

JOSELITO MOREIRA CHAGAS

Aprendizagem Ativa do Estudante – Aplicação de *Project Based Learning*
nos Cursos de Engenharia

Guaratinguetá – SP
2020

Joselito Moreira Chagas

**Aprendizagem Ativa do Estudante – Aplicação de *Project Based Learning*
nos Cursos de Engenharia**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia
do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual
Paulista, para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção na área de Gestão de
Operações.

Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva

Co-orientador: Profa. Dra. Renata Lucia Cavalca
Perrenoud Chagas

**Guaratinguetá – SP
2020**

C433a	Chagas, Joselito Moreira Aprendizagem Ativa do Estudante - Aplicação de Project Based Learning nos Cursos de Engenharia / Joselito Moreira Chagas – Guaratinguetá, 2020. 86 f : il. Bibliografia: f. 81 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2020. Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva Co-Orientadora: Prof^a Dr^a Renata Lucia Cavalca Perrenould Chagas 1. Prática de ensino. 2. Educação baseada na competência. 3. Planejamento educacional. 4. Método de ensino. I. Título. CDU 371.133(043)
-------	---

Luciana Máximo
Bibliotecária/CRB-8 3595

JOSELITO MOREIRA CHAGAS

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
"MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO"

PROGRAMA: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO: MESTRADO ACADÊMICO

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Otávio José de Oliveira
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. MESSIAS BORGES SILVA
Orientador/UNESP/FEG


Prof. Dr. MARCO ANTONIO CARVALHO PEREIRA
EEL/USP


Prof. Dr. RUBENS ALVES DIAS
UNESP/FEG

DADOS CURRICULARES

JOSELITO MOREIRA CHAGAS

NASCIMENTO	23.08.1971 – Cunha - SP
FILIAÇÃO	Antônio Oliveira Chagas Maria José Moreira Chagas
1986 / 1989	Técnico em Eletrotécnica UNESP – Guaratinguetá - SP
1991 / 1996	Graduação em Engenharia Elétrica UNITAU – Taubaté – SP
2000 / 2001	Pós-Graduação Latu Sensu em Administração de Empresas USF – Bragança Paulista – SP
2007 / 2008	Pós-Graduação Latu Sensu MBA em Gestão Empresarial FGV – Campinas – SP
2007	Curso de 6 Sigma Green Belt SKF do Brasil – Cajamar - SP
2009	<i>International Management Program</i> SKF Suécia - Gotemburgo – Suécia
2013	Curso de Gerenciamento de Projetos SKF Argentina – São Paulo - SP
2018 / 2020	Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Nível de Mestrado UNESP – Guaratinguetá – SP

De um modo especial, dedico este trabalho à minha família, que sempre esteve à frente de
minha motivação para superar os desafios da vida e vencê-los!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela saúde que recebi para focar neste objetivo, ao tempo obtido de alguma maneira, para desenvolver este trabalho e disciplina para continuar acreditando e trabalhando muito em minha vida.

Em segundo lugar, à minha família, que suportou, ajudou e me respaldou em todos os instantes, favoráveis e difíceis, para continuar caminhando durante este projeto desde o pedágio em Engenharia de Produção, quando me vi assistindo aula com os garotos do segundo ano de graduação, até o êxito final neste mestrado.

Ao meu orientador, professor Dr. Messias Borges Silva, com sua visão e posicionamento enquanto agente de mudança e transformação da educação brasileira que, com seu exemplo, sempre me serviu de norte nesta jornada.

Aos meus pais, que sempre foram meus exemplos de vida e me ensinaram a ter caráter, integridade e que o trabalho é a única saída para o sucesso do homem!

Agradeço aos meus filhos gêmeos, Matheus Luís e Bruna Luiza, que são a minha motivação de viver e buscar a minha evolução e sempre conquistar vitórias!

E a minha incrível esposa Renata, com seu amor, seu apoio incondicional, sua inteligência, suporte e orientação possibilitaram a finalização deste projeto!

Muito obrigado!

Amo a todos você e os meus agradecimentos mais profundos!

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”.

(Paulo Freire)

RESUMO

O mundo está mudando rapidamente e a maneira como as relações humanas acontecem também estão se alterando como nunca visto. O advento da indústria 4.0 com seus pilares de sustentação mostram que viver nas próximas décadas será completamente disruptivo ao que existe hoje, desde carros movidos a energias renováveis e não poluentes até à transformação da indústria pela demanda em tempo real, desde a necessidade do usuário até a extração da matéria-prima na natureza, reciclado ou não, em um sistema fechado ou aberto. Adaptar-se ao novo e aprender a aprender são as palavras de ordem devido à necessidade de adaptação do indivíduo face às novas profissões que surgem a cada dia e totalmente inovadoras. A proposta desta dissertação é a aplicação da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Projetos com ciclos de pesquisa aplicados em onze salas dos cursos de engenharia mecânica, elétrica e civil durante cinco anos em uma instituição de ensino superior particular paulista. O trabalho remeteu a adaptar e aplicar o modelo ativo em sala de aula, diferente do tradicional, e buscando desenvolver competências e habilidades necessárias à preparação do aluno de engenharia para a nova realidade do mercado de trabalho, que ano após ano tem exigido das instituições uma abordagem para que torne seus egressos mais bem preparados. Neste contexto, o projeto remete ainda a como planejar toda uma disciplina sustentada pela aprendizagem baseada em projetos, como organizar a formação integral do aluno e como sistematizar o processo de avaliação formativa. O uso das metodologias ativas como ferramentas para este fim exercita o protagonismo do aluno para trilhar este percurso e desenvolver competências alinhadas com a necessidade do mercado. Ao final, são apresentados os resultados do processo avaliativo individual e em grupo, além de sugerir um roteiro para a implantação do modelo, que se baseia no desenvolvimento de alguns conhecimentos, habilidades e competências necessárias ao engenheiro estar melhor preparado profissionalmente. Implantar este projeto exigiu disciplina, dedicação, dotar-se de um sistema de avaliação ao longo de cada ciclo e proporcionar feedbacks continuados aos alunos para se atingir os objetivos de aprendizagem propostos. Ele se insere totalmente na estratégia de aplicação do currículo por competências, baseado na aprendizagem ativa e formativa do aluno.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologias ativas. Aprendizagem ativa. Aluno protagonista. Aprendizagem baseada em projetos. Desenvolvimento de competências.

ABSTRACT

The world is changing rapidly and the way human relationships take place is also changing like never before. The advent of industry 4.0 with its supporting pillars shows that living in the coming decades will be completely disruptive to what exists today, from cars powered by renewable and non-polluting energies to the industry transformation by real-time demand, from user needs to the extraction of raw material in nature, recycled or not, in a closed or open system. Adapting new and learning to learn are watchwords due to the individual's need adapting to new professions appear every day and totally innovative. The purpose of this dissertation is implement active methodology Project Based Learning with action research cycles applied in eleven rooms of mechanical, electrical and construction engineering courses during five years at a private higher education institution in São Paulo state. The work led adapting and applying active model in the classroom, different from traditional one, and seeking for develop competencies and skills necessary to prepare engineering students for new labor market reality, which year after year has required institutions to approach making your graduates better prepared. Also, in this context the project refers how to plan an entire discipline supported by project-based learning, how to organize the student's comprehensive training and how to systematize formative assessment process. The use of active methodologies as tools for this purpose exercises role student to follow this path and develop skills aligned with market needs. At the end, individual and groups evaluation process results are presented, in addition to suggesting a roadmap for a new model implementation, based on development some knowledge, skills and competences necessary for the engineer to be better prepared professionally. For implementing this project required discipline, dedication, having an evaluation system throughout each cycle and providing continuous feedback to students achieve proposed learning objectives. It is fully inserted in the strategy of applying the competencies' curriculum, based on student's active and formative learning.

KEYWORD: Active learning. Active methodologies. Project Based Learning. Skills development. Student protagonist.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	A Evolução da Gestão da Manutenção Industrial.....	20
Figura 2	Pesquisa sobre emprego da palavra “Project Based Learning” na base de dados Web of Science entre 1990 e 2018.....	21
Figura 3	Pesquisa sobre emprego da palavra “Project Based Learning” – “Aprendizagem Baseada em Projetos” na base de dados Hollis entre 1990 e 2017.....	22
Figura 4	Levantamento de citações da palavra “Learning Outcomes” – “Resultados de Aprendizagem” na base de dados Web of Science entre 1990 e 2018.....	23
Figura 5	Levantamento de citações da palavra “Learning Outcomes” – “Resultados de Aprendizagem” na base de dados Hollis entre 1990 e 2017.....	23
Figura 6	Índice de evasão por especialidade – maiores valores em 2017.....	29
Figura 7	Índice de evasão por especialidade de engenharia – menores valores em 2017.....	30
Figura 8	Modelo de pesquisa-ação emancipatória para a mudança organizacional.....	35
Figura 9	Modelo adotado para o percurso do projeto.....	36
Figura 10	Integração entre os elementos de processo do PBL.....	41
Figura 11	Elementos verbais sugeridos pela Taxonomia de Bloom para o processo de avaliação	44
Figura 12	Exemplo de projeto desenvolvido pelos alunos em ciências da natureza.....	46
Figura 13	Análise SWOT a ser preenchida em quadrantes.....	49
Figura 14	Quadro de Competências e Habilidades do Engenheiro em 2020.....	61
Figura 15	Resumo da base de dados de atividades e projetos produzidos nas disciplinas com aplicação do PBL entre 2015 e 2016.....	67
Figura 16	Resumo da base de dados de atividades e projetos produzidos nas disciplinas onde aplicação do PBL entre 2017 e 2019.....	67
Figura 17	Gráfico de comparação entre as Médias Finais das Disciplinas e as Médias do PI das disciplinas em PBL entre 2015 e 2019.....	68
Figura 18	Roteiro para a implantação de um Project Based Learning em um projeto, em uma disciplina ou em um curso.....	71
Figura 19	Quadro de sugestões de atividades e avaliações para o desenvolvimento de conhecimento, habilidades e atitudes dentro dos projetos.....	72
Figura 20	Exemplo de plano de aula para o planejamento de um <i>Project Based Learning</i>	73
Figura 21	Legenda das atividades e avaliações planejadas no PBL.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Número de alunos ingressantes, matriculados e concluintes nos cursos de engenharia das IES Públicas e Privadas por região brasileira em 2017.....	28
Tabela 2	Distribuição dos Índices de Evasão Anual por Região no Brasil 2016-2017.....	29
Tabela 3	IES com ENEM > 0,5 e Valor Agregado > 0,5 ponto em relação à média.....	31
Tabela 4	IES Nota ENEM > 0 ponto e Valor Agregado > +0,5 ponto em relação à média.....	31
Tabela 5	Correlações entre Nota do ENADE 2017 e Componentes Específicos das IES de Engenharia.....	32
Tabela 6	IES em 2017 que receberam os estudantes com notas do ENEM abaixo de -0,5 ponto menor que a média e pioraram o resultado do ENADE (Valor agregado menor que -0,5).....	33
Tabela 7	Planejamento dos pesos das avaliações individual e em grupo na disciplina em 2015.....	53
Tabela 8	Planejamento de atividades e de avaliação do projeto 1 da disciplina.....	54
Tabela 9	Pesos das avaliações oficiais ao longo do semestre na disciplina em PBL.....	54
Tabela 10	Quadro de Notas das Atividades Individuais e em Grupos da Disciplina Mecânica dos Fluidos aplicado em PBL – Projeto 1 e 2 em 2015.....	56
Tabela 11	Quadro de Notas das Atividades Individuais e em Grupos da Disciplina Mecânica dos Fluidos aplicado em PBL – Projeto 3 e Nota Final em 2015.....	56
Tabela 12	Quadro de Notas das Atividades Individuais e em Grupos da Disciplina Mecânica dos Fluidos aplicado em PBL em 2017.....	58
Tabela 13	Quadro de Notas das Atividades Individuais e em Grupos da Disciplina Instalações Elétricas aplicada em PBL em 2018.....	60
Tabela 14	Número de alunos submetido ao projeto PBL em 11 disciplinas entre 2015 e 2019 na IES onde ocorreu o estudo.....	63
Tabela 15	Associação entre os projetos das disciplinas e as competências e habilidades da formação do engenheiro.....	64
Tabela 16	Resumo das disciplinas onde foi aplicado o PBL entre 2015 e 2019.....	65
Tabela 17	Comparação do Desvio-Padrão da Nota Final e da Nota do PI das disciplinas em PBL entre 2015 e 2019.....	69
Tabela 18	Correlação entre as atividades que trabalharam as competências no projeto PBL com as respectivas notas finais das disciplinas entre 2015 e 2019.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABENGE	Associação Brasileira de Educação em Engenharia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CDIO	<i>Conceive, Design, Implement and Operate</i>
CPC	Conceito Preliminar de Curso
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IDIA	Iniciativa para o Desenvolvimento da Inovação Acadêmica
IES	Instituição de Ensino Superior
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IoT	<i>Internet of Things</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
LASPAU	Programa Acadêmico e Profissional para as Américas
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NAP	Núcleo de Apoio Pedagógico
NDE	Núcleo de Desenvolvimento Estruturante
ONU	Organização das Nações Unidas
PAEE	<i>Project Approaches in Engineering Education</i>
PI	Projeto Interdisciplinar ou Integrador
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
PBL	<i>Project Based Learning</i>
RBL	<i>Research Based Learning</i>
SWOT	<i>Strentghs, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
STHEM	<i>Science, Technology, Humanity, Engineering and Mathematics</i>
TBL	<i>Team Based Learning</i>
UNISAL	Centro Universitário Salesiano de São Paulo

ARTIGOS PUBLICADOS PELO AUTOR ENTRE 2016 E 2019

- a. XV SEGET 2018 – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – Resende – RJ: Banner “Os impactos tecnológicos no gerenciamento de projetos.” Autores: David E. A. Pereira, Joselito Moreira Chagas, Mônica Holanda Santos, Valério A. Pamplona Salomon, Thiago H. A. Silva – UNESP Guaratinguetá – SP.
- b. I SIPET - I Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia UNISAL 2016 - Artigo “Estratégia do Oceano Azul na Área de Consultoria em Engenharia de Confiabilidade.” Autores: Joselito Moreira Chagas, Daniel A. R. Rolando, Eugênio Zappa Neto, Daniel M. Pereira, prof. Dr. Messias Borges Silva – UNESP Guaratinguetá - SP.
- c. 1º. SAEPRO USP 2016 - 1º. Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção: Artigo “Estratégia do Oceano Azul na área de Consultoria em Engenharia de Confiabilidade”. Autores: Daniel Augusto Rainha Rolando, Daniel de Moura Pereira, Eugênio Zappa Neto, Joselito Moreira Chagas, prof. Dr. Messias Borges Silva – UNESP Guaratinguetá - SP.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	16
1.2	OBJETIVO GERAL	17
1.2.1	Objetivos Específicos	18
1.3	DELIMITAÇÃO.....	18
1.4	JUSTIFICATIVA	18
1.5	A MOTIVAÇÃO	24
1.6	A HISTÓRIA DOS CURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL.....	26
1.8	A EVASÃO E O VALOR AGREGADO.....	28
1.9	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E MATERIAIS	33
1.10	ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	36
2	REFERENCIAL TEÓRICO	37
2.1	APRENDIZAGEM ATIVA	37
2.2	METODOLOGIA ATIVA E MÉTODOS ATIVOS DE APRENDIZAGEM.....	39
2.2.1	Aprendizagem Baseada em Projetos.....	40
2.2.2	Aprendizagem Baseada em Times ou <i>Team Based Learning</i>™ – TBL.....	41
2.3	ALUNO PROTAGONISTA.....	42
2.4	AVALIAÇÃO FORMATIVA.....	43
2.5	COMPETÊNCIAS.....	44
2.5.1	Conceito “CHA”	45
2.6	O PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO DE OLIN COLLEGE	45
2.7	PROJETO INTERDISCIPLINAR.....	46
2.8	CORRELAÇÃO ESTATÍSTICA	47
2.9	ANÁLISE SWOT	48
3	DESENVOLVIMENTO	50
3.1	A IMPLANTAÇÃO DO MODELO	50
3.1.1	Ciclo 2014 e 2015 – O planejamento e a implantação do modelo.....	50
3.1.2	Ciclo 2016 e 2017 – Resultados, avaliação e planejamento	56
3.1.3	A revisão dos pesos das avaliações	58
3.1.4	Ciclo 2018 – O planejamento para o desenvolvimento de competências.....	59

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
4.1	NOTAS FINAIS DAS DISCIPLINAS EM ESTUDO	65
4.2	CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DAS NOTAS FINAIS	69
4.3	ROTEIRO PARA SE IMPLANTAR UM PBL	70
4.4	LIÇÕES, APRENDIZADOS E DESAFIOS.....	74
5	CONCLUSÕES	77
5.1	SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	78
	REFERÊNCIAS	79

1 INTRODUÇÃO

O mundo atual está bem diferente do que foi a sociedade do século XX e as mudanças nos modos de vida em sociedade continuam bastante significativas em função da tecnologia e da conectividade do ser humano. A quarta revolução industrial (SCHWAB, 2016) está em curso e o conceito de integrar e conectar cada vez mais as pessoas com o mundo tecnológico continua. A realidade virtual permite que o ser humano consuma e interaja com as informações de maneiras diferentes e personalizadas, como as inteligências artificiais dos sistemas bancários, que diariamente estão aprendendo continuamente com sua rotina de empresa e com o cotidiano de seus clientes, impressoras 3-D disponíveis em casa, integração de dados para gerenciamento de processos, comando e controle de voz como os assistentes de lares das empresas Google e Amazon e uma interminável lista de outros exemplos. O impacto que a quarta revolução industrial começou a causar na sociedade no que tange ao emprego e, a direção que isto tomará, ainda são desconhecidos para a humanidade (MCKINSEY; COMPANY, 2019).

As instituições de ensino superior atuais se deparam com o jovem da geração interativa (SILVA apud SOUZA, 2016), sob o contexto da internet de banda larga 5G, smartphones inteligentes, integração de informações e uso das redes e mídias sociais conectadas em tempo real. O jovem atual não se comunica mais através de instrumento estático, como e-mail e carta escrita. Conectado permanentemente, ele se comunica em tempo real através de imagens, mensagens de curta duração, como manifestações afetivas ou claras da sua posição geográfica e emocional em tempo real (HOLZAPFEL, 2014).

Com a democratização da internet, o volume de informações disponíveis permite uma mudança sistemática e significativa no modo de ensinar e aprender. Antigamente, o conhecimento estava dentro de enciclopédias, quando se considerava status deter uma coleção de livros de conhecimentos gerais, o saber era restrito a poucos abastados. Não eram todas as bibliotecas escolares que dispunham de acervos completos para o acesso do aluno à informação. Nos últimos anos, as universidades, os museus, as bibliotecas passaram a disponibilizar e compartilhar o conhecimento de seus acervos e conteúdos para permitir a democratização das informações que possuem a todos os cantos da Terra. Algumas delas possibilitam interações por tours virtuais em suas instalações, pesquisas e buscas em seus acervos. Desta maneira, aprender tornou-se possível, prático, acessível e, explorar novas áreas de conhecimento, possibilita à humanidade permear este conhecimento, o que está provocando uma mudança radical na realidade do aprendizado atual.

As Instituições de Ensino Superior - IES de ponta têm utilizado a aprendizagem baseada em projetos para o desenvolvimento do pensamento crítico entre docentes e alunos (MAHARDINI et al., 2019), já no Brasil, ainda se depara com uma realidade intrigante, mesmo em 2019, a análise propõe estar diante de um paradoxo, que em algum momento será necessário equacionar, onde a geração interativa está inserida na universidade brasileira em um contexto de iniciativas de novos processos de aprendizagens, com novos métodos ativos disponíveis como ferramentas, sobretudo com muitos educadores e infraestrutura das instituições ainda com o pensamento no século XX.

O ensino superior de engenharia passa por uma transformação. O percentual de ensino à distância dos cursos passou a ser de 40% dentro dos Projetos Pedagógicos dos Cursos – PPC, estabelecido pelo Ministério da Educação e Cultura – MEC em abril de 2019 e cada vez mais a tecnologia estará presente no processo de aprendizagem do aluno. Como potencializar este processo e proporcionar valor agregado ao estudante na IES é a resposta chave neste mercado atual.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo a Organização das Nações Unidas e o Fórum Mundial Econômico são dez as habilidades e competências do profissional do futuro para sustentar a sociedade e o novo milênio em busca de transformações, mudanças disruptivas, resiliências e convivência com o que é novo e inovador (GRAY, 2016). São elas:

1. Flexibilidade cognitiva;
2. Negociação;
3. Orientação para servir;
4. Julgamento e tomada de decisões;
5. Inteligência emocional;
6. Coordenação com os outros;
7. Gestão de pessoas;
8. Criatividade;
9. Pensamento crítico;
10. Resolução de problemas.

Analogamente, tem-se o seguinte questionamento: como deve ser a preparação destes profissionais para o futuro? Questões como as novas profissões e as que envelheceram, que se

tornaram obsoletas, como o despachante de documentação de automóveis, que é possível fazer tudo online, e que estão proporcionando muitas discussões e anseios. A questão é: como a IES deve receber e desenvolver os indivíduos da geração Y, que compreende as pessoas que nasceram entre o fim dos anos 1980 e o início dos anos 1990, e da geração Z, pessoas que nasceram após o surgimento da internet e entre 1992 e 2010. Como ter a atenção destes jovens e adolescentes que nem sabem o que foi o bug do milênio? Elas são pessoas mais conectadas que as da geração X, inteiradas com o conhecimento disponível a um toque, com uma interatividade contínua e sente que tudo está ao seu alcance a um clique e acessível facilmente para a sua realidade. Há uma dificuldade na comunicação entre o que pensam estes alunos e o formato de transmissão de conhecimento das IES, sobretudo no Brasil, ainda se depara com esta dificuldade. O fomento de massa crítica em ensino pela aprendizagem é um caminho para reduzir esta lacuna e este projeto experimentou esta realidade ao longo dos anos.

Desde Libâneo, em seu livro “Didática” (1994), já se propunha foco nos princípios básicos de ensino e ter uma abordagem científica e sistemática, criar condições para uma boa compreensão, estabelecer um vínculo de significados entre o conhecimento e a prática, com foco nos processos de ensino e aprendizagem para garantir a perenidade dos conhecimentos e também incentivar o trabalho em equipe diante das individualidades. Percebe-se que Libâneo já possuía uma visão da necessidade de desenvolvimento do aluno de forma integral e hoje vê-se que o caminho passa pelo processo de ensino e aprendizagem mais atualizados ou mesmo o ensino de engenharia despertar para as teorias de aprendizagem no seu principal.

1.2 OBJETIVO GERAL

A busca pelo aperfeiçoamento desencadeia um processo constante de melhoria contínua ao longo do tempo. A filosofia de buscar a excelência e melhorar a cada dia se traduz em um modelo mental de estar sempre atento à inovação, a novos conhecimentos e a novas metodologias.

A proposta desta dissertação é aplicar o método ativo Aprendizagem Baseada em Projetos - PBL em disciplinas dos cursos de engenharia ao longo de quatro ciclos de pesquisa-ação durante cinco anos, ajustar o modelo que atenda, satisfaça e desenvolva competências e habilidades nos alunos para o processo formativo do engenheiro.

1.2.1 Objetivos Específicos

Para atingir o modelo proposto será necessário:

- ✓ Alinhar as principais diretrizes com os conceitos envolvidos em cada disciplina escolhida para o projeto;
- ✓ Planejar e implantar o modelo de PBL nas disciplinas envolvidas;
- ✓ Sistematizar o processo de avaliação formativa do projeto;
- ✓ Adequar e adaptar o modelo proposto à realidade da IES;
- ✓ Propor um roteiro de implantação do método ativo PBL em um projeto, uma disciplina ou curso com sugestões de atividades e avaliações, que possa ser útil as IES e aos docentes.

1.3 DELIMITAÇÃO

A abrangência deste projeto está diretamente ligada à adaptação do método ativo *Project Based Learning* no âmbito do ensino superior. Fomentar este desenvolvimento atrai o aluno e exige do docente estar continuamente atualizado, estar preparado, ter foco e esforço continuado para se buscar o resultado esperado.

A ideia de se trabalhar com a metodologia PBL em disciplinas técnicas de engenharias, nasceu ao observar as dificuldades dos estudantes de engenharia, em uma universidade particular brasileira instalada no Vale do Paraíba, estado de São Paulo, em entender os conceitos teóricos a serem estudados e relacioná-los com aplicações práticas, o que se traduzem em pessoas despreparadas para enfrentar o mercado de trabalho e evidenciando as lacunas em utilizar habilidades simples, ou “*soft skills*”.

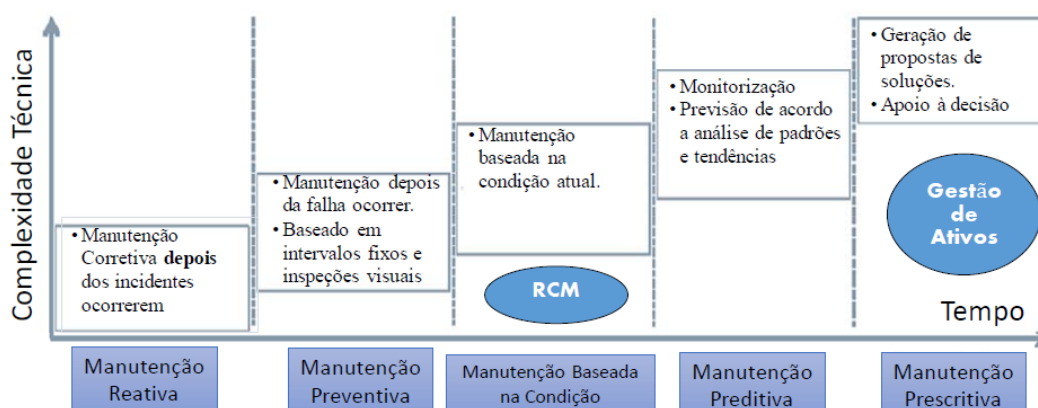
Assim, este estudo foca no desenvolvimento de competências e habilidades associadas à projetos desenvolvidos por alunos em algumas disciplinas das Instituições de Ensino Superior – IES em estudo e pretende atuar com um modelo de atuação do PBL para contribuir com o desenvolvimento dos estudantes na sua formação integral como futuro engenheiro.

1.4 JUSTIFICATIVA

Até o início deste século a aprendizagem tradicional foi o modelo preponderante de ensino. Tudo o que foi desenvolvido, o que se conhece e sabe, foi inventado e produzido a partir deste modelo, inclusive a humanidade conseguiu conduzir o homem à Lua. Entretanto, com a

introdução da tecnologia, das interações e da conectividade no cotidiano das sociedades, desde redes sociais até a internet das coisas - IoT, a automatização dos processos, um dos pilares de sustentação da revolução instaurada por Klaus Schwab em seu livro “A Quarta Revolução Industrial”, (SCHWAB, 2016), todos os processos têm considerado mudanças radicais e disruptivas na forma de aprender, ensinar, produzir e relacionar-se em ambientes tradicionais como a medicina, o direito, a engenharia e a educação. Um exemplo foi a criação da inteligência artificial da empresa IBM, o Watson (IBM, 2019), um algoritmo que nasceu para analisar casos jurídicos e propor pareceres de acordo com as leis locais vigentes. O parecer dura menos de um minuto entre a entrada e a saída do processo e tem eliminado a análise dos processos pelos advogados. Esta inteligência artificial vem se desenvolvendo tão rapidamente que as empresas têm utilizado o Watson para avaliação de reclamações de clientes e verificação se vale a pena enfrentar um processo judicial com o caso ou imediatamente ressarcir o cliente no ato da reclamação. Isso quebra toda a cadeia jurídica empresarial atual, eliminam-se vários processos e reduz tempo e economiza dinheiro. O considerável banco de dados que as empresas têm desenvolvido frente às compras realizadas através da internet está convergindo suas inteligências de negócios a um conhecimento único sobre o perfil destes clientes e do mercado. Outra vertente, a IoT – Internet das Coisas, que concede um endereço IP (protocolo de conexão à internet) a cada ativo industrial, nos negócios, nos comércios e nas residências, para produzir dados e conhecimento das entradas e saídas de tudo o que existe, mudará consideravelmente a maneira de viver. Ainda é embrionário, pois ainda não há infraestrutura física para tudo estar conectado, entretanto já há a formação de grandes bancos de dados, do inglês “*big datas*”, que tem permitido mudar a sintonia entre produção e consumo atualmente e mudará muito mais. Em manutenção de equipamentos surgiu o termo Manutenção Prescritiva, que significa a analisar os dados em regime de telemetria, em tempo real, criar algoritmos para analisar estes dados para a tomada de decisões mais rápidas, mais confiáveis e mais efetivas, que converge a melhorar e aumentar significativamente a vida útil dos ativos industriais, proporcionando a redução de custos indevidos, gestão mais eficaz e produção mais efetiva. A Figura 1 apresenta a Manutenção Prescritiva como a evolução da manutenção pela confiabilidade, com maior complexidade e necessária em tempos de automatização e robotização de processos. Esta manutenção está associada à ISO-55.000, que se refere à confiabilidade dos ativos e à indústria 4.0 (VIOLA, 2015) e contemporânea com a realidade da indústria e todas as informações disponíveis em tempos de indústria 4.0.

Figura 1 - A Evolução da Gestão da Manutenção Industrial



Fonte: Viola (2015).

As interações entre homem e a máquina e entre os aplicativos permitem estabelecer gigantescos bancos de dados e de informações que possibilitam a criação de algoritmos e sistemas de monitoramento e tomada de decisões. Assistentes virtuais começam aprendendo com seus clientes e tem acumulado muitos dados e informações de seus clientes, características, gostos, perfil de compras, que permite ao marketing das empresas e das instituições explorar de forma única este mercado, nunca explorado anteriormente. Como preparar o egresso para esta mudança? Como mantê-lo conectado com as expectativas do mercado, da sociedade e seu conhecimento técnico adquirido na academia? Como submetê-lo a um processo de aprender a aprender? Como ser resiliente? Como ter propósito de vida? É preciso conhecer a si mesmo, conhecer seus limites, suas virtudes, seus vícios e estar melhor preparado para enfrentar esta realidade que se apresenta cada vez mais integrada, conectada e viva no mercado de trabalho (KOZANITIS, 2015).

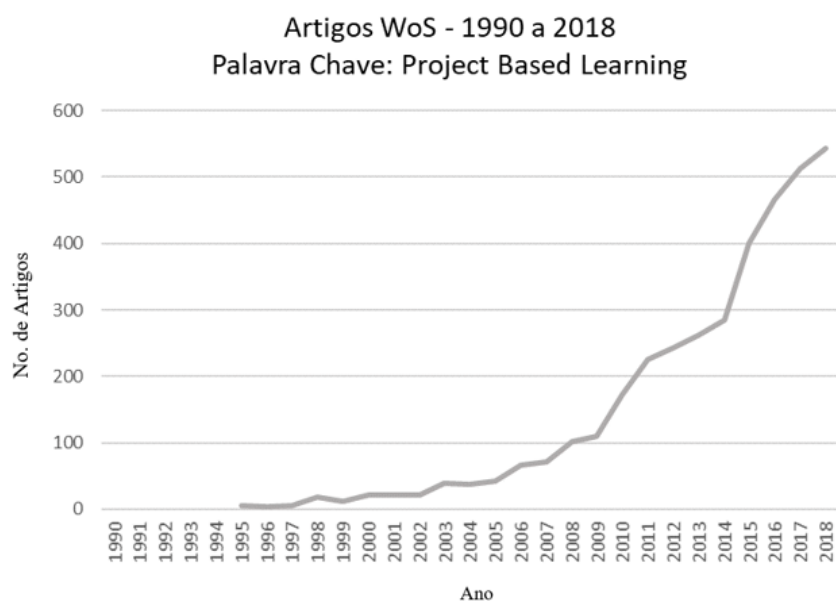
O desenvolvimento contínuo do aluno e a adaptação do ensino à realidade atual é questão de sobrevivência para as IES. O segredo está em entender a linguagem do aluno, estabelecer uma comunicação eficaz, sem se prender a ela, prototipar projetos é fazer o aluno visualizar melhor o conhecimento e facilitar seu aprendizado. Todos são elementos fundamentais para a sobrevivência das IES.

Este trabalho promovendo o desenvolvimento de projetos com base nos conceitos das disciplinas envolvidas, começa a provocar a análise crítica, levantar dados para solucionar uma proposta, com o aluno à frente do seu aprendizado, aguçando o interesse pelas soluções de engenharia e interferindo no seu modo de pensar enquanto engenheiro.

Este trabalho justifica-se ainda por apresentar elementos alinhados com as necessidades do mercado atual e adequados à realidade contemporânea dos alunos, o que proporcionará à IES e ao aluno um poderio de competências e habilidades mais adequados às novas tecnologias às novas exigências do mercado de trabalho.

Com a participação no consórcio *Science, Technology, Humanity, Engineering and Mathematics - STHEM* Brasil foi possível ter acesso à base de dados da biblioteca da Universidade de Harvard, onde alguns dados e materiais científicos foram coletados. Também foi considerada a base de dados *Web of Science*, onde foram pesquisadas as principais palavras-chaves que remetem à aplicação da aprendizagem ativa, como “resultados de aprendizagem”, “*learning outcomes*”, e a “aprendizagem baseada em projetos”, “*project based learning*” para ser conhecer o volume de estudos relacionados com estas palavras-chaves. Constatou-se um crescimento de publicações ao longo dos últimos anos em ambas as bases de pesquisa, principalmente nesta década de 2010. O termo *Project Based Learning* tem sido largamente explorado e aplicado enquanto metodologia ativa. Sempre se trabalhou com projetos na academia, entretanto uma abordagem detalhada desta metodologia aplicada em sala de aula pode potencializar o aprendizado, tanto individual quanto em equipe, e a pesquisa sobre o uso desta palavra-chave, descrito na Figura 2, apresenta o volume de estudos relacionados ao termo, primeiro na base de dados *Web of Science*, com quinhentas e quarenta e três citações no ano de 2018 para este termo.

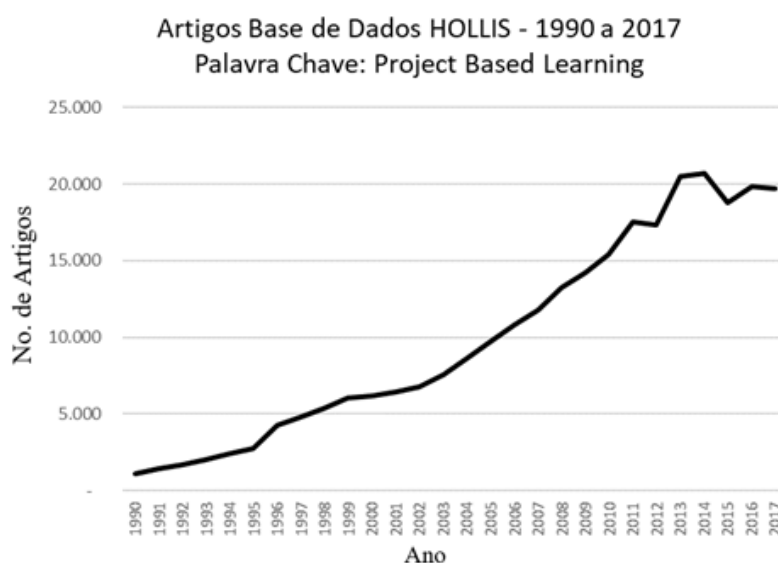
Figura 2 – Pesquisa sobre emprego da palavra “*Project Based Learning*” na base de dados *Web of Science* entre 1990 e 2018.



Fonte: do próprio autor.

Adicionalmente, analisando a base de dados internacional como a da Universidade de Harvard, ou a base de dados *Hollis*, sugere o acesso a cerca de vinte mil estudos por ano nos últimos períodos analisados, como apresentado na Figura 3. É um tema em evidência e que vem sendo muito estudado nos últimos anos sua aplicação e impacto para o futuro da aprendizagem na educação.

Figura 3 – Pesquisa sobre emprego da palavra “*Project Based Learning*” – “Aprendizagem Baseada em Projetos” na base de dados *Hollis* entre 1990 e 2017.

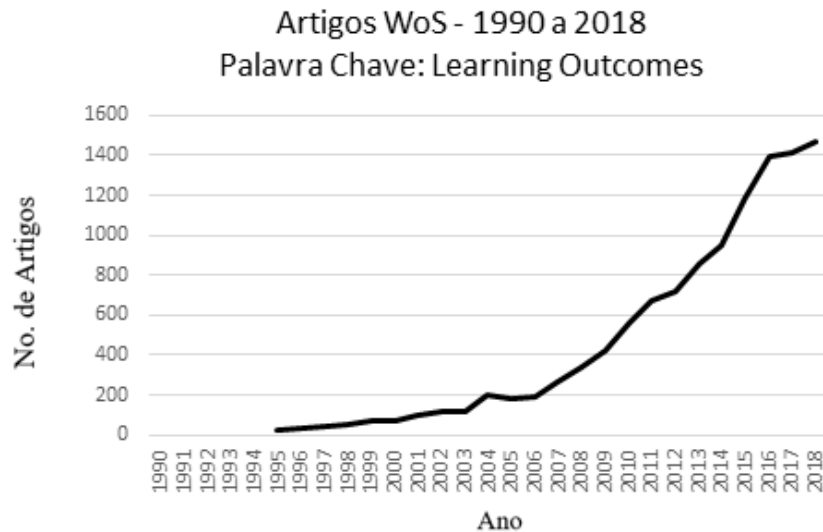


Fonte: do próprio autor.

Também foi analisada a palavra “Resultados de Aprendizagem”, que é a grande questão relacionada aos resultados que se obtém com o uso das metodologias ativas em sala de aula. Ela está relacionada com o quanto de conhecimento, habilidades e competências o aluno aprende pelo uso das metodologias ativas e está totalmente relacionado com o tema deste trabalho.

É possível identificar na Figura 4 que há muitos estudos nesta direção desde 2007, o que demonstra a preocupação com a mudança do ensino. Primeiro tem-se a base de dados *Web of Science*, indicando um aumento de citações desde 2007 e atingindo mais de 1.400 estudos que citam resultados de aprendizagem apenas em 2018. É um termo em evidência e que este volume sugere uma atenção ao que o estudante está aprendendo.

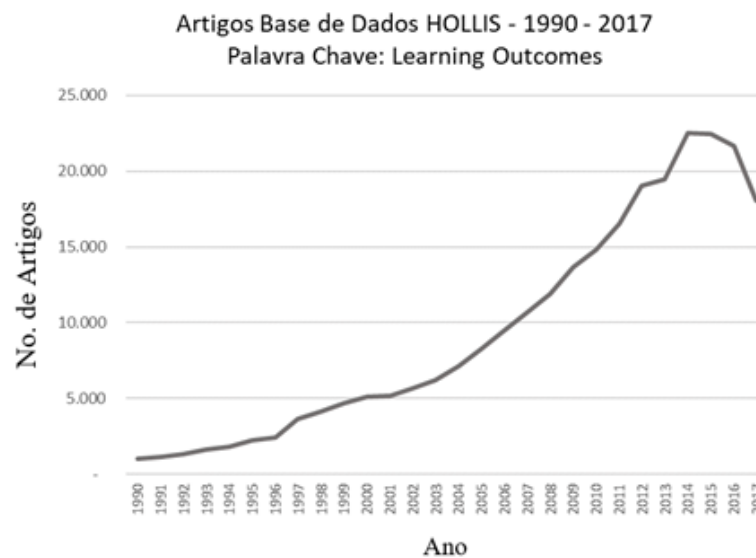
Figura 4 – Levantamento de citações da palavra “*Learning Outcomes*” – “Resultados de Aprendizagem” na base de dados *Web of Science* entre 1990 e 2018.



Fonte: do próprio autor.

Para a base de dados *Hollis*, o volume de citações de “*Learning Outcomes*” se equipara ao da palavra-chave “*Project Based Learning*”, apresentado na Figura 3, alcançando cerca de vinte mil citações em 2016, apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Levantamento de citações da palavra “*Learning Outcomes*” – “Resultados de Aprendizagem” na base de dados *Hollis* entre 1990 e 2017.



Fonte: do próprio autor.

O volume bibliográfico levantado neste estudo remete a um significativo nível de interesse sobre a aprendizagem baseada em projetos e a preocupação com os resultados de aprendizagem que se está alcançando, principalmente relacionados com a aprendizagem ativa, objeto deste estudo.

Implantar um modelo de aprendizagem baseada em projetos em um curso de engenharia promove um ambiente de desafio ao estudante por prototipar conceitos e validar conhecimentos, além de trabalhar em times, em grupos e por projetos. Portanto, aperfeiçoar e validar o modelo adotado é de extrema importância para o desenvolvimento de habilidades e competências alinhadas ao perfil do egresso de engenharia.

1.5 A MOTIVAÇÃO

Nos idos de 2012, houve a oportunidade de conhecer o projeto de aula de Física I, para estudantes, na Universidade de Harvard, quando o Centro Universitário Salesiano de São Paulo, UNISAL – Lorena, tomou a decisão de propor cursos de engenharias à sociedade da região histórica do Vale do Paraíba. Formou-se um colegiado de docentes com a missão de criar um ambiente novo, inovador e com a premissa de se ter uma estratégia de atuação diferenciada na realidade do mercado. Esta missão de docentes foi enviada para conhecer a realidade da Universidade de Harvard e *Massachusetts Institute of Technology - MIT*, realizar um benchmark naquelas Instituições e identificar elementos de inovação acadêmica possíveis de se implantar no Brasil. A missão permitiu conhecer seus laboratórios, como os alunos desenvolviam seus projetos acadêmicos e as metodologias ativas utilizadas em sala de aula. O uso das metodologias ativas de aprendizagem no contexto das disciplinas (LIMA, 2016) estava latente e disseminada naquelas grandes Instituições de Ensino Superior. A dificuldade vivenciada uma década antes, cujos egressos iniciantes no mercado de trabalho não traziam as competências necessárias para o enfrentamento da realidade do mercado, promoveu uma mudança significativa no posicionamento daquelas Instituições em preparar melhor o estudante no desenvolvimento das competências e habilidades transversais. Também houve a oportunidade de conhecer o modelo que, nascido neste período vivido pela Universidade de Harvard, do Inglês, *Conceive, Design, Implement and Operate - CDIO* (MALMQVIST et al., 2005), que significa Conceber, Projetar, Implementar e Operar. O programa de estudos *Syllabus 2.0* do CDIO, (CRAWLEY et al., 2011), estabelece os pilares específicos para criar um conjunto de objetivos claros, completo, consistente e abrangente para a educação em

engenharia. Este *Syllabus* 2.0 do curso de Física será uma das bases de orientação deste estudo. Com as visitas, foi possível pensar em conceber um projeto amplo para a implantação nos cursos de engenharia em Lorena.

A missão causou tanto impacto no colegiado que alguns desdobramentos significativos foram desencadeados devido a este *benchmarking*:

- Formação de uma parceria entre o UNISAL Lorena – SP e o Programa Acadêmico e Profissional para as Américas - LASPAU (<https://www.laspau.harvard.edu/>), que é uma fundação pertencente à Universidade de Harvard para o desenvolvimento da educação nas Américas focado nas IES, de seus docentes e dos alunos.
- Possibilitou o início do movimento para a criação do consórcio *STHEM* Brasil.

[...] A Iniciativa para o Desenvolvimento da Inovação Acadêmica – IDIA propõe trabalhar com universidades, instituições, organizações governamentais e setor privado para a implementação da Iniciativa para avanço do ensino e aprendizagem em Ciência, Tecnologia, Humanidades, Engenharia e Matemática para o Brasil. Nos três primeiros anos de programa, um grupo de mais de 40 Instituições de Ensino Superior, entre universidades, centros universitários e faculdades, de diferentes estados brasileiros, implementaram mudanças estruturais em seus processos de ensino. Estas ações refletirão um movimento para que o ensino seja centrado no aluno, buscando uma formação de profissionais mais qualificados e preparados para os desafios da sociedade atual (STHEMBRASIL, 2016).

O desenvolvimento deste projeto fez parte de uma estratégia adotada pelo Centro Universitário Salesianos de São Paulo - UNISAL em 2011 para instalar cursos de engenharia em seu campus do Vale do Paraíba. A estratégia adotada foi a de proporcionar um modelo de curso totalmente diferenciado e atualizado com a realidade do mercado e da sociedade de hoje. Como resultado deste processo, em 2012 iniciaram-se as engenharias civil, computação, elétrica, eletrônica e produção. Em 2015 foi instaurado o Consórcio *STHEM* Brasil – LASPAU (<https://www.sthembrasil.com/>), que tinha como objetivo inicial disseminar o conceito de metodologias ativas nas IES brasileiras. Foram mais de 50 IES com a participação de mais de setecentos e cinquenta docentes e gestores participantes no Consórcio nos últimos cinco anos. Este projeto nasceu desta iniciativa do Consórcio. Todo referencial teórico envolvido, a maioria do material didático apresentado, de alguma maneira, fez parte da estratégia e da implantação deste projeto em sala de aula e contribuiu na formatação do modelo proposto.

1.6 A HISTÓRIA DOS CURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL

No século XVII, quando da ideia de se instalar um curso de estudos científicos no Brasil, a referência adotada quanto à estruturação e formatação para os cursos de engenharia a ser ofertado sofreu muita influência da França, principalmente fundamentada pelos princípios da *École Polytechnique*, fundada em 1795, na França. A escola francesa propunha um modelo de currículo organizado mediante a divisão e a hierarquização dos conteúdos em básico e profissionalizantes. Desta maneira e sob esta influência, a primeira escola de engenharia fundada no Brasil foi a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, fundada no Rio de Janeiro em 1792 que, devido à criação das forças armadas, havia a necessidade de formação de um núcleo de inteligência técnica local para o desenvolvimento de massa crítica e pensante no processo construtivo e de defesa da Colônia de Portugal (OLIVEIRA, 2006).

Uma referência histórica de que o ensino da engenharia brasileiro nos primórdios se baseou nos modelos da *École Polytechnique* é a “Carta de Lei” (1810) da Academia Militar, na qual os termos “ensinar”, “explicar” e “dar” o conteúdo eram apresentados como sinônimos, enfatizando e direcionando as disciplinas básicas, também as aulas práticas dos alunos e previa que os docentes se encarregassem de redigir seus próprios compêndios, ou seja, os livros com as súmulas dos conhecimentos relativos às respectivas áreas do saber, sobretudo utilizando-os em seus processos de ensino e aprendizagem (CABRAL, 2011).

Em seguida, houve o desencadeamento de demanda acadêmica para o desenvolvimento da formação e a consolidação da Colônia, principalmente após a vinda da família real portuguesa para o Rio de Janeiro em 1808 e então novas instituições de ensino de engenharia surgiram, tais como a Academia Real Militar em 1810, a Imperial Academia Militar em 1822, a Academia Militar da Corte em 1832, a Escola Militar em 1840, a Escola Central em 1858 e a Escola Politécnica em 1874, quando esta última passou a formar, pela primeira vez no Império, somente engenheiros civis. Neste período de construção, era imperativa a necessidade de cérebros qualificados, formados e multiplicadores aqui no Brasil, visto que, somente na Europa havia essa disponibilidade acadêmica e acessível apenas a poucos abastados que dispunham de recursos para esta graduação (ALVES, 2016).

Como exemplo histórico, a escola de Minas de Ouro Preto, fundada em 1876 pelo Imperador D. Pedro II, já propunha a formação de engenheiros de minas para extrair o minério, fiscalizar o produto extraído e solucionar problemas, retratando o que havia em Saint-Étienne na França (CARVALHO, 2010) e prenúncio do processo de ensino e aprendizagem atual.

[...] Para atingir o objetivo, ele dispunha de dois modelos de organização, a Escola de Minas de Paris e a Escola de Minas de Saint-Étienne. A primeira tinha um curso de três anos de duração e dava formação básica mais sólida. Recrutava os alunos de um curso anexo que mantinha e dentre os melhores ex-alunos da Escola Politécnica. Formava “não apenas engenheiros, mas homens capazes de resolver problemas pertencentes ao domínio das ciências físicas e matemáticas”. A Escola de Minas de Saint-Étienne, criada em 1817, formava os alunos em dois anos e fornecia, no que se refere à matemática e à física, as partes “indispensáveis para tratar das questões de mecânica de máquinas, de metalurgia e de exploração”. Essa formação básica era suficientemente sólida para permitir, aos que assim o desejassem, dedicar-se à pesquisa puramente científica. Na verdade, segundo Gorceix, muitos dos ex-alunos de Saint-Étienne se tornaram cientistas ilustres.” Trecho do livro “A escola de minas de Ouro Preto – o peso da glória (CARVALHO, 2010).

1.7 PANORAMA DA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO NO BRASIL EM 2017

A maior necessidade no Brasil de 2017, e que continua atual, é o desenvolvimento de infraestrutura para se viabilizar um crescimento sustentável nas próximas décadas. Há necessidade de se investir em estradas, portos, melhores aeroportos, a viabilizar o escoamento das produções e permitir a exploração de novas regiões. E os engenheiros são fundamentais para esta expansão sustentável.

A necessidade de se ter engenheiros formados com qualidade para este desenvolvimento se faz imperativa para não barrar este avanço ou ter de importá-los. Uma grande preocupação é o nível de evasão nos cursos de engenharia, relatado por LOBO em (2012), mesmo antes do viés econômico negativo vivido pelo país entre os anos de 2015 e 2018.

A Tabela 1 descreve o que foi a realidade dos cursos de engenharia no Brasil em 2017, pelos dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP, com o número de ingressantes e o número de concluintes nos cursos de engenharia no Brasil dentre todas as IES, públicas e privadas.

É possível observar o baixo número de concluintes em relação ao número de matrículas efetivas, que não atinge 12% em nenhuma das regiões do país, tanto nas IES públicas quanto nas privadas.

Tabela 1: Número de alunos ingressantes, matriculados e concluintes nos cursos de engenharia das IES Públicas e Privadas por região brasileira em 2017

Número de Ingressantes, Matrículas e Concluintes nos Cursos de Engenharia em 2017							
Dados Engenharia 2017 INEP	Número de Ingressantes	Número de Matrículas	Número de Concluintes	% Ingressantes	% Matrículas	% Concluintes	Concluintes / Matrículas
Privadas	210.082	700.037	82.821	72,68%	69,55%	72,49%	11,83%
Centro-Oeste	16.956	52.483	6.071	5,87%	5,21%	5,31%	11,57%
Nordeste	34.571	105.235	9.729	11,96%	10,45%	8,52%	9,25%
Norte	13.476	36.857	2.983	4,66%	3,66%	2,61%	8,09%
Sudeste	113.219	401.359	53.486	39,17%	39,87%	46,82%	13,33%
Sul	31.860	104.103	10.552	11,02%	10,34%	9,24%	10,14%
Públicas	78.981	306.522	31.423	27,32%	30,45%	27,51%	10,25%
Centro-Oeste	6.389	25.850	2.668	2,21%	2,57%	2,34%	10,32%
Nordeste	14.657	60.611	6.235	5,07%	6,02%	5,46%	10,29%
Norte	6.103	23.453	2.164	2,11%	2,33%	1,89%	9,23%
Sudeste	35.024	131.119	13.777	12,12%	13,03%	12,06%	10,51%
Sul	16.808	65.489	6.579	5,81%	6,51%	5,76%	10,05%
Total	289.063	1.006.559	114.244	100,00%	100,00%	100,00%	11,35%

Fonte: Adaptado de INEP (2017).

Neste contexto, outra variável chama a atenção, entretanto bastante preocupante no que tange à qualidade do ensino de engenharia, que se trata do valor agregado (número obtido pela diferença entre a média da nota do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes - ENADE e do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM) para o ano de 2017.

A evasão demonstra um indicador importantíssimo na saúde dos cursos de engenharia e tem uma dimensão que pode definir a sustentabilidade dos cursos e trata do índice de evasão do curso, ou seja, a diferença entre o número de ingressantes e o número de egressos em cada modalidade de engenharia. Quanto ao valor agregado, propõe medir a qualidade do curso comparando as duas principais variáveis propostas pelo INEP e permite medir quanto o egresso evoluiu.

1.8 A EVASÃO E O VALOR AGREGADO

A Tabela 2 apresenta os dados sobre evasão nos cursos de engenharia público e privado disponibilizados pelo INEP em 2017. É possível observar pelos dados que pelo menos $\frac{1}{4}$ dos alunos ingressantes deixam os cursos e não se graduam engenheiros. O nível de desistência ou transferências para outros cursos é muito expressivo, considerando a necessidade de engenheiros que o país necessita.

Tabela 2 – Distribuição dos Índices de Evasão Anual por Região no Brasil 2016-2017

Índice de Evasão por Região no Brasil em 2017					
IES	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sul	Sudeste
Privada	29%	28%	28%	25%	25%
Pública	14%	16%	15%	19%	9%
Total	25%	24%	23%	22%	21%

Fonte: do próprio autor.

Outro dado levantado trata da evasão por curso de engenharia ou por especialidades, onde foram separados os dados dos cursos com maiores evasões e dos cursos com as menores evasões, considerando todas as IES, públicas e privadas.

Na Figura 6 é possível visualizar que os cursos de engenharia eletrotécnica, bioquímica e industrial foram os maiores índices de desistências de alunos em 2017, segundo o INEP, chegando a atingir mais de 35% de evasão no maior deles. É um dado bastante perturbador no que tange à sustentabilidade do curso pela sua possível obsolescência ou sobre a necessidade de atualização e rearranjo para atender o mercado atual. É um dado que exige uma análise mais aprofundada pelas IES para entender exatamente o que está ocorrendo em seus campus e agir estrategicamente na causa raiz do problema.

Figura 6 – Índice de evasão por especialidade de engenharia – maiores valores em 2017



Fonte: Adaptado de INEP (2017).

Na outra extremidade e com os menores índices de evasão estão os cursos de engenharia física, naval e biomédica, chegando a atingir valores menores que 7%, apresentado na Figura 7. Também cabe uma reflexão sobre o porquê estes cursos estão em evidência. Vale a pena investir para diferenciá-los e chamar mais a atenção dos ingressantes? Cabe à cada IES responder em função do seu posicionamento e seu entorno.

Figura 7 – Índice de evasão por especialidade de engenharia – menores valores em 2017



Fonte: Adaptado de INEP (2017).

Quanto ao valor agregado, calculado a partir da diferença entre a média da nota do ENADE de cada IES para cada respectivo curso de engenharia e a média da nota de matemática do ENEM de cada aluno ingressante na IES, foi utilizada a nota de matemática devido à direta relação com a formação em engenharia. Com a base de dados do INEP de 2017, foram extraídos os dados dos cursos e calculados tais valores para cada IES de engenharia. Também foi realizada uma adequação da nota do ENEM para colocá-la na mesma régua que a nota do ENADE. Assim, foi possível calcular e comparar a respectiva diferença entre as médias destas notas dos cursos de engenharia para cada IES.

Ao observar os resultados, foi possível identificar que somente as IES de referência no âmbito nacional, aquelas que conseguem atrair os melhores alunos, mais preparados, que possuem a

relação candidatos/vaga com valores mais altos, é que conseguem ter egressos com valor agregado positivo e significativamente adequados a formar massa crítica de valor no cenário nacional, apresentados na Tabela 3. Neste contexto, destacam-se apenas algumas IES Federais de engenharia, que receberam os ingressantes com média do ENEM pelo menos 0,5 ponto maior que a média e entregaram os egressos ao mercado com nota do ENADE pelo menos 0,5 ponto maior que a média, o que é uma tarefa bastante desafiadora.

Tabela 3: IES com ENEM > 0,5 e Valor Agregado > 0,5 ponto em relação à média

Nota ENEM > +0,5 e Valor Agregado > +0,5 ponto em relação à média			
Valor Agregado	Nota ENADE	Nota ENEM	IES
0,180	1,815	1,635	FEDERAL – SUDESTE
0,009	0,924	0,916	FEDERAL – SUDESTE
0,049	0,750	0,701	FEDERAL – NORDESTE
0,085	0,738	0,654	FEDERAL - CENTRO-OESTE
0,545	1,171	0,626	FEDERAL – NORDESTE

Fonte: do próprio autor.

Analogamente, tem-se na Tabela 4 as IES que receberam os ingressantes com notas maior que média do ENEM e entregaram os egressos ao mercado com nota do ENADE pelo menos 0,5 ponto maior que a média. Neste cenário surge uma única IES particular brasileira.

Tabela 4: IES Nota ENEM > 0 ponto e Valor Agregado > +0,5 ponto em relação à média

Nota ENEM > 0 ponto e Valor Agregado > +0,5 ponto em relação à média			
Valor Agregado	Nota ENADE	Nota ENEM	IES
0,885	0,934	0,049	PÚBLICA - REGIÃO NORDESTE
0,732	0,834	0,102	PARTICULAR - REGIÃO SUDESTE

Fonte: do próprio autor.

Em geral, é importante a necessidade de uma mudança de atitude das IES de engenharia no âmbito particular para que a qualidade do ensino seja priorizada e para que se posicionem como agentes de transformação estrutural no entorno a que estão situadas, pois elas abrangem mais municípios no país e tem um papel fundamental neste processo e não há representatividade delas nos dados apresentados na Tabela 4.

Ainda, como validação de que basta vontade à IES em se posicionar estrategicamente enquanto agente influenciador na região onde atua, principalmente a particular, foi calculado pelo autor a correlação entre os dados da média do ENADE e nota bruta do Conceito Preliminar de Curso – CPC, com o número de doutores e o respectivo regime de trabalho da IES. Com a análise, onde valores mais próximos de 1,00, maior a correlação entre as variáveis, foi possível identificar que tanto o regime de trabalho, parcial ou integral, quanto o número de doutores, apresentam valores de correlação com a nota do ENADE de 0,07 e 0,17, respectivamente, apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Correlações entre Nota do ENADE 2017 e Componentes Específicos das IES de Engenharia

Correlação entre Nota do ENADE 2017 e Componentes Específicos					
GERAL	Nota Bruta CE	Nota ENADE	No. Doutores	Regime Trabalho	CPC Contínuo
CPC Contínuo	0,64	0,75	0,53	0,41	1,00
Regime Trabalho	0,07	0,07	0,34	1,00	-
No. Doutores	0,14	0,17	1,00	-	-
Nota ENADE	0,83	1,00	-	-	-
Nota Bruta CE	1,00	-	-	-	-

Fonte: do próprio autor.

Este número é importante pois significa dizer que, não há uma correlação direta entre a nota do ENADE das IES de engenharia com o número de doutores no curso ou o seu regime de trabalho. Para ter um bom desempenho no ENADE, deve-se focar em qualidade é mais importante ter processos robustos e que funcionem no âmbito acadêmico, garantir que os projetos acadêmicos, de extensão e, em alguns casos, de pesquisa, sejam executados. Cuidar dos alunos em durante sua vida na IES é fundamental para acompanhar a execução dos processos institucionais, principalmente nas particulares.

Existe um caminho árduo, que requer planejamento e ações de curto e médio prazo, que é possível acoplar-se à realidade da IES, entretanto a questão passar por uma pergunta muito estrutural e estratégica: a IES do ensino de engenharia quer esta mudança e este posicionamento? Esta dissertação irá propor o desenvolvimento de um dos pilares mencionados anteriormente para a contribuir com esta estratégia de mudança.

Outra análise que foi possível ser feita pelo autor foi identificar IES que deveriam sofrer algum tipo de intervenção governamental, onde os cálculo do valor agregado apresentou valores

negativos, ou seja, aquelas cujo resultado entre ENADE piorou em relação a um ENEM que já era ruim. Como a sociedade aceita o funcionamento destas IES? Que contribuições e que valores agregados tais IES podem produzir à sociedade? Na Tabela 6 tem-se os valores calculados desta abordagem.

Tabela 6: IES em 2017 que receberam os estudantes com notas do ENEM abaixo de -0,5 ponto menor que a média e pioraram o resultado do ENADE (Valor agregado menor que -0,5)

Valor Agregado < -0,5 e ENEM < -0,5 em relação à média			
Valor Agregado	Nota ENADE	Nota ENEM	IES
-0,720	-1,411	-0,691	PARTICULAR - REGIÃO SUDESTE
-0,628	-1,311	-0,683	PARTICULAR - REGIÃO SUDESTE
-0,624	-1,484	-0,861	PARTICULAR - REGIÃO SUDESTE
-0,574	-1,121	-0,547	PARTICULAR - REGIÃO NORDESTE
-0,542	-1,063	-0,521	PARTICULAR - REGIÃO SUL
-0,515	-1,750	-1,235	PARTICULAR - REGIÃO SUDESTE

Fonte: do próprio autor.

Contudo, ainda que discreto e embrionário, o ensino superior brasileiro passa por uma adaptação a esta nova realidade. Diversos *benchmarkings* e iniciativas individuais e institucionais têm ocorrido e permitido aos estudantes brasileiros acesso às novas modalidades de ensino, aprendizagem e pesquisa, vindos das melhores universidades do mundo. Acessar este conteúdo é conectar o processo de ensino e aprendizagem ao século XXI e possibilitar aos brasileiros um aprendizado ativo, conectado, adequado à realidade atual e futura. Diversas profissões atuais, não existiam há 5 anos atrás, como Blogueiros, Especialistas em marketing digital, *App Design*, *Social Media Manager*, Diretor de Sustentabilidade, Especialista em *Cloud Service*, entre outras, simplesmente não se concebia sua existência. Empresas como Google, Apple, LinkedIn, Alibaba entre outras, trouxeram o mundo ao alcance de todos porque abriram novos horizontes e novas possibilidades impossivelmente vislumbradas anos atrás.

1.9 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E MATERIAIS

A pesquisa-ação trata de combinar pesquisa e ação para a solução de um problema ou a aplicação de uma melhoria ao processo (COHEN et al, 2007) e tem sido aplicada em métodos de aprendizagem nos últimos anos. Este método analisa uma instância específica para ilustrar

um princípio de estudar um exemplo único para se entender as ideias e possibilitar a mudança de curso do processo atual. Habilita o entendimento de como ideias e princípios podem estar juntos ou ajustados conjuntamente para interferir em um processo mediante uma melhoria contínua, uma adequação ou a uma mudança disruptiva. Segundo o autor, a Pesquisa Ação percorre trilha planejar, agir, observar e refletir para proporcionar a mudança em um determinado processo.

A base deste projeto foi pela observação de dois modelos implementados em universidades norte americanas, sua descrição, realidade, contexto e ambiente de cada uma e com a pretensão de adaptar a uma realidade no ensino superior particular brasileira.

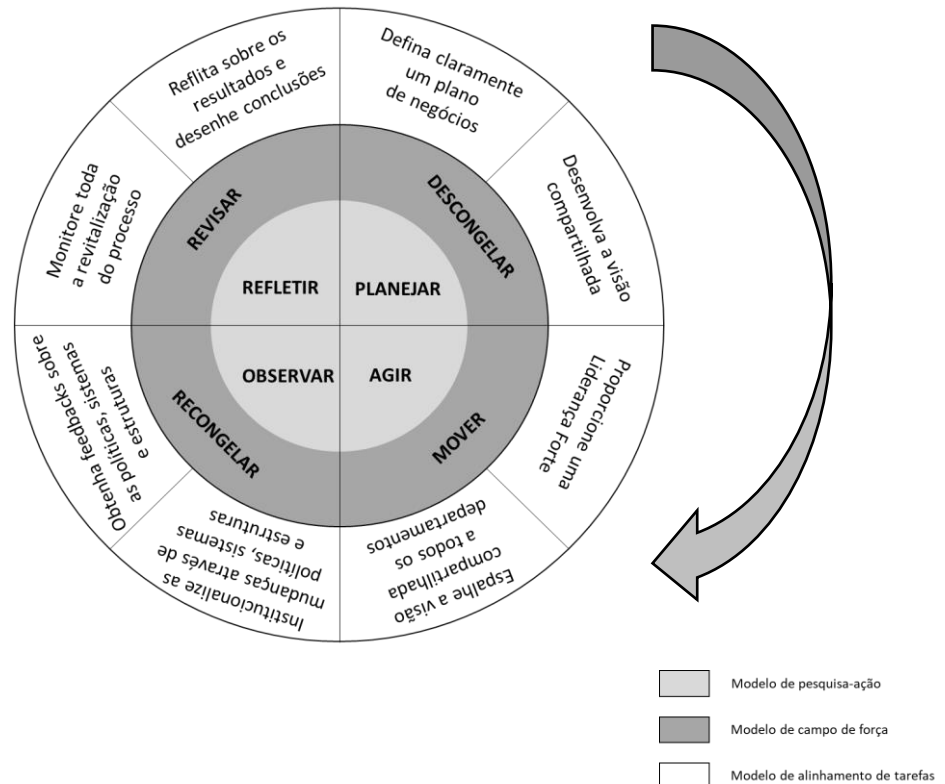
De maneira análoga, o processo de pesquisar e agir (COHEN et al, 2007) permitirá revisar o modelo de avaliação implementado no projeto inicial e propor uma maior abrangência da avaliação formativa aplicada ao PBL, de maneira que se possa avaliar o aluno individual e coletivamente, bem como suas competências transversais.

Por fim, este método contempla o desenvolvimento de oito práticas que fundamentam sua implementação, apresentado na Figura 8:

- Revisa o processo atual;
- Identifica um aspecto que se gostaria de melhorar;
- Imagina os caminhos para atingir esta melhoria;
- Implementa as ações;
- Monitora e reflete sobre o que exatamente ocorreu com a mudança no processo ou no modelo;
- Modifica o plano para adequações necessárias ao que verificado;
- Avalia o que foi modificado e o resultado do processo;
- Continua o processo de melhoria ou correções até que se esteja satisfeito com o resultado.

Este passo a passo foi descrito no livro “Métodos de Pesquisa em Educação” (COHEN et al, 2007).

Figura 8 - Modelo de pesquisa-ação emancipatória para a mudança organizacional



Fonte: Cohen et al. (2007). traduzido pelo autor.

Seguindo o modelo de *Olin College* e orientado pelo modelo “*Standard 11 CDIO*” (MALMQVIST et al., 2005) e (CRAWLEY; LUCAS, 2011) para desenvolver e implementar o *Project Based Learning* em uma disciplina e obter engajamento dos alunos deve-se considerar diferentes objetivos que podem ser atingidos com projetos, ter atividades para envolver o aluno e levá-lo a atingir as metas, conduzir as atividades a um produto que permita avaliá-lo de maneira integral, desde o início, durante o desenvolvimento do projeto até sua apresentação final. Trata-se de aplicar um processo de avaliação contínuo e formativa com estratégia para avaliar o indivíduo e o coletivo.

Da mesma maneira, a pesquisa-ação é uma ferramenta para mudar e melhorar o nível atual descrito por COHEN et al (2007), que permite buscar formas diferenciadas de visões e métodos para atingir esta melhoria bem como a de estabelecer um processo de avaliação formativa que se aplique adequadamente ao modelo final proposto.

Trata-se ainda de uma pesquisa exploratória que visa identificar elementos na realidade da sala de aula e propor a inserção de um novo método na realidade atual. O trabalho investigativo de exemplos e casos anteriores requer uma atenção aos detalhes, aos exemplos e às realidades vivenciadas para a adequação ao modelo estudado.

O ambiente estudado foi a sala de aula, com o emprego do método aprendizagem baseada em projetos em algumas disciplinas dos cursos de engenharia do UNISAL Lorena e, portanto, os instrumentos de avaliação, com suas respectivas notas, foram os instrumentos finais de consolidação do modelo aplicados em universo de quatrocentos e vinte e oito estudantes, em onze disciplinas e em um período amostral compreendido entre os anos de 2015 e 2019.

Todas as informações foram lançadas no sistema de gestão de sala de aula da IES cujo papel de armazenamento de dados e informações foi fundamental para extração dos dados e estudos realizados.

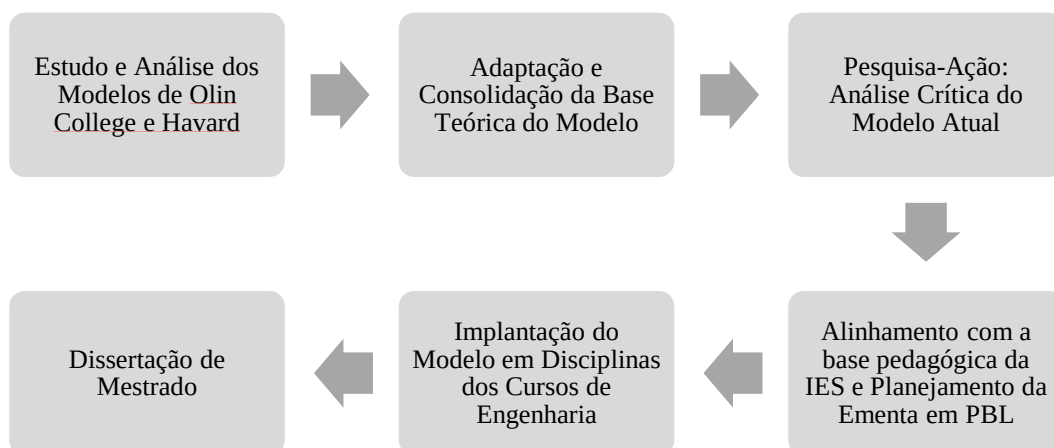
1.10 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

No capítulo 1 se dá a introdução, contextualização, apresentado os objetivos geral e específicos, delimitação e justificativa do estudo com o respectivo método de pesquisa e os materiais utilizados neste trabalho. No capítulo 2, estão os referenciais teóricos, os quais são abordados os assuntos referentes às metodologias ativas, avaliação formativa e demais conceitos envolvidos no projeto. O capítulo 3 apresenta a implantação do projeto ao longo de cinco anos, o processo de avaliação bem como os pontos positivos e as dificuldades na implantação.

O capítulo 4 apresenta e discute os resultados obtidos nas respectivas disciplinas e traz uma avaliação deste processo ao longo dos cinco anos e no capítulo 5 o trabalho é concluído e são sugeridas algumas recomendações de estudos futuros.

A Figura 9 apresenta o percurso que este projeto adquiriu desde a sua idealização até o encerramento do ciclo deste projeto.

Figura 9 - Modelo adotado para o percurso do projeto



Fonte: do próprio autor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O contexto atual de sala de aula traz muitos elementos de aprendizagem importantes no desenvolvimento do aluno e que já são aplicados há muito tempo na sala de aula. Entretanto, para atingir a formação integral do aluno, são conceituados e discutidos elementos e conceitos como aprendizagem ativa, metodologias ativas, avaliação formativa, valor agregado, competências, indicadores entre outras. Alguns métodos são conhecidos há bastante tempo por docentes e alunos, pois sua aplicação é muito difundida em sala de aula. Entretanto, o que se vê formatado como metodologias ativas é a construção de um modelo de ensino, com objetivos de aprendizagem, processos claros, sistemática de avaliação, bem como os resultados desta aprendizagem (MORAN, 2015).

2.1 APRENDIZAGEM ATIVA

A aprendizagem ativa pode proporcionar uma excelente oportunidade para a avaliação formativa do aluno em sala de aula, enquanto o relatório do projeto pode ser aplicado na avaliação somativa (BIELEFELDT, 2013). Ela constitui transformar o aluno em responsável pelo seu aprendizado. Neste processo, cabe ao professor conduzi-lo por este caminho e direcioná-lo na busca do direcionamento de cada conceito necessário ao desenvolvimento da ação, da atividade ou do projeto (MAHARDINI et al., 2019).

Além disso, a eficácia da aprendizagem ativa passa por envolver os estudantes em pensar sobre o contexto em que eles estão inseridos e o que estão fazendo (BONWELL & EISON apud. LUMPKIN; ACHEN; DODD, 2015, p. 123), pois trata-se de provocar o pensamento crítico no estudante. O emprego da leitura prévia antes de toda e qualquer atividade em sala de aula ou mesmo antes do início de algum projeto, provoca o pensamento inicial sobre um determinado tema ou conceito e insere o estudante no contexto proposto para a atividade. Simplificando, à medida que os alunos leem, escrevem, discutem e resolvem problemas eles aprendem mais. “Os elementos principais do aprendizado ativo são a atividade do aluno e o envolvimento no processo de aprendizagem. O aprendizado ativo é frequentemente contrastado com a aula tradicional, na qual os alunos recebem passivamente informações do instrutor ” (LUMPKIN; ACHEN; DODD, 2015, p. 123). Ainda, o aprendizado ativo incluiu alguma atividade que incentive os alunos a participarem de abordagens e de aprendizagem que os envolvam ao longo

do curso ou da disciplina. A conclusão de Lumpkin descreve que o papel fundamental dos docentes é o de encorajar cada vez mais o uso de estratégias de aprendizagem ativa em sala de aula, ter um amplo conhecimento das metodologias ativas de aprendizagem para variar o uso de abordagens do aprendizado ativo a fim de atender as necessidades acadêmicas dos alunos e dos docentes.

Deve avaliar as percepções dos alunos diante das atividades de aprendizagem para elas sejam aprimoradas sistematicamente. O mais importante é garantir que os objetivos de aprendizagem definidos na fase de planejamento sejam alcançados. Lumpkin ainda conclui que solicitar as percepções anônimas dos alunos, obtém-se informações valiosas e úteis a fim de melhorar o planejamento da disciplina e dos cursos e as abordagens instrucionais. (LUMPKIN; ACHEN; DODD, 2015).

Além disso, o papel do docente é considerado um fator chave para a aplicação sistêmica da aprendizagem ativa (NIEMI, 2002) e representa o mais crucial dentre todos, porque os arranjos pedagógicos planejados têm o enfoque na melhoria do processo de aprendizagem, realçar a igualdade de oportunidades no processo de aprender e, indiretamente, auxiliar no combate à exclusão social e no aprendizado entre alunos.

Ainda, Niemi (2002) enfatiza que muitas qualidades do aprendizado são acionadas pela aplicação do processo de conhecimento. O processo de construção deste conhecimento também pode ser orientado à resolução de problemas críticos e à avaliação do conhecimento. Permite também o desenvolvimento das chamadas habilidades transversais, relacionadas à vida profissional. É um processo livre para aprender, empreender, criar aplicações que podem gerar valor no produto dotando-se dos processos cognitivos. As habilidades metacognitivas são as chaves conceituais neste processo. Neste contexto, o desenvolvimento do docente é fundamental para definir estas estratégias de aprendizagens em sala de aula, em um projeto e em toda a disciplina (ANASTASIOU; ALVES, 2014).

Portanto, a aprendizagem ativa é a inversão do processo tradicional de ensinar e aprender, pois é introduzido o elemento o papel ativo do aluno em buscar o conhecimento e aplicá-lo no trabalho proposto. O papel individual é importante, o envolvimento entre pares produz conhecimento, o trabalho em grupos conduz à solução de problemas complexos e docente maneja esta jornada com as ferramentas ativas, com o acompanhamento, a avaliação, as metodologias e a tecnologia são o pano de fundo de sustentação deste novo contexto (KOZANITIS, 2015).

2.2 METODOLOGIA ATIVA E MÉTODOS ATIVOS DE APRENDIZAGEM

No artigo “Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem”, Valéria Vernasche Lima, descreve de maneira clara o que são as metodologias ativas.

[...]As raízes da utilização de metodologias ativas – MA na educação formal podem ser reconhecidas no movimento escolanovista. De modo geral, são consideradas tecnologias que proporcionam engajamento dos educandos no processo educacional e que favorecem o desenvolvimento de sua capacidade crítica e reflexiva em relação ao que estão fazendo. Visam promover: (i) proatividade, por meio do comprometimento dos educandos no processo educacional; (ii) vinculação da aprendizagem aos aspectos significativos da realidade; (iii) desenvolvimento do raciocínio e de capacidades para intervenção na própria realidade; (iv) colaboração e cooperação entre participantes. Segundo Dewey, a utilização de desafios educacionais no formato de problemas mostra-se coerente com o modo como as pessoas, naturalmente, aprendem. Segundo esse autor, a educação deve voltar-se à vivência de experiências ao invés da transmissão de temas abstratos. Para além do engajamento dos educandos, Bruner (professor de Psicologia e Diretor do Centro de Estudos Cognitivos da Universidade de Harvard) considera necessário que as MA acionem representações que construímos sobre o mundo. Exploradas por meio de narrativas, essas representações traduzem a interface entre o indivíduo e o social, e permitem um maior acesso sobre o modo de pensar, os desejos e interesses das pessoas, numa determinada cultura. Chickering e Gamson incluíram o uso de metodologias ativas dentre os sete princípios para uma boa prática educacional. Esses autores chamam a atenção para a realização de atividades que envolvam a cooperação, a interação, a diversidade e a responsabilidade dos educandos, especialmente em pequenos grupos (LIMA, 2016, p. 424)

Assim, para a aplicação da aprendizagem ativa, as metodologias ativas é um conjunto de ferramentas a serem utilizados para se desenvolver competências e habilidades junto aos estudantes. O grande segredo está no docente em ter disciplina em aplicar o método em sua plenitude, contemplando todos os elementos de aprendizagem de cada método para se obter os objetivos traçados na atividade ou no projeto proposto. Em (BOWERS et al., 2019) surge a ideia do *Plan, Do, Study and Action* - PDSA, ou Planejar, Fazer, Estudar e Agir e, estudar a aprendizagem ativa, significa proporcionar ao aluno estudar previamente, observar e agir na direção de atingir o objetivo de aprendizagem.

Ainda, Moran (2015) descreve a importância e a necessidade do uso das Metodologias Ativas em sala de aula para acompanhar a realidade atual do ensino.

[...]As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos. Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais

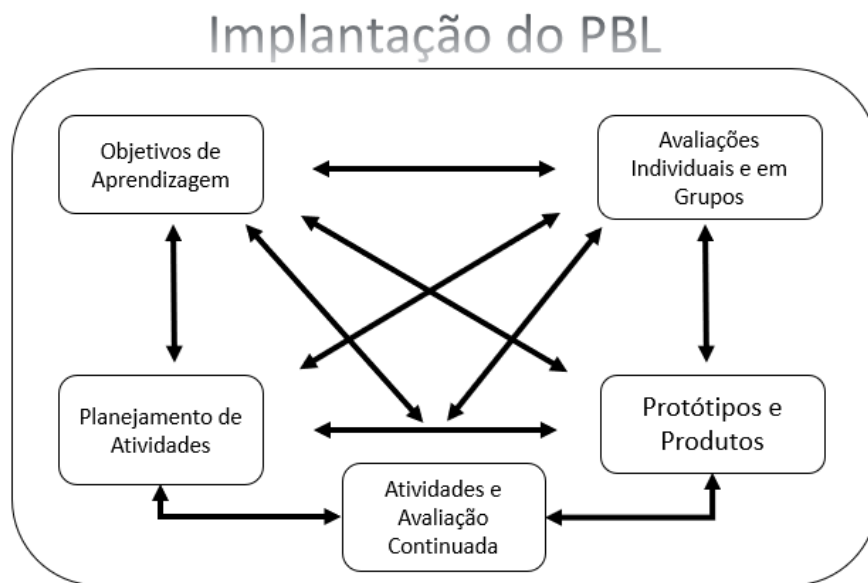
relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa. Desafios e atividades podem ser dosados, planejados e acompanhados e avaliados com apoio de tecnologias. Os desafios bem planejados contribuem para mobilizar as competências desejadas, intelectuais, emocionais, pessoais e comunicacionais. Exigem pesquisar, avaliar situações, pontos de vista diferentes, fazer escolhas, assumir alguns riscos, aprender pela descoberta, caminhar do simples para o complexo. Nas etapas de formação, os alunos precisam de acompanhamento de profissionais mais experientes para ajudá-los a tornar conscientes alguns processos, a estabelecer conexões não percebidas, a superar etapas mais rapidamente, a confrontá-los com novas possibilidades. Quanto mais aprendamos próximos da vida, melhor. As metodologias ativas são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas (MORAN, 2015, p. 17-18).

2.2.1 Aprendizagem Baseada em Projetos

Aprender fazendo, com as mãos na massa ou, como dizem os americanos “*hands-on*”. Para trabalhar o *Project Based Learning* - PBL é necessária a colaboração, interação entre os colegas, docentes na gestão da enquanto orientadores com motivação e diversão para atingir o objetivo. Assim, o professor, para definir um projeto, deve estabelecer os objetivos de aprendizagem, definir as atividades que proporcionarão os avanços do projeto em direção a estes objetivos. Os produtos ou protótipos serão propostos a serem criados, elaborados ou montados para a materialização do processo de aprendizagem. Adiciona-se ao longo do projeto todo o processo de avaliação individual e em grupo, pois o desenvolvimento do projeto é um processo contínuo de avaliação (LIMA, 2016). O processo do PBL compreende um longo planejamento prévio do projeto, que contemple todas as etapas de implantação e do processo avaliativo para alcance até onde se quer chegar. A primeira etapa é a definição dos objetivos e metas de aprendizagem, ou seja, nesta fase define-se quais serão os objetivos a serem alcançados, quais conceitos serão trabalhados pelos alunos e quais competências e habilidades serão desenvolvidas, com a respectiva profundidade que se quer atingir. Assim, o professor ou o colegiado definirão quais projetos estarão mais adequados para alcançar estes objetivos propostos. Na segunda etapa são listadas as atividades que os alunos irão desenvolver, as atividades que o professor irá ministrar e as fases que deverão ser cumpridas para que os alunos alcancem a conclusão dos projetos. Na Figura 10 é representado o processo de planejamento do PBL orientando-se a partir da definição dos objetivos de aprendizagens e, seguindo no sentido anti-horário, pela definição das atividades, pensando nos protótipos e projetos a serem propostos até a definição do processo de avaliação.

Após a definição da coluna cervical do PBL é necessário analisar este fluxo para determinar se os objetivos de aprendizagem estão sendo contemplados nos produtos e protótipo propostos, se as avaliações estão compatíveis com a aprendizagem, enfim, é necessário avaliar se cada bloco está integrado com os demais para que os objetivos sejam cumpridos satisfatoriamente.

Figura 10: Integração entre os elementos de processo do PBL



Fonte: Adaptado de *STHEM* Brasil (2017).

Portanto, para o planejamento do *Project Based Learning* é necessário definir os principais conceitos a serem desenvolvidos no projeto e considerar diferentes objetivos de aprendizagem possíveis de serem alcançados utilizando projetos. Também é necessário planejar atividades que envolvam os alunos para atingir as metas estabelecidas. A execução destas atividades conduz os alunos a produzirem um produto e apresentá-lo para defender suas abordagens e pontos de vistas, demonstrando que o objetivo proposto tenha sido alcançado. Cabe ao professor desenvolver um processo de avaliação que permita avaliar cada aluno durante o processo do projeto e o grupo no atingimento dos objetivos propostos.

2.2.2 Aprendizagem Baseada em Times ou *Team Based Learning*™ – TBL

Este método ativo é uma marca registrada e nasceu com o professor Larry Michaelsen, então na Universidade do Missouri nos Estados Unidos, quando começou a desenvolver um método colaborativo de aprendizagem dos alunos por um processo de avaliação individual e, em seguida, em times ou em grupos (MICHAELSEN, 2005). A aprendizagem baseada em times

proporciona o desenvolvimento da discussão em grupos, defesa de distintos pontos de vista. Esta metodologia ativa representa uma estratégia de avaliação de ensino no qual os alunos são avaliados individualmente e, em seguida, têm a oportunidade de compartilhar seus conhecimentos e discutindo os diferentes pontos de vistas em grupos, em linguagem própria e maneira estruturada e direcionada pelo professor através da necessidade de responder uma avaliação em conjunto. A ideia central é conhecer o quanto cada aluno aprendeu e em seguida medir o quanto o time ou grupo aprendeu e corrigiu seus erros e dificuldades. A avaliação individual e em grupos proporciona um momento de debate e convencimento entre os participantes do grupo que permite estabelecer uma relação entre o indivíduo e o grupo e se houve alguma evolução avaliativa e de aprendizado (PERRENOUD, 2016). A atuação do professor como direcionador do conhecimento reflete sua função de tutor do aprendizado, sem deixar o controle de lado (GIL, 2008). Introduzir o processo avaliativo na metodologia *Team Based Learning* - TBL, ou Aprendizagem Baseada em Times, em um projeto elaborado pelos alunos em grupo onde o método PBL foi utilizado, complementa uma abordagem de prototipar uma ideia, materializar o experimento, traduzir o conceito teórico em prático e permitir avaliá-los em grupo e individualmente. Assim, o ciclo de aprendizagem se consolida, pois, o aluno torna-se o protagonista do seu processo de aprendizagem e o professor estabelece parâmetros de avaliação dos dois modelos para possibilitar a avaliação e visualizar o quanto cada aluno evoluiu no processo de aprendizagem com os projetos, desempenhando o papel de mediador conforme menciona SOUZA (2016).

2.3 ALUNO PROTAGONISTA

O aluno protagonista é um elemento inserido no contexto do processo de aprendizagem ativa. A figura do aluno recebendo informações passivamente deixa de existir para transformá-lo em um agente fundamental deste processo, pois ele poderá utilizar o meio que achar mais adequado para pesquisar, ler e entender os conceitos necessários a execução dos objetivos e atividades propostas. É tarefa do docente proporcionar um ambiente para que ele trilhe seu caminho de aprender para a construção de seu conhecimento. O papel do docente é direcionar este aprendizado com planejamento do processo de aprendizagem: material para leitura prévia, organização de atividades que atendam às expectativas dos objetivos de aprendizagem e direcione os alunos aos estudos necessários para atingir as habilidades e competências previstas no plano de aula e no planejamento da disciplina (SORDI et al., 2015).

Ressalte-se ainda, a importância que os objetivos educacionais refletem no nível de conhecimento desejado dos alunos. Como desdobramento, o planejamento, os procedimentos metodológicos, a ação mediadora do professor e o protagonismo do aluno serão fatores determinantes para que o processo de execução tenha êxito no alcance dos objetivos (JAURATA BORRASCA; MEDINA MOYA, 2012).

2.4 AVALIAÇÃO FORMATIVA

Segundo Tragtenberg, (1982), a escola recebeu ao longo de sua história duas funções principais que foram atribuídas às instituições e aos docentes, que são a exclusão do sistema de ensino dos alunos das classes sociais inferiores e a definida como a transmissão ao jovem de valores compatíveis com o seu futuro papel (TRAGTENBERG, 1982 apud FREITAS, 2005, p. 131). O processo de avaliação e o consequente uso da nota foram alguns dos mecanismos criados para o cumprimento das duas funções supracitadas.

O processo de avaliação tradicional com o emprego da nota faz parte de um mecanismo criado para o cumprimento das duas funções supracitadas. Segundo Freitas (2005), a finalidade do processo de avaliação nunca foi apenas o de verificar as aprendizagens, mas também de estabelecer um controle sobre o comportamento dos estudantes, seus valores e comportamentos. Assim, o poder do professor se constituiu a partir do controle da avaliação do discente. O autor explica, ainda, que este processo de controle pela avaliação firmou-se em dois planos: um formal e outro informal. No plano da avaliação formal estão as técnicas e procedimentos palpáveis de avaliação com provas e trabalhos que conduzem a uma nota, já no plano da avaliação informal estão os juízos de valor invisíveis e que acabam por influenciar os estudantes ao desenvolvimento ao longo do curso.

Para o desenvolvimento do processo de avaliação formativa, pode-se aplicar a Taxonomia de Bloom, sistema de classificação dos verbos que auxilia e orienta na construção de questões e avaliações individualmente ou em grupo. Em 1948, um grupo de educadores assumiu a tarefa de classificar metas e objetivos educacionais. Eles propuseram-se a desenvolver um sistema de classificação para três domínios: o cognitivo, o afetivo e o psicomotor. A ideia central da taxonomia é a de que os objetivos educacionais podem ser arranjados numa hierarquia do mais simples (conhecimento) para o mais complexo (avaliação). Neste contexto, aplica-se a Taxonomia de Bloom como orientação e ferramenta para avaliar este percurso do aluno, dotando-se dos blocos evolutivos de aprendizagem, bem como seus respectivos verbos (ANDERSON; EDS, 2001). Resumidamente, os verbos direcionam o docente no processo de

planejamento da avaliação, pois para cada fase do aprendizado é possível preparar elementos verbais adequados para se obter o melhor resultado e avaliar o processo de aprendizagem do aluno. Ainda, segundo Anderson (2001), na Figura 11 é descrita a Taxonomia de Bloom e sua classificação de verbos, que podem ser utilizados para o processo de avaliação e proporciona um direcionador para a elaboração de atividades e para o processo de avaliação. Ainda na Figura 11, alguns elementos verbais foram acrescentados pelo autor, dado o uso nos processos avaliativos ao longo do período considerado junto ao Núcleo de Apoio Pedagógico - NAP da IES. Os verbos em negrito referem-se aos originais descritos em Anderson (2001).

Figura 11 – Elementos verbais sugeridos pela Taxonomia de Bloom para o processo de avaliação

VERBOS DA TAXONOMIA DE BLOOM					
RECORDAR	ENTENDER	APLICAR	ANALISAR	AVALIAR	CRIAR
Definir	Classificar	Construir	Atribuir	Checar	Desenvolver
Listar	Comparar	Executar	Comparar	Julgar	Gerar
Nomear	Expor	Implementar	Diferenciar	Justificar	Inventar
Reconhecer	Interpretar	Utilizar	Organizar	Recomendar	Planejar
Rotular	Inferir		Separar		Produzir
	Sumarizar				

Fonte: Adaptado de Anderson (2001).

Utilizar os verbos da Taxonomia de Bloom para planejar as questões das avaliações propostas permite ao docente estabelecer um direcionamento para a avaliação (KING apud MCCONNELL; STEER; OWENS, 2003) e ter o conhecimento dos avanços dos alunos dentro dos pilares sugeridos pela Taxonomia de Bloom.

2.5 COMPETÊNCIAS

Segundo Perrenoud (1999, p. 30): "Competência é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações e outros) para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações".

Ser competente é possuir a capacidade de pensar, perscrutar, duvidar, refletir e exercitar sua autonomia e este contexto converge diretamente no enfoque do preparo do egresso, pois estes elementos compõem o perfil necessário ao desenvolvimento do egresso de engenharia.

2.5.1 Conceito “CHA”

Aprender de forma tradicional existe desde que o início da escola. O professor, dono do saber, transmite conceitos e conteúdos aos seus estudantes pelo exercício de transmitir conhecimento, que o recebe passivamente sob a batuta de estar disponível a ouvir. Com a virada do último milênio esta abordagem não é mais suficiente face à realidade atual.

Para desenvolver as competências no aluno do século XXI é preciso trabalhar o conceito de desenvolver Conhecimento, Habilidades e Atitudes, ou o conceito CHA, ou seja, cumprir a educação integral do aluno na disciplina. Este conceito remete à cinco palavras que desenvolvem e consolidam a formação integral do aluno: conhecimento, habilidades, atitudes, valores e emoções (FERREIRA, 2013), estas duas últimas mais abstratas, contudo não menos importantes. O conhecimento remete aos entendimentos dos conceitos, leis, teorias e procedimentos e é importante para o saber (CARMO, FRANCO, 2019), as habilidades são as práticas cognitivas e sócio emocionais que o estudante deve desenvolver para o saber fazer e as atitudes, por sua vez, são o que levam as pessoas a decidirem se irão ou não exercitar as habilidades de determinados conhecimentos, ou melhor dizendo, é o querer fazer. Estas ainda, exigem de foco para que os conhecimentos e habilidades entreguem resultados para os objetivos esperados. Trabalhar conhecimento, habilidades e atitudes com os alunos contribui com a sua formação integral, exercitando o saber, o saber fazer, o querer e o saber ser do indivíduo, ou seja, exercitando alguma competências importantes durante sua vida acadêmica.

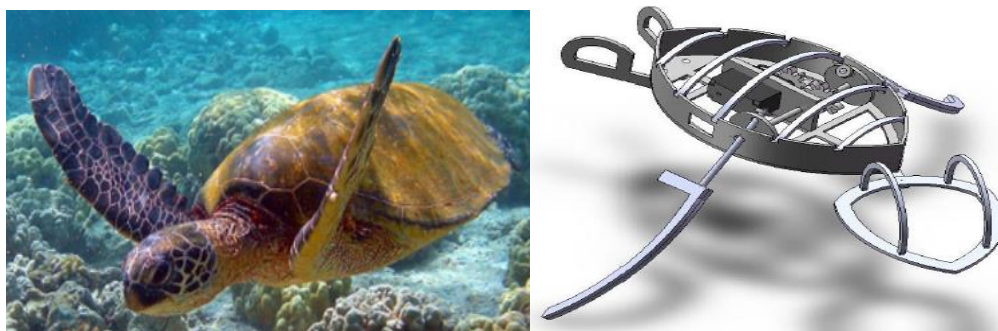
2.6 O PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO DE OLIN COLLEGE

A missão de *Olin College* é “preparar os estudantes para se tornar engenheiros inovadores exemplares que reconhecem as necessidades, buscam soluções de design, engajado com a criatividade para as empresas e para o bem do mundo” (SOMERVILLE et al., 2005). Trata-se de uma faculdade de engenharia localizada em Boston – MA, nos EUA que atua plenamente por projetos em todos os seus cursos. O *Syllabus* ou currículo de *Olin College* enfatiza o processo e o contexto tanto quanto o conteúdo técnico e específico. Quando se estuda a disciplina Ciência da Natureza, o objetivo é replicar em um protótipo o movimento de alguma espécie viva. Isto provoca o pensamento crítico em diversos sentidos para se prototipar um design que atenda às especificações e objetivos do projeto. O objetivo do engenheiro de *Olin College* é focar o processo pessoa-a-pessoa e este é direcionado a seguir o percurso: pessoas,

necessidades, requerimentos, especificações, produtos e pessoas, sustentado pela interdisciplinaridade do *STHEM*.

Na Figura 12 tem-se um exemplo de projeto de prototipagem aplicado na disciplina Ciências da Natureza onde se reproduz em laboratório o movimento de um ser vivo em uma réplica automatizada ou robotizada.

Figura 12 - Exemplo de projeto desenvolvido pelos alunos em Ciências da Natureza.



Fonte: *STHEM* Brasil (2016).

Como conseguinte, o modelo pedagógico de *Olin College* é interdisciplinar, orientado para o design e altamente colaborativo e criativo.

2.7 PROJETO INTERDISCIPLINAR

O projeto interdisciplinar é um processo que possibilita a integração entre pelo menos duas disciplinas e proporciona um ambiente de conexão entre diferentes conceitos em um único propósito. Esta integração produz um alinhamento com O *STHEM* e possibilita experiências integrais entre as diferentes perspectivas. A interdisciplinaridade do PBL provoca nos docentes um foco maior nas disciplinas visualizando um contexto integral na formação (EDMUNDS et al., 2017) e no estudante um pensamento sistêmico e o entendimento no exercícios de práticas que remetem ao mundo real.

[...] A interdisciplinaridade se apresenta como possibilidade conceitual, metodológica e prática no sentido de fomentar uma atitude de busca e de questionamento frente às questões que envolvem o ensino, a aprendizagem e o próprio conhecimento. As metodologias ativas de aprendizagem, por sua vez, oferecem outras possibilidades de intervenção educativa nas situações de ensino e de aprendizagem de conceitos e práticas, por meio da interação entre alunos e professores, alunos e alunos e deles todos com o conhecimento. (SANTOS, 2015).

A interdisciplinaridade promove a interação entre docentes no sentido de estabelecer um objetivo comum no projeto, porém com o olhar disciplinar, o que remete a cada um o seu ponto de vista no processo, que convergem ao todo, enriquecendo o processo de aprendizagem e, conseqüentemente o projeto devido à contribuição individual pela sua história, experiência e que refletirá no aluno, pois exigirá dele atender partes distintas, preparar-se para convencer um colegiado e o fará crescer e desenvolver-se perante um desafio. A aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares assume o papel estratégico de desenvolver o aluno em face a um objetivo estabelecido (FERNANDES; FLORES; LIMA, 2010).

Um exemplo de aplicação é o foco desenvolvido pela Universidade do Minho em Guimarães – Portugal, que desenvolve projetos interdisciplinares dentro da empresa, buscando solucionar problemas no mundo real e promovendo o desenvolvimento do estudante durante sua formação técnica (LIMA et al., 2017).

Trata-se de um desafio contínuo de se remodelar o currículo de engenharia e aproximá-lo cada vez mais da necessidade da sociedade e suas partes e o projeto interdisciplinar é um veículo que pode contribuir com esta formação do aluno.

2.8 CORRELAÇÃO ESTATÍSTICA

Quando se analisa a relação entre duas variáveis, X e Y por exemplo, é possível observar se há uma tendência de uma influenciar a outra, para observar se, para maiores valores de X, há uma tendência a se obter maiores valores de Y e vice-versa. Quando há esta ocorrência, diz que há uma correlação linear positiva entre as variáveis X e Y.

Entretanto, é possível ter casos em que a distribuição apresente a condição de, para maiores valores de X, há a tendência a se observar menores valores de Y e vice-versa. Estes casos são chamados de correlação linear negativa (COSTA NETO, 1992).

O sinal positivo ou negativo do coeficiente de correlação r ou fator r , indica qual é a tendência da variação que uma variável provoca à outra, entretanto deve ser considerado também a intensidade do número adimensional produzido ou o grau da correlação. O diagrama de dispersão pode ser elaborado antes dos cálculos da correlação para se observar visualmente o que está ocorrendo com a distribuição.

A análise de correlação linear conduz a saber o quanto os pontos da distribuição se aproximam de uma reta. Costa Neto ainda estabelece que, uma medida do grau e do sinal da correlação linear é dada pela covariância entre as duas variáveis (COSTA NETO, 1992).

A equação (1) apresenta o cálculo da medida de correlação, chamado de coeficiente de correlação linear de Pearson ou S_{xy} .

$$S_{xy} = cov(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{n} \quad (1)$$

Entretanto, é mais conveniente utilizar, para a medida de correlação, o coeficiente de correlação linear de Person, em função dos desvios padrões das duas variáveis que se quer analisar.

Equação (2) - Desvio Padrão das variáveis X e Y:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \text{ e } S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (2)$$

Foi considerado “n” valores, pois os cálculos apresentados foram feitos com todo o universo avaliado e então, na Equação (3), tem-se o coeficiente de correlação linear de Person. Quanto mais próximo de +1 significa um caso de correlação positiva perfeita o qual se aplica para valores mais próximos de -1, significando uma correlação negativa perfeita.

$$r = \frac{cov(x, y)}{S_x \cdot S_y} \quad (3)$$

Muitas vezes, valores intermediários significam que os valores de r podem apresentar o quanto se dá a variação conjunta entre estas variáveis.

2.9 ANÁLISE SWOT

Utilizada como ferramenta estratégia em análise de negócios, a matriz SWOT, do inglês, *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*, ou Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças, permite uma avaliação em colegiado, em quatro perspectivas frente a uma condição atual de um processo ou para a análise de um ambiente. Aplicada principalmente para direcionar ações futuras, esta ferramenta estratégica pode ser utilizada em qualquer realidade, vendas, um projeto ou um processo, contribuindo para a elaboração de planejamentos estratégicos e de gestão de uma organização. A aplicação de ferramentas estratégicas é fundamental para o desenvolvimento organizacional. Esta ferramenta foi criada por Kenneth Andrews e Roland Cristensen, professores da *Harvard Business School*, e posteriormente aplicadas nas academias e nas organizações. A Análise SWOT, representada na Figura 13, direciona para a competitividade de uma organização sob a análise em quatro dimensões: *Strengths* (Forças),

Weaknesses (Fraquezas), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças), os quais são relacionados elementos ou variáveis em cada dimensão na organização em estudo e permite listar suas fortalezas, fraquezas, oportunidades e as ameaças (SILVA, 2013).

Figura 13 – Análise SWOT – os quatro quadrantes



Fonte: do próprio autor.

Assim, esta ferramenta possibilita estabelecer um plano estratégico para os elementos mais importantes ou mais críticos para o desenvolvimento, crescimento ou fortalecimento daquele processo ou ambiente em estudo.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 A IMPLANTAÇÃO DO MODELO

3.1.1 Ciclo 2014 e 2015 – O planejamento e a implantação do modelo

De volta à realidade brasileira e com a expectativa em construir um modelo diferenciado do ensino tradicional, pensou ser possível atuar com projetos nas disciplinas dos cursos de engenharia da IES, para produzir um diferencial no processo de aprendizagem. A IES estava em busca de um modelo novo para a formação dos seus cursos de engenharia, disruptivo e este modelo foi identificado em *Olin College*, cuja missão daquela IES é preparar os estudantes através de exemplos inovadores de engenharia que reconhece as necessidades, desenha soluções e o engaja em um empreendimento criativo para um mundo melhor (SOMERVILLE, 2005). Foi um caminho bastante trabalhoso, pois provocar a mudança do processo da IES do modelo de ensinar para o modelo de aprendizagem exigiria um esforço considerável de mudança de propósito na IES. Havia a necessidade de um planejamento prévio considerável e de alteração no regimento interno da IES para aceitar o novo modelo e, principalmente, o convencimento e apoio dos alunos, docentes e até mesmo gestores na aplicação do PBL. Foram seis meses somente para a discussão do modelo e para o planejamento da disciplina, com reuniões semanais entre os coordenadores dos cursos de engenharia e alguns docentes para o desafio do planejamento do projeto.

Durante esta fase, foi fundamental o apoio, o exemplo e a tutoria de um professor de *Olin College*, principalmente apresentando ao colegiado o modelo do *Syllabus* de *Olin College*, (SOMERVILLE, 2005), ora por e-mail, ora por fone conferência, para eliminação de dúvidas e orientação no planejamento do modelo, pois o maior entrave foi responder como todo o conteúdo do plano de ensino seria trabalhado por projetos e o maior desafio seria como planejar o processo de avaliação formativa do aluno ao longo do semestre. Como deveria ser o processo de avaliação individual e em grupo? A definição e delimitação das disciplinas Mecânica dos Flúidos e Fenômenos dos Transportes, que fazem parte do ciclo básico de todas as engenharias da IES (civil, elétrica, eletrônica, mecânica e produção), como a base do projeto, facilitou bastante este planejamento, devido à variedade de projetos possíveis a serem propostos. Inicialmente foram envolvidos cinco coordenadores de cursos e um docente das disciplinas de engenharia para o planejamento e a execução do projeto nos cursos.

A ideia consistiu em agrupar todos os conceitos da disciplina no semestre em blocos compatíveis ou complementares e, em seguida, encontrar os projetos mais adequados à aplicação destes conceitos agrupados. Entretanto, foi necessário definir o conceito principal de cada projeto, aquele que conseguiria agrupar ou complementar mais conceitos em um único projeto, para que cada um dos três projetos definidos tivessem um conceito master como premissa. Como a disciplina é semestral, foi definido que a cada cinco semanas os alunos apresentariam um projeto, permitindo tempo para atividades individuais, laboratoriais e em sala de aula. Assim sendo, foram definidos três projetos no semestre, sendo que o projeto 1 teria os conceitos relacionados com a Lei de Pascal, o projeto 2 relacionado aos conceitos de Empuxo e Propriedades dos Fluidos e o projeto 3 referente ao conceito do Número de Reynolds, com foco no escoamento de fluidos. Assim, foram desenvolvidas atividades ao longo de cada projeto, como leitura de artigos, lista de exercícios, experimentos em laboratórios, entre outros, para direcionar os estudos dos conceitos e permitir o desenvolvimento dos protótipos a serem construídos e assim, atingir os objetivos propostos de cada projeto. Também, sob sugestão do professor de *Olin College*, foi definido que os grupos seriam estabelecidos aleatoriamente pelos professores das disciplinas e cada grupo com quatro ou cinco participantes, para provocar a organização, a comunicação e a divisão de tarefas de maneira que todos pudessem trabalhar no processo de solução de problemas. A inserção da variável aleatória na escolha dos membros do grupo provoca a adaptação à adversidade.

A segunda fase do planejamento consistiu no início das atividades a serem desenvolvidas e realizadas pelos alunos dentro de cada projeto. Era necessário planejar como deveria ser cada atividade para possibilitar a avaliação individual e em grupos, onde tinha-se a expectativa de contemplar os conteúdos envolvidos, cobrir lacunas conceituais e desenvolver algumas competências comportamentais no aluno. Cada atividade foi planejada para que os alunos pudessem exercitar os conceitos previstos nos projetos. Desta maneira, foram propostas atividades individuais, como resenhas de artigos e de vídeos em que haja cada conceito, aula expositiva dialogada para apresentação dos principais conceitos, realização de listas de exercícios, atividades em laboratórios, atividades em pares, entre outras, além das entregas dos relatórios intermediários do projeto principal.

Com base no Currículo de *Olin College* e com a aplicação dos projetos, foi possível identificar diversos objetivos possíveis de serem alcançados nas competências fundamentais, tais como aprendizagem de conteúdo, integração disciplinar, aprendizado orientado pelo aluno, design de protótipos e de produtos e nas competências transversais, como a colaboração, criatividade,

habilidades de comunicação, habilidades mão na massa, pensamento crítico, prototipagem, solução de problemas reais, trabalho em equipe, entre outros.

E assim, para cada projeto, seria necessário analisar e avaliar os protótipos para verificar se o objetivo geral foi cumprido, se o relatório estaria em conformidade com o roteiro proposto e se a apresentação de cada projeto conseguiu resumir o propósito do grupo. Assim seria possível avaliar as habilidades de comunicação e o resultado do trabalho em equipe. A plataforma de sustentação do sistema foi o AVA Moodle da IES, sistema de gestão de sala de aula, que é o meio de comunicação oficial entre professores e alunos, onde é o local oficial da IES para armazenamento de trabalhos propostos, criação de histórico, de banco de dados e ferramenta de gestão de cumprimento de prazos e o local onde os alunos postam todas as atividades para armazenamento e controle oficial do docente, muito utilizado na condução de cursos em ensino à distância - EAD (CARMO, FRANCO, 2019).

Finalmente, foi gerado o cronograma de todas as atividades e datas planejados para a disciplina, contemplando cada um dos três projetos e compartilhando com os alunos, pois é fundamental o alinhamento com a classe no início do semestre para o entendimento de todos sobre a regra do PBL e a respectiva democratização das informações, dos prazos e datas dos entregáveis. Neste documento foi possível compartilhar a definição e divisão de conceitos chaves por grupo, a definição dos projetos a serem desenvolvidos e estudados durante o semestre, as datas de entrega de relatórios intermediários, final e apresentação do protótipo, bem como o critério de avaliação de cada uma das atividades.

Além de adquirir conhecimento, a base de sustentação do projeto foi a de desenvolver as competências transversais nos alunos, tais como: trabalho em equipe, relacionamento, gerenciamento do tempo, cumprimento de prazos e metas, responsabilidades, comprometimento, colaboração, entre outras, pois o papel individual e em grupo exige cumprir metas e prazos, colaborar, ser responsável, pesquisar, praticamente em todas as atividades durante cada projeto, inclusive entrega de relatório final e apresentação do protótipo do projeto. Foi necessário desenvolver uma estratégia de planejamento e comunicação clara com os alunos para que houvesse entendimento sobre o paradoxo de se buscar conhecimento pela curiosidade e pelo trabalho em equipe em detrimento às aulas expositivas, único processo conhecido, difundido e culturalmente disseminado no Brasil (CHUA; DRINGENBERG, 2015).

Seguindo esses princípios, a metodologia PBL foi implementada integralmente na disciplina. Também foi necessário inserir uma aula magna para chamar a atenção do aluno, pois seria fundamental começar bem o projeto, proporcionar a conexão da sala com o PBL e conectá-los

ao que estava sendo proposto, pois foi necessário desenvolver uma estratégia de comunicação clara com os alunos para que houvesse entendimento sobre o paradoxo de se buscar conhecimento através da curiosidade, do trabalho em equipe em detrimento às aulas expositivas, único processo que eles conheciam até o momento.

Uma grande dúvida surgiu entre o colegiado: qual seria o percentual de peso da avaliação individual e qual seria o peso em grupo, para composição da média final do semestre? A definição se deu por esse mesmo colegiado e com base na experiência de cada um e definido como segue na Tabela 7.

Tabela 7 – Planejamento dos pesos das avaliações individual e em grupo na disciplina em 2015

AVALIAÇÃO	NOTA FINAL
INDIVIDUAL	3,0
GRUPO	7,0
TOTAL	10,0

Fonte: do próprio autor.

Como apresenta (SOUZA, 2000), o processo de avaliação requer atenção principalmente para os processos e não apenas para os resultados. É necessário permitir possibilidades para que os alunos expressem suas visões e pontos de vistas e o docente deve planejar estas entradas e preparar instrumentos adequados de avaliação deste processo. O processo de feedback deve ser rápido, ativo e contínuo, no qual ocorre a intervenção do docente, com base nas informações obtidas, que corrige, direciona e melhora o processo, sempre em favor de superar as dificuldades identificadas. No caso da disciplina em PBL, foi possível esta abordagem devido à replicação do modelo nos três projetos, caso houvesse algo identificado no projeto 1, seria possível melhorar para os projetos 2 e 3. Para cada um dos projetos foi atribuído um peso de 30% no valor total da disciplina, Tabela 8, sendo que as atividades de cada projeto teriam cada uma um peso até compor a nota final de cada projeto, conforme descrito na Tabela 8. Desta maneira, foi possível avaliar cumprimento de prazos, as atividades individuais, as análises críticas individuais, as provas individuais, os trabalhos em laboratórios, as pesquisas e a entrega dos projetos, estes em grupos.

A proposta elaborada na Tabela 8 descreve o planejamento definido para as avaliações do semestre na disciplina planejada em formato PBL. Cada projeto teve suas respectivas atividades e avaliações, formando a nota final de cada projeto. Somando-se as três notas dos três projetos

à nota do projeto interdisciplinar, projeto transversal e institucional, com peso de 10%, formaria a nota final do semestre de cada aluno. Lembrando que a média para aprovação da disciplina na IES é nota 6,0 (seis).

Tabela 8: Planejamento de atividades e de avaliação do projeto 1 da disciplina.

Atividade	Peso	Tipo
Projeto 1 – Lei de Pascal	30%	30% individual e 70% em grupo
Planejamento do Projeto (5W2H)	2%	Grupo
Resenha de Artigo	2%	Individual
Lista de Exercícios	2%	Individual
Laboratório 1	2%	Grupo
Laboratório 2	2%	Grupo
Relatório Intermediário	3%	Grupo
Resenha de Vídeo	2%	Individual
Apresentação do Protótipo	5%	Grupo
Protótipo	5%	Grupo
Relatório Final	5%	Grupo
Nota Final	30%	= até 3 pontos na média

Fonte: do próprio autor.

E, pela Tabela 9, tem-se a sistemática de avaliação da disciplina em PBL no semestre letivo, sendo três projetos e um projeto interdisciplinar para compor a nota final entre zero e dez de cada aluno.

Tabela 9 – Pesos das avaliações oficiais ao longo do semestre na disciplina em PBL

Avaliações Oficiais em PBL	Pesos das Avaliações
Projeto 1	30%
Projeto 2	30%
Projeto 3	30%
Projeto Interdisciplinar	10%
Total	100%

Fonte: do próprio autor.

Com este planejamento contemplando as avaliações individuais e coletivas, seria possível obter um processo de avaliação formativa. Em (SILVA et al., 2017), o ponto chave da avaliação

formativa é o feedback e, para este projeto dar certo, houve um alinhamento prévio entre os docentes que aplicariam as disciplinas no modelo PBL, para a correta condução, aplicação da avaliação e o retorno aos alunos, a cada 15 dias, para que o feedback e o direcionamento no projeto fosse adequado.

Após este processo, deparou-se com um problema: o sistema de avaliação da IES permitia apenas inserir notas das provas P1 e P2 e extrair a média, enquanto avaliação semestral da disciplina. Houve o envolvimento da direção da IES, que influenciou o Conselho Universitário da IES e o Núcleo Desenvolvimento Estruturante - NDE dos cursos envolvidos, que validaram permitir até 6 (seis) avaliações oficiais dentro do semestre para cada disciplina. Assim, viabilizou-se o projeto de PBL piloto na IES.

Ainda, como as disciplinas na IES são semestrais, também foi possível iniciar a replicação da estratégia do PBL na disciplina Instalações Elétricas, onde foi planejado a realização de três projetos de instalações elétricas, seguindo a Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, com o primeiro projeto individual sendo o de instalação elétrica da residência do aluno, o segundo projeto, um trabalho colaborativo em pares, com a confecção das instalações elétricas de uma unidade comercial de 1.000 m² de área construída ou de um prédio de dezesseis apartamentos, à escolha dos alunos, e o terceiro projeto, de uma unidade industrial com enfoque em um centro de usinagem para a confecção de peças para a indústria automobilística, onde o memorial descritivo solicitava a instalação de pelo menos sessenta motores elétricos trifásicos e com uma lista de instalações físicas necessárias ao funcionamento da indústria. Este projeto, maior e com entregáveis mais complexos, permitiu o trabalho em equipe de três integrantes e com pelo menos quarenta dias de prazo de entrega. Estas foram as principais mudanças no planejamento entre uma disciplina de engenharia mecânica e outra de engenharia elétrica, entretanto foi possível o aproveitamento de quase tudo o que foi idealizado no primeiro projeto.

Nas Tabelas 10 e 11 tem-se como amostragem a apresentação do resultado da aplicação do trabalho no Ciclo 1 da pesquisa-ação, com as notas finais de três alunos na disciplina mecânica dos fluidos aplicada em 2015, onde é possível visualizar as atividades individuais, em pares, em grupos com as respectivas avaliações e nota final, como exemplo da implementação do trabalho planejado.

Tabela 10 – Quadro de Notas das Atividades Individuais e em Grupos da Disciplina Mecânica dos Fluidos aplicado em PBL – Projeto 1 e 2 em 2015

AVALIAÇÕES NO SEMESTRE - DISCIPLINA MECÂNICA DOS FLUIDOS										
NOME DO ALUNO	LAB	PESQUISA	PLAN	LAB	PROJ	PLAN	AVALIAÇÃO	PESQUISA	PESQUISA	PROJ
	FONTE DE HERON	QUESTIONÁRIO SOBRE PRESSÃO - AVA	PLANILHA 5W2H PROJETO I	LAB LATA DE COCA	PROJETO 1 - PASCAL	PLANILHA 5W2H PROJETO II	DISCUSSÃO DO PROJETO II	ANÁLISE EXERCÍCIOS DE EMPUXO	ENTENDA O EMPUXO	PROJETO 2 - ARQUIMEDES
ALUNO 1	10,0	10,0	10,0	10,0	9,8	7,0	10,0	10,0	10,0	7,1
ALUNO 2	8,0	0,0	10,0	0,0	8,6	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0
ALUNO 3	10,0	0,0	10,0	10,0	9,6	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0

Fonte: do próprio autor.

Tabela 11 – Quadro de Notas das Atividades Individuais e em Grupos da Disciplina Mecânica dos Fluidos aplicado em PBL – Projeto 3 e Nota Final em 2015

AVALIAÇÕES NO SEMESTRE - DISCIPLINA MECÂNICA DOS FLUIDOS								
NOME DO ALUNO	PLAN	PESQUISA	PESQUISA	LAB	LAB	PROJ	NOTA FINAL	NOTA SEMESTRE
	PLANILHA 5W2H PROJETO III	PESQUISA: PRESSÃO ESTÁTICA, DINÂMICA, VAZÃO	EXERCÍCIO DE VAZÃO - LABORATÓRIO	CÁLCULO DO NÚMERO DE REYNOLDS	EXPERIMENTO DA BOLA DE PING PONG - ESCOAMENTO DE AR	PROJETO 3 - No. DE REYNOLDS		
ALUNO 1	0,0	10,0	10,0	10,0	0,0	6,1	8,1	8,0
ALUNO 2	0,0	8,0	10,0	10,0	10,0	7,6	7,6	7,5
ALUNO 3	0,0	0,0	10,0	10,0	10,0	9,6	8,1	8,0

Fonte: do próprio autor.

Em 2015, um artigo foi submetido no Congresso “*International Symposium on Project Approaches in Engineering Education - PAEE and Active Learning in Engineering Education Workshop*” que ocorreu em San Sebastián, Espanha, onde foi apresentado este planejamento como estudo disruptivo no Brasil (CHAGAS, 2015).

3.1.2 Ciclo 2016 e 2017 – Resultados, avaliação e planejamento

Ao final de 2015, fez-se uma reunião de análise crítica do primeiro ciclo do projeto finalizado. E chegou-se a seguinte análise da ferramenta SWOT:

Pontos positivos e fortalezas do projeto

- A comunicação com os alunos funcionou bem com os alunos e entre os docentes
- O programa foi cumprido conforme o planejado
- Os alunos apresentaram os três projetos e foram ótimos trabalhos
- As apresentações provocaram muita curiosidade dentro da IES
- Apoio da Direção da IES foi fundamental para a implantação do projeto
- Houve engajamento do colegiado de boa parte dos docentes na fase de planejamento
- A infraestrutura de laboratórios técnicos e de *design thinking* favorável

Pontos fracos e de melhorias

- Não houve engajamento total dos alunos
- O discurso necessitava ser contínuo durante todo o semestre
- Outros docentes não viram o projeto com bons olhos
- Houve críticas de outros docentes
- O processo de avaliação 70% e 30% permitiu alunos contribuírem pouco com os projetos e protótipos, sobrecarregando alguns participantes do grupo
- Sobrecarga de alguns alunos na construção dos protótipos
- Reclamação dos alunos que os docentes não davam aula, apenas trabalhos e atividades
- Que faltou prova

Oportunidades

- Transformar o modelo em um processo único dentro da IES
- A motivação percebida em boa parte dos alunos trabalhando por projetos e com a mão na massa desencadeia processo de aprender por propósito e pode contagiar a todos positivamente.

Ameaças

- Perder apoio da Direção significa finalizar o projeto
- Professores contra o modelo

Com a análise, foi possível reforçar o modelo junto aos docentes que trabalhariam no projeto em 2016, reforçando o discurso junto aos alunos para eliminar toda e qualquer dúvida referente ao modelo de aula e de avaliação propostos e a produzir material científico, face aos resultados obtidos.

Ficou decidido também que seria mantido o mesmo planejamento da disciplina produzido no ano anterior, contudo com duas mudanças estruturais: a primeira sendo a inserção de uma prova

no modelo *Team Based Learning* - TBL, para que as avaliações em formato de provas pudessem existir e promover o entendimento dos alunos sobre a importância da avaliação individual, e segundo, a modificação no peso da componente de avaliação individual se tornar 70% e em grupo, 30%, invertendo o que foi definido em 2015. O elemento adicional foi a inclusão de uma prova individual no período de 2017 para avaliação dos conhecimentos estudados na disciplina. Foi elaborado um processo avaliativo em *Team Based Learning* – TBL, onde foi possível proporcionar uma avaliação individual e realizada em grupo, possibilitando a colaboração entre eles e a discussão dos conceitos estudados.

A partir deste planejamento, ficou definido também a continuidade da replicação do modelo na disciplina Instalações Elétricas no curso de engenharia mecânica. Tanto o planejamento quanto a replicação do plano foram mantidos para o próximo ciclo. Na Tabela 12 tem-se o resumo das notas das atividades e dos projetos aplicados em 2017 na disciplina mecânica dos fluidos.

Tabela 12 – Quadro de Notas das Atividades Individuais e em Grupos da Disciplina Mecânica dos Fluidos aplicado em PBL em 2017

NOTA MECÂNICA DOS FLUIDOS 2017													
NOME	ATIVIDADES INDIVIDUAIS	PROVA P1 - TBL MEC FLU	PROVA P1 - TBL MEC FLU	APRESENTAÇÃO O PROTÓTIPO	RELATÓRIO	MÉDIA PROJETO 2	APRESENTAÇÃO PROTÓTIPO	RELATÓRIO	MÉDIA PROJETO 1	EXPERIMENTOS DE AULA	PI	NOTA FINAL	MÉDIA FINAL
ALUNO 1	9,0	6,8	7,8	9,0	8,5	8,8	10,0	8,5	9,3	10,0	1,50	9,35	9,50
ALUNO 2	8,0	5,1	6,1	7,0	7,0	7,0	8,5	8,5	8,5	10,0	1,40	8,19	8,00
ALUNO 3	8,0	5,8	6,8	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	1,44	8,21	8,00
ALUNO 4	8,0	7,2	8,2	8,0	7,5	7,8	9,0	4,0	6,5	7,5	1,43	8,30	8,50
ALUNO 5	7,7	7,2	8,2	8,0	7,5	7,8	8,0	4,0	6,0	7,5	1,43	8,21	8,00
ALUNO 6	9,1	7,6	8,6	9,0	9,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	1,50	9,82	10,00
ALUNO 7	5,5	5,0	6,0	8,0	7,5	7,8	8,0	4,0	6,0	5,0	0,64	6,18	6,00

Fonte: do próprio autor.

3.1.3 A revisão dos pesos das avaliações

Após o fechamento do segundo ciclo da execução dos planos de ensino totalmente por projetos, deparou-se com a questão dos pesos entre as notas individual e em grupo. O modelo com o peso individual em 70% provocou maior individualismo e a estratégia de aplicação do PBL, que remete à colaboração, ao compartilhamento de dados e informações, ao desenvolvimento das competências técnicas e transversais e ao trabalho em equipe, ficaram em segundo plano e poderiam ter sido mais potencializados, tanto para quem aprende quanto para quem transmite e compartilha o conhecimento. Com o histórico de dois anos de aprendizado, foi definido que a nota final da disciplina teria um peso na avaliação de 40% para o individual e 60% em grupo, equilibrando a balança a partir das experiências vividas junto aos projetos, aos alunos e às disciplinas.

Também foi possível estabelecer um alinhamento com o Núcleo de Apoio Pedagógico - NAP da IES para contribuir com a visão pedagógica ao projeto PBL. Chega-se à conclusão de que o desenvolvimento dos docentes (GARCIA et al., 2012) em metodologias ativas, recursos digitais de aprendizagem, avaliação ativa, formativa e integral do aluno, competências e a produção do plano de ensino adequado a esta nova realidade, eram fundamentais para a o planejamento e execução de disciplinas por projetos e havia esta massa crítica na IES devido à existência do Consórcio *STHEM* na IES, que vinha ocorrendo anualmente na unidade desde 2014, e que formava massa crítica no ambiente de aprendizagem ativa.

Esta estratégia de planejamento adotada para 2016 foi aplicada também no ano de 2017 e funcionou durante dois anos ou quatro semestres nas disciplinas envolvidas.

Até este período planejado, os projetos interdisciplinares eram realizados de modo transversal e multidisciplinar, onde um docente definido pela IES era a liderança responsável pelo projeto e pelos alunos, dividindo-os em times, conduzindo e avaliando os projetos, as apresentações e protótipo final. A nota final também se transformava em 1 ponto adicional em cada disciplina do semestre do aluno. Após 2017, este projeto se transformou em disciplina e um docente passou a receber atribuição de aula em cada semestre de cada curso até o oitavo período, sendo incluído no Projeto Pedagógico do Curso – PPC, oito projetos interdisciplinares, e formalizando o processo de se atuar com projetos em cada curso.

Assim, o Projeto Interdisciplinar - PI passou a assumir um papel de disciplina, com notas, avaliações, exames, como qualquer outra disciplina da grade curricular dos cursos de engenharia.

Sobre o ano de 2016, um artigo foi produzido pelo autor e submetido ao PAEE ALE, Congresso da Universidade do Minho sobre metodologias ativas (CHAGAS, 2016).

3.1.4 Ciclo 2018 – O planejamento para o desenvolvimento de competências

Em 2018, com apenas três docentes atuando no modelo e com a participação do Núcleo de Apoio Pedagógico da IES no planejamento do projeto, foi possível melhorar o planejamento do PBL. Foi incluído no processo pensar em desenvolver algumas competências necessárias à formação do engenheiro e propor organizar um modelo onde tudo se encaixa dentro do projeto que fora desenvolvido e aplicado desde 2015.

Entretanto, foi possível estabelecer uma relação entre as atividades planejadas e o “CHA”, conhecimento, habilidades e atitudes e preparar o trabalho até então desenvolvido e vinculá-lo ao desenvolvimento de competências.

Na Tabela 13, com o quadro de notas de 2018 é possível visualizar a relação entre as atividades e os projetos com os elementos de desenvolvimento de conhecimentos e habilidades, como realização de resenhas com conhecimento, produção de vídeos da montagem de um acionamento elétrico com saber fazer e utilizando de tecnologia e mídias, os respectivos trabalhos em grupos. Todos são exemplos onde é possível ter a divisão das atividades em blocos para o desenvolvimento de competências e habilidades junto aos alunos. Iniciava uma nova abordagem para completar a aprendizagem ativa e o ensino por competências sendo um único processo para o desenvolvimento integral do estudante.

Tabela 13 – Quadro de Notas das Atividades Individuais e em Grupos da Disciplina Instalações Elétricas aplicada em PBL em 2018

NOME	PROJETO 1 - INDIVIDUAL	PROJETO 2 - EM PARES	PROJETO 3 - EM GRUPO	CÁLCULO DOS MOTORES	RESENHAS	SEMANA ENGENHARIA	PROVA INTEGRADA	NOTA	NOTA FINAL
	CONHECIMENTO	COLABORAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	INDIVIDUAL	CONHECIMENTO	INDIVIDUAL	INDIVIDUAL		
ALUNO 1	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,00	0,55	9,55	9,50
ALUNO 2	8,50	10,00	10,00	10,00	10,00	1,00	0,55	9,25	9,50
ALUNO 3	4,00	7,00	8,00	10,00	10,00	1,00	0,45	7,20	7,00
ALUNO 4	8,00	7,50	7,00	-	9,00	-	-	6,83	7,00
ALUNO 5	1,00	-	-	-	-	-	-	0,20	-
ALUNO 6	6,00	7,00	8,50	10,00	10,00	1,00	0,50	7,80	8,00
ALUNO 7	6,00	7,00	5,50	10,00	10,00	-	0,55	6,65	6,50
ALUNO 8	9,00	8,50	8,50	10,00	10,00	1,00	0,50	8,78	9,00
ALUNO 9	7,50	6,50	8,50	10,00	10,00	1,00	0,45	7,93	8,00
ALUNO 10	5,50	8,00	7,00	10,00	10,00	1,00	0,20	7,20	7,00

Fonte: do próprio autor.

O processo de ensino por competências requer uma nova abordagem de aprendizagem nos cursos de engenharias. Antes de qualquer planejamento é necessário, a partir de informações das Organizações das Nações Unidas, do Fórum Econômico Mundial, de entidades e associações de classes, definir quais são as competências para o futuro de cada engenheiro. Desta maneira, define-se as competências que serão trabalhadas no semestre, planeja-se um conjunto de conceitos, habilidades e comportamentos (atitudes) que serão propostas durante a disciplina, vincula-se estes elementos às atividades do *PBL* e se estabelece um processo de avaliação formativa contemplando a avaliação de cada competência. Por exemplo, reúnem-se as competências dos profissionais de engenharia elétrica necessárias para atender a sociedade brasileira nesta próxima década. É possível obter informações junto à Associação Brasileira de Educação em Engenharia - ABENGE e no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura - CREA para definir a lista das competências que o engenheiro eletricista necessita para atender a realidade do mercado atual da profissão. Com esta lista formatada, inicia-se a análise para adequar o PPC e garantir que em todas as disciplinas do curso seja possível exercitar algumas

das competências requeridas e, ao longo do curso, o aluno exercite todas as competências e habilidades compatíveis com a necessidade da sociedade e, consequentemente, do mercado.

Na Figura 14 há a demonstração de um exemplo de competências requeridas pelo engenheiro para suportar e conduzir sua atuação no mercado e na sociedade.

Figura 14 – Quadro de Competências e Habilidades do Engenheiro em 2020

COMPETÊNCIAS REQUERIDAS PELO ENGENHEIRO EM 2020					
No.	COMPETÊNCIAS	No.	COMPETÊNCIAS	No.	COMPETÊNCIAS
1	Adaptabilidade e Flexibilidade	11	Desenvolver a tomada de decisão	20	Orientação para resultados e para servir
2	Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos e tecnológicos	12	Desenvolver capacidade para elaborar, implementar e consolidar projetos	21	Programação matemática e digital
3	Atuação e postura ética	13	Desenvolver e utilizar novas ferramentas e incorporar novas tecnologias	22	Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados
4	Avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais resultantes da produção e gestão	14	Desenvolver expressão e comunicação compatíveis com o exercício	23	Reconhecer e definir problemas
5	Coleta e análise de grandes dados	15	Desenvolver raciocínio lógico, crítico, analítico e cognitivo	24	Responsabilidade
6	Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos	16	Empreendedorismo	25	Trabalho em Equipe
7	Consciência das implicações éticas do seu exercício profissional	17	Inteligência Emocional	26	Visão de negócios em Inteligência Artificial
8	Consciência e sensibilidade social	18	Lidar com incertezas	27	Visão sistêmica e interdisciplinar
9	Coordenação e Colaboração	19	Liderança	28	Vontade de aprender
10	Criatividade e Inovação	20	Negociação		

Fonte: ABMES (2019).

Dispondo-se de um mapa das disciplinas ao longo dos semestres do curso de engenharia, é possível definir quais competências serão desenvolvidas em cada semestre. Então, é possível comparar com as competências necessárias ao egresso de engenharia e distribuí-las em cada disciplina ou unidade curricular, todas elas, competências gerais, específicas e transversais. Este processo está totalmente alinhado com as novas Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN para os cursos de engenharia, publicado pelo MEC em abril de 2019 (ABMES, 2019).

Com o docente ciente sobre quais competências desenvolver em sua disciplina ou unidade curricular, é possível planejar os projetos mais adequados, fazer uso das metodologias ativas

mais apropriadas e definir modelos mais eficazes de aprendizagens ativas para que os alunos exercitem, desenvolvam e treinem as habilidades e competências requeridas.

Neste cenário, desenvolver competências junto aos alunos, significa desdobrá-las em três níveis (PERRENOUD, 1999):

- O Saber - exercitar e transmitir conhecimento, que provoca a sustentação por conhecer a base teórica dos conceitos envolvidos pelo estudo dos conceitos, leitura de material, vídeos, exercícios e teorias apresentadas pelos docentes e discutidas em sala de aula.
- O Saber Fazer – desenvolver habilidades para que o aluno possa materializar os conceitos propostos pela prototipagem, pelo desenvolvimento do projeto, até chegar em sua apresentação e demonstração e entrega do relatório técnico.
- O Saber Ser – exercitar a apresentação dos trabalhos elaborados, defender seu ponto de vista, exercitar o poder de convencimento e a resiliência no trabalho em grupo.

Com base na aprendizagem ativa, é possível fazer uso das metodologias ativas (MORAN, 2015), com questões envolvendo conhecimento, saber fazer, trabalho em equipe, cumprimento de prazos, objetivos e metas e atuar nos projetos produzindo este desenvolvimento com os alunos.

Com todo este contexto, foi possível estabelecer um vínculo bastante apropriado com o trabalho desenvolvido entre 2015 e 2018 e relacioná-lo com as competências que, intrinsecamente estavam vinculadas aos projetos propostos nas disciplinas trabalhadas em PBL desde o início e, com a visão mais clara, proporcionou um planejamento de 2019 mais focado no desenvolvimento destas competências conhecidas, com a inclusão de atividades individuais e em grupos para a atualização do modelo.

Após a inserção das competências no contexto do PBL, analisou-se que o modelo de avaliação necessitava contemplar tanto componentes individuais, quanto componentes em grupo, entretanto, como as competências nas atividades e nos projetos cruzam todas elas, foi inserido o processo de correlação estatística nas avaliações para ter a proporção de influência de cada competência na nota final do semestre de cada aluno.

Na Tabela 14 se dá o universo de avaliação amostral do estudo realizado. É possível identificar que há um alto índice de aprovações ao longo dos anos, totalizando um universo de 428 alunos, sendo 84% homens e 16% mulheres, com um índice de aprovação de 91,4%. O trabalho colaborativo e em grupos promove um aumento natural da média da classe, pois quando se dá o trabalho sério e comprometido em pares e em grupos, com o acompanhamento do professor cobrando prazos e datas, tanto individualmente quanto em grupo, a média de nota das avaliações

se eleva. Vale ressaltar que o número de reprovados foi ainda menor, pois foi considerado neste universo os alunos desistentes ao longo dos anos. Também há o percentual de mulheres participantes no projeto e nos cursos de engenharia, com uma fatia de 16% dos alunos sendo do sexo feminino.

Tabela 14 – Número de alunos submetido ao projeto PBL em onze disciplinas entre 2015 e 2019 na IES onde ocorreu o estudo

TOTAL	428
Homens	359
Mulheres	69
% Homens	84%
% Mulheres	16%
Aprovados	391
Reprovados	37
% Aprovados	91%
% Reprovados	9%

Fonte: do próprio autor.

Com o passar dos anos e estudos realizados sobre currículo por competência, foi possível estabelecer uma análise nos tipos de atividades e projetos realizados com as competências no planejamento do PBL nas disciplinas do estudo.

As atividades de entrega individuais foram relacionadas com o saber ou com o conhecimento. Todo projeto individual, como o projeto residencial, por exemplo, foi relacionado com a habilidade do saber fazer. Todos os projetos definidos para entrega em grupos, foram considerados como trabalho em equipe, como o projeto 1, 2 e 3. E as atividades em pares, quando aplicado o *PEER Instruction* ou a realização de um projeto em duplas, por exemplo, foi relacionado com a colaboração entre os alunos. Desta maneira, todos os projetos planejados nas disciplinas ao longo dos cinco anos foram agrupados e calculadas as respectivas notas e médias, uma para cada saber (saber, saber fazer, saber colaborar e saber trabalhar em equipes), bem como calculada também a nota final nos cinco anos. Foi possível ainda calcular o desvio-padrão de cada saber e o desvio-padrão total.

Assim, na Tabela 15, tem-se as notas de cada saber e a respectiva média final de todas as onze disciplinas ao longo do projeto. O valor do desvio-padrão apresentado em cada coluna demonstra quanto varia a aplicação de cada elemento: conhecimento, saber fazer, colaborar e

trabalhar em equipe. Quanto maior o desvio-padrão, mais variação existe na nota do aluno e isso pode orientar o professor em estabelecer mecanismos para ser mais eficaz no planejamento e na condução de cada atividade ou de cada bloco de aprendizagem.

Portanto, foi possível estabelecer a ponte para unir as duas estratégias, aprendizagem baseada em projetos e ensino por competências, sendo a primeira uma das principais ferramentas para se obter com êxito a segunda.

Tabela 15 – Associação entre os projetos das disciplinas e as competências e habilidades da formação do engenheiro

DISCIPLINA	ATIVIDADES	PROJETO INDIVIDUAL	PROJETO 1	PROJETO 2	ATIVIDADES INDIVIDUAIS	ATIVIDADES EM PARES	PROJETO 3	NOTA FINAL
	CONHECIMENTO	SABER FAZER	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	CONHECIMENTO	COLABORAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	
MÉDIA TOTAL	7,50	7,00	7,42	8,59	8,81	6,90	7,54	7,23
DESVIO PADRÃO TOTAL	2,88	1,87	1,97	1,81	1,78	2,05	1,87	1,38

Fonte: do próprio autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 NOTAS FINAIS DAS DISCIPLINAS EM ESTUDO

O período compreendido de aplicação deste processo provocou um grande aprendizado nos docentes que assumiram este desafio, pois com a aplicação ano após ano ao longo dos 5 anos foi possível melhorar a abordagem, a condução e, conseqüentemente, a comunicação junto aos alunos. Os projetos apresentados ao longo dos anos passaram a ser exemplos para os alunos dos anos seguintes e serviram de referências para melhoria dos trabalhos.

De acordo com os dados da Tabela 16, quanto ao resultado da implantação do PBL, a média de nota final em todas as onze disciplinas apresentou um valor de 7,10, com um desvio-padrão de 1,51, nas disciplinas dos cursos de engenharia civil, elétrica, eletrônica e mecânica.

Tabela 16 – Resumo das disciplinas onde foi aplicado o PBL entre 2015 e 2019

DADOS DAS DISCIPLINAS									
DISCIPLINA	ANO	CURSO	HOMENS	MULHERES	APROVADOS	REPROVADOS	% APROVADOS	MÉDIA FINAL	DESVIO PADRÃO
MECÂNICA DOS FLUIDOS	2015	ELÉTRICA	44	7	49	2	96,08%	7,25	0,95
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2015	MECÂNICA	46	7	45	8	84,91%	7,09	1,20
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2016	MECÂNICA	24	3	24	3	88,89%	6,67	1,43
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2016	MECÂNICA	33	4	34	3	91,89%	6,47	1,41
MECÂNICA DOS FLUIDOS	2016	ELÉTRICA	23	4	24	3	78,81%	6,72	2,39
MECÂNICA DOS FLUIDOS	2016	ELETRÔNICA	13	0	10	3	76,92%	6,38	1,77
MECÂNICA DOS FLUIDOS	2017	CIVIL	34	18	51	1	98,08%	8,52	1,26
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2017	MECÂNICA	41	7	45	3	93,75%	7,50	1,50
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2017	MECÂNICA	25	3	21	7	75,00%	6,32	2,04
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2018	MECÂNICA	39	9	45	3	93,75%	7,24	1,06
PROJETO INTERDISCIPLINAR	2019	MECÂNICA	37	7	43	1	97,73%	7,97	1,56
TOTAL	11		359	69	391	37	91,36%	7,10	1,51

Fonte: do próprio autor.

É notório que o número de alunos aprovados assumiu valores bastante significativos, atingindo 91,4% de aprovados dentre 428 estudantes em onze salas de aulas distintas. Em Mendes (2005), há um reforço nesse sentido em dizer que:

[...] as concepções e as práticas avaliativas não é deixar de avaliar, nem afrouxar. Ao contrário, é ser mais exigente e avaliar muito mais. Além disso, não podemos mais avaliar apenas o aluno, pois todo o sistema faz parte do processo, inclusive o nosso trabalho como professores. Avaliar a aprendizagem de nossos alunos, por mais complexo que possa parecer, é possível e necessário. Não haverá transformação sem ações concretas, mesmo

que pareçam pequenas.” Avaliações Formativas do Ensino Superior: reflexões e alternativas possíveis (MENDES, 2005).

O fato de se trabalhar com projetos nas disciplinas e proporcionar trabalhos em equipe, conduz ao aumento de aprovações pelo fato de se atingir ao objetivo proposto, o que provoca o aumento da nota final na régua de avaliação.

Com os dados de todas as atividades em cada uma das disciplinas, foi possível demonstrar nas Figuras 15 e 16, os agrupamentos de avaliações individuais, trabalhos colaborativos em pares e os trabalhos das equipes produzidos em cada um dos projetos, além dos projetos interdisciplinares, que foram realizados transversalmente entre as disciplinas do curso e não fizeram parte da metodologia processual do PBL.

Ainda é possível identificar nestas Figuras cada um dos projetos que foram definidos em cada uma das disciplinas no período. Resumidamente, foram agrupadas pelo autor todas as atividades que caracterizavam algumas das competências desenvolvidas no PBL, como conhecimento, trabalho em pares e trabalhos em grupos. Assim, foi possível, estabelecer uma média aritmética em cada coluna nas respectivas competências e habilidades desenvolvidas com os alunos.

Também, como parte da estratégia da IES desde 2015, tem-se o Projeto Interdisciplinar aplicado a cada uma das disciplinas. A estratégia de aplicação do PI nesta IES estabeleceu ter um projeto semestral para cada curso, com um docente dedicado em cada PI e em cada semestre, sendo oito PI ao longo dos cinco anos de jornada do aluno. O projeto deve reunir conceitos das disciplinas do semestre de cada curso e ter todos os docentes das demais disciplinas do semestre envolvidos como suporte na elaboração do projeto proposto. Ao final do semestre, estabelece-se uma banca avaliadora e a nota final de 0 a 10 valerá até um ponto na média final de cada uma das disciplinas do semestre daquele curso.

Neste caso, o PI foi envolvido em todas as disciplinas objeto deste estudo em todos os anos, exceto a primeira disciplina, em 2015, quando ainda a estratégia não havia sido adotada para todos os cursos e todas as disciplinas.

Esta é, portanto, a base de dados resumida do resultado da aplicação do PBL nesta dissertação com todos os dados e informações obtidas com a aplicação do estudo, com as notas de todas as atividades e projetos agrupadas por tipos de competências e habilidades trabalhadas nos cinco anos de aplicação do métodos em 3 disciplinas diferentes, onze salas de aulas e em três diferentes cursos de engenharia, civil, elétrica e mecânica.

Figura 15 – Resumo da base de dados de atividades e projetos produzidos nas disciplinas com aplicação do PBL entre 2015 e 2016

CURSO	DISCIPLINA	ANO	PROJETOS E ATIVIDADES					AVALIAÇÃO
ELÉTRICA	MECÂNICA DOS FLUIDOS	2015	ATIVIDADES	PROJETO 1 - PASCAL	PROJETO 2 - ARQUIMEDES	PROJETO 3 - No. DE REYNOLDS		NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE		
			6,67	8,80	6,48	7,08		7,25
MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2015	PRODUZIR VIDEOS PARTIDAS ELÉTRICAS	PROJETO IE 1 - RESIDENCIAL	PROJETO IE 2 - COMERCIAL	PROJETO IE 3 - INDUSTRIAL	PI	NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	SABER FAZER	COLABORAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	
			7,61	6,82	6,46	7,49	9,30	7,09
ELÉTRICA	MECÂNICA DOS FLUIDOS	2016	ATIVIDADES	PROJETO 1 - PASCAL	PROJETO 2 - ARQUIMEDES	PROJETO 3 - No. DE REYNOLDS	PI	NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	
			7,27	7,03	6,44	6,75	7,91	6,72
ELETRÔNICA	MECÂNICA DOS FLUIDOS	2016	ATIVIDADES	PROJETO 1 - PASCAL	PROJETO 2 - ARQUIMEDES	PROJETO 3 - No. DE REYNOLDS	PI	NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	
			6,46	6,48	5,79	6,77	9,15	6,38
MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2016	ATIVIDADES	PROJETO IE 1 - RESIDENCIAL	PROJETO IE 2 - COMERCIAL	PROJETO IE 3 - INDUSTRIAL	PI	NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	SABER FAZER	COLABORAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	
			8,98	7,41	6,35	5,26	7,26	6,67
MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2016	ATIVIDADES	PROJETO IE 1 - RESIDENCIAL	PROJETO IE 2 - COMERCIAL	PROJETO IE 3 - INDUSTRIAL	PI	NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	SABER FAZER	COLABORAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	
			7,20	6,05	6,66	6,72	6,74	6,47

Fonte: do próprio autor.

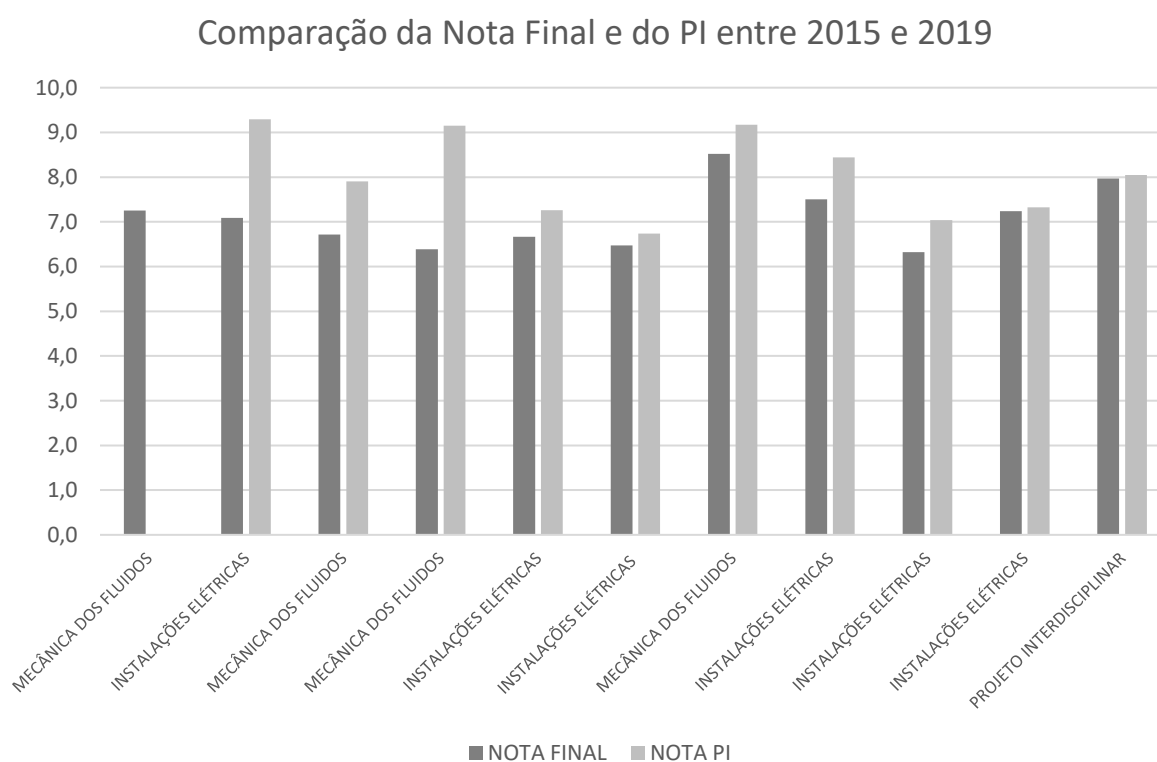
Figura 16 – Resumo da base de dados de atividades e projetos produzidos nas disciplinas onde aplicação do PBL entre 2017 e 2019

CURSO	DISCIPLINA	ANO	PROJETOS E ATIVIDADES					AVALIAÇÃO
CIVIL	MECÂNICA DOS FLUIDOS	2017	PROVA TBL	PROJETO 1 - PASCAL	PROJETO 2 - ARQUIMEDES	PROJETO 3 - No. DE REYNOLDS	PI	NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	CONHECIMENTO	TRABALHO EM EQUIPE	
			7,86	8,00	8,07	8,81	9,17	8,52
MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2017	ATIVIDADES	PROJETO IE 1 - RESIDENCIAL	PROJETO IE 2 - COMERCIAL	PROJETO IE 3 - INDUSTRIAL	PI	NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	SABER FAZER	COLABORAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	
			8,05	7,35	7,37	7,18	8,44	7,50
MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2017	ATIVIDADES	PROJETO IE 1 - RESIDENCIAL	PROJETO IE 2 - COMERCIAL	PROJETO IE 3 - INDUSTRIAL	PI	NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	SABER FAZER	COLABORAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	
			6,40	6,78	7,10	4,88	7,04	6,32
MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2018		PROJETO IE 1 - RESIDENCIAL	PROJETO IE 2 - COMERCIAL	PROJETO IE 3 - INDUSTRIAL	PI	NOTA FINAL
				SABER FAZER	COLABORAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	
				7,59	6,29	7,41	7,32	7,24
MECÂNICA	PROJETO INTERDISCIPLINAR	2019	ARTIGO CIENTÍFICO	PI PROTÓTIPO	PI RELATÓRIO	SEMINÁRIOS EM DUPLAS	NOTA PI	NOTA FINAL
			CONHECIMENTO	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	COLABORAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	
			7,20	8,16	8,38	8,08	8,05	7,97

Fonte: do próprio autor.

Assim, foi possível comparar os valores entre a média final de cada disciplina e as notas do PI aplicados em cada classe nos anos do projeto, visto que os PI eram projetos aplicados transversalmente no semestre de cada curso, ministrado por outro docente e com sistemática de aplicação diferente do PBL ou não considerado em sua íntegra, diferente do planejamento descrito e aplicado no estudo, como descrito na Figura 17. Percebe-se que todas as médias dos PI são maiores que as das disciplinas, porque há somente atividade em grupos, enquanto as disciplinas têm uma cesta de notas e avaliações individuais e em grupos, o que derruba a média final do aluno e, conseqüentemente, da turma. Na visão do autor, a diferença entre a estruturação do método no plano de ensino e o planejamento de atividades faz a diferença na condução de projetos por métodos ativos.

Figura 17 – Gráfico de comparação entre as Médias Finais das Disciplinas e as Médias do PI das disciplinas em PBL entre 2015 e 2019



Fonte: do próprio autor.

Analogamente, a partir da Figura 18, foi possível calcular o desvio-padrão das notas finais e das notas dos projetos interdisciplinares e efetuar uma comparação entre elas, apresentado na Tabela 17. Esta informação complementa o que se apresentou na Figura 18, pois é possível dizer que há mais variação no desenvolvimento dos projetos interdisciplinares, que não é objeto

deste estudo, do que nas notas das disciplinas trabalhadas em PBL, chegando a atingir variações entre os desvios-padrões de até 160% no ano de 2018, no item com segundo menor desvio-padrão da Nota Final dentre as disciplinas. E a menor diferença foi de 19% registrado em 2016, como é apresentado na coluna Variação na referida tabela.

Tabela 17 – Comparação do Desvio-Padrão da Nota Final e da Nota do PI das disciplinas em PBL entre 2015 e 2019

Ano	Engenharia	Disciplina	Desvio-Padrão da Nota Final	Desvio-Padrão da Nota PI	Variação
2015	ELÉTRICA	MECÂNICA DOS FLUIDOS	0,95	0,00	-
2015	MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1,20	0,85	29%
2016	ELÉTRICA	MECÂNICA DOS FLUIDOS	2,39	3,87	-62%
2016	ELETRÔNICA	MECÂNICA DOS FLUIDOS	1,77	2,95	-67%
2016	MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1,43	1,71	-19%
2016	MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1,41	2,09	-48%
2017	CIVIL	MECÂNICA DOS FLUIDOS	1,26	2,43	-93%
2017	MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1,50	0,63	58%
2017	MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2,04	2,76	-35%
2018	MECÂNICA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1,06	2,76	-160%
2019	MECÂNICA	PROJETO INTERDISCIPLINAR	1,56	1,56	-

Fonte: do próprio autor.

Na primeira disciplina em 2015 ainda não havia o PI e na última em 2019 era o próprio PI, dada a informação sem valores na coluna variação. Nas demais comparações, dos nove valores comparados, em sete temos menor variação dentre as disciplinas com PBL em relação ao PI, institucional e sem a aplicação do método por projetos.

Os motivos para desta menor variação remetem principalmente ao planejamento do projeto em PBL com uma metodologia processual que passa pelo planejamento das atividades, plano de comunicação eficaz com os alunos e ao processo de feedback ao longo do projeto, o que não foi aplicado aos projetos interdisciplinares em sua totalidade. Ainda, esta uniformidade se sustenta pela manutenção do modelo mantido nos cinco anos, ou seja, o planejamento foi executado integralmente em todas elas.

4.2 CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DAS NOTAS FINAIS

Outra abordagem no estudo foi estabelecer as correlações entre cada uma das atividades inseridas no PBL com as respectivas notas finais de cada disciplina. A correlação indicando o valor zero como nenhuma influência na tendência da curva e +1 como influência plena, quanto

maior o valor da correlação entre 0 e +1, maior a influência da atividade sobre a nota final. Mesmo estabelecendo diferentes pesos para as atividades e os projetos, se tiver um valor de correlação maior que +0,5 implicará em um modelo onde seja saudável e pertinente a respectiva atividade. Desta forma, este indicador é importante para o replanejamento do processo de PBL para que a influência seja significativa em cada uma delas. Na tabela 18, tem-se todos os valores correlacionados com cada atividade e a respectiva nota final em cada uma das disciplinas do estudo. Onde está com valor zero significa que não houve atividade correlata na disciplina naquele semestre.

Tabela 18 – Correlação entre as atividades que trabalharam as competências no projeto PBL com as respectivas notas finais das disciplinas entre 2015 e 2019

DADOS DAS DISCIPLINAS			CORRELAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS TRABALHADAS COM A NOTA FINAL						
DISCIPLINA	ANO	CURSO	CONHECIMENTO	SABER FAZER	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	TRABALHO EM EQUIPE	COLABORAÇÃO	PROJETO INTERDISCIPLINAR
MECÂNICA DOS FLUIDOS	2015	ELÉTRICA	0,65	-	0,28	0,69	0,67	-	0,67
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2015	MECÂNICA	0,55	0,44	0,75	-	-	0,22	0,20
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2016	MECÂNICA	0,77	0,78	-	0,88	-	0,83	0,19
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2016	MECÂNICA	0,62	0,83	-	0,77	-	0,77	0,54
MECÂNICA DOS FLUIDOS	2016	ELÉTRICA	0,88	-	0,94	0,84	0,94	-	0,81
MECÂNICA DOS FLUIDOS	2016	ELETRÔNICA	0,82	-	0,80	0,83	0,92	-	0,07
MECÂNICA DOS FLUIDOS	2017	CIVIL	0,70	-	0,80	0,66	0,68	-	0,68
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2017	MECÂNICA	0,53	0,56	0,72	-	-	0,76	0,43
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2017	MECÂNICA	0,36	0,62	0,85	-	-	0,74	0,14
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2018	MECÂNICA	0,37	0,46	0,63	-	-	0,73	0,46
PROJETO INTERDISCIPLINAR	2019	MECÂNICA	0,78	-	0,84	0,89	-	0,43	0,97
TOTAL	11		0,64	0,65	0,74	0,80	0,80	0,64	0,47

Fonte: do próprio autor.

Para se ter um processo robusto e com atividades que possam ter um nível de correlação significativo com a nota final, é necessário que a correlação entre as avaliações de cada competência e a nota final seja igual ou superior a 0,5, pois assim, cada uma delas terá uma relevância e influência significativa na média final.

4.3 ROTEIRO PARA SE IMPLANTAR UM PBL

Como resultado deste trabalho, foi possível dotar-se de um roteiro para implantação da metodologia ativa *Project Based Learning* em um projeto na disciplina, em toda uma disciplina, mesmo um curso todo desenvolvido por competências e sustentado por projetos. O roteiro descrito na Figura 18 servirá de condutor e passo a passo para a implantação do modelo.

Figura 18 - Roteiro para a implantação de um *Project Based Learning* em um projeto, em uma disciplina ou em um curso

Planejamento	Ação Correlacionada
Competências a serem desenvolvidas	Definir as competências principais e transversais do curso e da disciplina, que serão trabalhadas e desenvolvidas no projeto
Conhecimentos a serem transmitidos	Definir os saberes que serão estudados e aplicados no projeto. Conceitos e conhecimentos
Habilidades	Desenvolver algo prático, desenvolver algo novo, aplicação de teoria no mundo real, solucionar um problema, integrar conceitos entre disciplinas, materializar em protótipos, experimentos e produções. As habilidades serão desenvolvidas pela aplicação das atividades direcionadas para este fim.
Atitudes e Comportamentos	Apresentações de trabalhos, resenhas, cumprimento de prazos, colaboração, iniciativa, criatividade são elementos factíveis de serem planejados em atividades para o acompanhamento e feedback pelo professor enquanto tutor do processo de aprendizagem do aluno
Objetivos de Aprendizagem	Definir quais serão os objetivos a serem atingidos com os projetos, alinhado com algumas das competências requeridas pelo projeto, pela disciplina e pelo curso
	Definir qual o nível de profundidade se quer atingir com o desenvolvimento do aluno, orientando-se pela Taxonomia de Bloom com os 6 verbos chaves: recordar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar.
Atividades	Desenvolver atividades individuais e em grupos que proporcione aplicar a teoria, proporcionar o pensamento crítico, propor problemas sob o contexto do mundo real para análise e discussão, integrar disciplinas – multidisciplinaridade, definir como os alunos irão transmitir e defender o projeto, laboratórios que fomente a colaboração entre pares, garantir o trabalho em equipe, motivar os alunos com projetos interessantes.
Sistema de Avaliação	Criar um sistema de avaliação que permita ter produções individuais relacionadas ao projeto para avaliar quanto cada aluno está aprendendo, proporcionar sistemáticas de avaliação dos projetos com critérios que dividam o projeto em partes a serem avaliadas para a compor a avaliação final

Fonte: do próprio autor.

É importante salientar a necessidade de capacitação e formação docente contínua no que tange às teorias educacionais para o entendimento do papel docente enquanto desenvolvimento educacional em engenharia, bem como o conhecimento da aprendizagem ativa, contemplando todo o portfólio de metodologias ativas, avaliação formativa e integral e aprendizagem por competências.

E a seguir, na Figura 19, são sugeridas atividades e avaliações continuadas a serem planejadas para compor o percurso formativo do aluno ao longo do projeto, desenvolvendo-se individualmente, em pares e em grupos para a sua formação integral.

Figura 19 – Quadro de sugestões de atividades e avaliações para o desenvolvimento de conhecimento, habilidades e atitudes dentro dos projetos

Competências	Atividades	Avaliações
Conhecimento	Produção de vídeos, resenhas, artigos científicos, pesquisa, lista de exercícios, produção de textos, entre outras.	Prova individual, submissão, qualidade de mídia, avaliação de textos. OBS: o uso da Taxonomia de Bloom, descrito na Figura 11, é fundamental para a avaliação adequada ao que se quer investigar
Habilidades	Montagem e criação de protótipos, entrega de projetos, produção de relatórios, elaboração de CANVAS, criação de aplicativos, softwares e websites.	Avaliação da qualidade e funcionalidades do protótipo, atingir o objetivo, criatividade,
Atitudes e Comportamentos	Apresentações de trabalhos, projetos, submissão de banners, trabalho em pares, revisão da literatura, exemplo a Wikipédia, entre outras.	Cumprir os prazos definidos, postura colaborativa
Valores	Atividades de trabalhos em equipes, relacionamento entre os membros da equipe, gestão de conflitos, responsabilidades, cumprimento de prazos	Monitoramento de plágio, cumprimento de prazos, qualidade da entrega de produções e autorias

Fonte: do próprio autor.

Como consequência de todo este planejamento é possível compilar, conforme demonstrado na Figura 20, e sugerir um plano de atividades e avaliações para completar o processo de planejamento do *Project Based Learning* e permitir a sua respectiva implementação. Assim, tem-se resumido um exemplo de projeto a ser desenvolvido em uma sala de aula contemplando

as competências definidas, as atividades que produzirão conhecimento, habilidades e atitudes necessárias ao atingimento dos objetivos de aprendizagem propostos, a ser desenvolvido em *Project Based Learning*.

Figura 20 – Exemplo de plano de aula para o planejamento de um *Project Based Learning*

PROJETO	TEMA PROJETO DEFINIDO E PROPOSTO					
OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	OBJETIVO DE APRENDIZAGEM 1					
	OBJETIVO DE APRENDIZAGEM 2					
COMPETÊNCIAS	CONCEITOS	COLABORAÇÃO	RESOLVER PROBLEMAS	TRABALHO EM EQUIPE	EMPREENDER	NEGOCIAÇÃO
ATIVIDADES	ATI 1 - PESQUISA	ATP 1 - RESPONDER UM QUESTIONÁRIO EM PARES	ATG 1 - IDEALIZAR UM PROTÓTIPO	ATG 3 - PROTOTIPAR	ATG 5 - DESENVOLVER UM PLANO DE NEGÓCIOS COM O PROJETO	ATG 7 - APRESENTAR O PROJETO
	ATI 2 - ARTIGO	ATP 2 - LABORATÓRIO 1 EM PARES	ATG 2 - DESENHAR	ATG 4 - ENTREGAR O PROJETO	ATG 6 - ELABORAR UM CANVAS DO PROJETO	ATG 8 - APRESENTAR E DEFENDER O CANVAS
	ATI 3 - LISTA DE EXERCÍCIOS	ATP 3 - LABORATÓRIO 2 EM PARES				
	ATI 4 - DESENHAR NO AUTOCAD					
AVALIAÇÕES	AVI 1 - ENTREGA RESUMO DA PESQUISA	AVP 1 - ENTREGA DO QUESTIONÁRIO	AVG 1 - ENTREGAR O DESENHO DO PROTÓTIPO	AVG 3 - AVALIAR O PROJETO SEGUNDO CRITÉRIOS DEFINIDOS	AVG 4 - AVALIAR O PLANO DE NEGÓCIOS E A QUALIDADE DO CANVAS	AVG 5 - AVALIAR A APRESENTAÇÃO DO PROJETO
	AVI 2 - ENTREGA RESENHA DO ARTIGO 1	AVP 2 - ENTREGA RELATÓRIO DO LABORATÓRIO 1	AVG 2 - ENTREGAR UM RELATÓRIO SOBRE O PROTÓTIPO DEFINIDO			AVG 6 - AVALIAR A APRESENTAÇÃO DO PLANO DE NEGÓCIOS E DO CANVAS
	AVI 3 - ENTREGA RESENHA DO ARTIGO 2	AVP 3 - ENTREGA RELATÓRIO DO LABORATÓRIO 2				
	AVI 4 - ENTREGA DO DESENHO EM AUTOCAD					

Fonte: do próprio autor.

E a Figura 21 trata da legenda utilizada na Figura 21, no que tange aos tipos de atividades e avaliações planejadas para o projeto.

Figura 21 – Legendas das atividades e avaliações planejadas no PBL

ATI	ATIVIDADE INDIVIDUAL
ATP	ATIVIDADE EM PARES
ATG	ATIVIDADE EM GRUPO
AVI	AVALIAÇÃO INDIVIDUAL
AVP	AVALIAÇÃO EM PARES
AVG	AVALIAÇÃO EM GRUPO

Fonte: do próprio autor.

Após toda a apresentação e análise dos dados deste estudo, é possível compreender a importância em se ter uma acolhida adequada ao ingressante, ter zelo pelo estudante durante a sua jornada, ter muita atenção aos detalhes no gerenciamento profissional dos processos educacionais de ensino e a proporcionar um caminho para a contribuir com a empregabilidade do egresso.

Trata-se de enfoque na inovação da aprendizagem sustentando a operação acadêmica e ter o empreendedorismo como outro pilar a provocar o aluno continuamente a desenvolver o pensamento empreendedor, crítico e a prepará-lo melhor para enfrentar o mercado de trabalho. E assim, entra a necessidade de desenvolvimento de habilidades e competências estruturais e transversais, que são a base de sustentação de tudo isso.

4.4 LIÇÕES, APRENDIZADOS E DESAFIOS

Navegar neste ambiente diferenciado, trouxe algumas experiências interessantes para a vida acadêmica. Posicionar-se inovador no ambiente acadêmico provoca um choque ao modelo existente, provoca desconfiança, questionamentos e discordâncias. Sair da zona de conforto e buscar algo ainda inexplorado no contexto da IES chamou muito a atenção de todos.

Uma das questões mais marcantes em toda esta história foi a mudança ocorrida no sistema de avaliação da IES para viabilizar este projeto, pois o sistema foi revisado para permitir a inclusão de até seis avaliações oficiais ao longo do semestre e isto foi padronizado institucionalmente.

Outro elemento importante foi o desenvolvimento dos docentes envolvidos neste projeto, pois exigiu preparação, estudo, buscar diferentes abordagens de aprendizagem para atender ao planejamento das atividades dos projetos propostos. Isto provocou o seu desenvolvimento em diversas metodologias ativas de aprendizagem, estudo profundo da sistemática da avaliação integral formativa e somativa, posicionar-se enquanto tutor e direcionador dos alunos nos projetos e preparou-os para se manter ativo no processo de comunicação, feedback ao aluno e pragmático com o planejamento elaborado.

Intangivelmente, o projeto e a postura da IES enquanto agente de atuação com aprendizagem ativa, chamou a atenção no seu entorno, provocando curiosidade da sociedade e de outras IES em conhecer o modelo aplicado, bem como houve conhecimento de alunos que efetuaram o marketing de indicação, aquele que o cliente ou o usuário realiza voluntariamente e enaltecendo as particularidades e pontos positivos da IES, pois o ponto de vista dos amigos fornece uma influência positiva sobre os demais.

Diversas produções científicas de alunos e docentes puderam ser submetidas em alguns simpósios e congressos, pois o aluno naturalmente desenvolve um material de autoria própria que caminha na direção da produção científica. Somente nesta IES e nos últimos três anos, foram publicados em congressos e simpósios nove produções científicas do autor e de seus alunos, entre banners e apresentações, o que provoca significativamente um diferencial na formação integral do aluno, constatado no artigo sobre o desenvolvimento do pensamento

crítico no estudante pela aplicação da aprendizagem baseada em pesquisa, *Research Based Learning* - RBL (MAHARDINI et al., 2019).

Este projeto ainda, tem um forte apelo pelo desenvolvimento das habilidades dos estudantes em função do planejamento sistemático organizado pelo docente. Em (LOBO, 2012), as causas mais comuns para a evasão no ensino superior são: a baixa qualidade da educação básica brasileira, a baixa eficiência e o diploma do ensino médio, a limitação das políticas de financiamento ao estudante, a escolha precoce da especialidade profissional, a dificuldade da mobilidade do estudante, a rigidez do arcabouço legal e das exigências para autorização e reconhecimento de cursos, a falta de pressão para combater a evasão, a legislação sobre a inadimplência no Brasil e a enorme quantidade de docentes despreparados para o ensino e para lidar com o aluno real. Alia-se a tudo isto, pouco reconhecimento pelos governos do pilar educação, distorção entre ensino, pesquisa e extensão nas diferentes regiões brasileiras, baixos salários dos docentes e jornadas exaustivas, tem-se uma combinação difícil de ser reestruturada e revista. A estratégia deste trabalho combate pelo menos duas causas citadas por LOBO (2012), pois os projetos focam no processo de aprendizagem mão na massa dos alunos, contribui com o aumento da motivação em seu processo formativo e exige preparo e planejamento do professor, pois o portfólio de ferramentas de aprendizagem ativa e tecnológicas requer abrangência para que as possibilidades de aprendizagem sejam inúmeras e flexíveis para envolver o aluno em seu processo de aprendizagem.

A aprendizagem por competências e por projetos, garantindo 100% de sua aplicabilidade, proporciona uma maneira diferente para o aluno aprender e favorece o entendimento e engajamento seu no processo de aprendizagem. Esta perspectiva combate tecnicamente a evasão do aluno, pois nas IES particulares, apenas uma parcela é referente às questões financeiras, pois a acolhida e a atenção ao aluno ao longo do seu percurso formativo na IES atuam no combate a fazê-lo repensar a deixar o curso.

Pesou desfavorável a oposição de outros docentes, que preferem continuar em suas zonas de conforto e insistir com o modelo atual de ensino. Também foi notório o desafio de quebrar o paradigma de se mudar a mentalidade do aluno que ingressa na universidade formatado com o modelo tradicional em sua mente. Quebrar o paradigma do aluno em enfrentar uma nova maneira de aprender é um papel permanente do docente que, pelo planejamento e pragmatismo, consegue aula após aula e com feedback contínuo, convencê-lo gradualmente de que é possível trabalhar, estudar e aprender de uma maneira diferente.

O fator tempo para planejamento do plano de ensino da disciplina é bastante complexo de se equacionar, pois demanda um tempo muito maior ao docente em relação ao tempo gasto no processo da aula tradicional, principalmente nas IES voltadas à dimensão docência. Este elemento, se não for patrocinado pela IES, o professor irá trabalhar muito mais do que o previsto em sua jornada de trabalho a que foi contratado. É necessário que esta abordagem seja uma estratégia corporativa da IES, pois haverá uma convergência e sintonia entre os diversos níveis da Instituição no que tange à disponibilidade do docente para a IES e a remuneração deverá ser compatível com esta dedicação.

E, talvez o mais crítico de todos, as lideranças presentes no direcionamento e estratégia de atuação por projetos, deixaram a IES, o que mudou totalmente o seu rumo, infelizmente. As mudanças na alta administração das IES podem provocar mudanças nas suas estratégias e desconsiderar totalmente as estratégias anteriores de atuação por inovação acadêmica.

5 CONCLUSÕES

O maior desenvolvimento deste projeto está no percurso de planejamento, organização, e aplicação do modelo de aprendizagem proposto e proporciona um processo contínuo de aprendizagem ao docente em planejamento, multidisciplinaridade, pensar a avaliação e as competências que se quer desenvolver. Diversas iniciativas estão se desenvolvendo Brasil no sentido de atuação com aprendizagem ativa e por projetos. O país necessita desenvolver sua infraestrutura e o posicionamento das IES sugere uma interferência direta no entorno para fomentar mais empreendedores no mercado. Como apresentado neste projeto, existem IES particulares de engenharia que estão proporcionando um desserviço à sociedade produzindo egressos despreparados para a realidade do mercado e da sociedade atual.

Trabalhar com *Project Based Learning* requer preparo, planejamento, conhecer as teorias de educação e de aprendizagem para planejar melhor cada atividade, cada avaliação e ter disponibilidade de tempo para garantir o sucesso. O papel do docente ainda remete a transformá-lo também em um gerente de projetos, monitorando, acompanhando, devolvendo feedbacks, comunicando bem e avaliando cada aluno o tempo todo do projeto e avaliando continuamente o processo de aprendizagem, o que não é fácil. De um modo geral, todos os projetos foram satisfatórios e atenderam às expectativas do que foi planejado.

Elaborar um currículo por competências e dotar-se da metodologia ativa *Project Based Learning* para materializar a estratégia de aprendizagem por competências funciona muito bem, pois os projetos são os viabilizadores do aprendizado nas atividades, nos protótipos, no trabalho em equipe e proporciona realizar um processo avaliativo direto e transparente para ambos os lados.

As IES deverão desenvolver meios de viabilizar novas modalidades de curso além do presencial total e do ensino a distância puro. O ensino híbrido, sustentado pela aprendizagem por competências e baseado em projetos conceituais e multidisciplinares, se bem gerenciados, podem se transformar na base de formação do egresso, pois desenvolverá bem os conhecimentos, as habilidades e as atitudes requeridos pelo mercado.

A academia, mesmo mantendo os pilares ensino, pesquisa e extensão, necessita focar seu modelo de ensino para o modelo de aprendizagem para acompanhar a velocidade com que a tecnologia vem transformando a sociedade ano após ano. O papel socioeconômico que ela desempenha hoje, principalmente a particular, que é mais abrangente no Brasil, requer atuar para entender esta transformação e formar egressos mais preparados ao que a sociedade

necessita, caso contrário, muitas IES deixarão de existir por não entender sua função transformadora.

5.1 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Não foi objeto desta pesquisa responder à questão: quanto o aluno aprendeu trabalhando em projetos. Esta abordagem ainda é inconclusiva e saber se o aluno aprendeu mais ou menos que o ensino tradicional ainda é um desafio. Estudar alternativas sobre como medir este aprendizado do aluno deve ser objeto de estudos futuros a esta pesquisa.

Outra oportunidade é o desenvolvimento do modelo de aprendizagem por competências, estabelecendo os indicadores e descritores para medir o quanto se avançou em cada competência e acompanhar a evolução do aprendizado do aluno.

REFERÊNCIAS

- ABMES - Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior. Resolução N° 2 - 24 DE ABRIL DE 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Legislações ABMES 2019**. Brasília - DF, n. 61, p. 1–3, abr. 2019. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CES-002-2019-04-24.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2020.
- ALVES, F. A. S. P. Academia imperial militar. In: **Dicionário da Administração Pública Brasileira do Período Imperial: 1808-1889**. Rio de Janeiro - RJ: Arquivo Nacional, 2016. Disponível em: <http://mapa.arquivonacional.gov.br/index.php/menu-de-categorias-2/244-academia-imperial-militar>. Acesso em: 29 jan. 2020.
- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. **Igarss 2014**, Cuiabá -MT, n. 1, p. 1–54, 2014. Disponível em: <http://www.ufmt.br/proeg/arquivos/2dc95cd453e52a78a17dcc157f04dbf6.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- ANDERSON, A.; EDS, D. R. **Bloom ' s taxonomy (revised) of learning objectives**. Consórcio STHM Brasil, p. 3-4, 2001. Disponível em: <https://www.sthembrasil.com/o-que-e-sthem/materiais-para-download/>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- BIELEFELDT, A. R. Pedagogies to achieve sustainability learning outcomes in civil and environmental engineering students. **Sustainability Journal**, Basiléia, Suíça, v. 5, p. 4479-4501, out. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259266778_Pedagogies_to_Achieve_Sustainability_Learning_Outcomes_in_Civil_and_Environmental_Engineering_Students. Acesso em: 20 jan. 2020.
- BOWERS, J. *et al.* Integrating active learning labs in precalculus: measuring the value added. **Investigations in Mathematics Learning**, Londres, Inglaterra, v. 11, n. 1, p. 1–15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19477503.2017.1375355>. Acesso em 10 dez. 2019.
- CABRAL, D. Academia real militar. In: **Dicionário da Administração Pública Brasileira do Período Colonial: 1500-1822**. Rio de Janeiro - RJ: Arquivo Nacional, 2016. Disponível em: <https://goo.gl/KkQZxr>. Acesso em: 30 jan. 2020.
- CARMO, R.O.S.; FRANCO, A.P. Da docência presencial à docência online: aprendizagem de professores universitários na educação à distância. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, BH, v.35, e. 210399, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698210399>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- CARVALHO, J. M. A escola de minas de Ouro Preto: o preço da glória. **Centro Edelstein de Pesquisas Sociais**, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/7j8bc/pdf/carvalho-9788579820052.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2020.
- CHAGAS, R. L. C. P. The impact to implement a model of discipline in 100% PBL (Project Based Learning). **Revista Internacional de Educação em Engenharia PAEE2015: Project Approach in Engineering Education**, San Sebastián - Espanha. 2015. Disponível em: <https://ijclee2015.mondragon.edu/en/program>. Acesso em: 30 jan. 2020.

CHAGAS, J. M. Replication of fluid mechanical discipline in fully PBL focusing on student learning evolution assesment. Universidade do Minho - Guimarães, Portugal, 2016. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/53484>. Acesso em: 01 fev. 2020.

CHUA, M.; DRINGENBERG, E. **The quest for the mythical phoenix**: attendee narratives at an engineering education faculty workshop. El Paso, Texas, EUA, 2016. Disponível em: <http://fie2015.fie-conference.org/>. Acesso em: 20 nov. 2019.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. 6.ed. London: Taylor & Francis Routledge, 2007. Disponível em: <https://islmblogblog.files.wordpress.com/2016/05/rme-edu-helpline-blogspot-com.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2019.

CRAWLEY, E. F. *et al.* The CDIO syllabus v2.0. In: INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK, 7., 2011, Copenhagen, Dinamarca. **Proceedings** [...]. Dinamarca, 2011. Disponível em http://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf. Acesso em: 10 nov. 2019.

CRUZ, A. G. A educação superior brasileira rumo à universidade oligopolista. **Diálogo**: Revistas Unilasalle, Canoas - RS, Unilasalle Editora, n.30, dez. 2015. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Dialogo/article/view/2312>. Acesso em: 30 jan.2020.

EDMUNDS, J. *et al.* The relationship between project-based learning and rigor in STEM: focused high schools. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 1, mar. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1618>. Acesso em: 10 dez. 2019.

GARCIA, M. F. *et al.* Novas competências docentes frente às tecnologias digitais interativas. **Revista Teoria e Prática da Educação**, v. 14, n. 1, p. 79–87, jan./abr. 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/24882516/Novas_Compet%C3%Aancias_Docentes_Frente_%C3%80s_Tecnologias_Digitais_Interativas. Acesso em: 10 dez. 2019.

FERNANDES, S.; FLORES, M. A.; LIMA, R. M. A aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares: avaliação do impacto de uma experiência no ensino de engenharia. **Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas-SP, v. 15, n. 3, p. 59-86, nov. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aval/v15n3/04.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020.

FERREIRA, C. A. A. Uma abordagem da avaliação das aprendizagens na formação de professores no contexto de Bolonha. **Revista da Avaliação da Educação Superior**. Campinas-SP, v. 18, n. 3, p. 685-707, nov. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aval/v18n3/09.pdf>. Acesso em: nov. 2019.

GRAY, A. **The 10 skills you need to thrive in the fourth industrial revolution**. Agenda Fórum Econômico Mundial, Davos, Suíça, 2016. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/>. Acesso em: 30 jan. 2020.

HOLZAPFEL, B. **O ensino em 2030 e o aprendizado pronto para a vida**: o imperativo tecnológico. Relatório resumido Microsoft. Microsoft Company, 2014. 31p. Disponível em: <https://www.blogmicrosofteducacao.com.br/pt-br/blogmicrosofteducacao/wp-content/uploads/2018/11/SALA-DE-2030-PESQUISA.pdf>. Acesso em 10 mar. 2020.

IBM WATSON. **IBM Company**, 2019. Disponível em: <http://ibm.com/watson>. Acesso em: 30 jan.2020.

JAURATA BORRASCA, B.; MEDINA MOYA, J. L. Saberes docentes y enseñanza universitaria. **Estudios sobre educación**, Donostia, Espanha: Universidad de Navarra, v. 2, p.179-198, 2012. Disponível em: <https://revistas.unav.edu/index.php/estudios-sobre-educacion/article/view/2078/0>. Acesso em: 20 ago. 2019.

KOZANITIS, A. Métodos de aprendizagem ativa. *In*: FÓRUM STHM BRASIL, 4., 2015, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Consórcio STHM Brasil, 2015. Disponível em: <https://www.sthmbrazil.com/publicacoes/2015>. Acesso em: 10 maio 2017.

LIMA, R. M. *et al.* Development of competences while solving real industrial interdisciplinary problems: a successful cooperation with industry. **Production Journal**, São Paulo v. 27(spe), e20162300, , 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010365132017000200304&lng=en&tlng=en. Acesso em 15 mar. 2020.

LIMA, V. V. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. **Interface: Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu - SP, v. 21, n. 61, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141432832016005023103&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 10 dez. 2019.

LOBO, M. B. D. C. M. Panorama da evasão no ensino superior brasileiro: aspectos gerais das causas e soluções. **Cadernos: Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior**, Brasília - DF, v. 25, n. 08780 220, p. 1–23, 2012. Disponível em: <https://abmes.org.br/videos/detalhe/35/panorama-da-evasao-no-ensino-superior-brasileiro-aspectos-gerais-das-causas-e-solucoes>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SILVA, A. A. *et al.* A utilização da matriz SWOT como ferramenta estratégica: um estudo de caso em escola de idiomas em São Paulo. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 8., 2013, Resende - RJ. **Anais [...]**. Resende, 2013. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/artigos2013.php>. Acesso em 15 jan. 2020.

LUMPKIN, A.; ACHEN, R. M.; DODD, R. K. Student perceptions of active learning. **College Student Journal**, v. 49, n. 1, p. 121–133, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312188115_Student_perceptions_of_active_learning. Acesso em: 07 nov. 2019.

MAHARDINI, T. *et al.* Research based learning (RBL) to improve critical thinking skills. **Social, Humanities, and Educational Studies (SHES) Web Conference**, v. 42, n. 1, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20184200042>. Acesso em: 10 ago. 2019.

MALMQVIST, E. K.; GUNNARSSON, S.; ÖSTLUND, S. Use of CDIO standards in swedish national evaluation of engineering educational programs. *In*: ANNUAL CDIO CONFERENCE, 1., 2015, Kingston, Ontario, Canada. **Proceedings [...]**. Kingston: Queen's University, p. 1-14, 2005. Disponível em: https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2018/03/shsconf_gctale2018_00042/shsconf_gctale2018_00042.html. Acesso em: 07 mar. 2020.

MCCONNELL, D. A.; STEER, D. N.; OWENS, K. D. Assessment and active learning strategies for introductory geology courses. **Journal of Geoscience Education**, v. 51, n. 2, p. 205–216, mar. 2003. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5408/1089-9995-51.2.205>. Acesso em: 10 dez. 2019.

MCKINSEY&COMPANY. **A automação e o impacto no mercado de trabalho**. São Paulo,

2019. Disponível em: <https://www.grupociadetalentos.com.br/enla/jovenstalentos/>. Acesso em: 10 dez. 2019.

MENDES, O. M. Avaliação formativa no ensino superior: reflexões e alternativas possíveis. **Currículo e Avaliação na Educação Superior**, Araraquara - SP, 2005. Disponível em: http://www.comissoesggv.uff.br/wp-content/uploads/sites/433/2018/08/avaliacao_formativa_olenir.pdf . Acesso em: 10 nov. 2019.

MICHAELSE, L.K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. **Team based learnin: a transformative use of small groups in college teaching**. Illustrated edition. Ed. Stylus Publishing. Sterling, EUA, 286p. 2004.

MORAN, J. **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. 2015. v.2. (Coleção Mídias Contemporâneas). Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/bibliografia-PGCIMA-canela.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

NIEMI, H. Active learning: a cultural change needed in teacher education and schools. **Teaching and Teacher Education Journal**, v. 18, n. 7, p. 763–780, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0742051X02000422>. Acesso em: 23 ago. 2019.

SANTOS, C. A. M. O uso de metodologias ativas de aprendizagem a partir de uma perspectiva interdisciplinar. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba - PR. **Anais [...]**. Curitiba: EDUCERE, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/20543_10759.pdf. Acesso em: 17 set. 2019.

SILVA, F. S.; SERAFIM, M. L. Redes sociais no processo de ensino e aprendizagem: com a palavra o adolescente. In: SOUSA, R.P. *et al.* (org). **Teorias e práticas em tecnologias educacionais**. Campina Grande - PB: EDUEPB, 2016, p. 67-98. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/fp86k/pdf/sousa-9788578793265-04.pdf>. Acesso em: 15 set. 2019.

SILVA, N. L. *et al.* Avaliação formativa no ensino superior: avanços e contradições. In: **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas - SP, v. 22, n. 1, p. 271–297, jun. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-40772017000100271&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 15 dez. 2019.

SOMERVILLE, M. *et al.* The olin curriculum: thinking toward the future. **IEEE Transactions on Education**, v. 48, n. 1, feb. 2005. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1393122>. Acesso em: 30 jan. 2019.

SORDI, M. R. L. *et al.* O potencial da avaliação formativa nos processos de mudança da formação dos profissionais da saúde. **Interface: comunicação, saúde, educação**, v. 19, p.731–742, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-32832015000500731&ln. Acesso em: 16 nov. 2019.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Ed. EDIPRO, 2016.

STHEM BRASIL. **Consórcio STHEM Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.sthembrasil.com/o-que-e-sthem/>. Acesso em: 01 out. 2019.

VIOLA, D. DA F. A. S. **Gestão integrada de ativos num contexto real**. 2015. 151f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Manutenção) - Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa - ISEL, Lisboa, 2015. Disponível em:

<https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/5394>. Acesso em: 23 nov. 2019.