.

Na fase diagnóstico o professor deverá responder as seguintes perguntas:

- Qual é o papel da disciplina dentro da matriz curricular do curso?
- Quem são e quais as características dos acadêmicos?
- Quantos alunos fazem parte da turma?
- Quanto tempo durará disciplina?
- Quais são os espaços que poderão ser usados para desenvolver a disciplina?
- Quais as tecnologias que estão à disposição para desenvolver a disciplina?
- Qual é o objetivo de ensinar a disciplina para os futuros engenheiros?
- Que habilidades são necessárias para ter sucesso na disciplina e como estas habilidades são essenciais a ação profissional do engenheiro?

- Que competências apresentadas na DCN do Curso de Engenharia serão desenvolvidas durante a disciplina?

Ao repercutir o papel da disciplina dentro da matriz curricular, essa análise faz com que o professor possa identificar como sua disciplina se comporta na formação do futuro engenheiro independentemente da habilitação em engenharia que o professor trabalha.

Em relação a percepção de quem são e as características dos acadêmicos o professor pode perceber como seus alunos aprendem, quais os tipos de pensamentos os acadêmicos apresentam. Apontar quais as características necessárias a atuação do profissional na sociedade desenvolvendo as atividades exigidas e esperadas para a realização de suas atividades. Relacionando as mesmas com as características pessoais de seus alunos.

Levar em conta o tempo de duração da disciplina e o número de acadêmicos que vão participar da disciplina, leva o professor a determinar a complexidade do(s) problema(s) que serão apresentados e desenvolvidos pela turma, problemas mais simples levaram menos tempo para serem desenvolvidos por exemplo três a quatro semanas, já problemas mais complexos podem necessitar de três a quatro meses para terem suas respostas finais. Com a verificação dos espaços destinados a realização das atividades acadêmicas busca-se verificar se existem espaços especializados ao desenvolvimento de etapas específicas do projeto para resolução do problema ou será necessário a busca por parcerias e convênios com outras instituições para dar conta de resolver o problema apresentado.

As tecnologias disponíveis aos acadêmicos estão relacionadas as tecnologias disponíveis no mundo do trabalho, são acessíveis, são de fácil manuseio, precisarão ser desenvolvidas parcerias com instituições profissionais para conhecimento será necessário organização de cursos ou palestras sobre o uso de tais ferramentas tecnológicas.

As perguntas servem para subsidiar o professor no momento de iniciar o seu planejamento, delimitando as opções que tem em relação a sua disciplina e refletindo sobre como será o desenvolvimento provável da disciplina, número de grupos, espaços necessários, estabelecimento de cronograma. Bem como propor objetivos em problema pertinentes aos objetivos da disciplina e as características dos acadêmicos. Além disso o problema permite que habilidades e competências

apresentadas nas diretrizes curriculares nacionais possam ser descobertas e aperfeiçoadas.

Com o intuito da estruturação da proposta de trabalho se deve levar em conta os seguintes elementos:

- Qual é o objetivo geral da disciplina?
- Quais são as estratégias e atividades que os acadêmicos deverão realizar para atingir o objetivo geral que propus para os acadêmicos?
- Como serão avaliados os acadêmicos nas atividades propostas?

Em relação ao objetivo geral o professor começa a dirigir sua atenção ao que os acadêmicos deverão aprender com a disciplina, quais são as ações que deverão realizar, quais conhecimento deverão ter se apropriado ao término da disciplina, mostrando como o conhecimento de técnicas, tecnologias estruturam-se na busca da integração entre conhecimento e ação profissional.

Ao elaborar um problema o professor deve ter em mente algumas estratégias e atividades necessárias para desenvolver a resolução de problemas. Entretanto é possível que os acadêmicos criem estratégias e atividades diferentes das pensadas pelo professor, isso acontece em primeiro lugar devido a uma característica do problema apresentado – que deve ser pouco estruturado possibilitando várias respostas – e a diferença de *expertise* entre professor e acadêmicos. Em relação a isso o professor deve estar atento ao desenvolvimento das atividades para resolver o problema, pois se perceber algum enviesamento em relação ao desenvolvimento da resposta pode colaborar com os acadêmicos se for necessário para a resolução do problema.

Como apresenta estudo desenvolvido Amiran (1989) em relação ao desempenho de estudantes universitários *apud* Fink (2003, p. 9) tendo em vista que em relação ao pensamento reflexivo e raciocínio científico:

Pensamento Reflexivo: poucos alunos se mostram adeptos do pensamento reflexivo, a eles faltam habilidades de resolução de problemas e raciocínio e tem dificuldades para reconhecer pressupostos que devem ser efetivados para resolver determinados problemas.

Raciocínio Científico: os alunos sabem pouco sobre o raciocínio científico, método científico empírico, a importância de estabelecer um controle para determinar relações causa-efeito ou viés de pesquisador

Em relação a verificação da apropriação dos conhecimentos os acadêmicos devem ser avaliados nas mais diferentes etapas do projeto e é essa avaliação que pode garantir a apropriação dos conhecimentos, habilidades e competências

necessárias aos acadêmicos para desenvolverem suas ações futuras no mundo do trabalho. Para tanto devemos refletir que tipo de avaliação queremos uma avaliação em que é importante somente o retorno das informações dadas pelo professor durante as aulas ou uma avaliação avançada que busca perceber se o aluno aprendeu a utilizar de forma eficiente e efetiva os conhecimentos da disciplina para desenvolver atividades mais complexas, através do ensaio, da prática, das análises, discussões que ajudem os acadêmicos a usar informações, recursos para responder desafios propostos.

A questão humanista da aprendizagem segundo Jarvis (2013) *apud* Illeris (2013, pp. 41- 42) se apresenta:

Por mais que eu continue aprendendo, continuarei sendo uma pessoa inacabada – a possibilidade de mais crescimento, mais experiência, permanece – ou ainda estou aprendendo a ser eu! Filosoficamente falando, sou apenas no momento “agora” e, como não posso parar o tempo, estou sempre me tornando; paradoxalmente, contudo, com todo esse vir a ser, sempre sinto que sou o mesmo *self*.

Agora, portanto, confronto outra questão relacionada com aprender a ser eu, que reside na natureza da pessoa que aprende: sugeri que a pessoa envolve conhecimento, habilidades, atitudes, emoções, crenças, valores, sentidos e mesmo identidade, e que, por meio da aprendizagem, cada um desses fatores pode ser mudado e evoluir.

Lembrando que a filosofia humanista vê aquele que aprende como pessoa e o seu crescimento pessoal, não apenas relacionado ao conhecimento, mas sim a relação de pensamentos, sentimentos e ações de forma integrada.

O desenvolvimento neste ponto do planejamento o professor deve levar em conta o prazo que tem para trabalhar quantos bimestres, trimestres, semestres (a forma como é dividido o período de trabalho destinado a conclusão da disciplina), por exemplo de acordo com o desenho do curso as disciplinas podem ter a duração de um semestre ou um ano letivo e este prazo de desenvolvimento da disciplina existem períodos em que devem ser disponibilizado pelo professor avaliações (notas) que deverão indicar se o acadêmico deve ser promovido ou retido na disciplina. Que são necessidades institucionais que devem ser respeitadas e valorizadas pelo professor.

Assim o professor deve:

- Relacionar que materiais serão necessários para o desenvolvimento do projeto em cada fase desde o início até a conclusão.
- Que recursos os acadêmicos irão necessitar?
- Quais são os meios e ferramentas?

- Quais são os possíveis métodos ou meios de avaliação das etapas da disciplina ou do projeto?
- Quais os critérios de avaliação dos acadêmicos em cada uma das etapas da disciplina ou projeto?

Ao relacionar que materiais e recursos serão necessários em cada fase da resolução do problema, oportuniza ao professor antecipar situações que possivelmente os acadêmicos necessitarão. Para isto devem ser estabelecidos quais os critérios exigidos em cada etapa para a possível resolução do problema.

Uma preocupação que pode surgir é como prever todas as possibilidades que podem surgir durante o desenvolvimento da proposta, entretanto é importante lembrar que um dos papéis do professor segundo Munhoz (2015, p. 166) é “desenvolver uma prática de acompanhamento dos alunos e da proposta (...)”, é efetivamente tentar prever um desenvolvimento provável para a disciplina evitando ao máximo situações que prejudiquem o processo de ensino.

Planejamento o professor deve organizar a aplicação da proposta da disciplina. Onde o professor deve responder as seguintes perguntas:

- Quem está envolvido no processo de aplicação?
- Quais as responsabilidades de cada um dos acadêmicos na aplicação da proposta?
- Quais são as possíveis dificuldades para a realização da resolução do problema?
- Que questões e necessidades são fundamentais para aplicar na resolução do problema?

Segundo Horn e Staker (2015, p. 135) “quando as equipes planejam sem considerar a perspectiva dos alunos, elas enfrentam resistência a todo momento por parte das próprias pessoas que estão atendendo”, assim é importante pensar sobre os envolvidos no processo, pois através de um bom planejamento que podemos motivá-los.

Para Illeris (2007, p. 129) “o processo de interação entre o indivíduo e o ambiente deve ser de tal natureza que se possa dizer que o indivíduo é um sujeito a situação ou seja, que ele ou ela está presente e é autoconsciente”, fazendo com que o mesmo perceba que esta situação é passível de ser encontrada em situações da vida profissional.

Indicar um problema para ser resolvido não é um processo somente de responsabilidade dos acadêmicos, pois muitas vezes a visão que os acadêmicos têm sobre um problema pode não ser a mesma compartilhada entre os mesmos e principalmente pela visão do professor. Assim o professor deve ter conhecimento do grau de envolvimento de responsabilidade e comprometimento do acadêmico com as diferentes fases do processo de resolução do problema.

Sem esquecer quais aspectos são fundamentais para a resolução do problema.

Na progressão, o professor deve avaliar o impacto da ABP na aprendizagem do acadêmico. Assim é preciso refletir sobre:

- Quais serão os métodos de avaliação, por observações em sala de aula, pré-teste e pós-teste, apresentação das pesquisas etc.?
- Quais foram as mudanças observadas nos acadêmicos durante a disciplina?
- O que precisa ser melhorado para a próxima turma?

Fink (2003, p. 82) sugere:

os professores afirmam se eu pudesse ensinar e não ter que classificar, seria muito mais feliz. Da mesma forma, os alunos geralmente sentem da mesma maneira, fazer um curso não é tão ruim, mas se preparar para exames é uma verdadeira dor.

Não se pode esquecer que o objetivo principal da avaliação não é dar um conceito para os alunos, mas sim ajudar os alunos a aprenderem melhor. A dificuldade está em determinar como fazer a avaliação e para isso Fink (2003) sugere quatro componentes que são: avaliação prospectiva, critérios e padrões, autoavaliação e comentários “FIDeLity”⁶.

A avaliação prospectiva está relacionada a uma avaliação que busca a percepção do que os alunos podem fazer com o que foi aprendido com os conhecimentos apropriados para a resolução do problema proposto no futuro. Fink (2003, p. 86) diz que para isso: “Imagine-se numa situação em que as pessoas realmente estão usando o conhecimento X e você aluno pode usar o seu conhecimentos X, Y e Z para fazer (isso)?”

Os critérios e padrões devem claros e adequados para que possam ser usados tanto na avaliação prospectiva como na autoavaliação. Para indicar o que se

⁶ Acrônimo inglês construído a partir das palavras Frequent, Immediate and Discriminating and delivered Lovingly.

espera com esses critérios e padrões, pode-se expressar através de um pequeno comentário designado pela expressão rubrica, que ajudará ao professor bem com o acadêmico a perceber se atingiu as expectativas determinadas para a resolução do problema.

Em relação a autoavaliação o que se espera é que os acadêmicos possam analisar e avaliar a qualidade de seu próprio trabalho, pois é essa ação que possibilitará ao futuro profissional determinar se suas aprendizagem está valendo a pena ou de acordo com as expectativas que tinha em relação a ela.

Em relação aos Comentários FIDeLity Fink (2003, p 83) “acrônimo refere-se a comentários Frequentes, Imediatos, Descriminados (com base em critérios e padrões claros) e entregues com Lovingly = amor. Estes comentários devem estar presentes e devem ser anotados durante o processo para poder ser utilizados para mostrar de maneira mais clara se os acadêmicos estão aprendendo corretamente.

De posse das respostas inseridas nas etapas mencionadas, o professor poderá começar a planejar suas atividades ABP.

O ponto crucial da metodologia ativa é provocar situações que promovam o envolvimento do acadêmico na resolução de “problemas” e ter em mente que problemas nos fazem pensar para tentar resolver. E resolver, requer utilizar conhecimentos e recursos disponíveis para nortear as ações.

Freire (1987) afirma que a aprendizagem começa sempre por um problema que leva os acadêmicos a buscarem pelo raciocínio e conhecimentos as inúmeras respostas que possam solucioná-lo.

Sob esse aspecto O'Connor (2012) indica que a formulação de um problema deve levar em conta a amplitude das relações de como o cérebro recruta estruturas cerebrais, ou seja, sinapses ao resolvê-los.

Nesse aspecto a partir da Taxionomia da Aprendizagem Significativa (2007) será desenvolvido as categorias:

- Conhecimento Fundamental: na medida em que envolve entender informações, lembrar ideias.
- Aprendendo a Aprender: em relação a perguntar sobre o assunto.
- Aplicar habilidades: pensamento crítico, pensamento criativo, pensamento prático e gerenciamento de projetos.

Assim, a solução de um problema exige a ancoragem em pré-conhecimentos ou subsunçores que resultarão em novos conhecimentos como apresenta Ausubel

(1968). Desse modo, é o autoconhecimento que indicará qual é o momento de finalizar a busca por novas informações para resolver o problema proposto.

Jonassen (2000, p. 63) registra “a resolução de problemas é geralmente considerada como a atividade cognitiva mais importante do dia a dia e contextos profissionais”, assim aprender a resolver problemas deve ser exercitado nos cursos de graduação.

Como é apresentado na Taxionomia da Aprendizagem Significativa de Fink (2003) a categoria Aprendendo a Aprender no tocante a Autonomia de Aprendizagem onde o acadêmico irá buscar os conhecimentos necessários para a resolução do problema proposto.

Fink (2003) indica que quatro aspectos devem ser levados em consideração pelo professor que são: conhecimento do assunto, desenho do ensino, interação entre professor e alunos e gerenciar o desenvolvimento da disciplina.

Desta forma é importante lembrar que todas as perguntas anteriores orientam os encaminhamentos, ações e desenvolvimento das disciplinas.

Neste aspecto diagnosticar diferentes aspectos de uma disciplina faz com que a taxionomia da aprendizagem significativa de Fink (2003) possibilite entender as informações que permitem o funcionamento da disciplina quando for aplicada no desenvolvimento da ação pedagógica própria do professor.

Barrett (2017, p. 19) indica que um problema deve ter três dimensões: uma dimensão relacionada os conhecimento, a segunda dimensão relacionada a identidade já a terceira é a dimensão da ação profissional. Estas dimensões podem fazer com que os acadêmicos encontrem níveis de conhecimento e novos níveis de conhecimento, descubram formas habituais de ação profissional e formas de ação profissional novas para os acadêmicos, identidades atuais e explorar novas identidades.

A elaboração de problemas pode abarcar todas as dimensões ou eventualmente uma dimensão particular, isto dependerá do tipo de problema elaborado pelo professor.

Com relação ao conhecimento, faz-se necessário entender que todos tem um conhecimento anterior, um conhecimento que precisarão saber (para resolver o problema) e o autoconhecimento.

Mas o que de fato significa identidade? Identidade são aspectos relacionados as características individuais dos acadêmicos relacionados ao emprego e trabalho motivação e engajamento.

Na Taxionomia da Aprendizagem Significativa de Fink (2003) a questão da identidade pode aparecer nas categorias:

- Cuidar que está relacionada aos sentimentos, interesses e valores dos acadêmicos.
- Dimensão Humana: relacionada a aprender sobre si mesmo e aprender sobre os outros.
- Integração: na medida que envolve aspectos relacionados ao envolvimento com pessoas e com os domínios da vida.
- Aplicar Habilidades: gerenciamento de projetos.

Mezirow (2000) também corrobora com esta afirmação na medida que indica que os acadêmicos utilizaram novas habilidades, melhoraram sua autoconfiança nas relações com os outros.

Para atender a dimensão identidade, está relacionada às características que se podem desenvolver e são os aspectos pessoais referentes aos valores humanos, estilos pessoais de aprendizagem, relação entre a profissão a ação humana.

Os problemas na ABP devem ter algumas características que são:

- Motivar os alunos a buscar uma compreensão mais profunda de conceitos.
- Exigir que os alunos tomem decisões fundamentas e a defendam.
- Incorporar os objetivos do conteúdo de maneira a conectá-lo aos conhecimentos anteriores.

Um problema deve atender a alguns critérios que são apresentados por Ribeiro (2008, p. 30):

- Prevalência;
- Valor Integrativo;
- Valor Prototípico;
- Alto Potencial de Impacto;
- Fraca Estruturação.

Em relação aos critérios, podemos esclarecer que a prevalência está relacionada a encontrar os problemas na prática profissional. Já o valor integrativo se relaciona a integração dos conhecimentos de diferentes disciplinas do curso para resolver o problema. Em relação ao valor prototípico infere a proporcionar um bom estudo aos estudantes. O alto potencial de impacto é associado a condição de afetar

um bom número de pessoas. A fraca estruturação deve espelhar situações profissionais reais, serem indefinidos, ter poucas informações e perguntas não respondidas, o que proporcionará muitas questões e sub questões como resposta.

Os problemas podem ser apresentados em três categorias segundo Gordon (1998) *apud* Ribeiro (2008, p. 34) que são:

Desafios acadêmicos: problemas que advêm da estruturação de conteúdo de uma área de estudo e, ainda que sejam utilizados principalmente para favorecer o entendimento de um assunto selecionado, servem também para desenvolver a capacidade de construir conhecimento e trabalhar colaborativamente.

Cenários: problemas em que os alunos assumem papéis condizentes com suas futuras atuações profissionais em contextos da vida real ou em cenários fictícios (simulações), nos quais começam a se ver em papéis reais na medida em que desenvolvem os conhecimentos e habilidades necessários para serem bem sucedidos na escola e além dela.

Problemas de vida real: problemas que pedem soluções reais por pessoas ou organizações reais e envolvem diretamente os alunos na exploração de uma área de estudo, cujas soluções são potencialmente aplicáveis em seus contextos de origem.

A apresentação dos problemas pode ser por meio de textos, vídeos, dramatização, entrevistas com pessoas da comunidade afetadas ou interessadas na resolução de problemas. Estes problemas podem ser originais – organizados pelo professor ou especialista convidado – adaptada de livros, artigos de revistas, periódicos científicos e jornais.

Depreende-se das considerações, a necessidade de oportunizar aos professores, além de elementos teóricos sobre a ABP também recursos para organizar e preparar a implementação de uma propostas de ABP para a(s) sua(s) disciplinas. Um aspecto que fortalece importante é apresentado por Dellman e Hoeberigs (2009, p. 99) “É importante que os professores conheçam bem a temática da educação.”, dessa forma será disponibilizado um apêndice com atividades para que os professores possam organizar teoricamente a sua proposta de implementação.

2.6 AS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DOS CURSOS DE ENGENHARIA

Todo curso de formação profissional em nível superior deve seguir orientações determinadas em documentos emanados pela Conselho Nacional de Ensino – CNE. Esses documentos são denominados hoje como Diretrizes Curriculares Nacionais – DCN's.

O papel das DCN's é balizar as Instituições de Ensino Superior – IES com as orientações e parâmetros que devem ser seguidos no momento de se organizar os cursos de Engenharia em relação aos seus objetivos, competências, habilidades e perfil dos engenheiros, também são indicados as formas de estágio e outros encaminhamentos.

As novas DCN's do curso de graduação em Engenharia foram instituídas no dia vinte e quatro de abril de dois mil e dezenove, trouxe várias sugestões de mudanças na formação dos novos engenheiros nas mais variadas modalidades.

A nova DCN's chama a atenção por sua grande inovação que se inicia já na indicação do perfil do egresso do curso onde no art. 3º apresenta as seguintes características:

Art. 3º O perfil do egresso do curso...

I – ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

II – estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;

III – ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;

IV – adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;

V – considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;

VI – atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Com essas indicações apresenta uma preocupação numa formação integral dos futuros engenheiros apontando para uma formação preocupada em mostrar aos engenheiros que suas ação profissional não está desarticulada do mundo real em seus mais variados aspectos.

As DCN's também apresentam no art. 4º a indicação das competências gerais que todo o engenheiro deve possuir ao concluir o curso de formação em nível superior. Neste artigo são sugeridas competências que possibilitam a atuação profissional relacionadas a:

- conceber soluções direcionadas as necessidades dos usuários em diferentes contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos; uso de soluções criativas, para as quais é necessário desenvolver a capacidade criativa e experimental por parte dos futuros engenheiros.
- Analisar e compreender fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos e por simulações, conceber experimentos, comportamentos e

sistema de estudos, garantindo segurança e previsibilidade a projetos desenvolvidos para a sociedade.

- Conceber e planejar sistemas, produtos e projetos criativos desejáveis e viáveis.
- Implantar, supervisionar e controlar situações de engenharia.

Cada vez mais a nova proposta do curso exige muito da formação dos futuros engenheiro em relação a criatividade e autonomia para se relacionar com as diferentes modalidades da engenharia.

Ao ler o art. 5º chama a atenção a preocupação com relação as diferentes áreas de atuação não só relacionada a ação profissional mas também com relação ao ensino como podemos observar o expressado no item III que reza “III – atuação na formação e atualização de futuros engenheiros e profissionais envolvidos em projetos de produtos (bens e serviços) e empreendimentos.”

Ao tratar da organização do curso no capítulo três as DCN's apontam para atividades de ensino-aprendizagem que garantam que os conteúdos sejam trabalhados nos mais diferentes aspectos.

A principal novidade desta DCN's é a sugestão do trabalho com as metodologias ativas, mas não somente está indicação de como ensinar também é importante a indicação das características do corpo docente e a preocupação com a formação de professores.

Oliveira (2019, p. 82) escreve:

A valorização da docência na graduação com a mesma atenção dispensada à pesquisa (financiamento de projetos de Educação em Engenharia, bolsas de produtividade, programas de pós-graduação etc.) é fundamental para o pleno êxito na implementação das nos DCN's, conforme consta do parecer que encaminhou as atuais DCN's (ver anexo no final do livro): em outras palavras, é necessário priorizar a capacitação para o exercício da docência, visto que a implementação de projetos eficazes de desenvolvimento de competências exige conhecimentos específicos sobre meios, métodos e estratégias de ensino/aprendizagem.

Na busca de melhorar a atuação desse professor engenheiro é importante possibilitar acesso a conhecimentos que o auxiliem em suas aulas com essas novas metodologias ativas.

3 CAMINHO METODOLÓGICO

Ao pensar em pesquisa é importante saber como esta pesquisa se desenvolverá. Para desenvolvê-la é necessário seguir certas regras e encaminhamentos, que são conhecidos como método.

Segundo Marconi e Lakatos(2011, p. 44) “não há ciência sem o emprego de métodos de pesquisa”, são eles que oportunizam ao pesquisador buscar informações para resolver um determinado problema ou buscar informações que desconhece.

Hegenberg (1976, *apud* Marconi e Lakatos 2011, p. 44) “caminho pelo qual se chega a determinado resultado, ainda que esse caminho não tenha sido fixado de antemão de modo refletido e deliberado”, mas nos auxiliam a descobrir e construir conhecimentos que nos possibilitem construir uma sequência didática para auxiliar professores do ensino superior a elaborar problemas significativos que poderão ser utilizados na Aprendizagem Baseada em Problemas para dar aulas nos cursos de engenharia.

Esta tese sobre Aprendizagem Baseada em Problemas foi elaborada sob a abordagem da pesquisa qualitativa para se analisar o processo de alinhamento das estruturas de elaboração das práticas em ABP, configuradas nas diversas aplicações acadêmicas expostas no COBENGE.

A pesquisa é qualitativa segundo Denzin e Lincoln (2006), possibilita uma interpretação do mundo focando em fenômenos e nos elementos que o constituem. Nesta perspectiva Creswel (2007) assinala que na pesquisa qualitativa os dados vêm do mundo real e que tais dados devem ser descritos para que se entenda o processo de desenvolvimento.

Desta forma buscamos no site do COBENGE os artigos selecionados para serem apresentados nas edições de 2016, 2017, 2018 e 2019. Estes artigos versavam sobre o ensino em engenharia nas mais diversas habilitações.

Sendo uma pesquisa bibliográfica os dados são selecionados a partir dos anais de eventos científico que segundo Gil (2002, p. 66) são:

Os encontros científicos, tais como congressos, simpósios, seminários e fóruns, constituem locais privilegiados para apresentação de comunicações científicas. Seus resultados são publicados geralmente na forma de anais, que reúnem o conjunto dos trabalhos apresentados e as palestras e conferências ocorridas durante o evento.

Os dados dessa pesquisa provêm da ABENGE – Associação Brasileira de Ensino em Engenharia é uma instituição criada em 1973 com a missão de:

Produzir mudanças necessárias para melhoria da qualidade do ensino de graduação e pós graduação em engenharia e tecnologia no Brasil, contribuindo decididamente para a formação de profissionais cada vez mais qualificados e capacitados que levem o desenvolvimento e tecnologia a todos os pontos do país pelos benefícios que a engenharia pode proporcionar a toda a população.

Esta associação desde 1973 promove o Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia – COBENGE, com a evolução do evento foram criadas as sessões de apresentação de trabalhos científicos que discutiam várias questões referentes ao ensino de engenharia.

A escolha do COBENGE se deve ao fato deste evento ser focado no ensino de Engenharia nas mais diferentes habilidades e em diversas disciplinas que compõem a formação dos futuros engenheiros e por disponibilizar acesso a toda a produção do evento em arquivos eletrônicos no seu site.

Do ponto de vista dos procedimentos, caracteriza-se como pesquisa exploratória. Segundo Gil (2002, p. 41), “a pesquisa qualitativa e exploratória é uma forma de pesquisa muito específica com o objetivo de estimular a compreensão de um determinado caso específico”, aqui representado pelo ensino de engenharia sobre Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem.

Neste caso o estudo de como se dá o ensino em engenharia utilizando a Aprendizagem Baseada em Problemas para tornar a aprendizagem significativa para os acadêmicos.

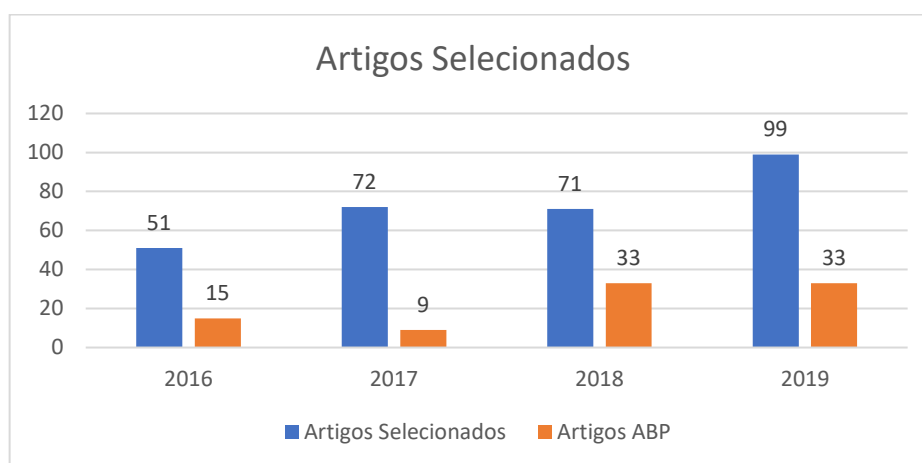
Em relação ao recorte temporal esse estudo tem como característica de um corte longitudinal que segundo Richardson (1999) se define como dados selecionados num determinado período. Para tal, foram analisados os artigos publicados de 2016 a 2019, tal escolha deve-se a que estes anos os anais do referido evento estão disponíveis para acesso digital livre no site da ABENGE. O total de artigos apresentados nos anos de 2016 a 2019 foram 2392 (dois mil trezentos noventa e dois).

Para a primeira seleção se buscou artigos que respondessem a seguinte questão “Quais os artigos que propunham ações didático-metodológicas para o ensino de conteúdos pertinentes a formação de Engenheiros?”. Todos os artigos que não versavam sobre questões didáticas-metodológicas foram excluídos. Nesta busca

encontramos 293 (duzentos noventa e três) artigos inscritos no tema “Métodos e Meios de Ensino em Engenharia” – tema proposto pela organização do COBENGE.

Tendo sido escolhido o tema os 293 (duzentos e noventa três) artigos, foram copiados os resumos dos referidos artigos e colocados estes resumos numa planilha do Excel© e utilizado como filtro para a busca as palavras ou expressões: Aprendizagem Baseada em Problemas, ABP, Problem-based Learning, PBL, resolução de problemas, metodologias ativas. Nesta busca foram encontrados 90 (noventa) artigos que correspondiam a nova questão levantada. Como podemos observar no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Artigos Seleccionados



Fonte: Autoria própria

Com a seleção dos noventa artigos foram feitas novas leituras buscando encontrar elementos que “Apresentassem problemas organizados pelos professores em relação aos três tipos indicados por Gordon (1998 *apud* Ribeiro 2008)”. Nesta busca foram encontrados 25 (vinte e cinco) artigos que se distribuíram da seguinte forma: DESAFIOS aos acadêmicos num total de 12 (doze) artigos; CENÁRIOS de situações em que os acadêmicos assumiam papéis relacionados a atuação profissional num total de 08 (oito) artigos e finalmente a última indicação problemas retirados de situações que aconteceram em empresas que são denominados de PROBLEMAS DE VIDA REAL num total de 05 (cinco) situações problemas.

Com a perspectiva e entender como são desenvolvidas as propostas de ABP nas diferentes habilitações e disciplinas dos cursos de engenharias das IES espalhadas por nosso país, realizou-se uma revisão sistemática com o objetivo de dimensionar amostra de estudos existentes sobre a aplicação da ABP.

Para Roever (2020) é uma maneira mais racional e menos tendenciosa de organizar, avaliar e integrar as evidências científicas. O levantamento dos dados foi feito em meio eletrônico constituídos por artigos completos e revisados por pares disponíveis nos anais do COBENGE como forma de assegurar a validade.

Após selecionar os artigos é imprescindível determinar como estes serão analisados Barros e Lehfeld (1990, p. 87) “analisar significa buscar o sentido mais explicativo dos resultados da pesquisa”, tentando interpretar as informações para responder o problema apresentado nesta tese.

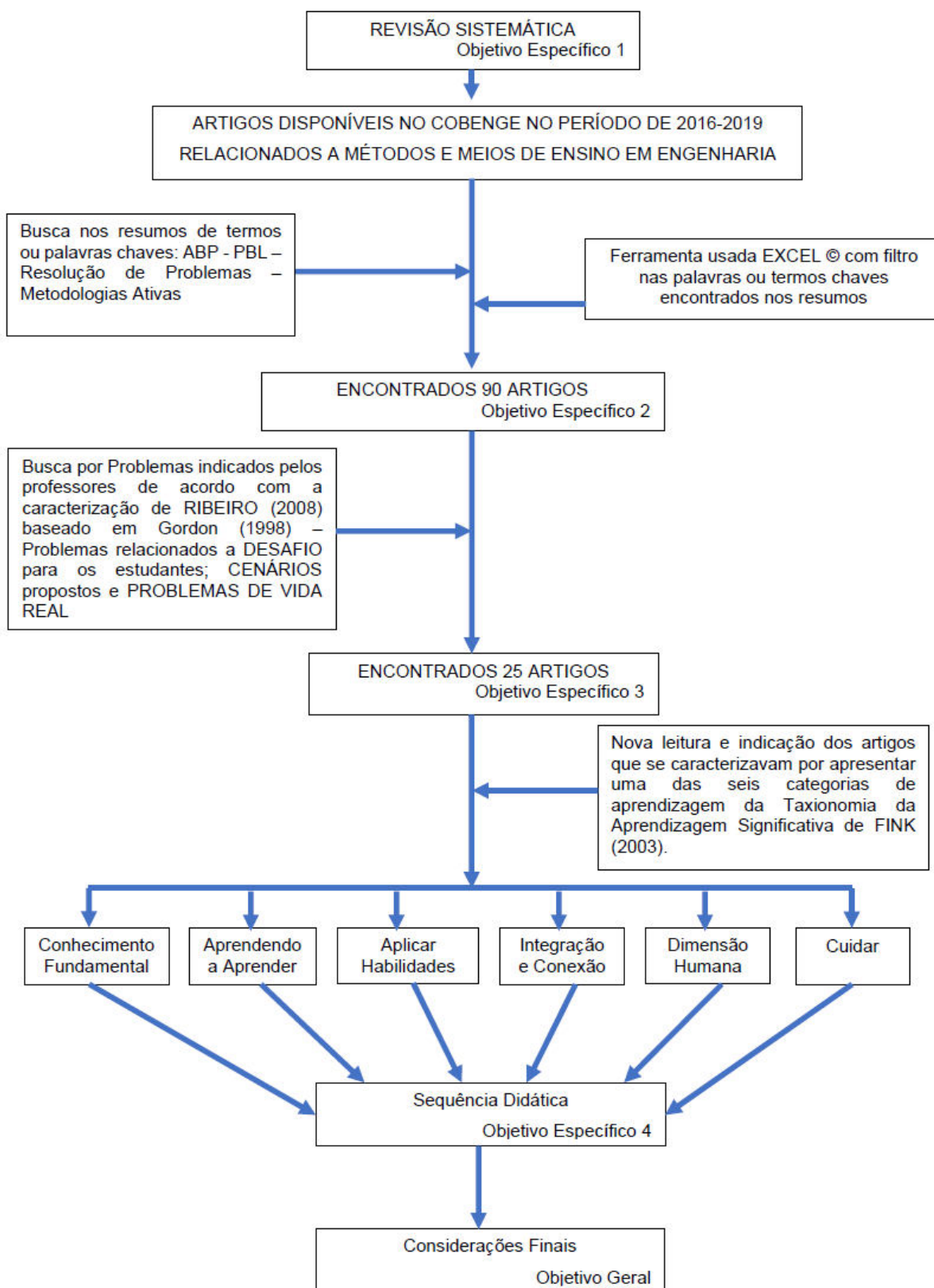
Segundo Barros e Lehfeld (1990, p. 88) numa pesquisa qualitativa:

Análise qualitativa: são os estudos nos quais os dados são apresentados de forma verbal ou oral ou em forma de discurso. Para estes dados, a análise pode ser compor de etapas como:

- Organização e descrição dos dados/conteúdos brutos;
- Redução dos dados;
- Interpretação dos dados pelas categorias teóricas de análise;
- Análise de conteúdo.

Neste aspecto foram analisados estes elementos a partir das formas de aprendizagem sugeridas por Fink (2003). Estas formas são divididas em seis tipos: Conhecimento Fundamental, Aplicar Habilidades, Integração e Conexão, Dimensão Humana, Cuidar e Aprendendo a Aprender.

A partir da indicação dos seis tipos de conhecimentos foram feitas novas leituras dos artigos e analisadas as ideias e mensagens que se referiam a estas aprendizagens, através do que foi escrito de forma explícita ou de forma latente em relação as aprendizagens. O que nos levou a encontrar nos vinte e cinco artigos as categorias conhecimento fundamental e aprendendo a aprender; já quando a categoria cuidar estava presente em seis artigos; a categoria integração ou conexão está presente em três artigos; dois artigos tratavam da categoria aplicar habilidades e outros dois tratavam da categoria dimensão humana.



Organizado pelo autor

A sequência didática é uma proposta de como os professores podem elaborar seus problemas para usar a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas

– ABP. Nesta proposta são feitas orientações e sugestões para que os professores engenheiros possam planejar, sistematizar e organizar como será desenvolvida sua disciplina durante o período letivo em que vai se desenvolver a disciplina.

A fundamentação teórica que embasa a sequência didática é de Ribeiro (2008) que trata dos tipos de problemas que podem ser usados na ABP; Fink (2003) com a taxionomia da aprendizagem significativa; Perrenoud (2000) que apresenta as competências e habilidades.

Com base nestas leituras a sequência didática foi organizada por meio do método dedutivo que segundo Marconi e Lakatos (2011, 53) se caracteriza “como um processo mental partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal” que possibilitará a organização da sequência didática.

Esses dados surgiram das análises feitas a partir dos artigos selecionados que apresentavam problemas sugeridos pelos engenheiros professores, e apresentavam uma ou mais formas de aprendizagens sugeridas por Fink (2003).

Com todas estas informações foi sugerida uma ficha que traz várias perguntas que devem ser respondidas pelo professor e que vão ajudar o professor a planejar os problemas que serão sugeridos para desenvolver a disciplina durante o período letivo.

Estas perguntas se relacionam com questões e ações que estão relacionados a organização e sistematização do planejamento que todo o professor deve organizar e seguir que vão orientar como será desenvolvida sua disciplina e o curso de engenharia. As perguntas que estão relacionadas aos mais diferentes aspectos.

Elas indicam aos professores quais as características dos acadêmicos, os objetivos que deverão ser atingidos pelos os acadêmicos que irão cursar a disciplina. Também chama a atenção para os seis tipos de aprendizagens que o professor deve e pode desenvolver com seus acadêmicos. E claro também aponta para os tipos de problemas que podem ser sugeridos pelo professor.

Ao preencher a ficha os professores podem começar a entender como a sua disciplina se constitui, como os conteúdos podem ser desenvolvidos em relação aos objetivos, características e aspectos quais são os tipos de objetivos que podem ser atingidos, qual o tipo de problema que será apresentado como se desenvolverá e quais dias acontecerão as avaliações e quais são as referências que servem de base para o desenvolvimento do conhecimento.

4 ANÁLISE DOS ARTIGOS COBENGE 2016-2019

Os problemas da categoria desafios acadêmicos acontecem segundo Gordon (1998 *apud* RIBEIRO 2008, p. 34) quando:

problemas que advêm da estruturação de conteúdo de uma área de estudo e, ainda que sejam utilizados principalmente para favorecer o entendimento de um assunto selecionado, servem também para desenvolver a capacidade de construir conhecimento e trabalhar colaborativamente.

Estes desafios são propostos pelos professores das mais diferentes formas segundo Ribeiro (2008) os desafios são apresentados para os acadêmicos na forma de textos conhecidos como *paper cases/problemas* que são narrativas escritas sobre desafios enfrentados pelos personagens; outra forma de apresentação através de vídeos, uma dramatização, entrevistas com pessoas afetadas ou interessadas na resolução dos problemas.

Podemos observar a indicação dos desafios como a proposta do artigo 20168930 do curso de Engenharia de Materiais de uma IES pública da região sudeste, o desafio proposto era:

Construção de uma embalagem capaz de resistir a uma queda de aproximadamente 5 metros de altura, resistir ao aquecimento em uma estufa à 80°C e à imersão total em água, contendo dois ovos (galinha crus), empregando somente materiais reciclados (latas de alumínio e de aço, embalagem PET e embalagens de leite longa vida)

Cabe ressaltar que no artigo 20168930 além de apresentar os elementos constituintes do desafio também são apresentados os elementos que devem ser utilizados para resolver o desafio. Desta forma fica evidente a necessidade um grande envolvimento dos membros do grupo para conseguir achar respostas que além de atenderem a demanda o façam utilizando os elementos propostos pelo professor para a solução do desafio.

A mesma situação pode ser observada em outros artigos onde existe a mudança do curso, da disciplina e dos elementos que devem ser utilizados bem como a proposta dos produtos utilizado como podemos observar nos artigos seguintes.

No artigo 20181765 proposto no curso de Engenharia de Controle e Automação de uma IES pública na região centro oeste relacionada as disciplinas de eletroeletrônica, instrumentação, controle e automação, propôs o desafio:

Construção de um sensor do tipo termopar utilizando os metais cobre e constantan e calibrá-lo

Já o artigo 20169770 proposto no curso de Engenharia Elétrica de uma IES pública da região nordeste relacionada a disciplina de laboratório de Engenharia Elétrica I, o desafio proposto:

Fonte de corrente contínua controlável utilizando LM317: Montagem de uma fonte de corrente contínua ajustável utilizando o transistor regulador de tensão LM317 com um display mostrando tensão e corrente nos terminais de saída. As fontes de corrente contínuas estão presente na maioria dos aparelhos eletrônicos tais como rádio, receptores, computadores etc.

Sistema de aproveitamento de água da chuva com sensores eletrônicos de nível e fonte de alimentação elétrica por aerogerador: Montagem de um sistema eletrônico que controla o acionamento de uma bomba d'água capaz de drenar água entre dois reservatórios em níveis diferentes, com acionamento automático e controle dos níveis de água.

Pedal de distorção em conjunto com delay para guitarra elétrica: Montagem de um protótipo para pedal de distorção a ser utilizado em guitarras elétricas, com o uso de amplificadores operacionais capazes de elaborar diferentes efeitos e sonoridades em guitarras, a partir de sua combinação com o pedal *delay*.

Carregador solar de bateria para celulares: montagem de um carregador solar para baterias de aparelhos celulares a partir de uma placa solar.

Em relação ao artigo 20170176 proposto no curso de Engenharia Eletrônica de uma IES pública na região sul relacionada a disciplina de programação, a proposta de desafio é:

Construção de uma unidade robótica utilizando a plataforma de desenvolvimento integrado (IDE) Eclipse v. 4.6 e a programação Java ou C++

No artigo 20192397 do curso de Engenharia de Produção de uma IES pública na região sudeste relacionada a disciplina de tempos e métodos:

Construir um peão que ficasse em pé por mais tempo com os materiais disponibilizados pela disciplina.

Já o desafio proposto no artigo 20192545 proposta no curso de Engenharia Elétrica de uma IES pública na região sul relacionada a disciplina estudo de design foi:

Construir uma antena digital para TV com materiais simples.

Nesta perspectiva faz com que o acadêmico busque através de pesquisas e discussões em grupo os conhecimentos necessários para a resolução dos problemas. Estes novos conhecimentos e propostas escolhidas para resolver o problema são apresentados ao professor para verificar a aprendizagem e se as propostas são adequadas.

Ribeiro (2008, p. 26) aponta que:

Esse conjunto de atividades, ou processos, pode variar de acordo com a área de conhecimento e o contexto de implantação, porém, como foi dito anteriormente, contempla necessariamente a colocação de situações-

problemas *antes* de apresentar teorias e conceitos necessários para sua solução.

Ao propor um desafio o professor coloca em xeque o conhecimento dos acadêmicos e segundo Ribeiro (2008, p. 27) “os desafios são veículos para a aprendizagem de novos conhecimentos e para o desenvolvimento de habilidades de solução de problemas, de forma autônoma”. Tornando o conhecimento significativo e com um propósito para o acadêmico o que possibilita um envolvimento que estimula a aprendizagem por parte do mesmo.

Também o desafio apresentado no artigo 20169635 proposto no curso de Engenharia da Computação de uma IES particular da região sul relacionada a disciplina projeto integrador. O desafio proposto era:

Projeto Integrador I: Desenvolvimento de um aplicativo em Portugol implementado em Visualg.

Projeto Integrador II: aquisição de grandezas físico-químicas utilizando um kit microprocessador Arduino.

Projeto Integrador III: desenvolvimento de um sistema computacional utilizando Arduino com no mínimo um sensor (temperatura, ultrassom, luminosidade, acelerômetro etc) e no mínimo um atuador (LED, Motor etc) programado em linguagem C, para aquisição de grandezas físicas.

Projeto Integrador IV: desenvolvimento de um sistema computacional para acessar/interfacear com um dispositivo móvel (mobile), e nesse caso foi utilizado dispositivo utilizando o sistema Androide.

Projeto Integrador V: desenvolver um sistema computacional para aquisição de dados via kit microprocessado e o armazenamento das informações em um banco de dados e a visualização em um sistema web.

O desafio proposto pelo artigo 20169910 no curso de Engenharia Elétrica de uma IES pública da região nordeste relacionada a disciplina de análise de sistemas elétricos, insta a:

Reduzir as perdas de potência em alimentadores radiais de distribuição por meio da alocação ótima de bancos de capacitores.

O Artigo 20170942 proposto no curso de Engenharia de Transporte Terrestre de uma IES pública na região nordeste relacionada a disciplina de física, propõem a:

construção de pontes de papel, utilização de softwares usados para simular fenômenos físico-químicos envolvendo possíveis situações cotidianas

O desafio proposto pelo artigo 20181238 pelo curso de Engenharia Mecatrônica de uma IES particular na região sul relacionada a disciplina de mecânica de fluidos.

Escoamento de fluidos em dutos na transposição do rio São Francisco.

Em relação artigo 20192034 do curso de Engenharia Química e Engenharia de Produção de uma IES pública na região sudeste relacionada as disciplinas biotecnologia, propõem como desafio:

Desenvolver um produto biotecnológico alimentício ou bebida que pudesse ser produzido na IES.

Artigo 20192672 proposta no curso de Engenharia Mecatrônica de uma IES particular na região sul relacionada na disciplina de mecanismos e sistemas mecânicos. O desafio proposto foi:

Construção de um protótipo de caixa de transmissão com dois estágios, utilizando trens de engrenagens planetárias, com a finalidade de demonstrar as etapas de dimensionamento, projeto e montagem. Com um sistema de transmissão epicicloidal.

Em relação ao artigo 20170241 proposto pelo curso de Engenharia Química de uma IES pública da região sul relacionada as disciplinas de cálculo diferencial, operações unitárias, física, reatores químicos, o cenário proposto:

Foram indicados desafios referentes a elaboração de um protótipo de um reator químico.

Podemos observar que a apresentação dos desafios sugeridos anteriormente segue as orientações de Ribeiro (2008, p. 34) “os problemas são apresentados em pequenos parágrafos ou de forma detalhada, com um elenco extenso de especificações, restrições e atividades.”, o que sugere que as atividades são pouco estruturas possibilitando aos acadêmicos a escolha dos mais variados caminhos para resolver o desafio proposto, dessa forma levando o acadêmico a dialogar com os mais diferentes conhecimentos e necessitando argumentar com seus pares os possíveis caminhos a seguir.

Outra categoria de problemas apresentados pelos professores aos acadêmicos foram os cenários que de acordo Gordon (1998 *apud* RIBEIRO 2008, p. 38) são:

problemas em que os alunos assumem papéis condizentes com suas futuras atuações profissionais em contextos da vida real ou em cenários fictícios (simulações), nos quais começam a se ver em papéis reais na medida em que desenvolvem os conhecimentos e habilidade necessários para serem bem-sucedidos na escola e além dela.

A apresentação de cenários é feita através da indicação de situações em que os acadêmicos podem vir a encontrar no mundo real durante o desenvolvimento das atividades inerentes aos ações profissionais da área de Engenharia. Como veremos nos artigos a seguir.

No artigo 20169692 proposto pelo curso de Engenharia Aeroespacial de uma IES pública da região norte relacionada a disciplina de projetos, o cenário proposto é:

Projeto para colocar no espaço um nano satélite desenvolvido no padrão CubeSat.

Já o cenário proposto pelo artigo 20169936 no curso de Engenharia de Telecomunicação de uma IES pública da região nordeste relacionada a disciplina de comunicação óptica, redes de computadores foi:

elaboração do nautimodelo, da classe rebocador, mediante as pesquisas bibliográficas envolvendo todas as subáreas, que envolvem várias engenharias, instituídas no projeto tais como – propulsão, refrigeração, estrutura, hidrodinâmica e design, sistema de controle e automação – estimula a concepção de que apesar das subdivisões adotadas no projeto, bem como em embarcações de tamanho real, cada área está interligada diretamente na eficiência das outras, então, a gestão dentro da própria equipe de construção é essencial para contribuir de maneira a otimizar a eficiência da embarcação em geral.

O cenário do artigo 20170183 proposto pelo curso de Engenharia Naval de uma IES pública da região norte relacionadas as disciplinas de cálculo, física, mecânica de fluídos, hidrodinâmica e arquitetura naval.

Criar um nautimodelo – embarcação em escala reduzida – rebocador para participar do desafio DUNA (Desafio Universitário de Nautidesing). Onde os modelos são testados a fim de analisar seu desempenho nas mais diferentes áreas.

No artigo 20170730 proposto pelo curso de Engenharia de Transportes e Logística de uma IES pública da região sul relacionada a disciplinas logísticas I, II e III, sistemas de transportes. O cenário proposto:

Deveria ser criado um plano logístico para a comunidade, onde os acadêmicos deveriam desenvolver todo o processo necessário para distribuição de livros em escolas da educação básica.

O cenário proposto pelo artigo 20181398 do curso de Engenharia Mecânica de uma IES pública da região nordeste relacionada a disciplina PBL2 é:

Apresentar um problema oriunda de uma grande empresa automobilística, a partir de informações de duas profissionais Engenheiras que trabalham na referida indústria.

Já no artigo 20192013 proposto pelo curso de Engenharia Mecânica de uma IES particular na região nordeste relacionada a disciplina de Projeto e construção de máquinas, tem como cenário:

Construir 3 máquinas que trabalhem em sequência numa planta industrial.

O cenário proposto pelo artigo 20192680 proposto pelo curso de Engenharia Mecânica de um IES pública na região centro oeste relacionada a disciplina de Projeto de Máquinas 2:

Escolher um tipo de mola e indicar suas aplicações, elaborar desenho técnico e escrita da norma de uso.

Os cenários propostos oportunizam aos acadêmicos contato com conhecimentos não específicos da área de Engenharia mas que segundo Bruner (1987 *apud* RIBEIRO, 2008 p. 30) “que pode depois servir de base para reconhecer problemas subsequentes como casos especiais da ideia adquirida”, favorecendo a aprendizagem de conhecimentos que poderão ser usados de forma geral durante a vida profissional do acadêmico.

Os problemas da categoria problemas da vida real acontecem de acordo com Gordon (1998 *apud* RIBEIRO 2008, p. 34) quando:

problemas que pedem soluções reais por pessoas ou organizações reais e envolvem diretamente os alunos na exploração de uma área de estudo, cujas soluções são potencialmente aplicáveis em seus contextos de origem. (RIBEIRO, 2008, p. 38)

A indicação de problemas da vida real está relacionada a indicação de situações que acontecem em empresas, ou seja problemas relacionados ao desenvolvimento das ações profissionais onde os acadêmicos devem usar seus conhecimentos, competências e habilidades para resolver o problema proposto.

O problema da vida real apresentado no artigo 20169269 proposto no curso de Engenharia da Produção de uma IES pública da região sudeste relacionada a disciplina de sistema de desenvolvimento de produto. O problema da vida real proposto:

A empresa fabrica vassouras e atende a região composta por cerca de cinco cidades de médio porte. Essa possui oito funcionários que são responsáveis pela produção, montagem e distribuição de três tipos de vassouras de uso residencial e industrial: piaçava, náilon e plástico. Porém, o problema estava voltado ao retrabalho e custos com o encaixe do cabo das vassouras com a base delas. Foi apresentado aos alunos, então, o processo de produção da empresa por meio de visita técnica à fábrica. Dessa forma, o conteúdo programático ao longo da disciplina teve o problema de produção da empresa parceira como referência.

Já no artigo 20181593 do curso de Engenharia de Computação de uma IES pública da região sul relacionada a disciplina de modelagem e simulação, o problema de vida real proposto:

Corte de madeiras em serralheria e criar uma montanha-russa.

O problema de vida real do artigo 20192304 proposto pelo curso de Engenharia de Controle e Automação de uma IES pública na região sul na disciplina de controle e automação:

Automação industrial, supervisão e controle de processos de indústrias parceiras.

No artigo 20192049 o curso de Engenharia Civil de uma IES pública na região sul relacionada a disciplina de introdução a engenharia civil, o problema de vida real proposto:

Desenvolvimento e organização de sistema rodoviário com parada de ônibus no campus.

Ainda no artigo 20191993 proposto pelo curso de Engenharia Civil de uma IES particular na região nordeste relacionada a disciplina de introdução a programação, o problema de vida real proposto:

Criação de cadeiras de rodas para cachorros.

Segundo Ribeiro (2008, p. 30):

um problema ideal deveria atender aos seguintes critérios: prevalência; valor integrativo; valor prototípico; alto potencial de impacto; e fraca estruturação. Quer dizer, o problema deve ser facilmente encontrado na prática profissional, abranger conceitos de várias disciplinas, oferecer – se for incomum – um bom modelo para estudo, afetar uma grande quantidade de pessoas e apresentar um emaranhado de questões e sub-questões.

O que faz com que os acadêmicos se responsabilizem pela sua formação durante e após a conclusão de sua graduação. Assim se fortalece a indicação junto aos acadêmicos da necessidade da formação continuada para garantir uma atuação profissional condizente com a proposta das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação em Engenharia.

Levando a terceira proposta de Bardin (2016, p. 125) que é “interpretação referencial: a reflexão, a intuição com embasamento nos materiais empíricos estabelecem relações, aprofundando as conexões das ideias”.

O que podemos observar que todos os artigos representados acima apresentam em algum aspecto alguma forma de disjunção, pois confrontam os conhecimentos que os acadêmicos possuem com diferentes tipos de situações que precisam ser resolvidas. E com o intuito de responder aos problemas propostos os acadêmicos começam a trabalhar em grupo favorecendo a aquisição de conceitos, conhecimentos que contribuem para a formação em engenharia.

Tendo em vista essa separação dos artigos a partir das propostas de problemas iremos continuar com a mesma divisão para analisar cada uma das categorias da Taxionomia da Aprendizagem Significativa de Fink.

Conhecimento Fundamental e Aprendendo a Aprender de acordo com Fink (2003) são duas das categorias que se deve trabalhar na formação de qualquer profissional, pois nestas categorias é esperado que os acadêmicos se apropriem de algum tipo de conhecimento. O conhecimento fundamental esta relacionado a entender e lembrar alguma informação ou entender conceitos. Já a categoria Aprendendo a aprender está relacionada a desenvolver as atividades e ações necessárias a resolução dos problemas. Como afirma Kegan (2013) com a proposta de problemas o professor pode levar os acadêmicos a buscarem níveis superiores de conhecimento, favorecendo a formação de significados e a reorganização desse significado, pois ao colocá-los em prática na resolução do problema fortalece com que o acadêmico vá transformando a sua relação com o conhecimento.

De acordo com essa definição encontramos em todos os artigos essa categoria como podemos observar através das seguintes passagens dos textos, pois em todos os problemas apresentados são indicados as disciplinas que serão utilizadas para a resolução do problema.

Em relação ao conhecimento fundamental o artigo 20169936 apresenta a seguinte afirmação que confirma a existência destas categorias:

Nesse trabalho, propusemos a aplicação da metodologia ABP por meio de um desafio aos alunos, os quais tiveram que solucionar problemas reais, visando capacitá-los quanto à elaboração de projeto de infraestrutura de telecomunicações e deixá-los mais seguros enquanto aprendizes engenheiros. Como estudo de caso, os alunos de três disciplinas técnicas foram desafiados a desenvolver um projeto de infraestrutura de internet para um cliente de médio porte, como shoppings centers, barracas de praia, dentre outros.

No artigo 20169910 encontramos:

Neste artigo, a alocação de bancos de capacitadores fixos, com objetivo de melhorar o perfil de tensão nas barras do sistema e reduzir as perdas, é simulada pelo algoritmo desenvolvido para três níveis de carga distintos (alta, média e baixa). A técnica do Método da Soma de Potências (MSP) é implementada para realizar o cálculo de fluxo de carga, de forma que qualquer sistema radial de distribuição de energia elétrica pode ser utilizado. Para a análise computacional da melhor posição para a instalação dos bancos de capacitores no sistema de barras inserido, é implementado um algoritmo genético, que a partir de inúmeras tentativas, consegue definir as barras e o número de bancos que devem ser instalados.

Já no artigo 20169770 está representado:

O sistema de aproveitamento de água geralmente apresenta um alto custo devido ao sistema de drenagem sendo este composto principalmente por bombas que necessitam de uma potência elétrica considerável. Todavia, este projeto apresenta meios de diminuir os custos a partir da reutilização de equipamentos eletrônicos e pela alimentação elétrica do sistema, que neste caso ocorre por meio de um aerogerador (gerador elétrico que converte energia eólica em energia elétrica), feito de alternador de carro e hélice de PVC. A ideia fundamenta-se no reaproveitamento da água da chuva por meio de um circuito montado com dispositivos eletrônicos capazes de controlar os níveis de água em dois reservatórios.

Fink (2003, p. 36) argumenta que:

qualquer esforço sustentado para aprender sobre qualquer tópico, assunto ou atividade quase inevitavelmente exigirá que os estudantes adquiram compreensão básica de dados, conceitos, relacionamentos e perspectivas, bem como a capacidade de recordar esse conhecimento no futuro.

O que é fortalecido durante a busca de respostas para os problemas propostos pelos professores, pois os acadêmicos devem buscar informações, caminhos alternativos e outros tantos dados que oportunizam o envolvimento dos acadêmicos com o conhecimento.

Podemos por meio das palavras de Bruner (1960) *apud* Fink (2003) perceber que todos os assuntos tem uma certa lógica ou estrutura associada a eles. O que segundo Fink (2003, p. 36) “uma das responsabilidades dos professores não deve ser apenas para ensinar conhecimentos factuais sobre um determinado assunto, mas ajudar os alunos a obterem compreensão completa da estrutura subjacente desse assunto.” O que pode ser visto no artigo 20169692 onde nas falas dos autores:

O primeiro ponto, considerado talvez o mais importante dentro das discussões pesquisadas é o da “Aprendizagem” proporcionada pelo projeto. Assim buscou-se o entendimento da influência da mesma nos participantes. (...) o desenvolvimento de um CubeSat requer, na maior parte das vezes, um conhecimento além daquele adquirido em sala de aula.

Só a partir da compreensão completa desta estrutura conceitual é que os acadêmicos poderão fazer algo que vale a pena com seu novo conhecimento como bem podemos obser no artigo 20169635:

... o projeto desenvolvido na disciplina de Projeto Integrador I é o projeto “Bengala eletrônica para cegos” que é um dispositivo eletrônico/computacional desenvolvido para auxiliar a locomoção de pessoas com deficiência visual, usando sensores ultrassônicos, acelerômetros e com resposta vibro-tátil, como mostra a figura 1.

O artigo 20169269 também demonstra as relações de mais conhecimentos de diferentes disciplinas das quais os acadêmicos precisam se apropriar para das conta de resolver o problema proposto.

A empresa fabrica vassouras e atende a região composta por cerca de cinco cidades de médio porte. Essa possui oito funcionários que são responsáveis

pela produção, montagem e distribuição de três tipos de vassouras de uso residencial e industrial: piaçava, náilon e plástico. Porém, o problema estava voltado ao retrabalho e custos com o encaixe do cabo das vassouras com a base delas. Foi apresentado aos alunos, então, o processo de produção da empresa por meio de visita técnica à fábrica. Dessa forma, o conteúdo programático ao longo da disciplina teve o problema de produção da empresa como referência.

Fink (2003) sugere que é importante auxiliar os alunos a aprender a aprender, pois nunca se viu uma explosão de conhecimentos sobre os mais variados assuntos num volume com crescimento exponencial com nas duas últimas décadas.

Assim o artigo 2016893 aponta como é necessário a busca por aprender sobre os mais diferentes assuntos para conseguir dar conta de problemas propostos nas mais diferentes disciplinas.

Visando abordar aspectos diferentes como sustentabilidade (economia circular, ecodesign) [3-5], gestão de projetos, ferramentas para desenvolvimento de produtos (QFD- Desdobramento da Função Qualidade) e inovação foi elaborado um problema na qual os estudantes deveriam desenvolver e testar um novo produto: uma embalagem capaz de armazenar dois ovos (de galinha não cozidos) que seria submetida a três testes de desempenho: queda, aquecimento em estufa térmica e imersão em água por um determinado período de tempo.

A mesma busca por conhecer e aprender também surgem no artigo 20170176 que assinala uma proposta de competição onde a inovação e evolução são buscadas pelos acadêmicos participantes.

Partindo desse princípio, a FIRST lança novos desafios a cada temporada, a fim de levar os alunos das equipes ao auge de sua capacidade na resolução de problemas. A cada ano os desafios são propostos de forma que a sua resolução exija o cumprimento de diversas tarefas (fazer com que o robô arremesse bolas em alvos, ultrapasse obstáculos, escale cordas etc.). Assim é necessária a criação de um novo modelo de robôs, conservando-se somente o chassi padrão da competição para equipes que ainda não possuem autonomia suficiente para projetar seus robôs a partir do zero. Tendo a divulgação do desafio, a qual é realizada simultaneamente para todo o mundo por um streaming, todas as equipes têm exatas 6 semanas para projetar, construir, testar e enviar o robô para o local de competição.

Da mesma forma podemos encontrar no artigo 20170183 que apresenta uma proposta semelhante ao artigo anterior.

A elaboração do nautimodelo, da classe rebocador, mediante as pesquisas bibliográficas envolvendo todas as subáreas, que envolvem várias engenharias, instituídas no projeto tais como – propulsão, refrigeração, estrutura, hidrodinâmica e design, sistema de controle e automação – estimula a concepção de que apesar das subdivisões adotadas no projeto, bem como em embarcações de tamanho real, cada área está interligada diretamente na eficiência das outras, então, a gestão dentro da própria equipe de construção é essencial para contribuir de maneira a otimizar a eficiência da embarcação em geral.

O artigo 20170241 apresenta uma proposta para que os acadêmicos melhores e responsáveis pelo seu aprendizado através da discussão e debate com seu grupo de estudo.

Os alunos são desafiados a resolver as tarefas de forma dinâmica, seguindo um fluxo de debate e a apresentarem seus resultados ao final. Dessa forma, é possível aperfeiçoar diversas competências e habilidades que são essenciais para a formação de um profissional apto a atuar no mercado de trabalho, como comunicação oral, trabalho em grupo, pensamento crítico e rápido, habilidades de liderança e gerenciamento de equipes.

O artigo 20170942 aponta como um determinado conhecimento pode ser usado fazendo com que o como diz Fink (2003, p. 36) “os alunos precisam entender grandes ideias ou perspectivas”.

Os conteúdos usados como objeto de estudo desse trabalho foram: Sistemas Embarcados e a Internet das Coisas. O termo Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*) foi proposto pela primeira vez por Kevin Ashton do MIT em 1999. Ela é uma tecnologia que tem como principal objetivo que qualquer dispositivo possuam uma conexão à Internet para que os dados obtidos por eles sejam repassados para alguma central responsável para tratá-los e tomar determinadas decisões (PRESSER, 2011). Aliado a isso, a crescente demanda e serviços associados aos Sistemas Embarcados tem despertado interesse em diversos setores comerciais e de pesquisa. Estima-se que 98% dos dispositivos computacionais são usados no contexto da computação embarcada (BORIELLO & WANT, 2000).

O mesmo ocorre com o artigo 20170730 demonstrando a necessidade de se apropriar de novos conhecimentos.

A Equipe 1 utilizou conhecimentos obtidos em outras disciplinas para auxiliar na tomada de decisão em relação ao problema apresentado. Desse modo, optaram por utilizar o AnyLogic, uma ferramenta de modelagem de simulação multi-método desenvolvida pela The AnyLogic Company. Ele suporta metodologias de simulação baseada em agentes, eventos discretos, e dinâmica de sistemas. A Edição AnyLogic PLE (Personal Learning Edition) está disponível gratuitamente para fins de auto aprendizado e educacionais (ANYLOGIC, 2016). Assim, a Equipe 1, com base em um problema similar àquele constituído em um ambiente profissional, buscou uma solução mais próxima do que seria realizado na tomada de decisão organizacional, a partir dos conhecimentos prévios adquiridos no decorrer do curso de graduação em Engenharia.

Já Fink (2003, p. 36) “conhecimento fundamental fornece o entendimento básico que é necessário para os outros tipos de aprendizagem” artigo 20181398 sugere:

Este trabalho analisou o componente curricular PBL2 oferecido no segundo semestre por um curso de Engenharia Mecânica de um Instituto Federal, onde em parceria com profissionais do mercado propuseram uma situação e como foi o desenvolvimento apresentado pelos discentes. De modo a atender aos objetivos do ciclo e a proposta da abordagem de aprendizado, a direção acadêmica da instituição, juntamente, com o colegiado do curso, convidou duas ex-alunas, uma engenheira mecânica e outra engenheira de produção, que hoje ocupam cargos de desenvolvimento e acompanhamento de produto em uma grande empresa multinacional

automotiva, para fazer parte do projeto de consolidação do problema proposto.

Em relação ao artigo 20181765 Fink (2003, p. 37) “eles podem estar aprendendo a ser um aluno melhor, como se envolver em um tipo de inquérito (como o método científico), ou como se tornar um aprendiz autodidata”. É nesta medida que a aprendizagem se torna significativa para os acadêmicos.

A proposta utilizada aqui é baseada na ideia de que o aluno, engenheiro moderno, não precisa ter todo o conhecimento memorizado, decorado e acumulado, mas sim, de que ele necessita do conhecimento suficiente para a resolução de problemas baseado na construção do conhecimento (ROCHA *et al.*, 2013).

Construir um sensor do tipo termopar utilizando os metais cobre e constantan e desenvolver um circuito de condicionamento de sinais para ele. Calibrá-lo tanto do ponto de vista estático quando dinâmico. Identificar sua função de transferência e definir uma aplicação para todo o projeto.

Isso acontece também com o artigo 20181593:

Durante esse semestre foram propostos dois problemas do tipo PBL: o primeiro envolvia os cortes de madeira de uma serralheria, que abordava a modelagem de funções matemáticas diferentes relacionadas com área e volume; o segundo problema proposto envolve a construção da trajetória de uma montanha russa, envolvendo diferentes funções, continuidade e diferenciabilidade.

O artigo 20181238 apresenta:

Pressupondo esta ideia, um contexto fictício foi apresentado aos alunos, conectando ao trabalho um assunto que trata de uma das grandes obras de engenharia atualmente realizadas pelo governo, o projeto de transposição do rio São Francisco. O projeto de transposição prevê a construção de dois canais: o Eixo Norte, que levará água para os sertões de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, e o Eixo Leste, que beneficiará parte do sertão e as regiões agreste de Pernambuco e da Paraíba. (CASTRO, 2011). Com os alunos introduzidos neste enredo, solicita-se um projeto para atender à crescente demanda hídrica da população, estabelecendo a infraestrutura básica do município e possibilita o bem estar destes novos moradores.

Para Fink (2003) fala sobre a importância de usar problemas que possibilitam a aprendizagem por aplicação dos conhecimentos em situações que colocam em xeque os conhecimentos, habilidades e competências dos acadêmicos.

O artigo 20192049 apresenta:

Desenvolver uma parada de ônibus para o Campus Carreiros da FURG num local já determinado pelo docente e monitores do projeto (bolsistas do PET-EC). (...) A proposta da parada de ônibus fez com que os participantes analisassem o problema e buscassem soluções para resolvê-lo de algo que vivenciam diariamente. O fato de envolver problemáticas reais e aplicáveis instiga os alunos e torna o ensino mais relevante para as suas vidas.

O artigo 20192680 apresenta:

Portanto, os conhecimentos de cálculo, física e química avançados podem ser fundamentais, porém não são o suficiente para que o engenheiro desempenhe sua função de forma competente colocando em prática suas

habilidades. Afinal, pode-se dizer que, quando a mobilização dos conhecimentos for feita sem sequer pensar, refere-se às ditas habilidades.

O artigo 20192672 indica:

A disciplina de Mecanismos e Sistemas Mecânicos aborda diferentes tipos de mecanismos aplicados à transmissão de movimentos e força, assim como suas características, aplicações, processos de fabricação e, principalmente, o dimensionamento dos mesmos. (...) No momento em que a revolução digital nos permite o acesso onipresente à informação, e a mera retransmissão de conhecimentos já não faz mais sentido dentro da sala de aula, o conhecimento memorizado abre espaço para a busca e construção do conhecimento para a resolução de problemas.

O artigo 20192545 indica:

Após algum debate, os limites da capacidade construtiva dos alunos, dificuldades com trabalhos manuais, acabam por se impor como a maior restrição ao trabalho. A maioria respondeu negativamente ao ser perguntada se sabia soldar, parafusar, furar ou até mesmo como se corta uma chapa de cobre. Decapar um fio e cortar papel, entretanto, eram habilidades dominadas. Foi então decidido que a antena seria composta apenas de cabos e papel alumínio. Como o papel alumínio é muito fino, foi necessário buscar algum substrato com rigidez adequada para sustentá-lo. Os alunos utilizaram EVA, poliestireno expandido e até mesmo um antigo disco de vinil. Restava agora escolher a antena. Foram propostos dois modelos: um dipolo de meia onda e um monopolo com plano terra elevado. O dipolo obriga a construção de um balun, um elemento de adaptação de impedância, basicamente um pequeno circuito eletrônico com elementos passivos.

O artigo 20192397 indica:

Nas etapas seguintes os estudantes **Formaram as Equipes** com base no interesse próprio, sem intervenção do professor. Na sequência, iniciaram a etapa de **Definição dos Objetivos do Problema**, na qual foram convidados a refletir sobre um dos três temas apresentados:

1. Projetar um pião de madeira, que utilize os recursos entregues em sala de aula e que gire durante mais tempo;
2. Projetar o pião mais barato que gire por pelo menos N segundos;
3. Construir o pião mais leve que gire por pelo menos N segundos;

Os estudantes escolheram de forma livre a estratégia que seria adotada pela equipe e foram estimulados a assumir a premissa de que todas as demais etapas de projeto deveriam levar em consideração sua escolha na etapa de Definição dos Objetivos do Projeto.

O artigo 20192304 assinala:

Para realizar a automação e o controle de processos, foi utilizado um CLP (controlador lógico programável), baseando-se em uma estrutura PID (Controlador proporcional integral derivativo). Além disso, foi utilizada uma ferramenta computacional: um sistema *SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)*, capaz de realizar a monitoração e controle das variáveis em uma planta industrial. Esses sistemas podem ser instalados em um computador que pode estar próximo do processo ou a quilômetros de distância.

O artigo 20192034 assinala:

A proposta para os alunos, dentro do contexto das disciplinas e considerando-se todo o aprendizado adquirido ao longo de cada curso, foi desenvolver um produto biotecnológico, preferencialmente alimentício ou uma bebida, que pudesse ser conduzido nas instalações disponíveis e que apresentasse

algun diferencial em relação aos já existentes no mercado. Foram sugeridos pela docente os seguintes temas: Kefir, Kombucha, cerveja artesanal, queijo, iogurte.

O artigo 20192013 assinala:

Tradicionalmente, a formação de engenheiros baseava-se em uma sólida formação em ciências básicas (física e matemática principalmente), acrescida de componentes profissionalizantes específicas para cada modalidade de engenharia (civil, mecânica, elétrica, etc.), que seguia princípios pedagógicos bem determinados no qual o repasse de conhecimentos parecia ser a via ideal e inquestionável.

Projeto e Construção de Máquinas (PCM), é um componente curricular do curso de Engenharia Mecânica que tem a missão de orientar o aluno a projetar e construir uma máquina, com o intuito de aplicar a teoria estudada durante o curso. Visando melhorar a troca de informações entre o professor e aluno, estimular o trabalho em equipe e associar a prática à teoria, foi inserida a metodologia de ensino do PBL, a qual os estudantes tiveram uma situação problema para projetar e construir três máquinas diferentes que deveriam trabalhar em conjunto em uma planta industrial.

O artigo 20191993 assinala:

Participaram do projeto “Entre Ruas e Calçadas”, 40 acadêmicos. Assim, para que houvesse igualdade nos conhecimentos de cada grupo, os alunos foram divididos em cinco grupos de oito estudantes. Cada grupo era composto por um supervisor, um redator, um apresentador, um observador e um capitão. Houve rodízio dessas funções, onde as mesmas foram alternadas a cada semana, ficando ao capitão a tarefa de escolha das funções e ao professor/orientador a entrega ao capitão das tarefas semanais do projeto. A cada encontro ficou definido também um debate de auto avaliação para os discentes. Concluindo os pontos que deram certo e o porquê de ter dado. O apresentador seria o responsável por listar esses conceitos que ajudariam a solucionar o problema em questão.

Após seleção das equipes, conforme critérios previamente definidos, foram seguidos os seguintes passos: definição do tema e pesquisa da situação atual da cidade sobre o assunto abordado. O projeto “Entre Ruas e Calçadas” abordou a temática acessibilidade, mobilidade e/ou sustentabilidade.

Como se pode observar em todos os artigos selecionados as duas categorias – Conhecimento Fundamental e Aprendendo a Aprender – estão contempladas. Tendo em vista que isto é o que se espera de atividades propostas para serem desenvolvidas durante a formação de futuros engenheiros nas mais diferentes habilitações.

Já a categoria Cuidar está relacionada a questão de preocupação dos acadêmicos com algo ou alguém, reflete-se também na forma de novos sentimentos, interesses ou valores. A busca desta categoria surgiu nos seguintes artigos.

Para Fink (2003, p. 49):

Tais declarações indicam que os alunos desenvolveram certos sentimentos associados a um determinado assunto ou experiências de aprendizagem, que certos interesses surgiram, e que vários valores se tornaram importantes para eles. Sempre que algum destes aconteça, os alunos passaram a se importar de forma diferente sobre algo, e quando os estudantes se importam, eles têm uma resposta afetiva diferente.

Estas indicações demonstram que os acadêmicos ao se envolverem com os problemas propostos pelos professores, vão buscar seus conhecimentos podem desenvolver novos interesses, tornar-se mais curioso, interagir com os demais colegas e favorecem também aos acadêmicos a começarem a se preocupar com a aprendizagem e com o que aprender. Isto fará grande diferença na atuação profissional.

No artigo 20168930 observamos através do relato do professor responsável pela disciplina mostra características que os acadêmicos demonstram durante a execução das atividades para a resolução de problemas.

formação de alunos engajados, motivados e entusiasmados logo no início dos cursos de graduação em engenharia, garantindo assim uma maior retenção de alunos e uma maior integração entre os próprios alunos entrantes (...) Neste espírito, a disciplina de Introdução a Engenharia Metalúrgica foi reformulada em 2014, sendo que a turma de alunos entrantes (calouros) do primeiro semestre de 2015 experimentaram esta nova versão baseada na utilização de ferramentas de ensino focada na solução de problemas, desenvolvimento de projeto, atividades individuais e em equipe, competição entre os grupos, além de palestras de convidados externos, palestra internas dos professores do módulo verde, visitas à laboratórios de pesquisa e institutos e distribuição de pontos com base na participação dos alunos e desempenho dos grupos de trabalho. A ementa da disciplina é apresentada no anexo deste trabalho.

Também no artigo 20169269 são indicadas do mesmo modo as atitudes e aspectos serão desenvolvidos pelos acadêmicos.

De modo geral, as metodologias ativas, como a ABP, podem estimular os alunos a desenvolverem habilidades, como organização, liderança e pensamento crítico, que ultrapassam o conteúdo programático das disciplinas.

A demonstração do envolvimento e desenvolvimento dos acadêmicos no artigo 20169635 é relatada da seguinte forma.

Os estudantes, em equipe, escolhem um tema para pesquisa em tecnologia atual com a intenção de desenvolver a capacidade crítica de avaliar as mudanças tecnológicas, e a implementação de um protótipo de hardware e/ou de software, além dos documentos técnicos (relatório e artigo). (...) Um exemplo de projeto desenvolvido na disciplina de Projeto Integrador I é o projeto "Bengala eletrônica para cegos" (SILVA *et al*, 2014), que é um dispositivo eletrônico/computacional desenvolvido para auxiliar a locomoção de pessoas com deficiência visual, utilizando sensores ultrassônicos, acelerômetros, e com resposta vibro-tátil, como mostrado na Figura 1.

Já no artigo 20169692 aparece uma questão que chama a atenção é o desenvolvimento de competências transversais que vão auxiliar os acadêmicos a desenvolverem aspectos considerados muito importantes pelas empresas que é aprender a trabalhar em grupo.

É possível perceber por meio das respostas a importância da cooperação no desenvolvimento de CubeSats, desenvolvendo as competências transversais dos estudantes ao lidar com um grupo, desenvolvendo tanto a parte pessoal como colaborando para a troca de conhecimento.

Mesma observação feita pelo autor do artigo 20192049 ao indicar que não só habilidades técnicas são desenvolvidas outras habilidades que são importante para o profissional de engenharia as relações sociais.

Cabe ressaltar que a utilização de metodologia ativa desenvolve, também, habilidades não técnicas, mas que são essenciais a um profissional de engenharia que na maioria das vezes está limitado ao conhecimento técnico apenas. Kuri (2004, apud. LANDI, 1996, p.12) esclarece que para essa formação em gestão há a necessidade de se entender as relações sociais “porque já se percebeu que não dá para conversar com as pessoas puramente no racional; é preciso interpretar toda a formação cultural, as emoções e os sentimentos das pessoas. [...] O engenheiro precisa saber interpretar as pessoas e gerar a motivação, que é a única base da produção.”.

Em relação ao artigo 20192672 são apresentadas as atitudes exigidas no mundo do trabalho e que são desenvolvidas durante a resolução do problema proposto pelo professor da disciplina.

Isso lhe permite aprender a trabalhar em grupo cooperativo e atingir os resultados da pesquisa de forma satisfatória e complementando sua aprendizagem individual (SOUZA E DOURADO, 2015). (...) O legado mais significativo da ABP, é a capacidade de conceder ao aluno, competências, habilidades e atitudes que vão além de compreender novos conteúdos e compreensão de fenômeno físicos ou sociais. A sociedade laboral do século XXI exige atitudes como o trabalho em grupo, proatividade, busca de soluções criativas, admitir a falta de conhecimento sobre um assunto e pesquisar para a descoberta deste, e estudar para aprender e não para obter a nota (CASTELAN, 2018).

De acordo com o que é apresentado somente 24% (vinte e quatro) por cento dos artigos selecionados que continham problemas informados pelos professores, apresentaram indicação da categoria cuidar que tinha relação direta com o desenvolver a atenção, carinho e cuidado com o outro possibilitando o desenvolvimento de uma relação interpessoal com os participantes. Cabe lembrar que hoje as relações interpessoais são uma das competências mais procuradas pelas empresas e é a partir dela que se constroem outras tantas competências que podem auxiliar no desenvolvimento de suas tarefas como gestor de equipes e de projetos.

Como afirma Fink (2003, pp. 48-49):

Ao pensar em cuidar com objetivo educacional, é importante lembrar que os estudantes podem se preocupar com vários aspectos do aprender. Como resultado de suas experiências de aprendizagem, os estudantes podem se importar mais...

- Fenômenos estudados: podem encontrar um novo interesse de estudo;
- Ideias estudadas: podem tornar-se mais curiosos;

- Processo de aprendizagem em si: os alunos começam a se preocupar com a aprendizagem e querer aprender. Então os estudantes não só se preocupam com os fenômenos, ideias e similares, eles também se preocupam em aprender sobre eles.

Em relação a categoria dimensão humana cabe destacar que quando os alunos aprendem algo importante sobre si mesmo ou sobre os outros, permite que eles interajam de forma mais eficaz.

Quando artigo 20169692 apresenta uma análise das respostas dadas pelos acadêmicos podemos observar como a dimensão humana está presente dentro das atividades propostas e desenvolvidas pelos acadêmicos.

Trabalhar em equipe foi uma experiência diferente e na qual aprendi muito a lidar com pessoas de diferentes pensamentos e ações. Não vejo nada contra, somente o aprendizado o contato com diferentes pessoas.

Trabalhar em equipe sempre é satisfatório, a troca de informações, o desenvolvimento do grupo, a ajuda mútua. Na missão de um satélite, o trabalho em equipe é deverás muito importante para o resultado, pois se a equipe em questão não obtiver um entrosamento dificilmente o resultado final se tornará satisfatório.

Novamente no artigo 20170176 aponta a visão do professor em relação ao envolvimento do acadêmico.

De mesmo modo, os alunos-integrantes (*sic*) possibilitam o crescimento próprio e, inclusive, dos mentores, remodelam-se, tão como os demais, ao se envolver de uma forma ativa com as atividades que efetua.

Na categoria dimensão humana somente 02 (dois) artigos ou seja 8% (oito por cento) que apresentam algum registro sobre a importância de oportunizar atividades que fortalecem a formação pessoal dos acadêmicos envolvidos na resolução das ABP.

Em relação a categoria Aplicação é importante relembrar que está categoria se relaciona a oportunidade dos acadêmicos se envolverem em novas atividades, fortalecendo a capacidade intelectual, física e social através do pensamento crítico, criativo ou prático. A partir disso se desenvolvem muitas habilidades.

Em relação a esta categoria o artigo 20169692 demonstra que o envolvimento dos acadêmicos oportuniza sim o envolvimento com novos conhecimentos.

A participação no projeto possibilitou a expansão de conhecimentos já existentes, ganho de novos conhecimentos, e principalmente a capacitação em trabalhar com a tecnologia envolvida. A capacitação promoveu o amadurecimento para os trabalhos técnicos e gerenciais.

Para o autor do artigo 20192049 muitas competências e habilidades podem ser desenvolvidas com os problemas apresentados para serem resolvidos pelos acadêmicos inclusive o desenvolvimento das várias formas de pensamento.

Aplicar a metodologia significa colocar os alunos na situação de um futuro profissional ainda durante a graduação e dentro da sala de aula. Quando os estudantes trabalham em grupo, aprendem a respeitar opiniões alheias e se tornam, progressivamente, responsáveis por sua própria aprendizagem. (...) No primeiro ano da aplicação, quando os alunos tinham a situação problema da parada de ônibus, percebeu-se que eles estavam preocupados com o conforto térmico das paradas, segurança dos usuários, proteção aos intemperes como chuva e vento, arquitetura e história do Campus Carreiros, solo da região e os benefícios com a construção de uma parada sustentável. (...) Para os alunos mais introspectivos, a metodologia também é um desafio uma vez que o trabalho em grupo é contínuo.

Apenas 8% (oito por cento) dos artigos que apresentavam relação com a categoria Aplicação segundo Fink (2003, p. 38) “após o conhecimento fundamental, a aprendizagem de aplicação é provavelmente o objetivo educacional mais comum para muitos professores da faculdade” e mesmo sendo uma das principais buscas esta categoria da aplicação só aparece relatada em dois artigos. Se deve lembrar que também fazem parte as indicações sobre habilidades, gerenciamento de projetos complexos, além dos aspectos sobre pensamento criativo, crítico e prático.

Em relação a categoria integração que está relacionada a condição dos acadêmicos entenderem as conexões entre coisas diferentes, levando os acadêmicos a fazerem conexões/relações entre reinos de ideias, pessoas, entre domínios da vida do trabalho, da academia, do dia a dia e do lazer. E que foram apresentadas nos artigos em destaque.

O artigo 20169936 apresenta um aspecto muito importante da categoria integração ao indicar que os acadêmicos iniciantes do curso de engenharia têm contato com profissionais da área no início do curso.

A ideia era que os alunos entrassem em contato com engenheiros experientes já no primeiro ano de curso e também desenvolvessem habilidades de comunicação, liderança e aprendessem a metodologia do projeto de engenharia", aponta Osvaldo Nakao, ex-coordenador dessa disciplina, ministrada até o ano passado.

Ao ler o artigo 20169770 encontramos menção a relação entre conhecimentos e informações que possibilitam a construção pessoal e profissional através da ABP.

o professor deve trabalhar conceitos com os quais o aluno venha recorrer em ocasiões futuras de seu curso, para uso em outras disciplinas, com vistas a construir um aprendizado significativo, onde o estudante percebe que os conhecimentos e informações que a ele se apresentam estejam de acordo com seus ideais e propósitos e demonstrem promover seu crescimento pessoal e profissional. (...) sendo idealizados e elaborados pelos próprios alunos com base nas experiências de aprendizagem teóricas ao longo do curso e na análise das necessidades sociais e investigação de problemáticas reais

Já no artigo 20192049 a autora relaciona a formação ampliada dos acadêmicos ao fortalecimento da formação humana do engenheiro.

A autora entende que o engenheiro deve possuir uma formação mais ampla que contemple uma formação humanista, deve ser flexível e dinâmico, possuir a capacidade de liderar e comunicar.

Podemos observar que a integração está relacionada a 12% (doze por cento) dos trabalhos que apresentam indicação de trabalhos interdisciplinares que possibilitam relacionar os conhecimentos da formação de engenharia com outras áreas da vida e do mundo real. A proposta de integração entre os conhecimentos também possibilita a organização do que Fink (2003, p. 42) “comunidades de aprendizagem que ajudam os alunos a aprenderem a integrar diferentes perspectiva mas se concentra na estratégia de conectar diversas pessoas, bem como diversas disciplinas.”

As categorias apresentadas por Fink (2003) apresentaram os seguinte resultados: Conhecimento Fundamental 25 (vinte e cinco) artigos 100% dos artigos, Aprendendo a Aprender 25 (vinte e cinco) 100% dos artigos, Cuidado 06 (seis) artigos 24% dos artigos, Integração 03 (três) 12% dos artigos, Aplicação 02 (dois) 08% dos artigos, Dimensão Humana 02 (dois) 08% dos artigos.

Estas amostras dos artigos selecionados que apresentavam os problemas sugeridos pelos professores para o trabalho com a ABP mostram efetivamente que a as categorias educacionais – Conhecimento Fundamental, Aprendendo a Aprender – relacionadas a aprendizagem são as categorias mais apresentadas nesses artigos.

Em relação as categorias relativas a aspectos humanísticos foram muito pouco relacionadas, o que indicam a necessidade da fundamentação dos professores para que possam reconhecer dentro do desenvolvimento das atividades dos acadêmicos para resolver as propostas de ABP.

Mais um aspecto importante em relação aos artigos selecionados é que os professores de modo geral indicam que a ABP é considerada interessante e motivadora aos alunos. Como podemos observar no artigo 20168930 que:

O novo formato e reestruturação da disciplina de introdução à engenharia para os alunos entrantes (calouros) com a adoção de atividades conjugadas de ensino por meio de solução de projetos e de projetos com palestras, visitas e aulas teóricas, exercício de fixação e competição entre equipes de alunos tem ótima aceitação pelos alunos.

Já no artigo 20169269 a categoria dimensão humana permite que os acadêmicos tenham um novo entendimento sobre a vida e a formação profissional deles o que podemos verificar no texto a seguir.

Isso possibilitou que os alunos desenvolvessem habilidades técnicas sobre o sistema de desenvolvimento de produtos por meio de um problema vivido por uma empresa real, assimilando, portanto a teoria com a prática.

No artigo 20169635 amplia a capacidade de entendimento sobre a sua auto imagem e as novas visões sobre a imagem profissional.

Destaca-se também o engajamento e motivação dos estudantes para com o desenvolvimento do projeto integrador, pois é uma oportunidade única para a aplicação dos conceitos e teorias estudadas nas disciplinas do período em um projeto de cunho prático, em que tiveram que buscar novos conhecimentos para solução do problema prático.

O artigo 20170183 mostra que não só a motivação é um aspecto importante para os acadêmicos mas também oportuniza.

Os alunos que possuem mais habilidades na utilização desses softwares auxiliam os demais através de minicursos, onde podem disseminar este conhecimento e contribuir para o crescimento da equipe como um todo.

O artigo 20181238 apresenta mais de um aspecto em relação ao desenvolvimento dos acadêmicos, onde:

As metodologias ativas tornam o aluno de mero ouvinte na sala de aulas a pesquisadores, envolvidos em uma simulação de ambiente que em pouco tempo se tornará o dia a dia de muitos dos discentes. (...) possibilitou aos alunos a compreensão e desenvolvimento de competências e sua aplicação, identificou-se no cotidiano situações passíveis de resolução e ou melhorias através da aplicação do conhecimento.

No artigo 20191993 foram indicados os benefícios em relação ao que estão aprendendo.

Benefícios como aumento da motivação e desenvolvimento crítico dos alunos foram pontos positivos. O projeto proposto exigiu dos acadêmicos responsabilidade, pró-atividade (*sic*), além do desenvolvimento de capacidade de planejamento e organização com a logística da compra do material, o modo de construção, desenvolvimento da programação, além das reuniões de definição de execução do projeto.

Fink (2003, p. 40) afirma:

Se usarmos problemas e questões hipotéticas, simuladas ou reais, nós estamos pedindo aos alunos que aprendam a se engajar em um pensamento prático efetivo, uma habilidade que terá grande valor em sua vida pessoal, social e profissional.

Esses aspectos são fruto da aprendizagem aplicada que é possível quando os acadêmicos tentam resolver os problemas propostos pelos professores e assim

vivenciam várias tipos de aprendizagem fortalecendo a formação dos futuros profissionais engenheiros.

Então é a partir da verificação destas diferentes formas de ensinar por meio da ABP, poderemos organizar a sequência didática que possibilitará ao engenheiro professor sistematizar e organizar sua disciplina organizando problemas que poderão ser utilizados para desenvolver suas disciplinas dentro da proposta curricular do curso e de acordo com o parágrafo oitavo do item oito do artigo sexto das Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de Graduação em Engenharia, que deve estimular o uso de metodologias ativas como prova de promover uma educação mais centrada no aluno.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta é que os conhecimentos aqui disponíveis possam subsidiar o professor na elaboração de problemas que serão utilizados para organizar e sistematizar bem como desenvolver sua disciplina com a metodologia ativa ABP.

Acreditamos que para os professores do Ensino Superior que tem a formação de bacharel em Engenharia, o processo de ensinar é organizado e sistematizado muito a partir de sua experiência nos bancos escolares e um grande esforço pessoal, pois durante a formação acadêmica esses professores não tiveram contato com os conceitos e conhecimentos pedagógicos. Entretanto para poder dar aulas num curso de engenharia o professor engenheiro precisa desenvolver certas habilidades e competências que muitas vezes ele não consegue reconhecer com a sua vivência.

Quando apontamos a importância do aspecto humanista na formação dos futuros engenheiros o fazemos a partir da indicação das Diretrizes Curriculares Nacionais da formação de Engenheiros que no item um do artigo terceiro que apresenta como uma característica a serem desenvolvidas nos futuros engenheiros as características humanistas.

Estas características surgem do relacionamento e interações importantes que os acadêmicos têm entre si e consigo mesmo ao aprender sobre si mesmos e sobre os outros, pois ao aprendermos sobre nós mesmos entendemos a nossa autoimagem e principalmente da pessoa e do profissional que desejamos nos tornar.

É através da ABP que ao oportunizar que os acadêmicos possam se reunir oportunizam por meio da interação com outras pessoas os conhecimentos, as atitudes e procedimentos necessários para a resolução dos problemas no aprendizado sobre a dimensão profissional e na vida. É importante lembrar que a relação para se descobrir em toda a sua plenitude passa também por aprender a se relacionar com objetos e outras coisas que nós da condição de resolver os problemas relativos a vida profissional.

Os conhecimentos aqui propostos vão indicar os caminhos aos quais os professores precisaram percorrer para desenvolverem suas ações didático-pedagógicas, tais como planejar, selecionar conteúdos, avaliar, programar atividades extracurriculares, desenvolver projetos de ensino e projetos pedagógicos e especialmente neste caso os problemas para a ABP.

O curso de engenharia segundo as novas diretrizes curriculares tem como objetivo além de desenvolver as competências profissionais desenvolver também as competências desenvolver características holísticas e humanistas. Não é somente a formação holística e humanista o objetivo da graduação em engenharia a busca é também como apresentou a UNESCO a busca pela formação contínua e ao longo da vida.

Esta formação ao longo da vida acontece como diz Jarvis e Kegan quando o acadêmico percebe que consegue construir o conhecimento por conta própria, organizando os momentos de busca de conhecimentos disponíveis em vários espaços como bibliotecas, cursos, congressos, palestras, eventos e principalmente na internet.

Quando colocamos os acadêmicos durante a sua formação em contato com problemas que acontecem no mundo real e principalmente no mundo do trabalho, ao resolver os problemas em seu grupo de colegas e com a tutela do professor, esse – acadêmico – sente-se seguro e confiante para continuar resolvendo os problemas que surgiram na sua vida no mundo do trabalho na empresa onde ele irá atuar.

Assim os diferentes aspectos relacionados as formas de aprendizagem presentes na taxionomia da aprendizagem significativa de Fink (2003) sugerida como um dos objetivos específicos desta tese nasce da preocupação que os professores têm de buscar tornar os conhecimentos novos a base para os futuros conhecimentos que serão necessários para desenvolver novas habilidades, competências e atitudes importantes a atuação profissional.

Na taxionomia da aprendizagem significativa é importante ter em mente que esta taxionomia traz em si a definição que o ensino superior deve estar centrada na aprendizagem e não no conteúdo, pois focada no conteúdo a formação profissional fica baseada somente no acúmulo de informações. Entretanto quando é focada na aprendizagem ela oportuniza que o acadêmico e futuro profissional busque informações que estão faltando para poder resolver um determinado problema que surge na vida real.

Desta forma essa interação oportuniza que todas as formas de aprender atuam de forma sinérgica, possibilitando que estas diferentes formas de aprendizagem se desenvolvem à medida que são apropriadas pelos acadêmicos. Mas para que isto ocorra é importante que os professores proponham bons objetivos para serem apropriados pelos acadêmicos durante o desenvolvimento das disciplinas e dos problemas a serem resolvidos.

A aprendizagem é a busca de todo professor, pois é através dela que o professor vê suas expectativas em relação ao seu trabalho docente junto aos acadêmicos para se tornarem profissionais acontecer. Ao ter consciência em relação que aspectos, características, comportamentos, categorias da taxionomia de aprendizagem significativa o problema desenvolverá junto aos acadêmicos. Ficará mais fácil acompanhar, auxiliar e dar pistas para os acadêmicos no encaminhamento e procedimentos para a resolução dos problemas.

A filosofia humanista tem como característica desenvolver os acadêmicos em todos os aspectos intelectuais, afetivos e sociais ou seja desenvolver suas capacidades de maneira integral.

À medida que nos esforçamos para desenvolver nossas atividades na sala de aula estamos fazendo escolhas e estas escolhas são mais fáceis de serem feitas se tivermos conhecimentos que nos ajudam a fazer estas escolhas com mais tranquilidade e confiança com mais informações. Buscamos com as informações fazer com que os professores confiem na aprendizagem ativa, especialmente trabalhando de forma mais criativa fará grande diferença na formação dos acadêmicos do curso de engenharia.

Já ao descrever aspecto da aprendizagem humana, a busca desta tese é compartilhar conhecimentos que as vezes são óbvios em relação a aprendizagem mas que muito pouco são apresentados ao engenheiro em formação que futuramente seguirá para a área de formação profissional relacionadas ao ensino superior e ministrará aulas mas também eventualmente poderá assumir cargos relacionados a coordenação de estágios ou de coordenador de cursos tanto na graduação como também na pós-graduação.

Como terceiro objetivo específico desta tese temos a análise dos trabalhos desenvolvidos pelas IES nos cursos de engenharia nas mais diferentes habilitações quando apresentamos os artigos selecionados do COBENGE, indicamos algumas formas e propostas sobre como trabalhar com a ABP nos cursos de engenharia. Com isto podemos mostrar que muitos engenheiros professores têm buscado tornar mais significativa, motivante o ensino superior.

As propostas desenvolvidas nas aulas com certeza dão pistas de como os demais engenheiros professores podem atuar nas suas turmas regulares oportunizando a resolução de problemas, também foram feitos comentários sobre as categorias escolhidas para análise das propostas. Mostrando não só como foram

desenvolvidas mas também quais competências, habilidades, conhecimentos puderam ser acessados com a forma de problemas e o uso das disciplinas envolvidas nas propostas desenvolvidas.

Para elaborar os problemas que serão utilizados nas aulas é importante que o professor tenha em mente que tipo de problema irá apresentar para os acadêmicos se será um desafio para que produzam algum produto que esteja relacionado ao conteúdo de uma ou mais disciplinas. Ou então relacionar com cenários específicos de atuação profissional, ou simulações referentes a algum caso específico acontecido em alguma empresa. Também o problema pode estar relacionado a situações de vida situações em que o problema pode ser relacionado a uma pessoa, um bairro ou fato.

Como uma das preocupações dessa tese é desenvolver atividades que buscam a formação humana é importante que o professor fique atento as categorias relacionadas ao desenvolvimento da categoria cuidar, dimensão humana. Em relação a categoria cuidar está a preocupação que a partir dos conhecimentos que teve contato o acadêmico possa passar a se preocupar com o outro, o meio ambiente, valorizar a sustentabilidade e principalmente levar as características do ser humano na hora de planejar e projetar equipamentos, máquinas, produtos etc.

Para a categoria dimensão humana desenvolver o conhecimento sobre si mesmo e sobre os outros levando em consideração as capacidades do ser humano convivendo com os outros e respeitando o meio ambiente e interagindo com ele e aprendendo a interagir com o outro.

Quando o professor se perguntar se conseguirá desenvolver propostas de aprendizagem significativa é importante confiar que isso de fato acontecerá, pois muitas experiências foram contadas nos diversos artigos, produzidos no COBENGE. E a grande maioria desses relatos é de atividades e propostas que deram certo. Como pode ser feito isso? Com certeza isso acontecerá se primeiro os professores tentarem mudar em pequenas atitudes e de forma intencional.

O que possibilitou atingir o quarto objetivo específico ao se propor a sequência didática para que os engenheiros professores possam organizar de forma adequada a apresentação de um problema que possibilite a integração e transposição didática dos conhecimentos das disciplinas em situações que envolvem o uso de conhecimentos, competências, habilidades para a responder as demandas corriqueiras nas ações que serão desenvolvidas pelo futuro engenheiro.

Também é importante lembrar que a ABP em seu desenvolvimento tornará os alunos melhores aprendizes, pois estes alunos aprenderão a fazer pesquisas e construir conhecimentos pela possibilidade de fazer pesquisas e investigações ajudando construir conhecimentos fazendo com que os alunos se tornem autodirigidos ou seja que organizem e quais serão as ações e atitudes que terão que tomar para conseguirem responder a pergunta.

Em relação a categoria integração cabe lembrar que os acadêmicos deverão buscar relacionar os conhecimento apreendidos com as mais diferentes situações para poder aprender a responder os mais diversos problemas. Utilizando as três formas de pensamento, o pensamento crítico, pensamento criativo e o pensamento prático.

Onde o pensamento crítico acontece devido a reflexão e busca das melhores possibilidades de responder ao problema, já o pensamento criativo é usado na busca das mais variadas formas de responder ao problema e o pensamento prático vem a partir da escolha da melhor forma de resolver o problema.

Outro aspecto importante que chama a atenção é o que os artigos apresentam que a ABP deve acontecer em disciplinas de projetos ou disciplinas articuladoras, porém cabe lembrar que em todas as disciplinas pode ser desenvolvida a ABP.

Em relação a verbalização dos professores de Engenharia em relação as metodologias ativas, se conseguiu informar sobre a ABP como proposta possível de se aplicar nas aulas das mais variadas disciplinas que compõem a matriz curricular dos cursos de engenharia nas mais diversas habilitações.

Entretanto ainda existe a possibilidade de se pesquisar aspectos referentes a ABP que não foram estudadas neste trabalho, os estudos possíveis são sobre avaliação das atividades, sistematização das atividades dos grupos de trabalho e das relações interdisciplinares.

Com relação utilização da ABP para a aprendizagem significativa dos acadêmicos é importante relembrar que os aspectos da aprendizagem humanista têm como característica oportunizar a melhora das capacidades individuais dos acadêmicos tornando-os mais autoconscientes e conscientes dos outros em relação ao assunto que está sendo estudado fazendo com que as atividades usadas são especialmente eficazes para ajudar os alunos a aprenderem sobre si mesmo ou sobre os outros. Também isto também acontece, durante as argumentações dentro dos grupos quando os acadêmicos começam a perceber suas sensações e sentimentos

durante o momento ao apresentar suas ideias e ouvir as ideias dos outros para decidir os caminhos que serão percorridos.

O problema proposto para esta pesquisa “Como elaborar problemas significativos por meio da utilização de Aprendizagem Baseada em Problemas nas aulas de Engenharia?”. Foi a partir da discussão dos aspectos da aprendizagem humana que se mostrou aspectos relevantes sobre a teoria humanista da educação em relação ao desenvolvimento integral dos acadêmicos, discutindo a importância da ABP para o desenvolvimento integral dos acadêmicos.

Cabe entendermos que ao elaborar problemas que buscam fortalecer o aprendizado significativo dos acadêmicos os engenheiros professores precisam perceber que ensinar é compartilhar não só conhecimentos mas também perceber o como o conhecimento se articula com os mais diferentes áreas do conhecimentos humano. Ser significativo na verdade é oportunizar comportamentos diferentes em relação as informações pertinentes, competências, habilidades e atitudes que serão desenvolvidas no dia a dia do profissional engenheiro.

REFERÊNCIAS

ABENGE, Associação Brasileira de Ensino em Engenharia. **Missão**. Disponível em: <www.abenge.org.br/abenge.php>. Acessado em 10/08/2020.

ARAÚJO, U. F.; SASTRE G. (orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas: no ensino superior**. 2. ed. São Paulo: Summus Editorial, 2009.

ARNAIZ, P. (et al.). Trabajo colaborativo entre profesores y atención a la diversidad. **Comunidad Educativa**, n. 262, pp. 29-35, 1999.

AVILA DE MATOS, E. A. S. (et al.) A aprendizagem em problemas e a docência em engenharia. In: OLIVEIRA, Vanderli F.; FRANCO, Frederio S. C. e TOZZI, Marcos J. (orgs.). **Desafios da educação em engenharia: formação em engenharia, abordagens pedagógicas, multidisciplinaridade, aprendizagem baseada em problemas e proposições**. Brasília: ABENGE, 2015.

BACICH, Lilian; MORAN, José (orgs.). **Metodologias ativas: para uma educação inovadora uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARRETT, Terry. **A new model Problem-based Learning: inspiring concepts, practice strategies and case studies from higher education**. Maynooth: AISHE, 2017.

BARROS, Aidil J. P.; LEHFELD, Neide A. S. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. 13 ed. Petrópolis: Vozes, 1990.

BARROWS, H.S. A taxonomy of Problem-Based Learning methods. **Medical Education**, v. 20, pp.481-486, 1986.

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

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BERNUY, Miguel A. C. (et al.). Laboratórios pedagógicos para formação docente: utilização de métodos de aprendizagem ativa em cursos de engenharia. **In:** TONINI, Adriana M.; PEREIRA, Tânia R. D. S. (orgs.). **Desafios da educação em engenharia: inovação sustentabilidade, aprendizagem ativa e mulheres na engenharia**. Brasília: ABENGE, 2018.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active learning: creating excitement in the classroom**. Eric Digests, Publication Identif. ED340272, 1991.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Resolução nº 11 de 9 de abril de 2002. **Diário Oficial da União**. Brasília: Imprensa Oficial. Seção 1, p. 32.

_____, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Resolução nº 02 de 24 de abril de 2019. **Diário Oficial da União**. Brasília: Imprensa Oficial. Seção 1, p. 43.

CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuine. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018.

COBENGE. **Anais...** Disponível em: www.abeng.org.br/COBENGE. Acesso em: 12 fev. 2020.

DEELMAN, Annechien e HOEBERIGS, Baber. A ABP no contexto da universidade de Maastricht. **In:** ARAÚJO, Ulisses F. e SASTRE, Genoveva (orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas: no ensino superior**. 2 ed. São Paulo: Summus, 2009.

ENEMARK, S.; KJAERSDAM, F. A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. **In:** ARAÚJO, U. F. e SASTRE, G. **Aprendizagem baseada em problemas: no ensino superior**. 2 ed. São Paulo: Summus Editorial, 2009. pp. 17 - 42.

FALZON, C. **Foucault and Social Dialogue: Beyond Fragmentation**. London: Routledge. 1998.

FERNANDES, S. R.; FLORES, M. A.; LIMA, R. M. Aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares: avaliação do impacto de uma experiência no ensino de engenharia. **AVALIAÇÃO**, Campinas; Sorocaba, v. 15, n. 3, pp. 59-86, nov. 2010.

FILATRO, Andrea; CAVALCANTI, Carolina C. **Metodologias inovativas: na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FINK, L. D. **Creating significant learning experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses.** San Francisco: John Wiley & Sons, 2003.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade.** 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

_____. **Pedagogia do oprimido.** 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 11. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

GADOTTI, M. **A história das ideias pedagógicas.** 8. ed. São Paulo: Atica, 2001.

GIL, A. C. Como delinear uma pesquisa bibliográfica. In: GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HADGRAFT, R.; PRPIC, J. **The key dimensions of Problem-Based Learning.** In: Annual Conference and Convention of the Australasian Association for Engineering Education, 11., 1999. Adelaide. Anais... Adelaide, Australia, 1999. (CDRom). pp. 127-132.

HAITH-COOPER, M. Problem-based learning within health professional education. What is the role of the lecturer? A review of the literature. **Nurse Education Today**, v. 20, issue 4, 2000, pp. 267-272.

HORN, Michael B.; STAKER, Heather. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação.** Porto Alegre: Penso, 2015.

ILLERIS, K. **How we learn: learning and non-learning in school and beyond.** New York: Taylor & Francis Group, 2007.

ILLERIS, K. (et al.). Transfer of Learning in the Learning Society. **International Journal of Lifelong Education**, nº 28, 2008, pp. 137-148.

ILLERIS, K. (org.) **Teorias contemporâneas da aprendizagem.** Porto Alegre: Penso, 2013.

JARVIS, P. **Adult Learning in the Social Context.** London: Croom Helm. 1987

JARVIS, P.; HOLFORD, J. e GRIFFIN, C. **Theory and Practice of Learning**. 2 ed. London: Routledge. 2003.

JARVIS, P.; HIRJI, N. Learning the Unlearnable – Experiencing the Unknowable. **Journal for Adult Theological Education**, 1, 2006, pp. 88-94.

JONASSEN, D. H. Toward a desing theory of problem solving. **Educational Technology Research and Development**, v. 48, No. 4. 2000, pp. 63-85.

KEGAN, R. Que “forma” transforma? Uma abordagem construtivo-evolutiva à aprendizagem transformadora. In. ILLERIS, K. **Teorias Contemporâneas da Aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2013. Pp.44-67.

KOLB, D. **Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development**. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 1984.

LANE, Jill. **Designing for Problem-based Learning: Issues to consider**. Schreyer Institute for Teaching Excellence. University Penn State. Pennsylvania, 2007. Disponível em: <www.schreyerinstitution.psu.edu> Acessado em 17/fev./2018.

LEITÃO, João C. et al. **Revisão sistemática: introdução à revisão sistemática**. Vila Real: UTAD, 2010.

LEITÃO, João C. e PEREIRA, Antonio M. **Introdução à análise de conteúdo**. Vila Real: UTAD, 2007.

MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. **Metodologia Científica**. 6. ed. Rev. e ampliada. São Paulo: Atlas. 2011

MAEKAWA, Christian H.; NAGAI, Walter A.; IZEKI, Claudia A. Relato de gamificação da disciplina Projeto e Análise de Algoritmos do curso de engenharia de computação. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 66, 2015. **Anais eletrônicos**. Maceio: CBIE, 2015, pp. 1-9.

MEZIROW, J. Learning to Think Like na Adult – Core Concepts of Transformation Theory. In: MEZIROW, J. and ASSOCIATES. **Learning as Transformation: Critical Perspectives on a Theory in Progress**. São Francisco: Jossey-Bass, 2000.

_____. Visão geral sobre a aprendizagem transformadora. In: ILLERIS, K. **Teorias contemporâneas da aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2013. pp.109-126.

MITRE, S. M.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIARDI DE MENDONÇA, J. M.; MORAIS-PINTO, N. M.; MEIRELLE, C. AL B.; PORTO-PINTO, C. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 13 (2 supl.), pp. 2133-2144, 2008.

MOREIRA, Marco A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MUNHOZ, A. S. **ABP APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

O'CONNOR, W. **What can brain Science teach us about cybernetics?** The 11th IEEE International Conference on Cybernetics, Limerick, Irlanda, August 22-24, pp. 36-40.

OLIVEIRA, Vanderli F. (org.). **A engenharia e as novas DCNs**: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

PINTO, D. P.; OLIVEIRA, V. F. Educação em engenharia como área de conhecimento. In: FORUM MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Educação em engenharia**: evolução, bases e formação. Juiz de Fora: Editora Fórum Mineiro de Engenharia de Produção. 2010. pp. 91-106.

RIBEIRO, Luís C. **Aprendizagem baseada em problemas – PBL**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EduFSCar, 2008.

RUFINO, Sandra; LOPES, Raissa A. V.; ANTUNES JUNIOR, Carlos E. Metodologias ativas para educação em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 66, 2018, Salvador. **Anais eletrônicos**. Salvador: ABENGÉ, 2018, pp. 1-10

SAVIN-BADEN, Maggi. **Problem-based Learning in Higher Education: untold stories**. London: St. Edmundsbury Press, 2000.

SCHWARTZ, P. Forward from the retreat. In: SCHWARTZ, P. (et al.). **Problem-Based Learning**: cases studies, experience and practice. Londres: Kogan Page, 2001. pp. 60-67

SCHIMIDT, H. G. (*et al.*) Problem-based learning: rationale and description. **Medical Education**, v. 17, issue1, pp. 11-16, 1995.

SPENCE, Larry. The Case Against Teaching. **Change Magazine**, 33 (6): 2001. pp. 10-19.

STURM, Carla H. et al. Mapeamento e análise de desempenho da graduação e pós-graduação em Engenharia de Produção no Brasil. **Gestão da Produção**. São Carlos, v. 22, n. 1, 2015, pp. 149-163.

TOURAINÉ, Alain. Na fronteira dos movimentos sociais. **Soc. Estado**, Brasília, v. 21, 1, Apr. 2006.

UNESCO, Comissão Internacional sobre educação para o século XXI. **Educação: um tesouro a descobrir**. 4. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC : UNESCO, 2000.

WILKERSON, LuAnn; HAFNER, Janet P.; LIU, Philip. A case study of student-directed discussion in four problem-based tutorial groups. **Academic Medicine**, 66 (9, Suppl), 1991, pp. 79-91.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ALMEIDA, Geraldo P. **Transposição didática: por onde começar**. São Paulo: Cortez, 2011.

BRAGA, J. L.; CALAZANS, R. **Comunicação & Educação: questões delicadas na interface**. São Paulo: Hacker, 2001.

BRUNER, J. S. **O processo da educação**. São Paulo: Editora Nacional, 1987.

BURKE, P. **Uma história social do conhecimento: de Gutemberg a Diderot**. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

COBB, P. Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. **Educational Researcher**, 23 (7), 1994, pp. 13-20.

CORDEIRO, J. S.; ALMEIDA, N. N.; BORGES, M. N.; DUTRA, S. C.; VALINOTE, O. L.; PRAVIA, Z. M. Um futuro para a educação em engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. **Revista de Ensino em Engenharia**, São Paulo, v. 27, n. 3, pp. 69-82. Edição especial 2008. Disponível em: <www.bibliotekevirtual.org/revistas/>

ABENGE/v27n03/v27n03a07.pdf> Acesso em 30/maio/2020.

DEWEY, J. The reflex arc concepet in psychology. **In: BOUDSTON, J. A. Early works 5.** Corbandale, Southern Illinois University Press. 1972.

GODOY, A. S. Refletindo sobre critérios de qualidade da pesquisa qualitativa. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 3, n. 2, pp. 81-89, maio/ago. 2005.

JONASSEN, D. & HUNG, W. All problems are note qual: implications for problem-based learning. **The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, 2(2), 2011, pp. 6-28.

LEHRER, R., CHAZAN, D. **Designing learning environments for developing understanding of feometry and space.** Mahwah, NJ: Erlbaum, 1998.

LUDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MAGER, R. E. On the Sequencing of Instructional Corrent. **Psychological Reports**, 9, pp. 405-413, 1961.

MOESBY, E. Implementing Project oriented and problem-based learning – POPBL – in institutions. **World Transsactions on Engineering and Technology Education**, v. 5, n. 1, 2006, pp. 45-52.

_____. Reflections on making a change toward POPBL. **World Transactions on Engineering and Technology Education**, v. 3, n.2, 2004, pp. 269-278.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School – Expanded Edition.** Washington, DC: The National Academies Press, 2000.

NATIONAL INSTITUTE FOR LITERACY. **Learning to Think, Learning to learn: What The Science Of Thinking And Learning Has To Offer Adult Education.** Washington, D.C.: University of Michigan Library, 2000,

PERREIRA, H.B.B. (et al.). Estudo do design da interface para o ambiente PBL-VE. **Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.**

Brasil: Universidade Estadual da Bahia. 2005. n. 2, julho-dezembro, pp. 95-110. ISSN 1807-3778.

PINTO, G. R. P. R. (et al.). PBL-VE: um ambiente virtual para apoiar a aprendizagem baseada em problemas. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Blumenau. **Anais COBENGE**, Blumenau, FURB, 2011.

RIBEIRO, L. R. C.; ESCRIVÃO FILHO, E. Avaliação formativa no ensino superior: um estudo de caso. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**. Maringá, v. 33, n. 1, pp. 45-54, 2011.

_____. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.27, n. 2, pp. 23-32. 2008

SCHAUBLE, L.R.; GLASER, R.; DUSCHL, S.; JOHN, J. **Students' understanding of the objectives and procedures of experimentation in the science classroom**. The Journal of the Learning Sciences. 4 (2), pp. 131-166. 1995.

SCHUTZ, A.; LUCKMANN, T. **The Structures of the Life-world**. London: Heinemann. 1974.

TRICE, H. M.; BEYER, M. Changing organizational cultures. In: SHAFRITZ, J. M.; OTT, J. S. (orgs.) **Classics of organization theory**. 5. ed. Belmont: Wadsworth, 1993. pp. 361-368.

UNIVERSITY OF TORONTO, CENTRE FOR TEACHING SUPPORT & INNOVATION. **Active learning and adapting teaching techniques**. Toronto: University of Toronto, 2015.

WARREN, B.; ROSEBERY, A. This question is just too, too easy: Perspectives from the classroom on accountability in science. In: SCHAUBLE, L.; GLASER, R. (eds.) **The Contributions of Instructional Innovation to Understanding learning**. Mahwah, NJ: Erlbaum. 1996. pp.97-125.

WHITE, B.Y., FREDRICKSON, J. R. **The ThinkerTools Inquiry Project: Making Scientific Inquiry Accessible to Student**. Princeton, New Jersey: Center for Performance Assessment, Educational Testing Service. 1997.