



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CAMPUS DE SOBRAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

ALANA DE OLIVEIRA FERRO

APRENDIZAGEM ATIVA NA DISCIPLINA DE MÁQUINAS ELÉTRICAS

SOBRAL

2023

ALANA DE OLIVEIRA FERRO

APRENDIZAGEM ATIVA NA DISCIPLINA DE MÁQUINAS ELÉTRICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Campus de Sobral da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Profa. Dra. Vanessa Siqueira de Castro Teixeira.

Coorientador: Prof. Dr. Adson Bezerra Moreira.

SOBRAL

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F452a Ferro, Alana de Oliveira.
Aprendizagem ativa na disciplina de máquinas elétricas / Alana de Oliveira Ferro. – 2023.
115 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral,
Curso de Engenharia Elétrica, Sobral, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Vanessa Siqueira de Castro Teixeira.
Coorientação: Prof. Dr. Adson Bezerra Moreira.
1. Máquinas Elétricas. 2. Máquinas de Corrente Contínua. 3. Transformadores Trifásicos. 4.
Aprendizagem Ativa. 5. Trabalho em equipe. I. Título.

CDD 621.3

ALANA DE OLIVEIRA FERRO

APRENDIZAGEM ATIVA NA DISCIPLINA DE MÁQUINAS ELÉTRICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Campus de Sobral da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em: 21/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Vanessa Siqueira de Castro Teixeira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Adson Bezerra Moreira (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcio André Baima Amora
Universidade Federal do Ceará (UFC)

SOBRAL

2023

Dedico este trabalho a Deus e a minha família, principalmente a minha mãe, irmã, sobrinho e meus avós que estão junto de Deus: Creuza e José Augusto, por todo o apoio, todo o amor e toda a força.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

À Deus, pelo dom da vida e por guiar meus passos.

À minha mãe, Francisca Eliete, pelo apoio em todos os momentos e por me proporcionar todas as condições possíveis para possibilitar a minha formação.

Aos meus avós, Creuza Benício Moreira de Oliveira (*in memoriam*) e José Augusto de Oliveira (*in memoriam*), que cumpriram papéis de mãe e pai e por todo seu amor, força e por terem me oferecido boa formação moral e ética.

À minha orientadora, professora Dra. Vanessa Siqueira de Castro Teixeira, por ter acreditado no trabalho e me orientado com tanta paciência e dedicação, possibilitando-me chegar à reta final.

À minha irmã, Alyne, por todo apoio e incentivo.

Agradeço a todos que, de alguma forma, estiveram presentes nesse longo percurso, me ajudando com palavras de incentivo e carinho.

“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo, mas transformai-vos pela renovação da mente, a fim de distinguir qual é a vontade de Deus: o que é bom, o que lhe é agradável, o que é perfeito”.

(Romanos 12: 2)

RESUMO

O curso de Máquinas Elétricas exige dedicação dos alunos e é fundamental para sua qualificação profissional, pois diversos setores econômicos como industrial e comercial usam máquinas elétricas para acionar cargas. A partir da análise das notas dos alunos obtidas nos exames acadêmicos de 2010 a 2022 no Curso de Máquinas Elétricas da Universidade Federal do Ceará - Campus Sobral, observa-se que os tópicos Máquina de Corrente Contínua e Transformadores Trifásicos apresentam os menores índices de produtividade dos alunos. Este trabalho apresenta os primeiros resultados da aplicação das metodologias Team Based Learning (TBL) e Problem Based Learning (PBL) nas aulas de Máquinas Elétricas. O TBL e PBL são estratégias de Aprendizagem Ativa, e foram escolhidas para melhorar a aprendizagem dos alunos, bem como desenvolver habilidades de trabalho em equipe, aplicação dos conhecimentos prévios estudados, a capacidade ligar fenômenos práticos à teoria e realizá-los sem auxílio de professor. O principal resultado obtido por meio de análise da Função de Densidade de Probabilidade (FDP) das notas das atividades individuais, de equipe e das Avaliações Parciais (AP), mostra que as notas atuais são similares aos semestres anteriores, mas foi atingido o melhor nivelamento de aprendizagem pela diminuição da dispersão das notas. No PBL foi realizada a verificação do aprendizado dos estudantes no projeto, observando a execução e apresentação oral. Baseados nas respostas dos alunos da autoavaliação e avaliação de equipe no TBL os resultados mostram que o método ajudou na compreensão do conteúdo através da colaboração e trabalho em equipe, houve boa interação nos grupos e que eles estão receptivos a realização de outros métodos de avaliação. As respostas da autoavaliação e avaliação de equipe no PBL mostram que a execução do projeto contribuiu para melhorar o aprendizado do conteúdo, o nível de aprendizado alcançado com o método foi satisfatório, pois serviu para melhorar o aprendizado, tirar dúvidas por meio de estudo, destacar habilidades reais e compartilhar as experiências por meio de grupos. Mostrando que a inclusão do TBL e PBL fez os estudantes tornarem-se protagonistas de seu aprendizado.

Palavras-chave: Máquinas Elétricas. Máquinas de Corrente Contínua. Transformadores Trifásicos. Aprendizagem Ativa. Trabalho em equipe.

ABSTRACT

The Electrical Machines course requires dedication from students and is essential for their professional qualification, as various economic sectors such as industrial and commercial use electric machines to power loads. Analyzing students' grades obtained in academic exams from 2010 to 2022 in the Electrical Machines course at the Federal University of Ceará - Sobral Campus, we observed that topics of Direct Current Machines and Three-Phase Transformers have the lowest productivity rates among students. This work presents the initial results of applying the Team-Based Learning (TBL) and Problem-Based Learning (PBL) methodologies in Electrical Machines classes. TBL and PBL are Active Learning strategies chosen to enhance student learning and develop teamwork skills, application of prior knowledge, the ability to connect practical phenomena to theory, and perform tasks without teacher assistance. The main result obtained through the analysis of the Probability Density Function (PDF) of individual and team activity grades, as well as Partial Assessments (PA), shows that current grades are similar to previous semesters, but the learning level has been improved by reducing grade dispersion. In PBL, student learning was assessed through project execution and oral presentation. Based on student self-assessment and team assessment responses in TBL, the results show that the method aided in content comprehension through collaboration and teamwork, fostering good interaction among student groups and receptiveness to other evaluation methods. Responses from self-assessment and team assessment in PBL demonstrate that project execution contributed to enhancing content learning. The achieved learning level was satisfactory, helping to clarify doubts through study, highlighting real skills, and sharing experiences through groups. This indicates that the inclusion of TBL and PBL made students become protagonists of their learning.

Keywords: Electrical Machines. Direct Current Machines. Three-Phase Transformers. Active Learning. Teamwork.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos fundamentais do método TBL.....	25
Figura 2 – Etapas do processo de aprendizagem TBL	26
Figura 3 – Elementos fundamentais do método PBL.....	27
Figura 4 – Etapas do processo de aprendizagem PBL.....	28
Figura 5 – Componentes de uma máquina CC	30
Figura 6 – Enrolamento progressivo e regressivo	31
Figura 7 – Motor CC de enrolamento imbricado com quatro polos. com a) Enrolamento imbricado, b) Diagrama do enrolamento imbricado da armadura.....	32
Figura 8 – Motor CC de enrolamento ondulado com quatro polos. com a) Enrolamento ondulado, b) Diagrama do enrolamento ondulado da armadura	33
Figura 9 – Conexões do circuito de campo do motor CC. a) Excitação independente, b) Auto excitado série (à esquerda) e em derivação (à direita).....	35
Figura 10 – Conexões do circuito de campo do gerador CC. a) com Excitação independente, b) Auto excitado série (à esquerda) e em derivação (à direita).....	37
Figura 11 – Construção de transformador trifásico. a) Banco de transformadores trifásicos, b) Transformador trifásico com 3 enrolamento	38
Figura 12 – Conexões trifásicas. com a) Conexão Y-Y, b) Conexão Y- Δ , c) Conexão Δ -Y e d) Conexão Δ - Δ	39
Figura 13 – Cartão resposta do teste.....	43
Figura 14 – Aplicação do iRAT vista parcial da sala	43
Figura 15 – Aplicação do tRAT vista parcial a direita da sala	44
Figura 16 – Resolução da questão 1 Etapa 4 - Aplicação de Conceitos.....	45
Figura 17 – Resolução da questão 4 Etapa 4 - Aplicação de Conceitos.....	45
Figura 18 – Resolução da questão 5 Etapa 4- Aplicação de Conceitos.....	45
Figura 19 – Resolução da questão 6 Etapa 4 - Aplicação de Conceitos.....	46
Figura 20 – Explicação do conteúdo do projeto	47
Figura 21 – Protótipo do projeto apresentado na Etapa 4 - Síntese e Apresentação. a) Projeto da equipe 1, b) Projeto da equipe 2, c) Projeto da equipe 3, d) Projeto da equipe 4, e) Projeto da equipe 5, f) Projeto da equipe 6	48
Figura 22 – Curva normal ou gaussiana	51
Figura 23 – Histograma de frequência	52
Figura 24 – Pergunta sobre dificuldades no conteúdo de máquinas CC	65
Figura 25 – Perguntas sobre preparação, participação e contribuição individual	66
Figura 26 – Perguntas sobre preparação, participação e contribuição em equipe.....	67
Figura 27 – Perguntas sobre o método de aprendizagem TBL.....	68
Figura 28 – Pergunta sobre integração de teoria a aspectos práticos	71
Figura 29 – Perguntas sobre estudo, participação e contribuição individual no projeto	71
Figura 30 – Perguntas sobre estudo, participação e contribuição em equipe no projeto	72
Figura 31 – Perguntas sobre o método de aprendizagem PBL.....	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média das avaliações parciais	16
Gráfico 2 – Comparação da média final com média máquinas CC e transformadores trifásicos	16
Gráfico 3 – Porcentagem da taxa de reprovações em Máquinas Elétricas.....	17
Gráfico 4 – Análise Quantitativa das médias dos alunos a) de 2010, b) de 2011, c) de 2012, d) de 2017,1, e) de 2017.2, f) de 2018.1	18
Gráfico 5 – Análise quantitativa das médias dos alunos a) de 2018.2, b) de 2019.1, c) de 2019.2, d) de 2020.1, e) de 2021.2, f) de 2022.1, g) de 2022.2.....	19
Gráfico 6 – Histograma da frequência e distribuição normal do TBL de máquinas CC	55
Gráfico 7 – Histograma da frequência e distribuição normal da AP de máquinas CC ..	56
Gráfico 8 – Representação gráfica de a) Junção dos testes para compor a AP FINAL, b) Histograma da frequência e distribuição normal da AP FINAL de máquinas CC.....	57
Gráfico 9 – Histograma da Frequência e Distribuição Normal do TBL de Transformadores Trifásicos.....	58
Gráfico 10 – Histograma da frequência e distribuição normal da AP de transformadores trifásicos	59
Gráfico 11 – Representação gráfica de a) Junção dos testes para compor a AP FINAL, b) Histograma da frequência e distribuição normal da AP FINAL de transformadores trifásicos	60
Gráfico 12 – Histograma da frequência e distribuição normal das APs de MCC do a) Período 2018.2, b) Período 2020.1	62
Gráfico 13 – Histograma da frequência e distribuição normal das APs de transformadores trifásicos do a) Período 2018.2, b) Período 2020.1	63
Gráfico 14 – Médias totais do semestre 2023.1. com a) Análise quantitativa, b) Análise qualitativa	75
Gráfico A.1 – T– Situação de Aprovação do Período. dos Períodos a) de 2010, b) de 2011, c) de 2012, d) de 2017.1, e) de 2017.2, f) de 2018.1, g) de 2018.2, h) de 2019.1, i) de 2019.2, j) de 2020.1, k) de 2021.2, l) de 2022.1, m) de 2022.2.....	92
Gráfico D.1 – Histograma da Frequência e Distribuição Normal de Máquinas CC em a) TBL, TBL TURMA 01 A, TURMA 01 B, b) AP, AP TURMA 01 A, AP TURMA 01 B, c) AP FINAL, AP FINAL AP TURMA 01 A, AP TURMA 01 B.....	105
Gráfico D.2 – Histograma da Frequência e Distribuição Normal de Transformadores Trifásicos em a) TBL, TBL TURMA 01 A, TURMA 01 B, b) AP, AP TURMA 01 A, AP TURMA 01 B, c) AP FINAL, AP FINAL AP TURMA 01 A, AP TURMA 01 B.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma das etapas do TBL	42
Tabela 2 – Cronograma das etapas do PBL.....	46
Tabela 3 – Médias totais das etapas do TBL	54
Tabela 4 – Resultados da atividade TBL máquinas CC 2023.1	55
Tabela 5 – Resultados das AP máquinas CC 2023.1.....	56
Tabela 6 – Resultados das AP final máquinas CC 2023.1	57
Tabela 7 – Resultados da atividade TBL transformadores trifásicos 2023.1	58
Tabela 8 – Resultados das AP transformadores trifásicos 2023.1.....	59
Tabela 9 – Resultados das AP final transformadores trifásicos 2023.1	60
Tabela 10 – Resultado das APs de MCC dos Períodos 2018.2 e 2020.1.	62
Tabela 11 – Resultado das APs de transformadores trifásicos dos períodos 2018.2 e 2020.1	64

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

AC	Aplicaco de Conceitos
AP	Avaliaces Parciais
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
FDP	Função de Densidade de Probabilidade
iRAT	Individual Readiness Assurance Test
MAA	Metodologias de Aprendizagem Ativa
MCC	Máquinas CC
ME	Máquinas Elétricas
MIT	Motores de Indução Trifásicos
MS	Máquinas Síncronas
PBL	Problem Based Learning
TBL	Team Based Learning
TRAFO	Transformador Trifásico
tRAT	Team Readiness Assurance Test
UFC	Universidade Federal do Ceará

LISTA DE SÍMBOLOS

μ	Média aritmética
σ	Desvio padrão
Φ	Fluxo induzido
ω	Velocidade angular
a	Relação de espiras no transformador
a	Número de caminhos de corrente no rotor
a'	Relação de transformação de linha
E_a	Tensão induzida
I_a	Corrente de armadura
K	Constante de enrolamento da máquina
m	Multiplicidade do enrolamento
P	Número de polos da máquina
R_a	Resistência de armadura
T	Torque induzido
V_{lp}	Tensão de linha primária
V_{ls}	Tensão de linha secundária
V_t	Tensão da rede
$V_{\phi p}$	Tensão de fase primária
$V_{\phi s}$	Tensão de fase secundária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	15
1.2	Análise histórica dos períodos de Máquinas Elétricas.....	17
1.2.1	<i>Análise quantitativa das avaliações</i>	17
1.3	Objetivos.....	21
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	21
1.3.2	<i>Passos da Metodologia Ativa para atingir o objetivo</i>	21
2	ASPECTOS GERAIS	23
2.1	Aprendizagem ativa	23
2.1.1	<i>Metodologia Team Based Learning – TBL na educação em engenharia</i>	24
2.1.2	<i>Metodologia Problem Based Learning – PBL na educação em engenharia</i> ..	26
3	MÁQUINAS CC E TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS	29
3.1	Máquinas de corrente contínua	29
3.1.1	<i>Aspectos construtivos de uma máquina CC</i>	30
3.1.2	<i>Tipos de enrolamento</i>	31
3.1.2.1	<i>Enrolamento imbricado</i>	32
3.1.2.2	<i>Enrolamento ondulado</i>	33
3.1.2.3	<i>Enrolamento auto equalizado</i>	34
3.1.3	<i>Princípio de funcionamento de um motor de corrente contínua</i>	34
3.1.4	<i>Princípio de funcionamento de um gerador de corrente contínua</i>	36
3.2	Transformadores trifásicos	37
3.2.1	<i>Conexões de transformadores trifásicos</i>	38
3.2.1.1	<i>Conexão estrela – estrela</i>	39
3.2.1.2	<i>Conexão estrela – triângulo</i>	40
3.2.1.3	<i>Conexão triângulo – estrela</i>	40
3.2.1.4	<i>Conexão triângulo – triângulo</i>	41
4	METODOLOGIA	42
4.1	Participantes da pesquisa	42
4.2	Procedimentos realizados no método TBL	42
4.3	Procedimentos realizados no método PBL	46
4.4	Função de densidade de probabilidade – FDP	50
4.4.1	<i>Distribuição normal ou gaussiana</i>	51
4.4.2	<i>Histograma</i>	52
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	54

5.1	Resultados e discussões da metodologia <i>Team Based Learning</i> – TBL.....	54
5.1.1	<i>Resultados e discussões de máquinas CC</i>	54
5.1.2	<i>Resultados e discussões de transformadores trifásicos</i>	58
5.1.3	<i>Comparação de resultados atuais e do método tradicional em períodos anteriores</i>	61
5.1.4	<i>Resultados da autoavaliação e avaliação da atividade de máquinas CC</i>	65
5.2	Resultados e discussões da metodologia <i>Problem Based Learning</i> – PBL.....	69
5.2.1	<i>Resultados do projeto de máquinas CC</i>	69
5.2.2	<i>Resultados da autoavaliação e avaliação do projeto de máquinas CC</i>	70
5.3	Resultado geral da classe	74
6	CONCLUSÕES	76
6.1	Proposta para trabalhos futuros.....	77
6.2	Trabalhos publicados e aceitos desta pesquisa	77
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	ANEXO A – TABELA DE DADOS REFERENTES AOS PERÍODOS DE 2010 A 2022.2 NA DISCIPLINA DE MÁQUINAS ELÉTRICAS.....	84
	APÊNDICE A – ANÁLISE QUALITATIVA DAS AVALIAÇÕES	92
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM TESTE(TBL) PARA FINS DE PESQUISA.	95
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA(PBL) PARA FINS DE PESQUISA.....	100
	APÊNDICE D – DEMAIS RESULTADOS NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA NO PERÍODO 2023.1.....	105
	APÊNDICE E – RESPOSTAS DESCRITIVAS DO QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM TESTE(TBL) PARA FINS DE PESQUISA.....	110
	APÊNDICE F – PROTÓTIPOS DO PROJETO DE ENROLAMENTOS IMBRICADO E ONDULADO.	112
	APÊNDICE G – RESPOSTAS DESCRITIVAS QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA(PBL) PARA FINS DE PESQUISA.....	113

1 INTRODUÇÃO

A Universidade Federal do Ceará (UFC), seguindo o programa de expansão das Universidade Federais, inaugurou o Campus de Sobral em 2006 com a criação de 5 novos cursos: Ciências Econômicas, Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica, Odontologia e Psicologia (Universidade Federal do Ceará Campus Sobral).

O curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará – Campus Sobral tem sua estrutura curricular em regime semestral com carga horária mínima de 3676 horas de formação requerida para a obtenção do diploma de Engenheiro Eletricista com duração mínima permitida de 8 semestres letivos e duração padrão de 10 semestres letivos. Os componentes curriculares são organizados em seis núcleos: básico, profissionalizante, específico, prática profissional, complementares e extensão.

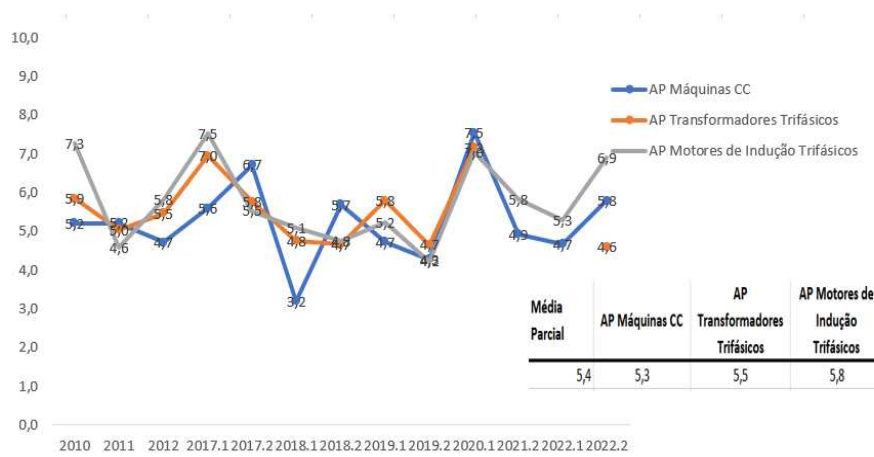
A disciplina de Máquinas Elétricas (ME), é obrigatória, advinda do núcleo profissionalizante, fazendo parte da grade curricular do sétimo semestre do curso de Engenharia Elétrica. Essa matéria tem carga horário de 96h, sendo 64h de aulas teóricas e 32h de aulas práticas. Com a ementa constituída pelos conteúdos de: Transformadores Trifásicos, Introdução às máquinas de corrente alternada (CA) e Máquinas de corrente contínua (CC).

1.1 Justificativa

O curso de ME exige dedicação do aluno para seu entendimento, sendo essencial para sua qualificação profissional, pois diversos setores econômicos como industrial e comercial utilizam máquinas elétricas para acionamento de cargas.

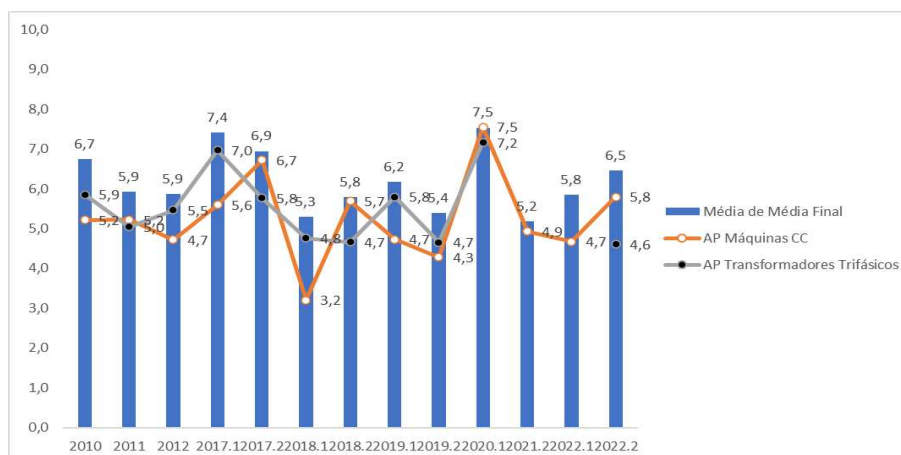
A Figura 1 mostra o gráfico da Média das Avaliações Parciais (AP) dos alunos de 2010 a 2022.2, a Figura 2 mostra o gráfico de Comparação da Média Final com a Média de Máquinas CC e Transformadores Trifásicos dos alunos de 2010 a 2022.2. No período de 2010 a 2012 o curso de ME foi ofertado apenas uma vez durante o ano. A partir do ano de 2017 este curso passou a ser oferecido na modalidade semestral.

Gráfico 1 – Média das avaliações parciais



Fonte: Feito pela Autora.

Gráfico 2 – Comparação da média final com média máquinas CC e transformadores trifásicos



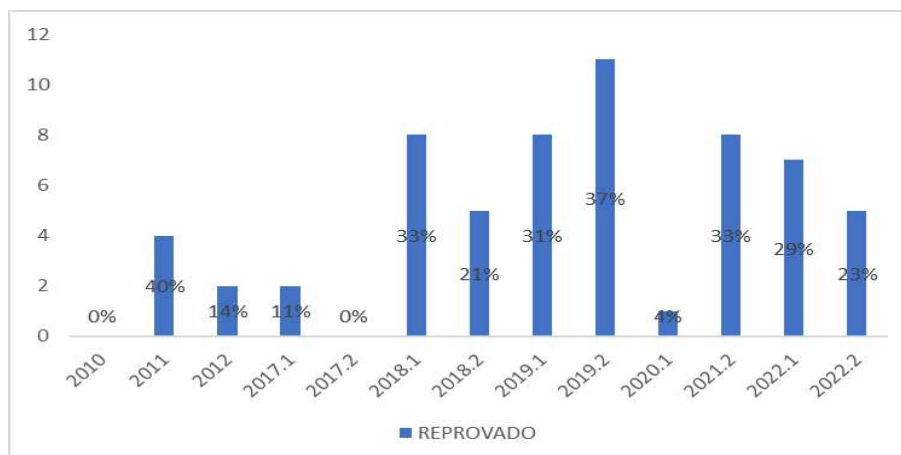
Fonte: Feito pela Autora.

No geral, as notas dos alunos na classe de ME variam de 3,2 a 7,5 em uma escala de 0 a 10. O desempenho dos alunos no conteúdo de Máquinas CC é em média de 3,2 a 6,7, tendo aumentado para 7,5 na pandemia. O conteúdo de Máquinas CC tem as notas médias mais baixas entre 2010 a 2022, apresentando média aritmética de 5,3.

Em Transformadores Trifásicos, a média varia de 4,6 a 7,5 e possui média aritmética 5,5. Em Motores de Indução Trifásicos (MIT), a média está, entre 4,2 e 7,5, com média aritmética 5,8. Cabe comentar que nos semestres de 2021.2 e 2022.1 o conteúdo de Transformadores Trifásicos foi substituído pelo de Máquinas Síncronas (MS) para fins de experimentação, retornando à estrutura curricular no semestre de 2022.2.

Outro fato observado é a Média de Reprovações em ME de 2010 a 2022.2 em forma de porcentagem com relação ao número de alunos matriculados na disciplina por período, no gráfico da Figura 3.

Gráfico 3 – Porcentagem da taxa de reprovações em Máquinas Elétricas



Fonte: Feito pela Autora

Há uma variação da taxa de reprovações de 0% a 40% nos períodos de 2010 e 2022.2. Os semestres 2010 e 2017.2 tem aprovação total em ME, e 2011 possui a maior porcentagem de reprovações em relação ao número de alunos matriculados por período.

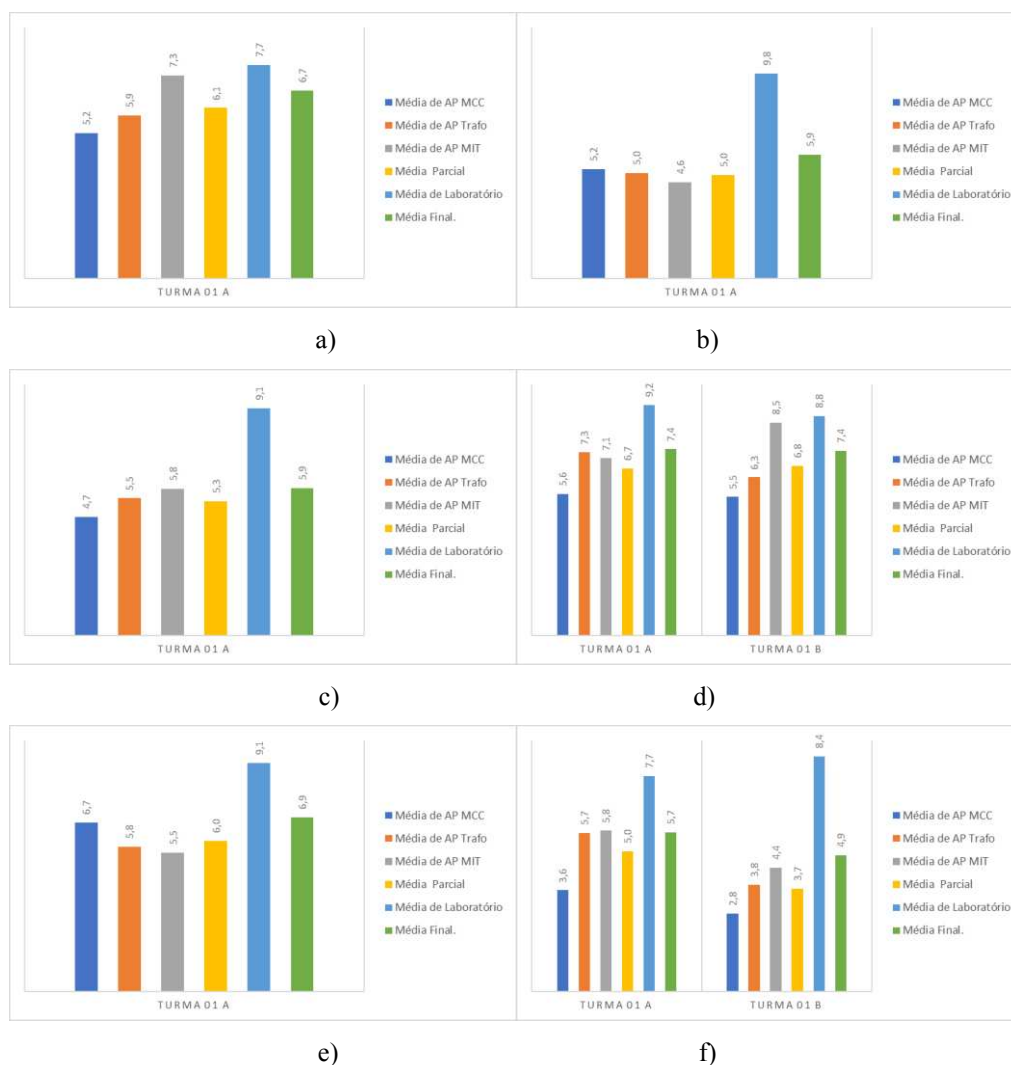
1.2 Análise histórica dos períodos de Máquinas Elétricas

Os dados foram separados em quantitativo e qualitativo, como forma de verificá-los mais extensivamente. O sigilo dos estudantes foi mantido, fazendo-se a contagem da seguinte maneira: “Aluno” seguido de número com duas casas decimais – ANEXO A. A análise histórica dos dados qualitativos está disposta no APÊNDICE A.

1.2.1 Análise quantitativa das avaliações

Na análise quantitativa verifica-se dados numéricos referentes aos três conteúdos programáticos da disciplina de ME. As Figuras 4 e 5 mostram as médias de Máquinas CC(MCC), Transformadores Trifásicos, MIT, Média Parcial, Média do Laboratório e Média Final dos discentes do período de 2010 a 2022.2.

Gráfico 4 – Análise Quantitativa das médias dos alunos a) de 2010, b) de 2011, c) de 2012, d) de 2017,1, e) de 2017.2, f) de 2018.1



Fonte: Feito pela Autora.

No período de 2010, apenas MIT teve nota superior a 7, a média parcial é feita a partir do valor das 3 notas, já as notas de Laboratório demonstraram melhor desempenho, nesse período as notas das APs representaram 75% e as de Laboratório 25% na Média Final. Percebe-se que a menor nota foi em Máquinas CC, e as notas de Transformadores Trifásicos foram em média 5,9, apesar de esse conteúdo já ter sido estudado em uma disciplina anterior. Isso pode indicar a falta de assimilação do conteúdo por parte dos alunos.

Em 2011, a matéria de Máquinas CC teve melhor resultado e MIT teve o pior resultado. A matéria de Transformadores Trifásicos continua com o mesmo problema do ano anterior. E a Média Final foi produzida com 80% das notas das APs e 20% com as

notas de Laboratório, verifica-se que as médias finais tiveram valores maiores por influência das notas de laboratório.

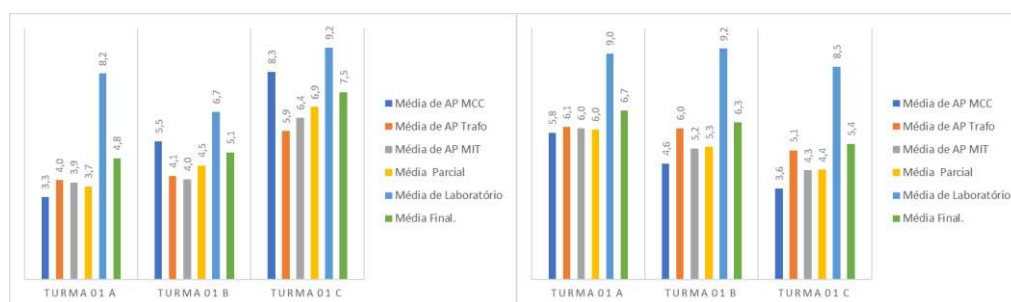
Em 2012, as notas de Máquinas CC foram as menores das três e a de MIT foi a média com melhor aproveitamento, as notas das Médias Finais foram calculadas da mesma forma que o período de 2011. As médias de Laboratório continuaram superiores a 7.

Em 2017.1, a classe foi dividida em Turma 01 A e Turma 01 B para facilitar nas aulas práticas de laboratório. Nas duas turmas as médias de Máquinas CC foram as menores e as de MIT foram as mais altas. E o desempenho da Turma 01 B foi o melhor nos conteúdos estudados e da Turma 01 A em práticas de laboratório.

Em 2017.2, as notas de Máquinas CC tiveram melhor rendimento e as de MIT obtiveram menor rendimento e a Média Final foi produzida com 70% das notas das provas e 30% com as notas de Laboratório. Mostrando que durante todos os períodos anteriores e nesse as médias finais tiveram valores maiores por influência das notas de laboratório.

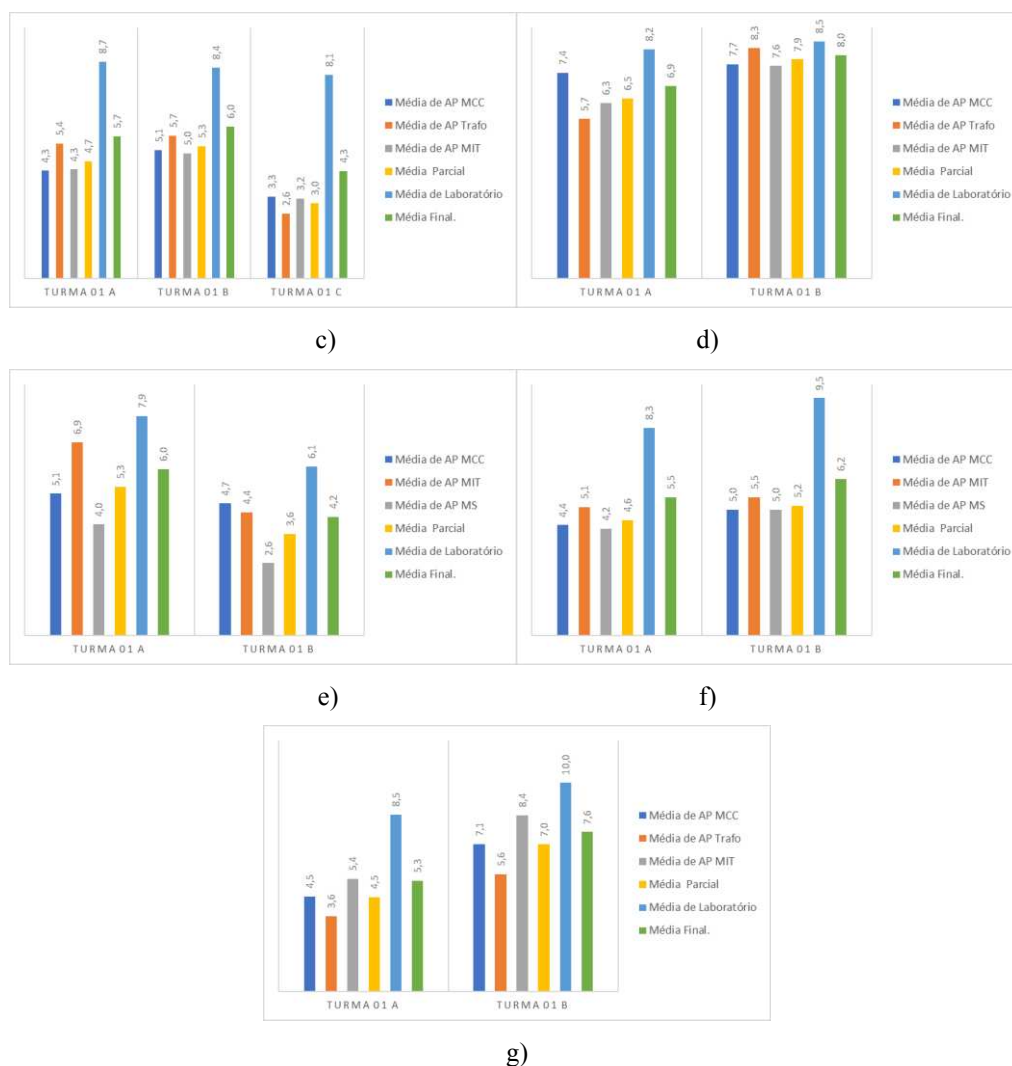
Em 2018.1, houve a divisão da classe em Turma 01 A e Turma 01 B. A Média Final foi calculada com 75% das médias das APs e 25% com médias laboratoriais. É possível ver que a Turma 01 A obteve melhor aproveitamento que a Turma 01 B, mas que nas práticas experimentais a segunda turma conseguiu melhor resultado, porém as duas não atingiram as notas mínimas exigidas na Universidade, sendo a mais baixa a nota de Máquinas CC.

Gráfico 5 – Análise quantitativa das médias dos alunos a) de 2018.2, b) de 2019.1, c) de 2019.2, d) de 2020.1, e) de 2021.2, f) de 2022.1, g) de 2022.2



a)

b)



Fonte: Feito pela Autora.

De 2018.2 a 2019.2 os alunos foram alocados em três Turmas, a 01 A, 01 B e 01 C. Em 2018.2 as turmas possuíam número igual de alunos. Na Média do Período 2018.2 verifica-se que a Turma 01 A teve o pior desempenho com nota de Máquinas CC sendo a mais baixa, a segunda e terceira turma obtiveram notas de Máquinas CC com nível de desempenho melhor e a Média Final da primeira turma é a menor com 4,8 e a terceira turma é a maior com 7,5.

Em 2019.1, vê-se que a primeira turma conseguiu melhor resultado que as demais e a última teve pior resultado e para todas as turmas dessa classe o conteúdo com menor nota foi Máquinas CC. Em 2019.2 nenhuma turma teve desempenho satisfatório, a Turma 01 B conseguiu melhor desempenho que as demais, os conteúdos de máquinas CC e MIT ficaram empatados com as menores médias.

De 2020.1 até 2022.2 os alunos foram alocados em duas Turmas, a 01 A e a 01 B. Em 2020.1 e 2021.2 houve aulas no formato EAD devido a epidemia de COVID-19 e no semestre de 2022.1 houve o retorno presencial. Em 2020.1 na Turma 01 A as médias de Máquinas CC tiveram melhor rendimento e MIT o pior. Na Turma 01 B as médias de Transformadores Trifásicos foram as melhores e as de MIT foram as piores. A segunda turma obteve melhor desempenho nas práticas laboratoriais e a média Total Geral de MIT do período foi a menor.

Em 2021.2 a matéria com melhor rendimento geral foi MIT e com pior foi de MS. Um fato relevante é que as médias das práticas de laboratório tiveram uma queda, pois os alunos fizeram em formato EAD e isso possivelmente é um fator determinante devido à falta de contextualização dos estudantes das aulas teóricas com as práticas.

No semestre 2022.1 as médias foram estabelecidas da mesma forma que no semestre anterior. E as médias gerais de MIT foram as melhores e MS foram as piores novamente. A primeira turma obteve melhor rendimento nas práticas de laboratório.

No semestre de 2022.2 o conteúdo de Transformadores Trifásicos teve baixo desempenho e a Turma 01 B se sobressaiu sobre a Turma 01 A, as notas laboratoriais mantiveram-se com médias acima de 7.

E mesmo que a matéria de MS tenha tido uma média aritmética em 2021.2 e 2022.1 igual a 4,0 ainda não possui dados suficientes para iniciar um procedimento para melhorar seu ensino, além de não fazer mais parte da grade curricular do curso.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho de conclusão de curso é apresentar os primeiros resultados das Metodologias de Aprendizagem Ativa (MAA) aplicados nas aulas de ME para aumentar os resultados do conteúdo de Máquinas CC e Transformadores Trifásicos. No qual, as metodologias escolhidas foram duas: *Team Based Learning - TBL* e *Problem Based Learning - PBL*.

1.3.2 Passos da Metodologia Ativa para atingir o objetivo

- Implementar as duas metodologias escolhidas: TBL e PBL no conteúdo de Máquinas CC;
- Realizar a atividade TBL com os estudantes e utilizá-la para compor a nota da AP no conteúdo de Máquina CC e de Transformadores Trifásicos;
- Realizar projeto na atividade PBL sobre enrolamento imbricado e ondulado no rotor da Máquina CC e verificar o funcionamento dos protótipos e o aprendizado dos discentes;
- Verificar os resultados provenientes das notas das atividades TBL e PBL e porcentagem de Aprovados, Aprovados com AF, Reprovados e constatar se houve real melhoria das notas.

2 ASPECTOS GERAIS

Este capítulo apresenta um resumo da revisão de literatura, utilizada como embasamento teórico para o presente estudo, de livros, artigos, dissertações e teses utilizadas na apresentação dos aspectos referentes a Aprendizagem Ativa.

2.1 Aprendizagem ativa

O termo Aprendizagem Ativa foi introduzido por Reginald William Revans (REVANS, R., 2011). Sua característica distinta é ter o aluno como protagonista do processo de aprendizagem que, além de conhecimentos técnicos e desenvolvimento cognitivo, oferece oportunidades de aplicação de conhecimento em situações práticas. Seus princípios incluem o aprendizado centrado no aluno, autonomia, reflexão, abordagem de problemas reais, trabalho em equipe, inovação e o papel do professor como facilitador (DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N., 2017).

O processo de formação de estudantes de engenharia abrange o desenvolvimento de um conjunto de competências como: habilidades técnicas que são valorizadas no mercado de trabalho, habilidades cognitivas relacionadas ao pensamento crítico e habilidades metodológicas que envolvem a capacidade de aplicar conhecimento na prática e utilização de novas tecnologias (GUERRERO, D.; PALMA, M.; LA ROSA, G. 2014).

Atualmente, tanto na educação em engenharia como em outras áreas, as salas de aula têm como fator predominante estudantes que adotam uma postura passiva, com pouca participação em discussões sobre o conteúdo estudado nas disciplinas (BARROS *et al.*, 2004). Esse cenário é associado aos métodos de ensino tradicionais, caracterizado por aulas expositivas, centradas no docente, e alunos que seguem estratégias de estudo por memorização para obter notas mínimas para aprovação, compartimentação do conhecimento, trabalho individual, e busca pelo entendimento, a partir da visão do professor (BARROS *et al.*, 2004).

As atividades, constantemente resumem-se à resolução de listas de exercícios, a partir da literatura adotada na sala de aula. Ainda que os estudantes não tenham alcançado uma compreensão adequada sobre o conteúdo, podem conseguir bons resultados em avaliações, que costumam ser o único parâmetro utilizado para medir o desempenho dos alunos.

Compreendendo que a estrutura curricular muitas vezes limita os alunos a caminhos predeterminados, limitando a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades profissionais. Em 2019, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos de Engenharia no Brasil foram revisados e publicados para propor as instituições que adotassem métodos de ensino ativos com foco no desenvolvimento dessas habilidades (PINHEIRO, G. D., BOSCARIOLI, C. 2022).

Outro fator é o considerável índice de reprovação na matéria de ME – Figura 3. O problema da reprovação não é causado somente pela metodologia aplicada em sala de aula. Há inúmeros fatores, sociais, culturais e econômicos, que são relevantes (BARROSO, 2003). Entretanto, para fins de estudo a modificação do método de ensino é o meio mais palpável de resolver esse problema que é recorrente no curso.

2.1.1 Metodologia Team Based Learning – TBL na educação em engenharia

O método de *Team Based Learning* – TBL foi desenvolvido pelo professor de gestão e negócios Larry Michaelsen, no fim dos anos 70, na Universidade de Oklahoma nos Estados Unidos (MICHAELSEN, L.; SWEET, 2008).

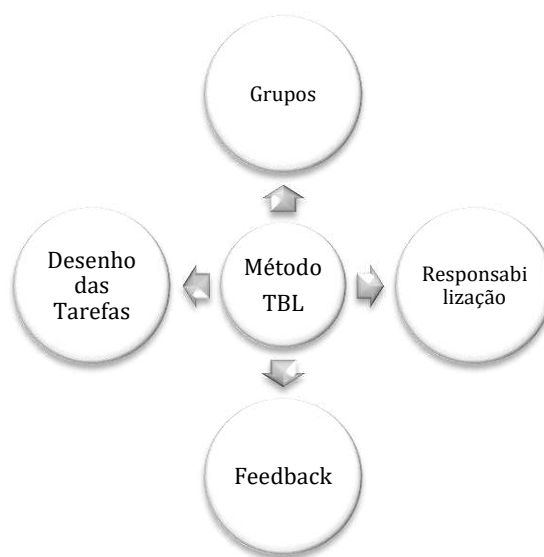
Tendo como foco melhorar a aprendizagem e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo, através de uma estrutura que envolve o gerenciamento de equipes de aprendizagem, tarefas de preparação e aplicação de conceitos, feedback constante e avaliação entre os colegas que pode ser implementado nas disciplinas do curso de Engenharia Elétrica (MICHAELSEN, L.; SWEET, 2008).

Este efeito é mais evidente em alunos academicamente mais fracos. Os alunos que aplicam esse método relatam alto envolvimento, o que pode promover maior aprendizagem (TAN, *et al.*, 2011). Os resultados dos estudos de Tan, *et al.*(2011) e de Niyndo, *et al.*(2014) demonstram um alto grau de aceitação do TBL pelos alunos. Além da distribuição de frequência das notas dos exames finais dos alunos modificaram-se drasticamente.

A motivação principal é fazer os alunos se sentirem responsáveis pela própria aprendizagem e pela dos colegas de equipe. Ao promover o conhecimento conceitual e procedimental que serão aplicados na solução dos problemas que o estudante irá enfrentar na sua vida profissional.

A Figura 1 mostra os Elementos Fundamentais do Método TBL essenciais para sua aplicação: Grupos - devem ser compostos por alunos de características diversas, Responsabilização - os alunos devem ser responsáveis pela qualidade do seu trabalho e do trabalho do grupo, Feedback - os estudantes devem receber um parecer ou retorno imediato e Desenho das Tarefas - as tarefas devem promover aprendizagem e desenvolvimento do grupo (MICHAELSEN, SWEET, 2008).

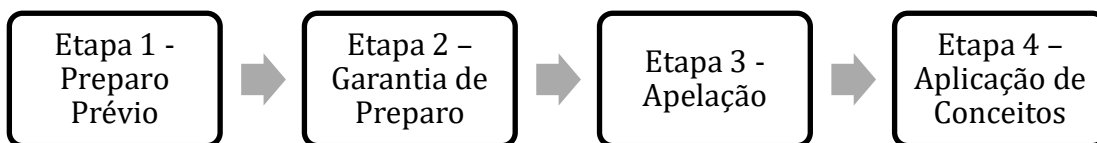
Figura 1 – Elementos fundamentais do método TBL



Fonte: Feito pela Autora.

A Figura 2 mostra as Etapas do processo de Aprendizagem TBL. Etapa 1 – Preparo Prévio que consiste em estudo pré-classe, onde o estudante se prepara para a atividade por meio de conteúdo na disciplina de ME. Etapa 2 – Garantia de Preparo é a fase em que os alunos devem responder ao teste individual (Individual Readiness Assurance Test – iRAT) a questões relacionadas com o conteúdo estudado, as mesmas questões deverão ser respondidas pelo grupo no teste da equipe (Team Readiness Assurance Test – tRAT) onde a resposta deve ser discutida, analisada e dada de forma unânime para todos os membros do grupo, depois dessas duas etapas ocorre a liberação do gabarito em tempo real (MICHAELSEN, SWEET, 2008).

Figura 2 – Etapas do processo de aprendizagem TBL



Fonte: Feito pela Autora.

Na Etapa 3 – Apelação, os alunos poderão discordar com a resposta caso achem a formulação da questão ambígua e/ou passível de anulação e a Etapa 4 – Aplicação dos Conceitos é a fase que constará de resolução de problemas em equipe que sejam significativos e requeiram a aplicação prática dos conceitos discutidos na segunda etapa, podendo ser questões abertas ou de múltipla escolha que deverão ser respondidas pelo grupo através da apresentação dos resultados ou a correção das questões com chance de discussão e argumentação fundamentada (MICHAELSEN, SWEET, 2008).

Para verificar o desempenho atingido dos alunos e analisar se houve real melhoramento, o presente trabalho utilizará os resultados provenientes dos iRATs, dos tRATs e dos problemas da quarta etapa (KRUG, R.de R. *et al*, 2016). E verificar sua eficiência, é conseguir encontrar as causas de um possível fracasso na aprendizagem, por meio de uma autoavaliação e avaliação de colegas de equipe.

2.1.2 Metodologia Problem Based Learning – PBL na educação em engenharia

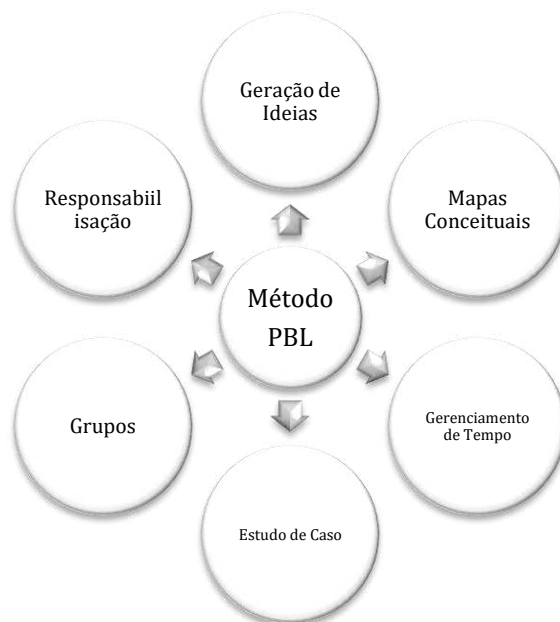
O método *Problem Based Learning* – PBL, foi desenvolvido na década de 1960 no Canadá, sendo aplicado inicialmente em escolas de Medicina. Apesar da aplicação inicial na área médica, a abordagem de ensino é utilizada em várias outras áreas do conhecimento (BOUD, D., FELETTI, G, 1997) (BARROWS, H. S., TAMBLYN R. M., 1980).

Assim como a abordagem anterior, PBL prioriza fazer do estudante o centro da aprendizagem, sendo este responsável pelo seu ganho de conhecimento e o professor como orientador do processo. Pelo uso de um problema ou situação relevante do estudante como futuro profissional, a partir do incentivo em desenvolver habilidades concomitantes aos conhecimentos teórico-práticos (BARROWS, H. S., TAMBLYN R. M., 1980) que fazem parte da disciplina de ME. E assim, reduzir os seguintes problemas identificados em práticas de laboratório: a diminuição da aplicação dos conhecimentos prévios

estudados, a baixa capacidade em relacionar fenômenos práticos com a teoria, baixa capacidade de interpretar esquemas elétricos e realizá-los sem auxílio do professor, falta de motivação e participação dos alunos (DE LA HOZ, J., DE BLAS, A., 2009).

Por meio de projetos práticos realizados em laboratório que procuram contextualizar o conhecimento teórico das aulas com os procedimentos realizados em experimentos (BARROWS, H. S., TAMBLYN R. M., 1980). A Figura 3 com organograma dos Elementos Fundamentais do Método PBL. Geração de Ideias – para listar possíveis explicações ou soluções de um problema; Mapas Conceituais – tornam possível esclarecer e aprofundar conceitos e ideias sobre o problema; Gerenciamento de Tempo – conseguir realizar o projeto e seu seguintes passos no tempo estipulado; Estudo de Caso – realizar projetos que sejam relevantes para a vida profissional do acadêmico de engenharia, esse estudo pode ser aplicado há um aspecto da disciplina e da carreira profissional; Grupos - devem ser compostos de forma heterogênea e a Responsabilização - em que os alunos devem ser responsáveis pela qualidade do seu trabalho e do trabalho do grupo.

Figura 3 – Elementos fundamentais do método PBL

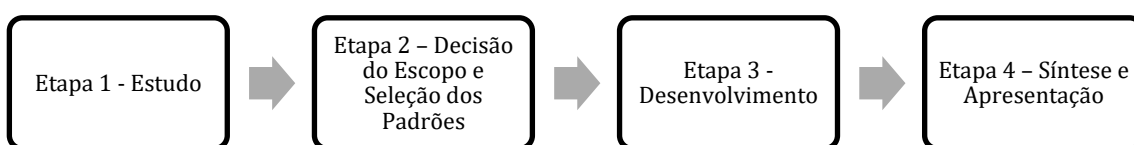


Fonte: Feito pela Autora.

Apesar de não haver uma regra única de como executar os processos do PBL, este método também pode ser dividido em etapas, como mostra a Figura 4. A Etapa 1 –

Estudo que consiste em estudo de forma individual e depois em grupo, onde o estudante se prepara para a atividade por meio de conteúdo fornecido da disciplina. Etapa 2 – Decisão do Escopo e Seleção dos Padrões é a fase em que são definidos os dados a ser coletados, quais procedimentos devem ser executados e interpretação e validação das suposições (CASALE, A., 2013) (COSTA, L. R.J, HONKALA, M, LEHTOVUORI, A, 2007).

Figura 4 – Etapas do processo de aprendizagem PBL



Fonte: Feito pela Autora.

Na Etapa 3 – Desenvolvimento, no qual será executado o projeto baseado nos conceitos e parâmetros estabelecidos na segunda etapa, a Etapa 4 – Síntese e Apresentação, será feita a coleta dos resultados obtidos e relatório escrito e em seguida a apresentação dos dados, feito em tempo real (CASALE, A., 2013) (COSTA, L. R.J, HONKALA, M, LEHTOVUORI, A, 2007).

Os projetos desenvolvidos serão avaliados a partir do aprendizado dos alunos, onde eles irão apresentar os materiais utilizados, relatório, as falhas e possíveis melhorias. Será realizada a autoavaliação e avaliação dos grupos que contará com aspectos como a relevância do método no aprendizado e analisar também o nível de estudo, participação e contribuição de cada membro da equipe no projeto.

3 MÁQUINAS CC E TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

Este capítulo é referente aos conteúdos escolhidos para a implementação das MAA. Em Máquinas CC foram implementados os métodos TBL e PBL e em Transformadores Trifásicos foi empregado o método TBL.

3.1 Máquinas de corrente contínua

As Máquinas de corrente contínua, foram produzidas no século XIX, pelo cientista alemão Werner Von Siemens que construiu o primeiro gerador de corrente contínua autoinduzido. Foram evoluindo e sendo muito utilizadas em processos industriais, por possuírem um ótimo controle de velocidade e torque, já que grande parte desses processos demanda sistemas de acionamento elétrico com controle de torque e/ou velocidade (MuseuWEG, 2018) (FITZGERALD, KINGSLEY e UMANS, 2014).

Sabe-se que o mercado global de motores CC foi avaliado em US\$ 20.196,6 milhões em 2016, em grande parte a suas crescentes aplicações em veículos elétricos (Grand View Research, 2016). Também são utilizadas em processos com boas características de regulação de velocidade como na fabricação de filmes plásticos necessitam de controle preciso de velocidade do acionamento elétrico mesmo na presença de distúrbios de carga. Outras aplicações para o qual as máquinas CC são usadas referem-se a processos que necessitam de altíssimo torque de partida como em guindastes, elevadores de carga pesada e motores de tração de locomotivas (HO, S, JONES, A. e COX, C.S, 1994) (AMIN, REHMANI, 2015).

O motor CC foi predominante até a década de 80 para fins de regulação de velocidade, principalmente para distribuição de energia elétrica. Com o desenvolvimento da eletrônica de potência e dos microprocessadores, tornou-se possível obter fontes de tensão com amplitude e frequência variáveis, possibilitando o desenvolvimento de sistemas de acionamento elétrico utilizando-se o MIT com controle vetorial ou de campo orientado (FITZGERALD, KINGSLEY e UMANS, 2014).

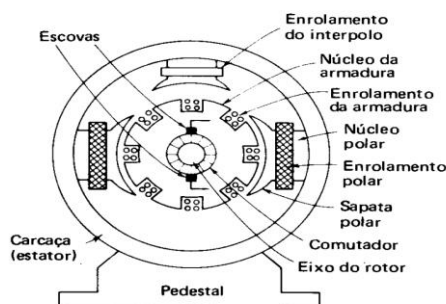
Como as Máquinas CC possuem algumas desvantagens se comparadas com as Máquinas CA, como alto custo de manutenção, menor vida útil, menor eficiência em baixa rotação, passaram a ser menos utilizadas. Ainda sendo necessárias para

determinados fins indústrias, e objeto de estudo devido ao seu comportamento linear no curso de Engenharia Elétrica (FITZGERALD, KINGSLEY e UMANS, 2014).

3.1.1 Aspectos construtivos de uma máquina CC

Podem operar no modo gerador e motor. A função de gerador é muito pouco utilizada devido a aplicação de sistemas de potência CA. Por isso, a função de motor de corrente contínua é muito mais utilizada. O motor CC é constituído de três partes principais: armadura, comutador e escovas – Figura 5 (KOSOW, I, 2005) (SEN, P. C, 1997).

Figura 5 – Componentes de uma máquina CC



Fonte: Kosow, I. (2005).

O estator é a estrutura fixa interna acoplada à carcaça da máquina, que é responsável por conduzir o fluxo eletromagnético do campo, que será interceptado pelo rotor. No estator são enrolados fios de cobre, isolados entre si, ligados em série, que é o enrolamento de campo. Neste enrolamento é produzido o campo magnético na máquina. E ocorre a interação com o campo magnético do enrolamento de armadura, que processa a conversão eletromecânica de energia (KOSOW, I, 2005) (SEN, P. C, 1997).

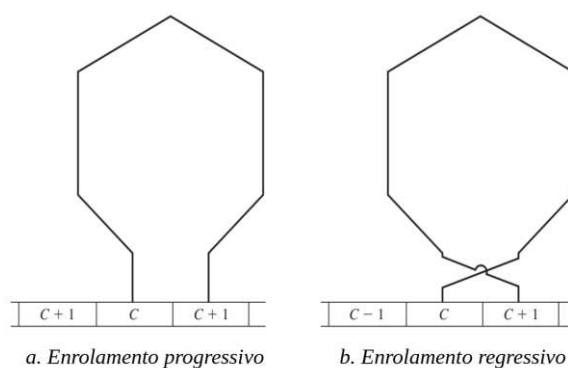
O enrolamento de armadura, é a parte girante que irá receber o campo magnético gerado pelo enrolamento de campo. Quando opera na função motor o movimento da armadura é concebido pela interação do campo magnético produzido pela corrente no enrolamento, com o campo magnético produzido pelo estator. Já no modo gerador, a tensão é gerada na armadura, pois ela é movimentada por uma força mecânica externa, máquina primária, dentro do campo magnético produzido pelo estator (KOSOW, I, 2005) (SEN, P. C, 1997).

O comutador, realiza a retificação da tensão alternada para a tensão contínua, uma vez que toda conversão eletromecânica de energia é na forma alternada. Sendo construído com segmentos de cobre, com um par de segmentos para cada enrolamento da armadura. O contato elétrico das bobinas com o comutador é feito através das escovas feitas de grafite e acompanhadas com molas (KOSOW, I, 2005) (SEN, P. C, 1997).

3.1.2 Tipos de enrolamento

Na conexão dos enrolamentos da armadura com os segmentos do comutador, há formas de ligação que apresentam suas vantagens e desvantagens. Na Figura 6, se o lado final de uma bobina for conectado a um segmento do comutador que está logo à frente do segmento ao qual está conectado o lado inicial da bobina, esse tipo de enrolamento será progressivo, porém se o lado final da bobina for ligado a um segmento do comutador que está atrás do segmento ao qual está conectado o lado inicial da bobina, esse enrolamento é regressivo. A diferença na máquina de enrolamento progressivo para o regressivo é que irão induzir tensões em sentidos opostos (CHAPMAN, S. J, 2013).

Figura 6 – Enrolamento progressivo e regressivo



Fonte: Adaptado de Chapman, S. J (2013).

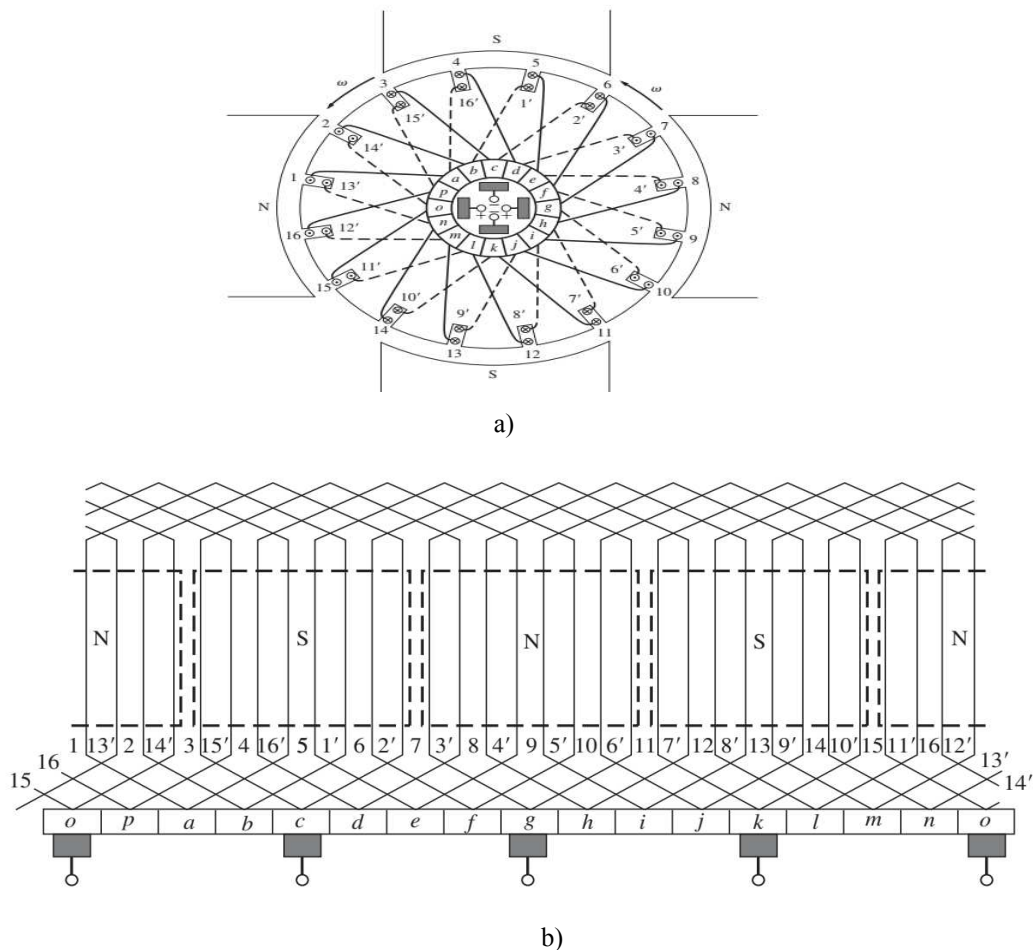
A classificação de enrolamento de armadura se dá pela multiplicidade de enrolamentos. Quando é formado um enrolamento é chamado de simples, no caso do enrolamento duplo é feito por dois conjuntos de enrolamentos independentes. No enrolamento triplo serão três conjuntos de enrolamentos independentes. O segundo e terceiro tipo de configuração ajudam a dividir a corrente, em casos que seu valor seja

elevado, sendo possível utilizar fios condutores com dimensão de bitola menor (CHAPMAN, S. J, 2013).

3.1.2.1 Enrolamento imbricado

O enrolamento imbricado consiste em bobinas que podem conter uma ou mais espiras em suas ranhuras, com os dois lados de cada bobina ligados a segmentos de comutador adjacente que podem ser do tipo progressivo ou tipo regressivo – Figura 7 (CHAPMAN, S. J, 2013).

Figura 7 – Motor CC de enrolamento imbricado com quatro polos. com a) Enrolamento imbricado, b) Diagrama do enrolamento imbricado da armadura



Fonte: Chapman, S. J (2013).

Por esse tipo de enrolamento ser segmentado, o número de caminhos paralelos será igual ao de polos da máquina. Sendo muito vantajoso para máquinas de

baixa tensão e altas correntes. A equação para o número de caminhos é dada por (CHAPMAN, S. J, 2013):

$$a = mP \quad (1)$$

Em que:

a = número de caminhos de corrente no rotor;

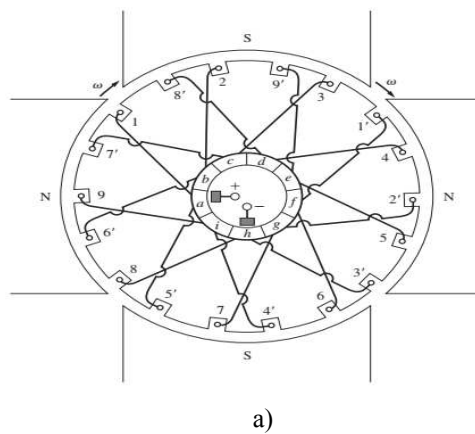
m = multiplicidade do enrolamento;

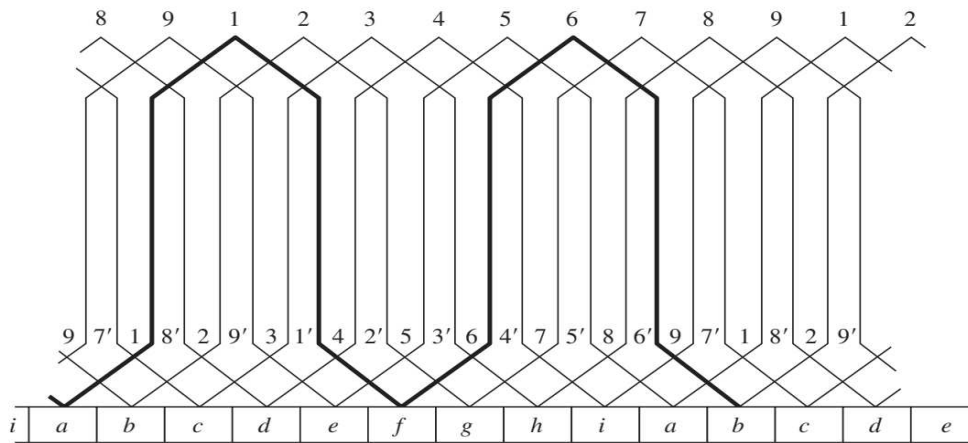
P = número de polos da máquina.

3.1.2.2 Enrolamento ondulado

O enrolamento ondulado consiste em que cada segunda bobina do rotor termina com uma conexão a um segmento do comutador que é adjacente ao segmento ligado ao início da primeira bobina - Figura 8. Dessa forma, entre segmentos adjacentes do comutador, há duas bobinas em série (CHAPMAN, S. J, 2013).

Figura 8 – Motor CC de enrolamento ondulado com quatro polos. com a) Enrolamento ondulado, b) Diagrama do enrolamento ondulado da armadura





Fonte: Chapman, S. J (2013).

Esse tipo de abordagem já é equalizado, pois cada fio condutor passa por todos os polos da máquina. E como esse tipo de enrolamento possui apenas dois caminhos, é vantajoso para máquinas de alta tensão e baixas correntes. A equação para o número de caminhos é dada por (CHAPMAN, S. J, 2013):

$$a = 2m \quad (2)$$

3.1.2.3 Enrolamento auto equalizado

Esse tipo de enrolamento combina as duas abordagens anteriores, com os enrolamentos ondulados funcionando como equalizadores do imbricado. Por isso o nome desse tipo de abordagem, e possuindo o dobro de caminhos paralelos de um enrolamento imbricado, como demonstrado na equação 3, logo a seguir (CHAPMAN, S. J, 2013):

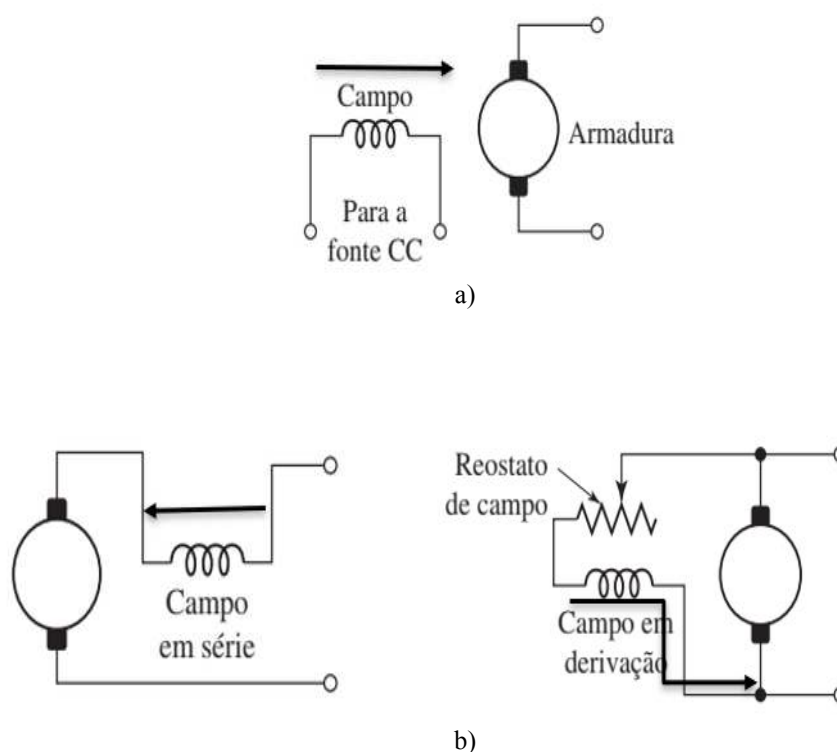
$$a = 2Pm \quad (3)$$

3.1.3 Princípio de funcionamento de um motor de corrente contínua

Quando uma Máquina CC opera na função motor o movimento da armadura é produzido da interação do campo magnético produzido pela corrente no enrolamento, com o campo magnético produzido pelo estator. São classificados de acordo com as ligações do enrolamento de campo em relação ao de armadura – Figura 9.

Na excitação independente o enrolamento de campo é ligado a uma fonte de tensão separada da armadura, na conexão série o enrolamento de campo é ligado em série com o de armadura fazendo com que o motor tenha alto torque e aceleração e em derivação o enrolamento de campo é ligado em paralelo ao de armadura tendo como característica principal a regulação de velocidade.

Figura 9 – Conexões do circuito de campo do motor CC. a) Excitação independente, b) Auto excitado série (à esquerda) e em derivação (à direita)



Fonte: Fitzgerald; Kingsley; Umans (2014).

Para modelagem do motor, considera-se o de excitação independente. Ele possui duas fontes de tensão contínua independentes, uma para o enrolamento de campo e outra para o enrolamento de armadura. O enrolamento de campo, gera o campo magnético principal no interior da máquina, como um ímã permanente. Por outro lado, o enrolamento de armadura também gera o seu próprio campo magnético (FITZGERALD, KINGSLEY e UMANS, 2014) (CHAPMAN, S. J, 2013). A equação da tensão induzida na armadura é dada por:

$$E_a = K * \phi * \omega \quad (4)$$

Em que:

E_a = tensão induzida;

K = constante de enrolamento da máquina;

Φ = fluxo induzido;

ω = velocidade angular.

No qual considerando as resistências internas dos enrolamentos tem-se que:

$$E_a = V_t - R_a * I_a \quad (5)$$

V_t = Tensão da rede;

R_a = resistência de armadura.

De acordo com a literatura (FITZGERALD, KINGSLEY e UMANS, 2014) (CHAPMAN, S. J, 2013), o conjugado induzido de um MCC é dado pela seguinte equação:

$$T = K * \phi * I_a \quad (6)$$

T = Torque induzido;

K = constante de enrolamento da máquina;

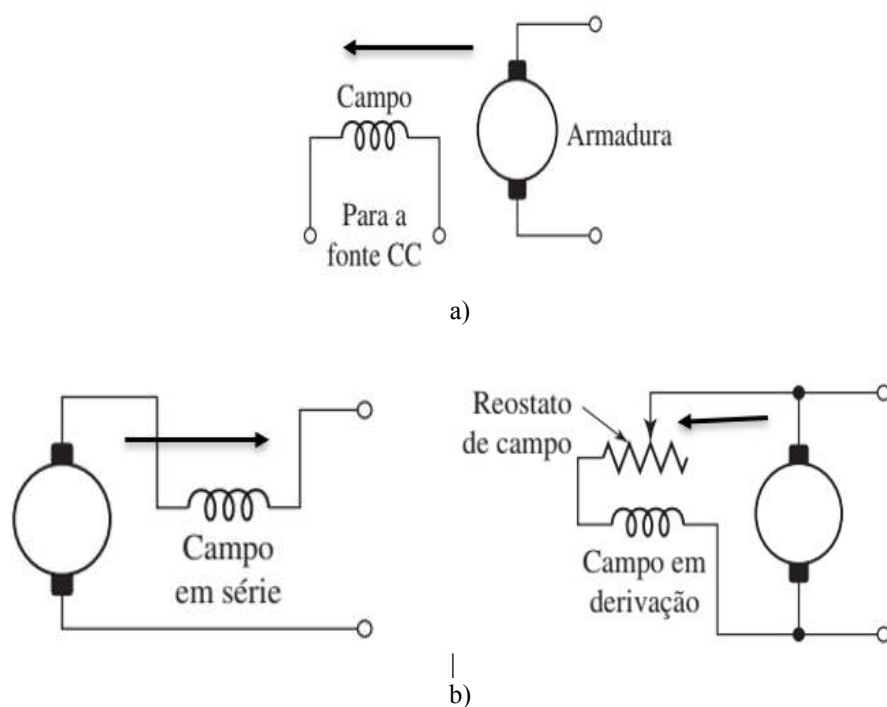
Φ = fluxo induzido;

I_a = Corrente de armadura.

3.1.4 Princípio de funcionamento de um gerador de corrente contínua

No modo gerador, a tensão é produzida na armadura, pois é movimentada por uma força mecânica externa, dentro do campo magnético produzido pelo estator ligado a uma fonte de tensão contínua, gerando dentro da máquina o campo magnético (FITZGERALD, KINGSLEY e UMANS, 2014) (CHAPMAN, S. J, 2013). Conectando-se uma carga nos terminais da armadura, ela receberá potência elétrica. Assim como no motor são classificados em excitação independente e auto excitados – Figura 10.

Figura 10 – Conexões do circuito de campo do gerador CC. a) com Excitação independente, b) Auto excitado série (à esquerda) e em derivação (à direita)



Fonte: Fitzgerald; Kingsley; Umans (2014).

Para fins de modelagem é utilizado o gerador de excitação independente. Reutilizando a equação (5) adaptando para o fluxo o modo gerador, tem-se que a tensão induzida é dada por:

$$E_a = V_t + R_a * I_a \quad (7)$$

3.2 Transformadores trifásicos

O desenvolvimento do transformador se deu quando Michael Faraday descobriu o princípio da indução em 1831, notando que a partir de um campo magnético variável, é possível ter consequências elétricas: indução de corrente e de tensão (M. GUARNIERI, 2013).

Inicialmente, foram desenvolvidos equipamentos voltados para a corrente CC, que era muito mais difundida na época do que a corrente CA. Foi apenas em 1885 que um transformador com um circuito magnético fechado e adaptado para CA,

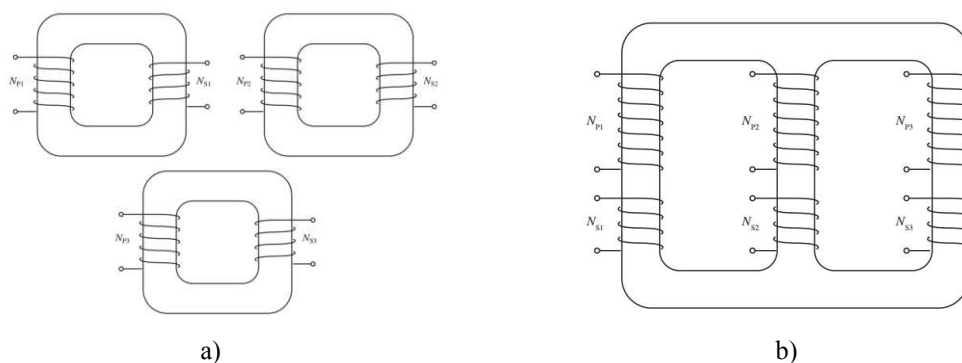
semelhante ao utilizado hoje em transformadores, foi construído (M. GUARNIERI, 2013).

O transformador trifásico é importante componente em todas as redes de distribuição de energia elétrica. A necessidade de obter variados níveis de tensão com objetivo da transmissão a longas distâncias com tensões elevadas e distribuição de energia com níveis de tensão mais baixas em diferentes locais o torna imprescindível para o sistema elétrico (CHAPMAN, S. J, 2013) (BIM, E., 2012).

3.2.1 Conexões de transformadores trifásicos

Os transformadores trifásicos podem ser construídos a partir de um banco trifásico com três transformadores monofásicos ligados entre si. Ou pela construção de um transformador trifásico que consiste em três conjuntos de enrolamentos que envolvem um núcleo comum. Sendo a segunda alternativa mais vantajosa por ser mais leve, eficiente e economicamente mais viável – Figura 11 (KOSOW, I, 2005) (SEN, P. C, 1997).

Figura 11 – Construção de transformador trifásico. a) Banco de transformadores trifásicos, b) Transformador trifásico com 3 enrolamento



Fonte: Chapman, S. J (2013).

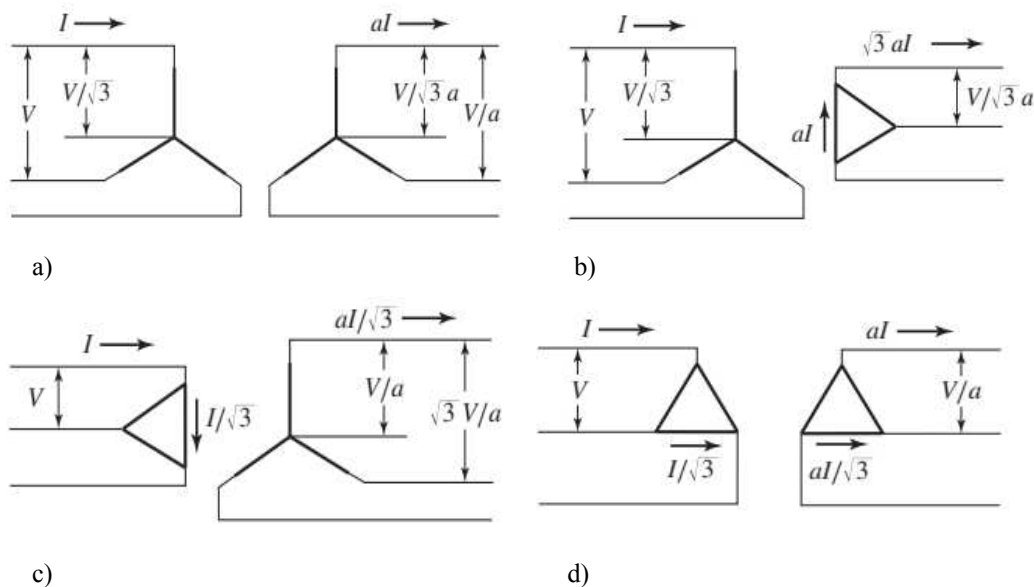
Para análise das características de operação de um banco trifásico os enrolamentos dos 3 transformadores são idênticos e representados por uma impedância equivalente Z_{eq} referenciada no primário. Com a relação de transformação de cada transformador igual a (BIM, E., 2012):

$$a = \frac{N1}{N2} \quad (8)$$

a = relação de transformação das bobinas.

O lado primário e secundário de qualquer transformador trifásico podem ser ligados independentemente nas configurações estrela (Y) ou triângulo (Δ). Onde, um banco de transformadores trifásicos pode ser montado com 4 possíveis de conexões: estrela-estrela (Y-Y), estrela-triângulo (Y- Δ), triângulo-estrela (Δ -Y) e triângulo-triângulo (Δ - Δ) - Figura 12 (FITZGERALD, KINGSLEY e UMANS, 2014) (CHAPMAN, S. J, 2013).

Figura 12 – Conexões trifásicas. com a) Conexão Y-Y, b) Conexão Y- Δ , c) Conexão Δ -Y e d) Conexão Δ - Δ



Fonte: Fitzgerald; Kingsley; Umans (2014).

3.2.1.1 Conexão estrela – estrela

Nessa conexão, a relação da tensão de fase primário a com a tensão de linha é dada por $V_{\phi p} = V_{lp}/\sqrt{3}$. A relação de tensão de fase secundária com a de linha é dada por $V_{\phi s} = V_{ls}/\sqrt{3}$. A tensão de fase no primário relaciona-se com a tensão de fase no secundário pela relação de espiras do transformador. Então a relação total de transformação é dada por (CHAPMAN, S. J, 2013):

$$a' = \frac{V_{lp}}{V_{ls}} = \frac{\sqrt{3} V_{\phi p}}{\sqrt{3} V_{\phi s}} = a \quad (9)$$

a' = relação de transformação de linha;

V_{lp} : tensão de linha primária;

V_{ls} : tensão de linha secundária;

$V_{\phi p}$: tensão de fase primária;

$V_{\phi s}$: tensão de fase secundária.

Esta conexão é pouco usada, pois possui problemas com a corrente de excitação e tensões induzidas. Já que, se o circuito estiver com cargas desequilibradas, as tensões de fase podem ficar muito desequilibradas. E a tensão da componente terceira harmônica pode ser muito superior a tensão fundamental (CHAPMAN, S. J, 2013) (SEN, P. C, 1997).

3.2.1.2 Conexão estrela – triângulo

Nessa conexão, a relação da tensão de fase primário a com a tensão de linha é dada por $V_{\phi p} = V_{lp}/\sqrt{3}$. A relação de tensão de fase secundária com a de linha é dada por $V_{\phi s} = V_{ls}$. A tensão de fase no primário relaciona-se com a tensão de fase no secundário pela relação de espiras do transformador. Então a relação total de transformação é dada por (CHAPMAN, S. J, 2013):

$$a' = \frac{V_{lp}}{V_{ls}} = \frac{\sqrt{3} V_{\phi p}}{V_{\phi s}} = a\sqrt{3} \quad (10)$$

Esta conexão não apresenta problemas com componente de terceira harmônica. Mas devido a defasagem de 30° no secundário em relação a tensão primária ao se colocar dois bancos de transformadores em paralelo estes devem ter ângulos de fases iguais. Sendo utilizado como transformador abaixador de tensão (CHAPMAN, S. J, 2013) (SEN, P. C, 1997).

3.2.1.3 Conexão triângulo – estrela

A relação da tensão de fase primário a com a tensão de linha é dada por $V_{\phi p} = V_{lp}$. A relação de tensão de fase secundária com a de linha é dada por $V_{\phi s} = V_{ls}/\sqrt{3}$. A tensão de fase no primário relaciona-se com a tensão de fase no secundário pela relação de espiras do transformador. Então a relação total de transformação é dada por (CHAPMAN, S. J, 2013):

$$a' = \frac{V_{lp}}{V_{ls}} = \frac{V_{\phi p}}{\sqrt{3}V_{\phi s}} = a/\sqrt{3} \quad (11)$$

Assim como a conexão anterior não apresenta problemas com componente de terceira harmônica e possui defasagem de 30° no secundário em relação a tensão primária. Sendo utilizado como transformador elevador de tensão (CHAPMAN, S. J, 2013) (SEN, P. C, 1997).

3.2.1.4 Conexão triângulo – triângulo

A relação da tensão de fase primário a com a tensão de linha é dada por $V_{\phi p} = V_{lp}$. A relação de tensão de fase secundária com a de linha é dada por $V_{\phi s} = V_{ls}$. A tensão de fase no primário relaciona-se com a tensão de fase no secundário pela relação de espiras do transformador. Então a relação total de transformação é dada por (CHAPMAN, S. J, 2013):

$$a' = \frac{V_{lp}}{V_{ls}} = \frac{V_{\phi p}}{V_{\phi s}} = a \quad (12)$$

Não apresenta problemas com componente de terceira harmônica e não possui defasagem do secundário em relação a tensão primária. Podendo ser removido um transformador do banco para reparos e o banco continuar funcionando com 57,77%, em delta aberto, da potência trifásica (CHAPMAN, S. J, 2013) (SEN, P. C, 1997).

4 METODOLOGIA

4.1 Participantes da pesquisa

A presente pesquisa ocorreu na Universidade Federal do Ceará, no campus da cidade de Sobral, Ceará, com estudantes de graduação em Engenharia Elétrica na disciplina de ME realizando abordagens de ensino no conteúdo de Máquinas CC e Transformadores Trifásicos. Sendo aplicada no ano de 2023 durante o tempo de 8 semanas com carga horária de 6 horas/aula semanais, com a participação de 26 alunos em MCC e 25 em Transformadores de uma classe de 27, com mais de dezoito anos.

4.2 Procedimentos realizados no método TBL

A Tabela 1 mostra o Cronograma das Etapas do TBL. Foi esclarecida cada etapa da atividade durante dez minutos de forma detalhada, explicando a pontuação para o teste individual, o teste em grupo e da aplicação dos conceitos.


Tabela 1 – Cronograma das etapas do TBL

ETAPA	
Etapa 1 - Preparo Prévio	<ul style="list-style-type: none"> – Início das apresentações do conteúdo por meio de aulas e fornecimento dos slides no sistema institucional; – Aviso aos discentes para se prepararem para o teste TBL;
Etapa 2 - Garantia de Preparo	<ul style="list-style-type: none"> – Avaliação da aprendizagem da disciplina de Máquinas Elétricas por meio da aplicação de TBL;
Etapa 3 - Apelação	<ul style="list-style-type: none"> – Explicação da pontuação para o teste individual, do teste em grupo e da aplicação dos conceitos;
Etapa 4 - Aplicação de Conceitos	<ul style="list-style-type: none"> – Explicação da forma de preenchimento do gabarito: com 8 questões de 4 alternativas cada (iRAT e tRAT); – Explicação de como fazer apelação; – E explicação da quarta etapa, com 6 grupos de 3 a 5 alunos e sorteio das 6 questões.
Autoavaliação e Avaliação da Equipe	<ul style="list-style-type: none"> – Realizada em momento posterior ao TBL por meio de formulário eletrônico pela plataforma <i>Google Formulários</i>.

Fonte: Feito pela Autora.

A Figura 13 mostra o gabarito em que os alunos dispunham de 4 pontos para cada questão de múltipla escolha, o estudante poderia marcar os 4 pontos na alternativa que tivesse absoluta certeza, caso tivesse dúvida entre duas alternativas poderia distribuir os pontos entre elas e se estivesse com muita dúvida na questão poderia distribuir os pontos em todas as alternativas.

Figura 13 – Cartão resposta do teste

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC CAMPUS AVANÇADO DE SOBRAL ENGENHARIA ELÉTRICA 2023.1							
Nome: _____				Equipe: _____			
Instruções: Você terá 4 pontos disponíveis para usar em cada questão. Se escolher apenas uma alternativa o valor dela será 4 pontos. Se escolher mais de uma alternativa dividida os pontos entre elas.							
Q/ Alternativa	A	B	C	D	Alternativa Correta	Pts. Individual	Pts. Equipe
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
TOTAL:							

Fonte: Feito pela Autora.

Na Etapa 2 – Garantia de Preparo, os alunos receberam as questões e cartão resposta impressos em papel para colocar seus nomes e pontuar o gabarito, como ilustra a Figura 14, no primeiro momento o teste individual (Individual Readiness Assurance Test – iRAT) foi realizado com tempo estipulado de 30 minutos.

Figura 14 – Aplicação do iRAT vista parcial da sala



Fonte: Feito pela Autora.

As 6 equipes foram formadas obedecendo o critério da quantidade mínima e máxima de acadêmicos por grupo: 1 equipe com 3 alunos, 1 equipe com 4 alunos e 4 equipes com 5 alunos, como mostra a Figura 15. Os grupos no teste da equipe (Team Readiness Assurance Test – tRAT), tiveram tempo estipulado de 20 minutos para responder as questões, dessa vez por unanimidade os 4 pontos deveriam ser colocados na alternativa que todos considerassem correta. Em seguida, o gabarito oficial foi disponibilizado no quadro.

Figura 15 – Aplicação do tRAT vista parcial a direita da sala



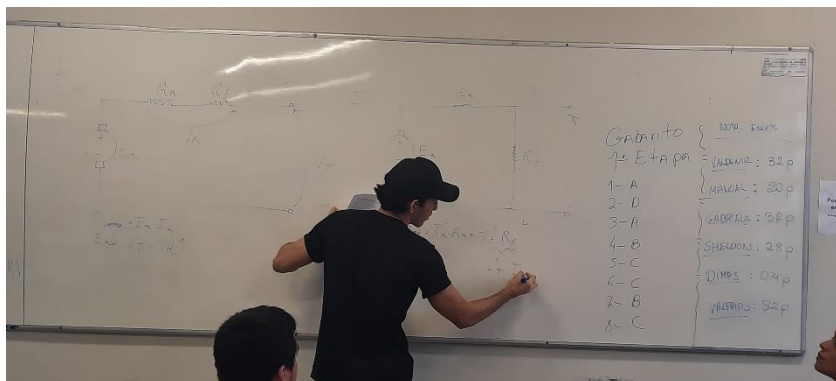
Fonte: Feito pela Autora.

Na Etapa 3 – Apelação, foi dado o tempo de cinco minutos para os alunos recorrerem de alguma resposta que considerassem errada no gabarito, terminado esse tempo não haveria mais como recorrer.

Na Etapa 4 – Aplicação dos Conceitos (AC), com 30 minutos para a resolução. O sorteio foi importante para a atribuição justa sem que houvesse privilégios de uma equipe sobre as demais.

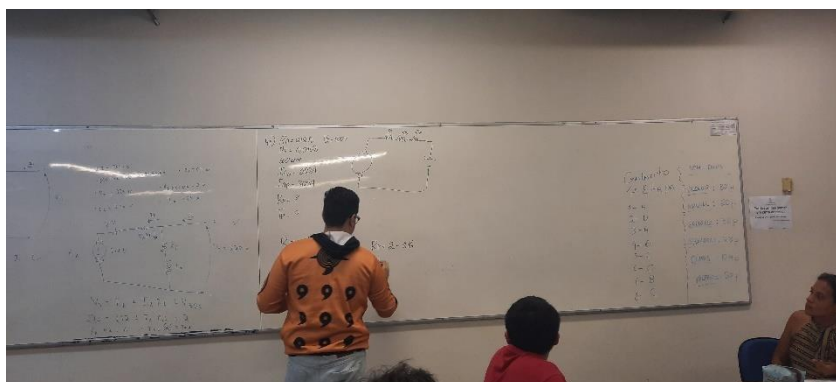
Em seguida, um membro de cada equipe era chamado para responder à questão no quadro e receber o *feedback* imediato sobre acertos, correções e pontuação da questão, a resolução das questões pelos alunos está ilustrada nas Figuras 16 a 19.

Figura 16 – Resolução da questão 1 Etapa 4 - Aplicação de Conceitos



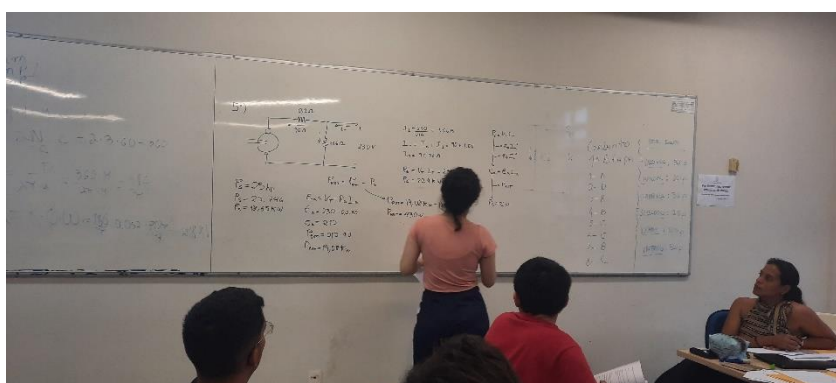
Fonte: Feito pela Autora.

Figura 17 – Resolução da questão 4 Etapa 4 - Aplicação de Conceitos



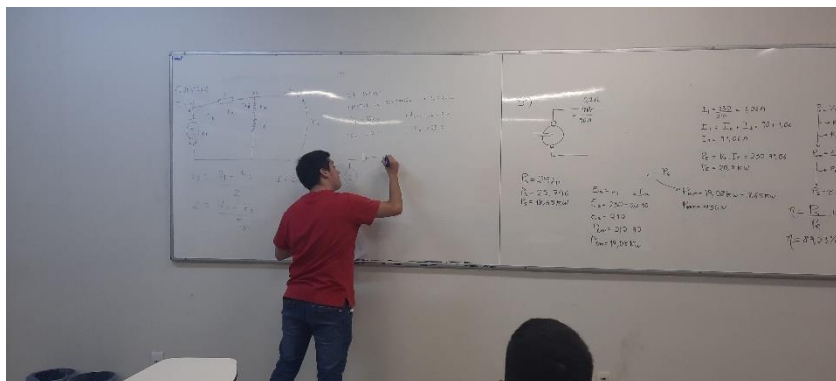
Fonte: Feito pela Autora.

Figura 18 – Resolução da questão 5 Etapa 4- Aplicação de Conceitos



Fonte: Feito pela Autora.

Figura 19 – Resolução da questão 6 Etapa 4 - Aplicação de Conceitos



Fonte: Feito pela Autora.

A autoavaliação e avaliação dos membros das equipes foi feita com objetivo de analisar as dificuldades de cada participante, como avalia que foi seu preparo, participação e contribuição assim como a de seus companheiros de equipe. Também foi questionado se a experiência do teste foi positiva. As respostas do questionário no APÊNDICE B foram utilizadas para compor os resultados qualitativos.

Para traçar os resultados quantitativos foram utilizados os resultados do iRAT, tRAT e da quarta etapa, a partir do cálculo da Função de Densidade de Probabilidade (FDP). A atividade TBL tem um valor total de 4 pontos (40%) das notas da AP Final, distribuídos da seguinte forma: para iRAT foram atribuídos 2 pontos, para tRAT foi atribuído 1 ponto e para AC foi atribuído 1 ponto. A AP tem 6 pontos (60%) da média da AP Final.

4.3 Procedimentos realizados no método PBL

A Tabela 2 mostra o Cronograma das Etapas do PBL. Para a Etapa 1 – Estudo foi esclarecido de forma detalhada cada etapa da atividade em uma aula extra dada pela autora desse trabalho com os assuntos contidos no Capítulo 2 – Figura 20.

Tabela 2 – Cronograma das etapas do PBL

ETAPA	
Etapa 1 - Estudo	– Início das apresentações do conteúdo por meio de aulas e fornecimento dos slides no sistema institucional;
	– Aviso aos discentes para se prepararem e formar equipes do projeto de Enrolamentos Imbricado e Ondulado no rotor do Motor CC;

<u>Etapa 2 - Decisão do Escopo e Seleção dos Padrões</u>	– Avaliação da aprendizagem da disciplina de Máquinas Elétricas por meio da aplicação de PBL;
<u>Etapa 3 - Desenvolvimento</u>	– Escolha dos parâmetros a serem obedecidos para realizar o projeto;
<u>Etapa 4 - Síntese e Apresentação</u>	– Execução do projeto;
<u>Autoavaliação e Avaliação da Equipe</u>	– Apresentação do projeto;
	– Realizada em momento posterior ao PBL por meio de formulário eletrônico pela plataforma <i>Google Formulários</i> .

Fonte: Feito pela Autora.

Figura 20 – Explicação do conteúdo do projeto



Fonte: Feito pela Autora.

Explicando como seria a divisão das 6 equipes com critério de 3 a 5 participantes, e uma vez que o grupo fosse formado e a relação dos nomes entregue por *e-mail* e não haveria como sair e/ou trocar de equipe.

Foi dito como deveria ser a padronização do relatório parcial técnico escrito convertido em PDF e a apresentação oral. Também foi explicado que o protótipo do projeto, o documento do relatório e a apresentação oral seriam entregues no mesmo dia e a nota seria atribuída de acordo com o nível de dificuldade do projeto.

Na Etapa 2 – Decisão do Escopo e Seleção dos Padrões, foram definidos os parâmetros desejados do rotor do motor CC, sendo constituído de comutadores, escovas, bobinas de armadura podendo ser de enrolamento imbricado e/ou ondulado.

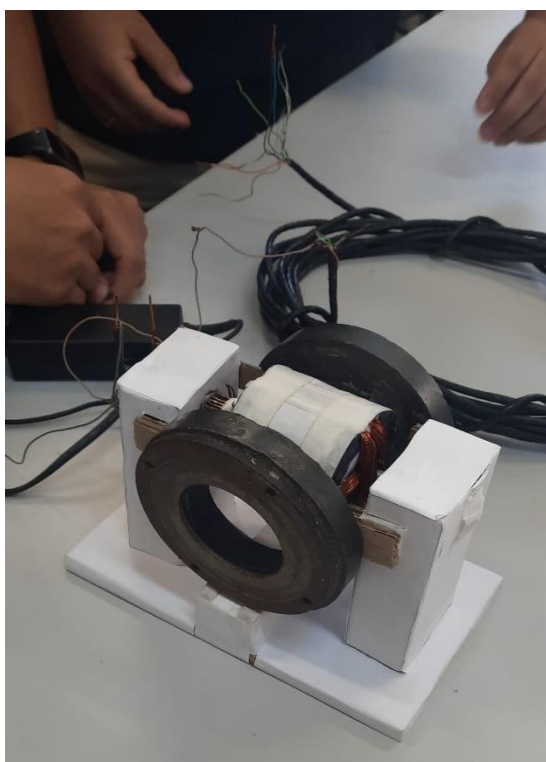
Na Etapa 3 – Desenvolvimento, com as equipes devidamente divididas foi dado início ao processo de execução do projeto, é uma fase muito importante, pois foi nela que os grupos colocaram em prática os conceitos da Etapa 1 e os parâmetros da Etapa

2 e durante essa terceira etapa as equipes precisaram saber se organizar, gerenciar seu tempo e colaborar para que o protótipo tivesse êxito.

Na Etapa 4 – Síntese e Apresentação, os alunos mostraram seus protótipos que foram analisados pela dificuldade de montagem, sendo o enrolamento imbricado o mais difícil por ser segmentado atribuindo-se maior nota para equipes que fizeram esse enrolamento e do aspecto de o motor estar funcionando, somando esses dois fatores uma parte da nota foi atribuída.

Outra parte integrante foi o relatório contendo o processo de execução, materiais utilizados, e possíveis simulações e apresentação oral na qual cada grupo argumentou sobre os resultados obtidos no projeto e os expuseram de maneira clara e precisa, os protótipos dos discentes estão dispostos na Figura 21.

Figura 21 – Protótipo do projeto apresentado na Etapa 4 - Síntese e Apresentação. a) Projeto da equipe 1, b) Projeto da equipe 2, c) Projeto da equipe 3, d) Projeto da equipe 4, e) Projeto da equipe 5, f) Projeto da equipe 6



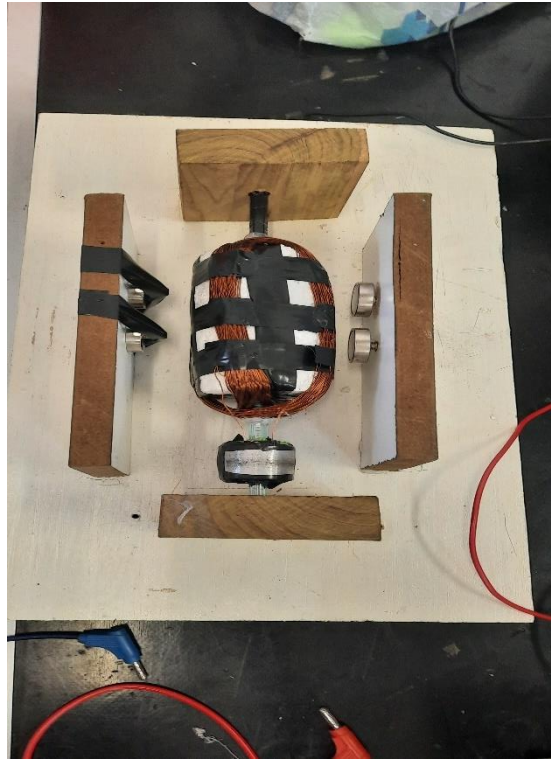
a)



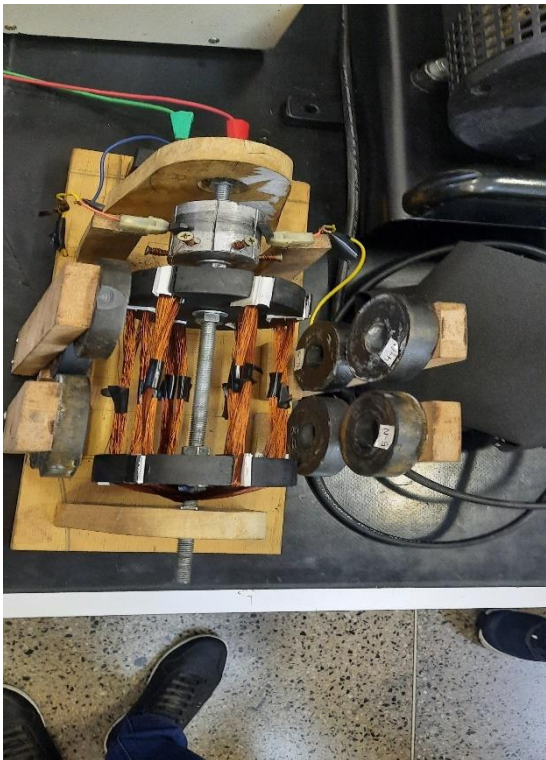
b)



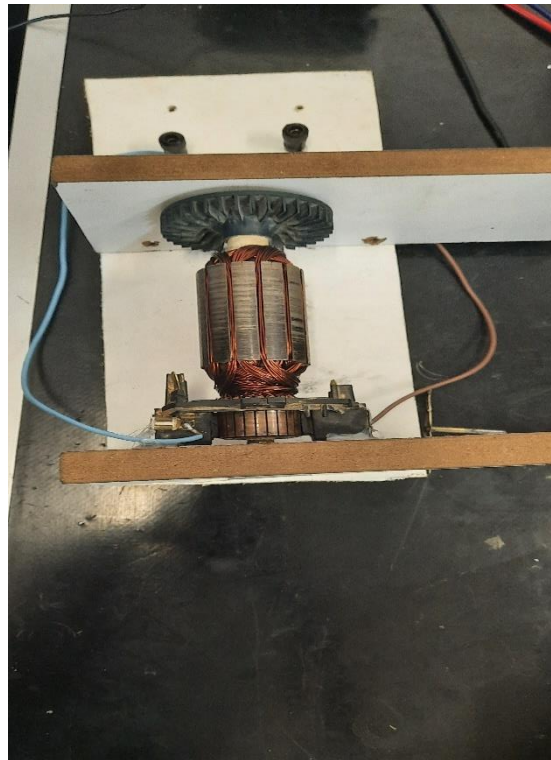
c)



d)



e)



f)

Fonte: Feito pela Autora.

A Equipe 1 fez um motor com enrolamento imbricado, 2 polos e com ajuste de velocidade, a partir de um aumento gradual de tensão. Utilizaram uma fonte de alimentação de notebook para induzir uma tensão CC na armadura.

A Equipe 2 fez um motor com enrolamento ondulado, comutador, escovas, 2 polos e uma fonte de tensão CC a partir de uma pilha de 9 V. A Equipe 3 fez uma maquete representativa com os componentes. Que são enrolamento de campo, escovas e da armadura: eixo, comutador, enrolamentos de armadura. A Equipe 4 produziu um motor com enrolamento imbricado, 4 polos e utilizou uma fonte de tensão CC do laboratório para induzir a tensão elétrica na armadura.

A Equipe 5 produziu um motor CC com enrolamento imbricado, 8 polos e usou uma fonte de tensão CC do laboratório para induzir a tensão elétrica na armadura. A Equipe 6 rebobinou um motor de serra, com enrolamento imbricado, 24 comutadores e 12 ranhuras. Todas as equipes fizeram seus projetos com ligação progressiva.

Foi realizada a autoavaliação de cada participante e avaliação dos membros das equipes, para analisar as dificuldades de cada participante, como ele avalia que foi seu estudo, participação e contribuição, assim como de seus colegas de equipe. Também foi questionado sobre o nível de aprendizado dos alunos no projeto. As respostas do questionário no APÊNDICE C foram utilizadas para compor os resultados qualitativos do projeto.

4.4 Função de densidade de probabilidade – FDP

A FDP é fundamental para o estudo e análise dos dados nas notas dos estudantes com finalidade de verificar as médias e o desvio padrão, tanto no TBL quanto no método tradicional, e como meio de comparação de resultados dos períodos anteriores.

Seja uma variável aleatória contínua X pode ser caracterizado com a sua função de densidade de probabilidade $f_X(X)$. A probabilidade de uma variável aleatória contínua pode ser definida pela integral da sua função de densidade de probabilidade, dado a um intervalo, definido como (MONTGOMERY, D. C., RUNGER, G. C., 2009) (GUIDORIZZI, H. L., 2001):

$$P(a < X < b) = \int_a^b f_X(X)dX \quad (13)$$

para qualquer valor $a < b$, onde a função detém as seguintes propriedades:

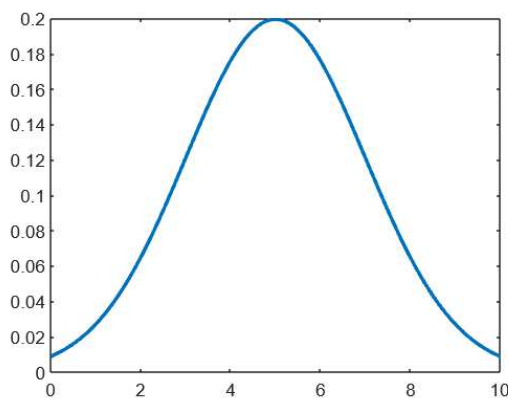
- Só valores positivos;
- É integrável;
- A integral de $f(x)$ desde $-\infty$ a $+\infty$ é igual a 1.

Quando a FDP de uma variável aleatória não é conhecida, uma estimativa desta densidade pode ser obtida. Existem vários métodos para estimação da probabilidade, que podem ser divididos em paramétricos e não-paramétricos (MONTGOMERY, D. C., RUNGER, G. C., 2009) (WALPOLE, R. E., et al, 2009).

4.4.1 Distribuição normal ou gaussiana

É a mais importante estimação paramétrica de distribuição de probabilidade contínua. Seu gráfico, chamado de curva normal ou gaussiana, tem forma de sino – Figura 22. Descreve muitos fenômenos naturais, industriais e de pesquisas. Além disso, erros em medições científicas são muito bem aproximados pela distribuição normal (MONTGOMERY, D. C., RUNGER, G. C., 2009) (WALPOLE, R. E., et al, 2009).

Figura 22 – Curva normal ou gaussiana



Fonte: Feito pela Autora.

A distribuição de probabilidade da variável normal depende de 2 parâmetros: a média aritmética μ e o desvio padrão σ . Dessa forma, diz-se que uma variável aleatória X assume uma distribuição normal, quando sua função densidade de probabilidades é dada por (MONTGOMERY, D. C., RUNGER, G. C., 2009) (WALPOLE, R. E., et al, 2009):

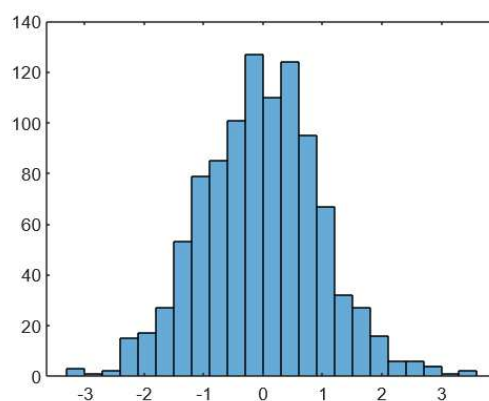
$$n(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2} \quad (14)$$

onde $\pi \approx 3,14159$ e $e \approx 2,71828$.

4.4.2 Histograma

É o estimador não paramétrico mais simples conhecido. Possui como definição a distribuição de frequências dos dados analisados de forma visual, sendo um resumo dos dados em forma de um gráfico de colunas – Figura 23 (MONTGOMERY, D. C., RUNGER, G. C., 2009).

Figura 23 – Histograma de frequência



Fonte: Feito pela Autora.

No qual, a construção do histograma consiste em dividir os dados coletados, por meio de estratificação ou alguma forma de folha de verificação, em um intervalo de referência $\omega = [Amin, Amax]$, sendo $Amin$ o menor valor e $Amax$ o maior valor, em k classes CL e contar o número aL a de observações pertencentes a cada classe CL . O número aL é o incrementador associado à classe CL . Seja X a função característica de CL (ROCHA, H. M, 2019) (LOZADA, G., 2017).

$$aL = \sum_{i=1}^n X_{CL}(xi) \quad (15)$$

Onde k é definido por:

$$k = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{L} \quad (16)$$

L: Largura dos dados;

A: Amplitude dos dados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Resultados e discussões da metodologia *Team Based Learning* – TBL

A Tabela 3, mostra o desempenho geral nas etapas da atividade TBL. A forma como foi distribuída a pontuação está explicada no capítulo 4 - Metodologia.

Tabela 3 – Médias totais das etapas do TBL

	iRAT	tRAT	AC	NOTA TBL
Máquinas CC	1,4	0,9	0,9	3,2
Transformadores Trifásicos	0,9	0,7	0,8	2,4

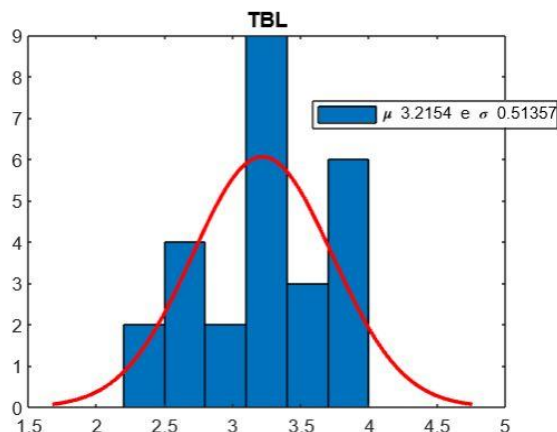
Fonte: Feito pela Autora.

Em Máquinas CC o rendimento na média total do iRAT é 70%, a média do tRAT e do AC é de 90%. Para Transformadores Trifásicos o rendimento da média total no iRAT é 45%, a média do tRAT é de 70% e do AC é de 80%. Na aplicação do teste para os 2 conteúdos, verifica-se que o desempenho aumenta quando os alunos começam a responder as questões em equipe, mas na segunda vez em que a atividade foi realizada o índice de aproveitamento caiu.

5.1.1 Resultados e discussões de máquinas CC

Nos Gráficos 6 a 8 observa-se o histograma acompanhado de distribuição normal e nas Tabelas 4 a 6 os intervalos de dados e suas respectivas estimativas de ocorrência na atividade TBL, no método tradicional de avaliação AP e na junção dos dois métodos AP Final.

Gráfico 6 – Histograma da frequência e distribuição normal do TBL de máquinas CC



Fonte: Feito pela Autora.

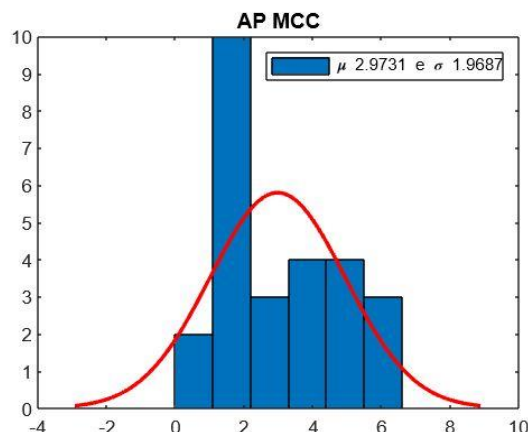
Tabela 4 – Resultados da atividade TBL máquinas CC 2023.1

Histograma Frequência de Notas			
		Classes	Estimativa (%)
TBL	Máquinas CC	2,2 – 2,5	7,69
		2,5 – 2,9	15,38
		2,9 – 3,0	7,69
		3,0 – 3,5	34,62
		3,5 – 3,7	11,54
		3,7 – 4,0	23,07

Fonte: Feito pela Autora.

De acordo com a curva de distribuição normal a média do TBL total em MCC é de 3,25 que compreende um desempenho de 81,25% e coincide com o valor mais frequente na atividade, apresentando eficiência satisfatória. Na análise dos resultados gerais verifica-se que 53,85% dos estudantes obtiveram notas entre 2,9 e 3,7 demonstrando que as notas estavam mais concentradas nesses valores, portanto pouco dispersas.

Gráfico 7 – Histograma da frequência e distribuição normal da AP de máquinas CC



Fonte: Feito pela Autora.

Tabela 5 – Resultados das AP máquinas CC 2023.1

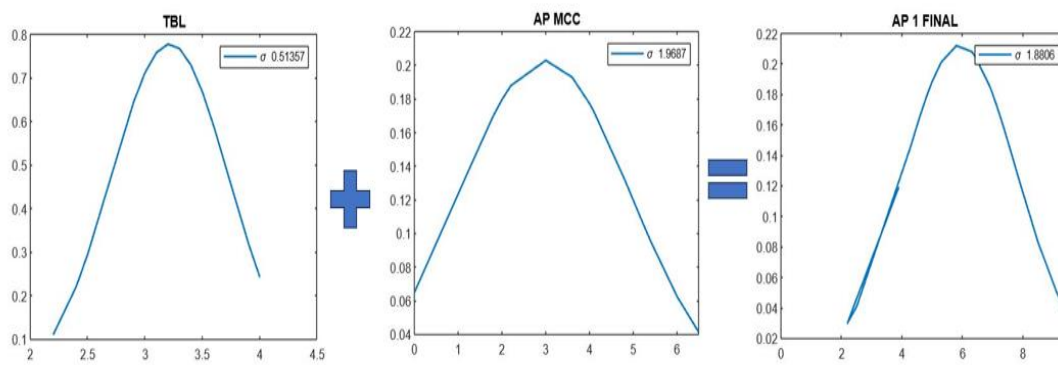
Histograma Frequência de Notas			
		Classes	Estimativa (%)
AP	Máquinas CC	0,0 – 1,2	7,69
		1,2 – 2,0	38,46
		2,0 – 3,0	11,54
		3,0 – 4,1	15,38
		4,1 – 6,0	15,38
		6,0	11,54

Fonte: Feito pela Autora.

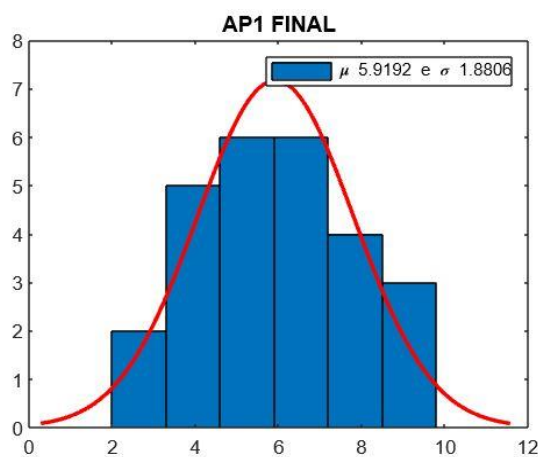
No método tradicional observa-se que apenas 26,92% das notas estão contidas na média geral, intervalo entre 2,0 a 4,1, mostrando a grande dispersão deste tipo de avaliação. Com a maioria da classe com notas abaixo do valor médio.

Comparando a média de 2,97 da AP Máquinas CC do semestre com os anteriores dispostos na Figura 2, a partir da regra de três simples para grandezas diretamente proporcionais o valor da média está dentro o parâmetro obtido de 3,2 até 6,7, sendo condizente com os períodos anteriores e demonstra que a classe possui desempenho equivale as precedentes.

Gráfico 8 – Representação gráfica de a) Junção dos testes para compor a AP FINAL, b) Histograma da frequência e distribuição normal da AP FINAL de máquinas CC



a)



b)

Fonte: Feito pela Autora.

Tabela 6 – Resultados das AP final máquinas CC 2023.1

Histograma Frequência de Notas

		Classes	Estimativa (%)
AP FINAL	Máquinas CC	2,0 – 3,0	7,69
		3,0 – 4,5	19,24
		4,5 – 6,0	23,07
		6,0 – 7,1	23,07
		7,1 – 8,0	15,38
		8,0 – 9,1	11,54

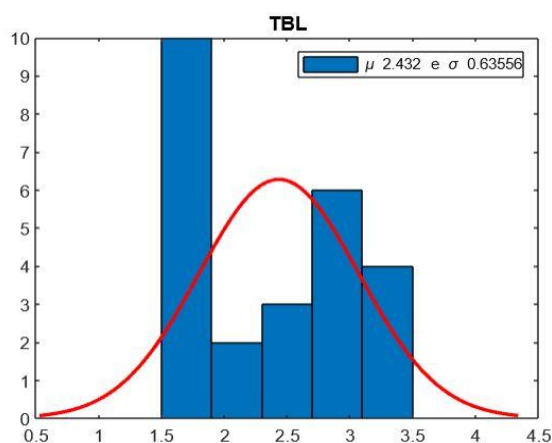
Fonte: Feito pela Autora.

A partir da distribuição normal a média AP1 FINAL é de 5,92, demonstrando que a inclusão dessa metodologia foi importante para o aumento de 2,95 pontos (49,77%) nas notas do semestre 2023.1 e reduziu a dispersão causada pelo método tradicional, dessa forma tornando o conhecimento mais distribuído. Conclui-se que o método foi efetivo para o melhoramento do índice de desempenho, 46,14% dos alunos atingiram o valor médio, e nivelamento.

5.1.2 Resultados e discussões de transformadores trifásicos

Da mesma forma que em Máquinas CC, nos Gráficos 9 a 11 observa-se o histograma acompanhado de distribuição normal e Tabelas 7 a 9 os intervalos de dados e suas respectivas estimativas de ocorrência da classe na atividade TBL, AP e AP Final.

Gráfico 9 – Histograma da Frequência e Distribuição Normal do TBL de Transformadores Trifásicos



Fonte: Feito pela Autora.

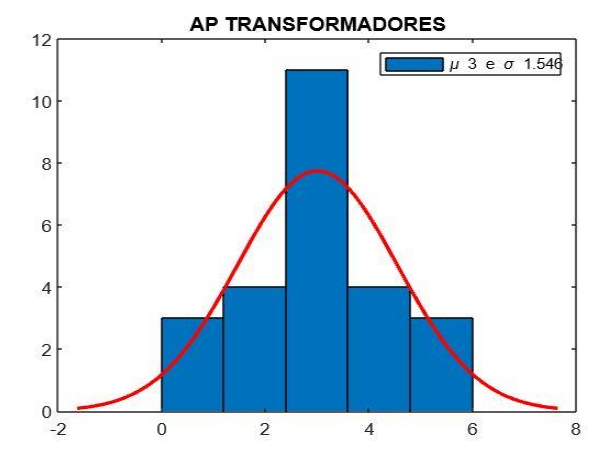
Tabela 7 – Resultados da atividade TBL transformadores trifásicos 2023.1

Histograma Frequência de Notas		
	Classes	Estimativa (%)
TBL	1,5 – 1,9	40,0
	1,9 – 2,3	8,0
	2,3 – 2,7	12,0
	2,7 – 3,1	24,0
	3,1 – 3,5	16,0

Fonte: Feito pela Autora.

Pela curva de distribuição normal a média do TBL total em Transformadores Trifásicos é de 2,43 que compreende 60,80% de desempenho geral, mas o valor mais frequente na atividade está abaixo da média. Para os resultados gerais, 20% dos estudantes obtiveram notas de 1,9 a 2,7, mostrando que na segunda aplicação do método o nivelamento das notas dos alunos decresceu se comparado a aplicação do teste em MCC e a maioria das notas estão abaixo da média.

Gráfico 10 – Histograma da frequência e distribuição normal da AP de transformadores trifásicos



Fonte: Feito pela Autora.

Tabela 8 – Resultados das AP transformadores trifásicos 2023.1

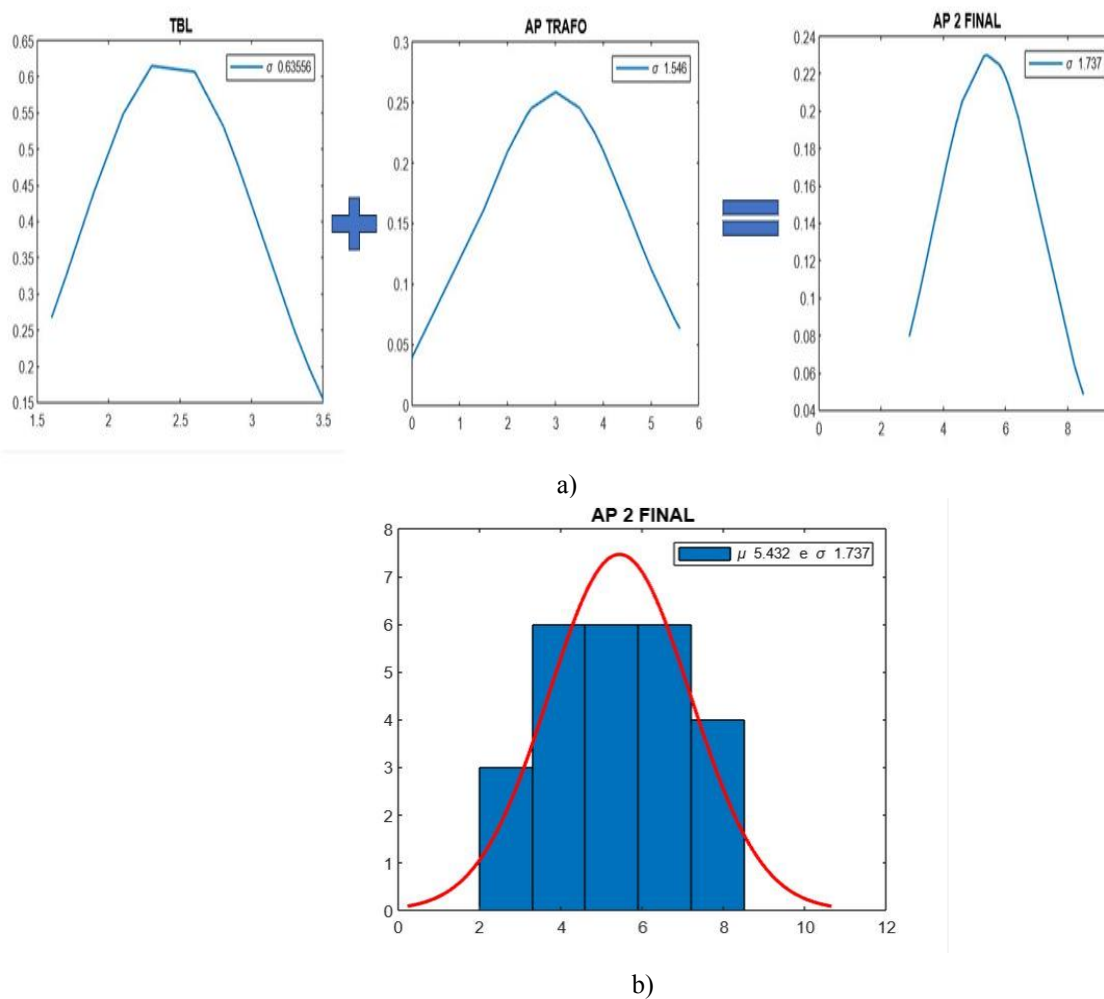
Histograma Frequência de Notas		
	Classes	Estimativa (%)
AP	0,0 – 1,2	12,0
	1,2 – 2,4	16,0
	2,4 – 3,6	44,0
	3,6 – 4,8	16,0
	4,8 – 6,0	12,0

Fonte: Feito pela Autora.

No método tradicional 44% das notas estão contidas na média geral, intervalo entre 2,4 a 3,6, mostrando menor dispersão nesta avaliação. A média da AP Transformadores Trifásicos é 3, e fazendo a mesma comparação de médias por razão com regra de três simples, vê-se que a nota deste semestre está no contida no parâmetro de médias de 4,6 a 7,5 – Figura 2.

Pode-se inferir que o desempenho total da classe na aplicação do método tradicional é equivalente aos períodos anteriores e que a segunda avaliação manteve resultados constantes ao longo do semestre.

Gráfico 11 – Representação gráfica de a) Junção dos testes para compor a AP FINAL, b) Histograma da frequência e distribuição normal da AP FINAL de transformadores trifásicos



Fonte: Feito pela Autora.

Tabela 9 – Resultados das AP final transformadores trifásicos 2023.1

Histograma Frequência de Notas		
	Classes	Estimativa (%)
AP FINAL	2,0 – 3,3	12,0
	3,3 – 4,6	24,0
	4,6 – 5,9	24,0
	5,9 – 7,2	24,0
	7,2 – 8,5	16,0

Fonte: Feito pela Autora.

Pela curva de distribuição normal a média AP2 FINAL é de 5,43, demonstrando que a inclusão dessa metodologia aumentou de 2,43 pontos (44,77%) nas notas do semestre 2023.1, mas teve efeito contrário ao esperado aumentando a dispersão das notas. Então o método foi efetivo para o melhoramento do índice de desempenho, mas diminuiu o nivelamento do conteúdo.

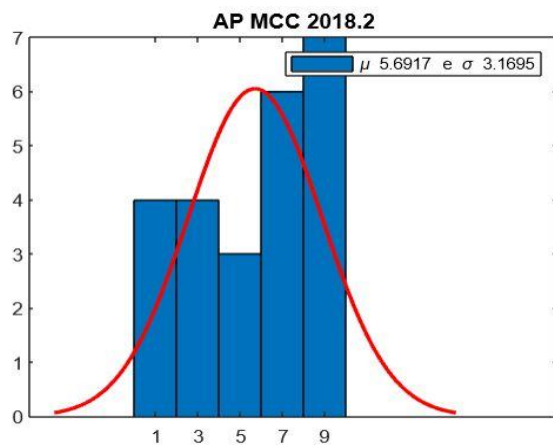
Vê-se que um ponto negativo do método é sua dependência da Etapa 1, pois como o índice de desempenho foi menor na segunda realização do método ativo, principalmente na etapa do teste individual, fica inconclusivo se o nível de preparação dos alunos foi eficiente.

Outro fato que pode explicar o decréscimo de rendimento e consequente aumento da dispersão é a repetição do método de forma parecida ao tradicional. Sendo ainda necessário verificar se a introdução de aulas em plataformas de ensino e realização das etapas do teste de forma online, utilizando ferramentas digitais pode ajudar na motivação dos discentes para alcançarem resultados esperados.

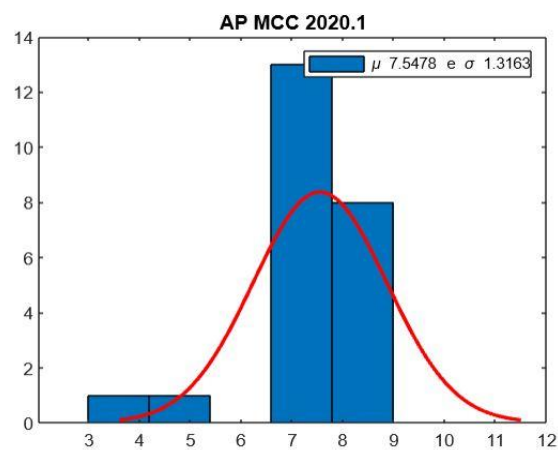
5.1.3 Comparação de resultados atuais e do método tradicional em períodos anteriores

Para analisar a efetividade do método foram escolhidos 2 semestres da matéria de ME, o semestre 2018.2 que representa o desempenho médio alcançado e o 2020.1 desempenho acima da média, por se tratar de um semestre atípico, para comparar os resultados de ambos com o resultado da AP Final do semestre 2023.1. Nos Gráficos 12, 13 e Tabelas 10, 11, observa-se o desempenho geral das classes nas APs de MCC e Transformadores Trifásicos dos períodos 2018.2 e 2020.1, respectivamente.

Gráfico 12 – Histograma da frequência e distribuição normal das APs de MCC do a) Período 2018.2, b) Período 2020.1



a)



b)

Fonte: Feito pela Autora.

Tabela 10 – Resultado das APs de MCC dos Períodos 2018.2 e 2020.1.

Histograma Frequência de Notas			
2018.2		Classes	Estimativa (%)
AP	Máquinas CC	0,0 – 2,0	16,67
		2,0 – 4,0	16,67
		4,0 – 6,0	12,5
		6,0 – 8,0	25,0
		8,0 – 10,0	29,17
2020.1		Classes	Estimativa (%)
AP	Máquinas CC	3,0 – 4,2	4,35
		4,2 – 5,4	4,35
		5,4 – 6,6	0,00
		6,6 – 7,8	56,52

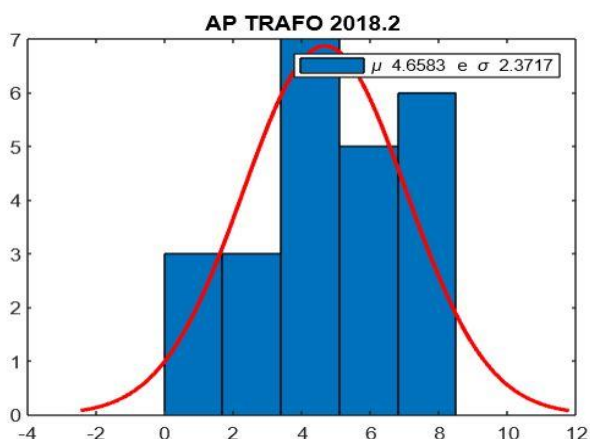


Fonte: Feito pela Autora.

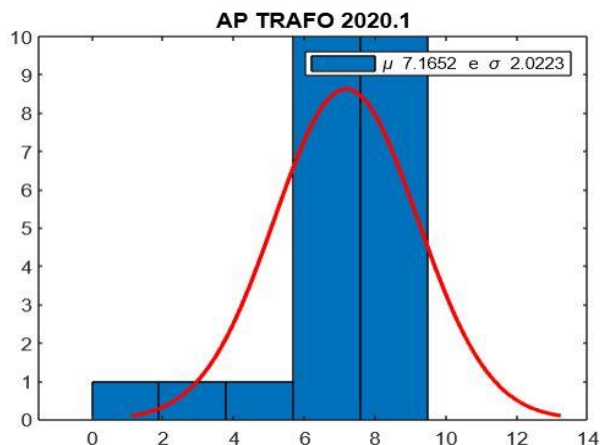
Observando o desempenho de MCC, vê-se que em 2018.2 apesar de a média deste período ser bem próxima da atual a dispersão era muito maior, já que a maioria das notas estava abaixo ou acima da média, mostrando desnível de aprendizado da classe no conteúdo. Mais uma vez mostrando também que o método foi eficaz para o nivelamento e melhoria das notas.

Em 2020.1, (91,3%) das notas estão contidas entre 6,6 a 9,0 e possui uma dispersão consideravelmente menor que o período 2023.1. Vê-se que tanto a média quanto a dispersão são melhores que o período atual.

Gráfico 13 – Histograma da frequência e distribuição normal das APs de transformadores trifásicos do a) Período 2018.2, b) Período 2020.1



a)



b)

Fonte: Feito pela Autora.

Tabela 11 – Resultado das APs de transformadores trifásicos dos períodos 2018.2 e 2020.1

Histograma Frequência de Notas			
2018.2	Classes	Estimativa (%)	
AP		0,0 – 1,7	12,5
	Transfor - madores Trifásicos	1,7 – 3,4	12,5
		3,4 – 5,1	29,17
		5,1 – 6,8	20,83
		6,8 – 8,3	25,0
2020.1	Classes	Estimativa (%)	
AP		0,0 – 1,9	4,35
	Transfor - madores Trifásicos	1,9 – 3,8	4,35
		3,8 – 5,7	4,35
		5,7 – 7,6	43,47
		7,6 – 9,3	43,47

Fonte: Feito pela Autora.

O desempenho da classe em 2018.2 no conteúdo de Transformadores foi menor que a média atual e com desvio padrão maior, indicando menor nivelamento de aprendizagem. Dessa forma, mesmo que o período atual com a inclusão de metodologia ativa não tenha alcançado os resultados desejados para diminuir a dispersão da classe, foi mais efetivo que os resultados anteriores.

Em 2020.1 (86,94%) das notas estão contidas entre 5,7 a 9,3 e possui uma dispersão consideravelmente maior que o período 2023.1. Vê-se que a média é superior, mas existe uma dispersão maior em comparação ao período atual.

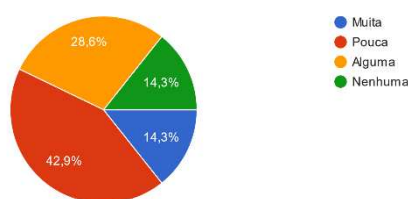
Todas essas comparações serviram para demonstrar que a maior vantagem do método, além de melhoramento de índice acadêmico dos discentes, é fazer com que eles consigam obter um aprendizado que vai proporcionar uma menor dispersão da classe. Já que, mesmo com um desempenho superior à média o problema da dispersão persiste no método tradicional.

5.1.4 Resultados da autoavaliação e avaliação da atividade de máquinas CC

Obeve-se 21 respostas ao formulário de autoavaliação e avaliação, caracterizando 80,77% de retorno. O formulário retornou os seguintes resultados demonstrados nas Figuras 37 a 40 para perguntas com alternativas e citações diretas para perguntas descritivas – APÊNDICE E.

Figura 24 – Pergunta sobre dificuldades no conteúdo de máquinas CC

Sente dificuldade no conteúdo de Máquinas CC, da disciplina de Máquinas Elétricas?
21 respostas



Fonte: Feito pela Autora.

A segunda pergunta avaliou o nível de dificuldade dos alunos na compreensão da matéria de máquinas CC, onde (14,3%) afirmam ter muita dificuldade e (85,7%) afirma ter pouca, alguma ou nenhuma dificuldade com a matéria.

3. Enumere as dificuldades, caso hajam:

“-Mais ligadas com as diferentes referências, pois algumas delas utilizam outros métodos para resolver e algumas questões acabam não sendo claros, uma vez que varia de autor para autor. Por exemplo, o Chapman dá a corrente de plena carga e a gente não precisa utilizar a potência de plena carga, o Pc sen utiliza a potência de plena carga para achar a corrente, mas em alguns exemplos e questões ele acha a corrente de armadura de uma forma incoerente, de uma maneira parecida com o Del toro”.

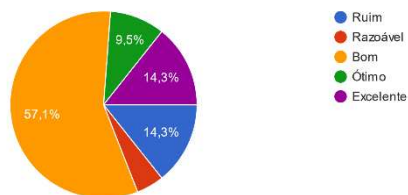
“-1. Associar o que é visto é aula com as aulas de laboratório e comprovar a teoria; 2. Entender a linguagem do principal livro utilizado na disciplina; 3. Dificuldade de escolher lista de exercícios, pois não tem um único livro específico sendo utilizado na disciplina e alguns autores fazem abordagem diferente”.

A terceira pergunta foi descritiva com intuito de fazer os alunos exporem quais seriam suas dificuldades. No qual, relataram diversos motivos referentes a: bibliografia adotada, dificuldade de aplicação de conceitos e resolução de exercícios.

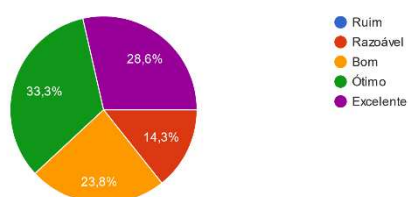
Os próximos questionamentos foram realizados para saber o nível de preparo, participação e contribuição individual e de equipe, demonstrados nas Figuras 25 e 26.

Figura 25 – Perguntas sobre preparação, participação e contribuição individual

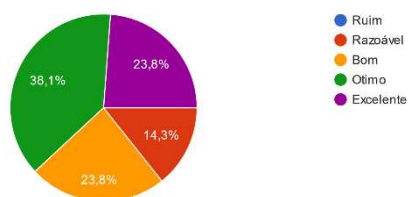
Qual foi o seu nível de preparação para o teste sobre o assunto de Máquinas CC?
21 respostas



Como você avalia seu nível de participação, em relação a sua equipe?
21 respostas



Como você avalia seu nível de contribuição, em relação a sua equipe?
21 respostas



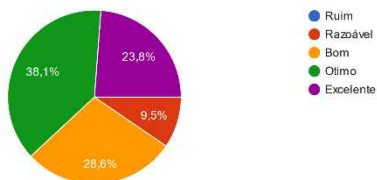
Fonte: Feito pela Autora.

Para a autoavaliação de cada aluno na preparação individual, (19,1%) tiveram preparação ruim ou razoável e (80,9%) tiveram preparação boa, ótima ou excelente. Na participação e contribuição individual (14,3%) tiveram nível razoável e (85,7%) tiveram nível bom, ótimo ou excelente. Mostrando que os níveis de participação e contribuição de cada indivíduo foram superiores aos níveis de preparo.

Figura 26 – Perguntas sobre preparação, participação e contribuição em equipe

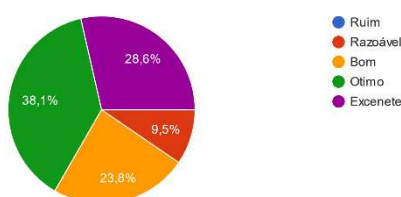
Agora em relação aos seus colegas de equipe, qual o nível de preparação você atribui para eles no teste sobre o assunto de Máquinas CC?

21 respostas



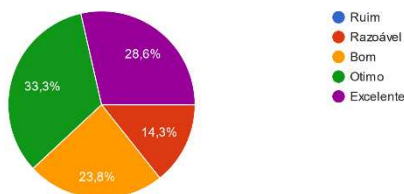
Como você avalia o nível de participação de seus colegas de equipe?

21 respostas



Como você avalia o nível de contribuição de seus colegas de equipe?

21 respostas

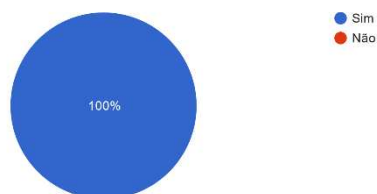


Fonte: Feito pela Autora.

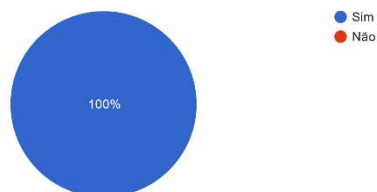
Para a avaliação de preparação e participação na equipe (9,5%) atribuíram nível razoável de sua equipe e (90,5%) atribuíram nível bom, ótimo ou excelente. E na contribuição (14,3%) atribuíram contribuição razoável de sua equipe e (85,7%) atribuíram contribuição boa, ótima ou excelente. Mostrando que os alunos avaliaram que seus colegas de equipes estavam mais preparados e participativos, mas com percentual de contribuição menor.

Figura 27 – Perguntas sobre o método de aprendizagem TBL

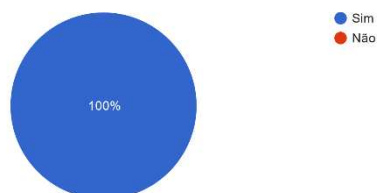
Acha que a experiência com essa metodologia para o aprendizado de Máquinas CC é relevante?
21 respostas



No seu ponto de vista essa experiência foi positiva?
21 respostas



Você gostaria de ser avaliado novamente por esse método?
21 respostas



Fonte: Feito pela Autora.

Foram respondidas as questões para analisar o método de aprendizagem. No qual, todos os alunos (100%) acham a metodologia relevante para seu aprendizado em máquinas CC, acharam a experiência positiva e gostariam de ser avaliados novamente por esse método.

12. Caso seja uma experiência negativa descreva o motivo:

“-Todos os integrantes da minha equipe tinham dúvidas em algumas questões, em algumas delas fomos por votação, em outras alguém explicava o que achava ser a resposta e os demais concordavam e assim acabamos errando muitas questões (apenas um estava certo e os demais errados, então marcamos a questão errada pela maioria). Por isso o desempenho em equipe foi menor que o individual”.

Um fato despertou atenção durante a análise do formulário: um aluno argumentou que todos os membros de sua equipe tinham dúvidas em algumas questões. Em outras alguém explicava o que acreditava ser a resposta correta, e os demais

concordavam, resultando em respostas erradas. Essa situação revela a insegurança que se manifesta durante avaliações.

14. Escreva abaixo os seus comentários sobre esta experiência com a atividade de Team-Based Learning (TBL) como método de avaliação da disciplina de Máquinas Elétricas.

“-Experiência que proporciona um diálogo entre visões distintas e para treinar o poder de convencimento, com argumentos plausíveis”.

“-O compartilhamento de conhecimento do grupo durante a resolução de questões potencializa e acelera muito o aprendizado”.

As respostas indicam que os alunos estão receptivos a realização de outros métodos de avaliação. E que esse, especificamente ajudou a potencializar o entendimento por meio de compartilhamento de conhecimentos, além de servir como exercício para argumentação fundamentada.

5.2 Resultados e discussões da metodologia *Problem Based Learning* – PBL

5.2.1 *Resultados do projeto de máquinas CC*

Como o intuito desse método foi avaliar a aprendizagem dos estudantes, foram observados a execução e apresentação oral de cada projeto no qual os *links* das filmagens dos protótipos encontram-se no APÊNDICE F.

Na equipe 1 os alunos explicaram o funcionamento do motor, a escolha dos ímãs, o controle de velocidade aumentando-se a tensão de armadura e a mudança de sentido de rotação por meio da troca de polaridade na fonte CC que alimenta a armadura. A equipe 2 explicou o funcionamento do motor CC, também argumentou sobre o tipo de enrolamento escolhido, pois segundo eles foi mais prático, simplificado e disponível a quantidade de materiais encontrados para sua construção.

A equipe 3, demonstrou os aspectos construtivos de seu projeto. Inicialmente haviam optado por fazer uma maquete inteiramente de madeira, mas devido à dificuldade de fazer o bobinamento do motor CC escolheram por fazer de isopor por ser fácil de remover as partes na hora de apresentar. Esse projeto é interessante de ser utilizado com estudantes com perda parcial ou total da visão, devido a facilidade de remoção das peças para explicação dos componentes por fornecer uma experiência sensorial.

A equipe 4, deu a partida no protótipo e explicou seu funcionamento e possíveis falhas no decorrer de sua apresentação. Como disseram, devido ao pouco tempo

que tinham optaram por ímãs menores e estavam um pouco afastados dos enrolamentos, por isso não havia fluxo suficiente na partida, sendo necessário um impulso inicial para que o motor começasse sua rotação. E demonstraram a inversão de sentido da máquina que projetaram.

A equipe 5, explicou o modo de funcionamento do motor CC, fez a análise do projeto e simulações dos componentes no AutoCAD para depois montar o protótipo, sendo um dos projetos mais complexos pela quantidade de polos e número de voltas por bobina. Argumentaram sobre a escolha dos materiais, utilizaram uma lata de alumínio para fazer os comutadores, no primeiro momento tentaram fazer escovas com molas, mas acabavam ficando pressionadas e não se moviam bem, em seguida trocaram as molas e deixaram apenas as escovas de grafita. Os alunos argumentam que poderiam ter duas melhorias possíveis no projeto, a troca das escovas e ímãs maiores para aumentar o fluxo.

A equipe 6, explicou por que decidiram rebobinar um motor de serra. E expuseram as seguintes falhas do projeto: a dificuldade de ajuste no rotor, estator e o eixo estava muito travado, além da dificuldade de rebobinar um rotor que possivelmente já tinha defeitos de uso.

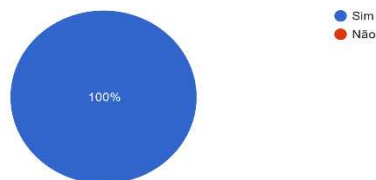
No geral, somente a equipe 6 não conseguiu dar a partida no motor na apresentação, mas demonstraram que haviam conseguido em momento anterior. E a equipe 3 que realizou um projeto com viés diferente. É possível inferir que o propósito do PBL foi cumprido.

5.2.2 Resultados da autoavaliação e avaliação do projeto de máquinas CC

Obteve-se 12 respostas ao formulário de autoavaliação e avaliação, com 46,15% de retorno. O formulário retornou os seguintes resultados demonstrados nas Figuras 28 a 31 para perguntas com alternativas e citações diretas para perguntas descritivas – APÊNDICE G.

Figura 28 – Pergunta sobre integração de teoria a aspectos práticos

Considera importante a integração de conceitos teóricos com a aplicação de aspectos práticos na disciplina de Máquinas Elétricas?
12 respostas



Fonte: Feito pela Autora.

A segunda pergunta foi realizada com intuito de avaliar o a importância que os discentes atribuem a interação do conhecimento teórico com a execução de aspectos práticos. Todos responderam sim (100%).

3. Comente sobre a importância da aplicação de problemas reais no ensino do conteúdo de máquinas CC:

“-Essa aplicação foi fundamental para confirmar se o que estávamos vendo na teoria realmente iria funcionar na prática, além de nos ajudar a contornar todos os problemas advindos da construção de um projeto”.

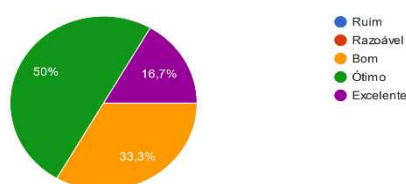
“-É uma boa forma de entender os conceitos teóricos, ao colocá-los em prática através de projetos como o que foi proposto.”.

A terceira pergunta teve intuito de fazer os alunos exporem suas opiniões acerca da aplicação de problemas reais no conteúdo estudado. No qual, a maioria relata que é importante aplicar problemas reais para contextualizar com a teoria estudada e é um aspecto fundamental para sua formação profissional.

Os próximos questionamentos foram realizados para saber o nível de estudo(preparo), participação e contribuição individual e de equipe no projeto, demonstrados nas Figuras 29 e 30.

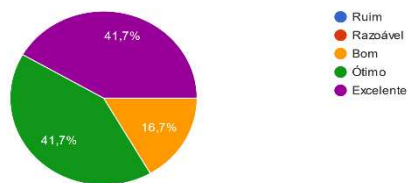
Figura 29 – Perguntas sobre estudo, participação e contribuição individual no projeto

Qual foi o seu nível de estudo(preparação) para a realização do projeto de enrolamentos de Máquinas CC?
12 respostas



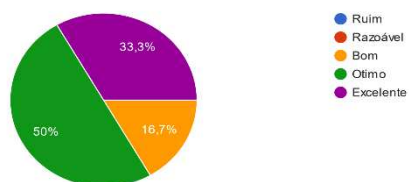
Como você avalia seu nível de participação no desenvolvimento do projeto, em relação a sua equipe?

12 respostas



Como você avalia seu nível de contribuição para o desenvolvimento do projeto, em relação a sua equipe?

12 respostas



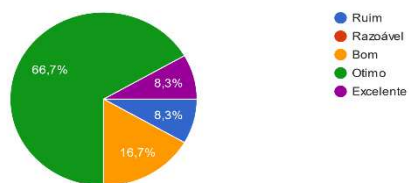
Fonte: Feito pela Autora.

Para a autoavaliação os discentes (100%) responderam que tinha estudado, participado e contribuído para a realização do projeto de forma boa, ótima ou excelente. Em nível de excelência os alunos possuem maior participação do que preparação e contribuição.

Figura 30 – Perguntas sobre estudo, participação e contribuição em equipe no projeto

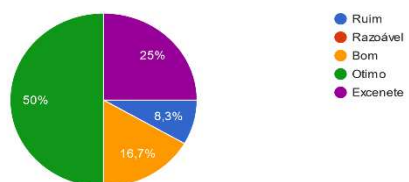
Agora em relação aos seus colegas de equipe, qual o nível de estudo(preparação) você atribui para eles em relação ao projeto de enrolamentos de Máquinas CC?

12 respostas

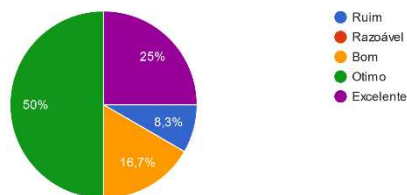


Como você avalia o nível de participação de seus colegas de equipe no desenvolvimento do projeto?

12 respostas



Como você avalia o nível de contribuição de seus colegas de equipe no projeto?
12 respostas



Fonte: Feito pela Autora.

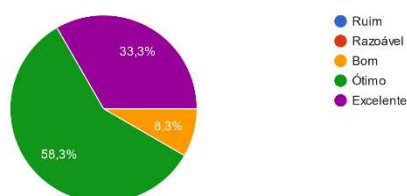
Para a avaliação de estudo, participação e contribuição na equipe (8,3%) atribuíram nível ruim para suas equipes e (91,7%) atribuíram níveis bons, ótimos ou excelentes. Observa-se que em nível de excelência os alunos avaliaram que seus colegas de equipes estavam mais participativos e contribuintes com o projeto, mas com percentual de estudo menor.

Figura 31 – Perguntas sobre o método de aprendizagem PBL

Você considera que esse método de ensino com a execução de projeto no conteúdo de Máquinas CC contribuiu para melhorar seu aprendizado?
12 respostas



Marque o seu nível de aprendizado com esse método?
12 respostas



Fonte: Feito pela Autora.

Houve o questionamento se a execução do projeto contribuiu para melhorar o aprendizado do conteúdo e todos os estudantes (100%) responderam afirmativamente. Também foi questionado o nível de aprendizado alcançado com o método e todos os estudantes (100%) responderam que foi bom, ótimo ou excelente.

12. Qual a sua sugestão para melhor aplicação do ensino da disciplina de Máquinas Elétricas com desenvolvimento de motor CC com enrolamento imbricado e ondulado?

“-Fazer um acompanhamento intermediário dos projetos para orientar equipes com dificuldade.”.

“-Ter mais de uma aula sobre o projeto, dizendo quais foram os problemas comuns da(s) turma(s) passadas e revisando o capítulo de enrolamentos do chapman.”.

“-Promover mais tempo para a realização do projeto.”.

Esse questionamento serviu para melhorar diretrizes nas execuções futuras da metodologia. Onde as principais sugestões foram referentes a melhor detalhamento e acompanhamento do projeto, disponibilização de material e mais tempo para realizar o projeto. Uma argumentação foi perspicaz, no quesito de comparar as falhas dos projetos nas turmas e revisar o tópico de enrolamentos.

13. Escreva abaixo os seus comentários sobre esta experiência com o projeto de Problem-Based Learning (PBL) na disciplina de Máquinas Elétricas.

“-Foi interessante e útil, entendi melhor alguns conceitos ao realizar o projeto, como a relação entre a corrente de armadura e o torque, a tensão induzida, as ligações das bobinas nos diferentes tipos de enrolamento, entre outros.”.

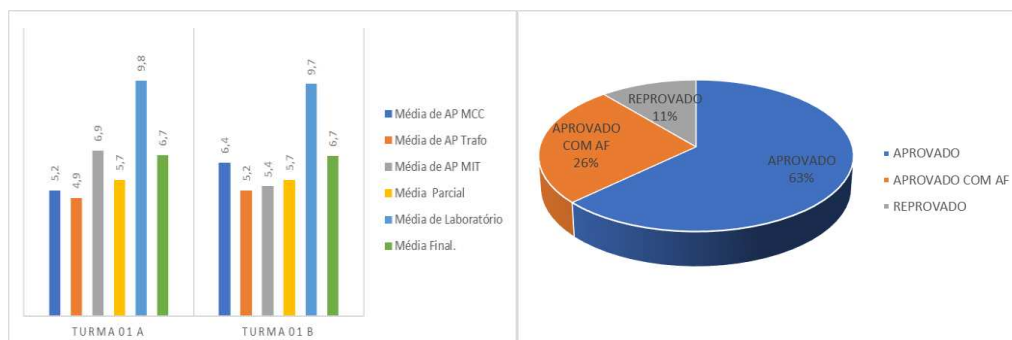
“-Ótimo para incentivar trabalho em equipe, planejamento e comunicação entre os colegas de equipe. Além de ajudar a entender melhor como é a construção da ferramenta que está sendo estudada.”.

Verifica-se que o retorno dos estudantes foi positivo, os comentários apontam que o projeto serviu para melhorar o aprendizado, tirar dúvidas por meio de estudo, destacar habilidades reais e compartilhar as experiências por meio de grupos.

5.3 Resultado geral da classe

O Gráfico 14, mostra as médias totais dos 27 alunos em MCC, Transformadores Trifásicos, MIT, Média Parcial, Média do Laboratório e Média Final, assim como a situação de aprovação dos discentes no semestre 2023.1.

Gráfico 14 – Médias totais do semestre 2023.1. com a) Análise quantitativa, b) Análise qualitativa



a)

b)

Fonte: Feito pela Autora.

No apanhado geral, o melhor desempenho foi em MIT, sendo na primeira turma o desempenho de MIT o melhor e na segunda o desempenho de MCC. A partir do gráfico nota-se que as médias dos alunos nas 2 turmas é praticamente igual, pois o nivelamento foi alcançado no conteúdo de MCC e um nivelamento aparente também pode ser visto no conteúdo de Transformadores Trifásicos.

Pode-se argumentar que esse resultado foi devido a uma mudança gradual no paradigma de estudos dos discentes. Já que seus desempenhos ao longo do semestre foram influenciados pela forma de preparação para a realização das avaliações. E o método TBL foi o responsável por isso.

O percentual de Aprovação Geral é de 89% e o nível de Reprovação diminuiu para 11% (2 alunos desistentes e 1 reprovado). Também é possível comparar esse resultado com os anteriores contidos no APÊNDICE A, e notar que este semestre teve melhoria considerável em relação ao 2022.2 e está entre os mais satisfatórios da análise.

Isso foi alcançado em apenas um experimento com a utilização dos 2 métodos TBL e PBL. Sendo necessário ainda realizar em períodos futuros para constata se os resultados realmente contribuem para o melhoramento do desempenho e nivelamento das classes.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou a problemática dos índices de desempenho dos estudantes de Engenharia Elétrica no curso de ME, através da análise completa de dados dos períodos de 2010 a 2022.2. E aplicou 2 metodologias de aprendizagem: o TBL e PBL nos conteúdos de Máquinas CC e Transformadores Trifásicos para a melhorar de rendimento da classe.

Apresentou-se a metodologia TBL nos 2 conteúdos, obedecendo a ordem das etapas que o método propunha e obter as notas das atividades individuais e em equipe para compor a nota da AP Final. O PBL foi implementado em Máquinas CC, para melhorar o aprendizado dos estudantes no tópico de enrolamentos e fazer com que desenvolvessem projetos em equipe. A FDP para analisar os resultados quantitativos por meio de histograma de frequência e distribuição normal das notas do iRAT, tRAT e quarta etapa, assim como as notas das APs e AP Final e verificar se ocorreu o melhoramento, também foi realizado o comparativo com 2 períodos anteriores. Para analisar os resultados qualitativos foram realizados questionários referentes a autoavaliação e avaliação de equipe, tanto no TBL e PBL.

Os resultados da aplicação do método TBL no conteúdo de Máquinas CC, na disciplina de ME foram eficientes, pois houve aumento de 49,15% e nivelamento na nota da AP1 Final, na comparação fica evidente que o método contribuiu de maneira relevante para o nivelamento das notas, fazendo com que a maioria dos alunos ficassem na média, o que não acontecia nos períodos anteriores, em que grande parte das notas estavam abaixo da média da classe.

Em Transformadores Trifásicos ocorreu o aumento de 45,01%, mas o nivelamento almejado não foi alcançado, pois na inclusão das notas do método na AP2 - Final aumentou o desvio padrão. Percebe-se que o desempenho da classe decresceu na aplicação do método ativo e foi constante no tradicional, podendo indicar uma falha em uma das etapas do método, pois fica inconclusivo se a primeira etapa do método foi eficiente.

Ainda analisando esses resultados de Transformadores Trifásicos, outro fator que pode ter contribuído para o menor desempenho neste conteúdo pode ser a repetitividade da aplicação.

No apanhado geral qualitativo, vê-se a melhora do desempenho da classe. Pois 63% dos alunos passaram com status de Aprovado e apenas 11% foram reprovados, o que representa uma melhora gradual se comparado aos semestres anteriores.

A partir dos resultados da aplicação do método PBL no conteúdo de Máquinas CC, que os alunos compreenderam de forma mais minuciosa os aspectos construtivos de um motor CC, além da montagem do rotor. O método foi efetivo por proporcionar maior participação, aplicação dos conhecimentos prévios estudados, a capacidade em relacionar fenômenos práticos à teoria e realizá-los sem auxílio de professor.

Pela facilidade de aplicação e resultados aceitáveis, estes métodos têm aplicabilidade em outras disciplinas do curso de Engenharia Elétrica. Ajudando na compreensão do conteúdo através da colaboração e trabalho em equipe. A partir dos dados das notas, da autoavaliação e avaliação verifica-se que houve boa interação nos grupos.

Apesar da limitação da insegurança dos alunos entende-se que a experiência foi positiva e serviu para melhorar as diretrizes que serão implementadas para comparar as falhas de projetos.

6.1 Proposta para trabalhos futuros

Neste trabalho ocorreu a implementação de metodologias ativas na disciplina de ME e análise dos resultados por meio de FDP e autoavaliação e avaliação de equipe. Em trabalhos futuros podem-se aplicar outras técnicas estatísticas para analisar os resultados.

Em relação ao TBL é interessante a introdução de novas estratégias, plataformas ou softwares como o Moodle e o OpenTBL. Para avaliar essa suposição, o método continuará a ser aplicado em ME para análise das notas dos semestres subsequentes.

6.2 Trabalhos publicados e aceitos desta pesquisa

FERRO, A. O.; TEIXEIRA, V. S. C.; MOREIRA, A.B. **Estudo e Análise de Aprendizagem Ativa na Disciplina de Máquinas Elétricas com Foco Em Máquinas**

CC. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 51, 2023, Rio de Janeiro. Anais, Rio de Janeiro: CEFET – RJ, 2023. p.2-13.

FERRO, A. O. *et al.* **Active Learning Methodology Applied in Electric Machines Classes**. Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, 17, 2023, Santa Catarina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A História do Motor Elétrico que você precisa conhecer, **MuseuWEG**, Disponível em: <<https://museuweg.net/blog/a-historia-do-motor-eletrico/>>, MuseuWEG 2018, Acesso em: 15 de maio, 2023.

AMIN, M.; REHMANI. M. H. **Operation, Construction, and Functionality of Direct Current Machines**. 1 ed. Scopus, 2015.

ARAÚJO, Ulisses F. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009.

BARROS, J. A. *et al.* **Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2004;

BARROSO, M. F. *et al.* **A Evasão Universitária em Cursos de Física: desempenho dos estudantes e redução da evasão**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 507-517.

BARROWS, H. S. **Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview**. In: WILKEERSON, L.; GIJELAES, W. H. (Ed.). *Bringing problem-based learning to higher education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996. P.3-12.

BARROWS, H. S.; TAMBLYN R. M. **Problem-based learning: an approach to medical education**. New York: Springer, 1980.

BIM, EDSON. **Máquinas elétricas e acionamento**. Elsevier, 2012.

BOUD, D.; FELETTI, G. **The Challenge of Problem Based Learning**. London, U.K.: Kogan Page, 1997.

CASALE, A. **Aprendizagem Baseada em Problemas: desenvolvimento de competências para o ensino em engenharia**. 2013. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2013.

CHAPMAN, S.J. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2013.

COSTA, Luis RJ; HONKALA, Mikko; LEHTOVUORI, Anu. **Applying the Problem-Based Learning Approach to Teach Elementary Circuit Analysis**. IEEE Transactions on Education, v. 50, n. 1, p. 41-48, 2007.

DE LA HOZ, J.; DE BLAS, A. **Learning by Doing' Methodology Applied to The Practical Teaching of Electrical Machines**. *International Journal of Electrical Engineering Education*. Vol 46, Issue 2, pp. 133 – 149. Espanha, 2009.

DEL TORO, V. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. Rio de Janeiro: Prentice – Hall, 1994.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica Active teaching methodologies principles: a theoretical approach**. Revista Thema, v. 14, n. 268, p. 268–288, 2017.

Electric DC Motors Market Size, Share & Trends Analysis By Type, By Voltage, By End Use and Segmented Focus. **Grand View Research**, Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/electric-dc-motormarket>> Grand View Research, Acesso em: 15 de maio de 2023.

FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, C. J.; UMANS, S. D. **Máquinas Elétricas: Com Introdução à Eletrônica de Potência**. 7. ed. São Paulo: Bookman, 2014.

GUERRERO, D.; PALMA, M.; LA ROSA, G. **Developing Competences in Engineering Students**. The Case of Project Management Course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 112, n. Icepty 2013, p. 832–841, 2014.

GUIDORIZZI, Hamilton L. **Um curso de Cálculo**. vol. 2. LTC, 2001.

Ho, S., JONES, A. and Cox, C.S. **Torque Disturbance and their Effect on Process Control, Power Electronics and Variable Speed Drives**. October 1994, Conf. Publication no. 399, IEE, pp. 602 – 607.

KOSOW, I.; **Máquinas Elétricas e Transformadores**. 15. ed. São Paulo: Globo, 2005.

KRUG, R.de R. *et al.* **O “Bê-Á-Bá” da Aprendizagem Baseada em Equipe**. *Rev. bras. educ. med.* vol.40 no.4 Rio de Janeiro Oct. /Dec. 2016.

LOZADA, G. **Controle estatístico de processos**. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

M. GUARNIERI, **Who Invented the Transformer? [Historical]**, *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol. 7, pp. 56-59, dezembro 2013.

MICHAELSEN, L. K.; SWEET M. **Fundamental Principles and Pof Team-Based Learning**. In: Michaelsen LK, Parmelee D, MacMahon KK, Levine RE. *Team-based learning for health professions education: a guide to using small groups for improving learning*. Virginia: Stylus Publishing; 2008.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

NYINDO, Mramba et al. **Introduction of team-based learning (TBL) at Kilimanjaro Christian Medical University College: Experience with the ectoparasites module**. *Medical teacher*, v. 36, n. 4, p. 308-313, 2014.

O Campus. **Universidade Federal do Ceará Campus Sobral**. Disponível em: <<https://sobral.ufc.br/sobre/campus/>>. Acesso em: 09 de julho de 2023.

PINHEIRO, Geovane Duarte; BOSCARIOLI, Clodis. **Metodologias Ativas e o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral I em Cursos de Engenharia—Uma Revisão da Literatura**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 41, 2022.

REVANS, R. **ABC of Action Learning**. Farnham: Gower, 2011.

RIBEIRO, L. R. C.; ESCRIVÃO FILHO, E. **Avaliação formativa no ensino superior: um estudo de caso**. In: Acta Scientiarum. Language and Culture, v. 33, p. 45-54, 2011.

RIBEIRO, L.R.C; MIZUKAMI, M.G.N. **Uma Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Pós-Graduação em Engenharia sob a Ótica dos Alunos**. Revista Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 25, p. 89-102, 2004.

ROCHA, H. M. **Controle Estatístico de Qualidade**. Volume único. Plataforma Cederj, 2019. Disponível em:<<https://canal.cecierj.edu.br/012020/63a9404ee3148a7b0f32cd5a04340ffc.pdf>>, Acesso em: 16 jul. 2023.

SEN, P. C. **Principles of Electric Machines and Power Electronics**. 2. ed. New York: John Wiley Sons, 1997.

TAN, Nigel CK et al. **A controlled study of team-based learning for undergraduate clinical neurology education**. BMC medical education, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2011.

Universidade Federal do Ceará Campus de Sobral. **Programa Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica**. Sobral, 2006.

WALPOLE, R. E.; et al. **Probabilidade & Estatística para Engenharia e Ciências**. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

ANEXO A – TABELA DE DADOS REFERENTES AOS PERÍODOS DE 2010 A 2022.2 NA DISCIPLINA DE MÁQUINAS ELÉTRICAS.

Aluno	Período	Turma	AP MCC	AP TRAF0	AP MIT	AP MS	Média APs	Laboratório	Média Final	AF	Média Final - AF	Situação
Aluno 01	2010	TURMA 01 A	7,0	7,5	9,1		7,9	9,0	8,3			APROVADO
Aluno 02	2010	TURMA 01 A	5,5	4,9	8,0		6,1	9,5	7,0			APROVADO
Aluno 03	2010	TURMA 01 A	5,1	4,0	5,6		4,9	5,0	5,4	5,2	5,3	APROVADO COM AF
Aluno 04	2010	TURMA 01 A	5,0	8,0	6,5		6,5	8,5	7,2			APROVADO
Aluno 05	2010	TURMA 01 A	5,3	6,7	9,1		7,0	9,0	7,6			APROVADO
Aluno 06	2010	TURMA 01 A	3,4	4,0	5,4		4,3	5,0	5,0	5,5	5,2	APROVADO COM AF
Aluno 01	2011	TURMA 01 A	4,2	4,6	4,0		4,3	10,0	5,4	4,5	5,0	APROVADO COM AF
Aluno 02	2011	TURMA 01 A	6,8	4,4	2,3		4,5	8,0	5,2	4,0	4,6	REPROVADO
Aluno 03	2011	TURMA 01 A	8,0	8,5	9,3		8,6	10,0	8,9			APROVADO
Aluno 04	2011	TURMA 01 A	6,0	5,0	2,8		4,6	10,0	5,7	2,0	3,8	REPROVADO
Aluno 05	2011	TURMA 01 A	4,4	2,2	4,6		3,7	10,0	5,0	3,8	4,4	REPROVADO
Aluno 06	2011	TURMA 01 A	3,6	2,8	2,0		2,8	10,0	4,2	4,0	4,1	REPROVADO
Aluno 07	2011	TURMA 01 A	5,3	3,7	5,0		4,7	10,0	5,7	5,6	5,7	APROVADO COM AF
Aluno 08	2011	TURMA 01 A	5,7	5,7	2,3		4,6	10,0	5,7	4,3	5,0	APROVADO COM AF
Aluno 09	2011	TURMA 01 A	5,0	7,5	9,3		7,3	10,0	7,8			APROVADO
Aluno 10	2011	TURMA 01 A	3,2	6,0	4,3		4,5	10,0	5,6	5,5	5,6	APROVADO COM AF
Aluno 01	2012	TURMA 01 A	5,0	7,4	7,9		6,8	10,0	6,8	6,8		APROVADO COM AF
Aluno 02	2012	TURMA 01 A	4,6	1,6	2,1		2,8	5,6	4,2	5,9		APROVADO COM AF
Aluno 03	2012	TURMA 01 A	3,1	3,0	3,5		3,2	9,4	5	7,2		APROVADO COM AF
Aluno 04	2012	TURMA 01 A	5,1	8,0	6,8		6,6	10,0	7			APROVADO
Aluno 05	2012	TURMA 01 A	5,6	4,5	4,7		4,9	7,5	4,9	4,0		REPROVADO
Aluno 06	2012	TURMA 01 A	2,6	1,6	2,1		2,1	10,0	4,2	5,7		APROVADO COM AF
Aluno 07	2012	TURMA 01 A	2,3	8,5	9,0		6,6	10,0	6	6,0		APROVADO COM AF
Aluno 08	2012	TURMA 01 A	3,7	5,5	6,0		5,1	9,4	6	6,0		APROVADO COM AF
Aluno 09	2012	TURMA 01 A	7,3	7,3	7,8		7,5	8,1	7,7			APROVADO
Aluno 10	2012	TURMA 01 A	6,8	8,2	8,7		7,9	9,4	7,7			APROVADO
Aluno 11	2012	TURMA 01 A	0,9	1,0	0,0		0,6	8,8	1,4			REPROVADO
Aluno 12	2012	TURMA 01 A	8,3	7,8	10,0		8,7	8,8	8,7			APROVADO
Aluno 13	2012	TURMA 01 A	5,1	6,5	7,0		6,2	10,0	5,8	4,2	5,0	APROVADO COM AF
Aluno 14	2012	TURMA 01 A	5,6	5,6	6,1		5,8	10,0	6,7	6,7		APROVADO COM AF
Aluno 01	2017.1	TURMA 01 A	5,7	8,2	6,8		6,9	9,0	7,5			APROVADO
Aluno 02	2017.1	TURMA 01 A	3,4	9,2	9,4		7,3	9,0	7,8			APROVADO

Aluno 03	2017.1	TURMA 01 A	4,6	3,4	0,0	2,7	8,6	4,4	0,0	2,2	REPROVADO
Aluno 04	2017.1	TURMA 01 A	8,0	9,7	9,9	9,2	9,6	9,3			APROVADO
Aluno 05	2017.1	TURMA 01 A	3,4	9,7	8,8	7,3	9,0	7,8			APROVADO
Aluno 06	2017.1	TURMA 01 A	8,7	10,0	9,0	9,2	9,4	9,3			APROVADO
Aluno 07	2017.1	TURMA 01 A	3,2	6,5	8,1	5,9	9,4	7,0			APROVADO
Aluno 08	2017.1	TURMA 01 A	6,6	5,7	7,2	6,5	9,6	7,4			APROVADO
Aluno 09	2017.1	TURMA 01 A	7,5	5,4	5,4	6,1	9,0	7,0			APROVADO
Aluno 10	2017.1	TURMA 01 A	5,2	6,6	6,8	6,2	9,4	7,1			APROVADO
Aluno 11	2017.1	TURMA 01 A	4,1	6,8	4,3	5,1	9,4	6,3	3,0	4,7	REPROVADO
Aluno 12	2017.1	TURMA 01 A	7,2	6,4	9,0	7,5	9,6	8,1			APROVADO
Aluno 01	2017.1	TURMA 01 B	5,5	5,0	8,8	6,4	8,5	7,0			APROVADO
Aluno 02	2017.1	TURMA 01 B	4,2	8,5	7,9	6,9	9,6	7,7			APROVADO
Aluno 03	2017.1	TURMA 01 B	6,8	6,7	9,7	7,7	9,6	8,3			APROVADO
Aluno 04	2017.1	TURMA 01 B	5,4	5,9	6,3	5,9	7,3	6,3	7,0	6,6	APROVADO COM AF
Aluno 05	2017.1	TURMA 01 B	5,2	2,7	8,6	5,5	8,1	6,3	4,0	5,1	APROVADO COM AF
Aluno 06	2017.1	TURMA 01 B	6,0	9,0	9,6	8,2	9,6	8,6			APROVADO
Aluno 01	2017.2	TURMA 01 A	5,2	8,2	7,0	6,8	9,3	7,6			APROVADO
Aluno 02	2017.2	TURMA 01 A	4,4	4,0	1,0	3,1	9,3	5,0	5,0	5,0	APROVADO COM AF
Aluno 03	2017.2	TURMA 01 A	8,5	5,9	7,2	7,2	9,4	7,9			APROVADO
Aluno 04	2017.2	TURMA 01 A	8,0	0,7	5,2	4,6	9,1	6,0	6,0	6,0	APROVADO COM AF
Aluno 05	2017.2	TURMA 01 A	7,3	4,3	3,7	5,1	7,9	5,9	5,9	5,9	APROVADO COM AF
Aluno 06	2017.2	TURMA 01 A	6,9	8,2	6,2	7,1	8,2	7,4			APROVADO
Aluno 07	2017.2	TURMA 01 A	6,0	8,2	8,3	7,5	9,8	8,2			APROVADO
Aluno 08	2017.2	TURMA 01 A	7,8	9,4	7,8	8,3	9,8	8,8			APROVADO
Aluno 09	2017.2	TURMA 01 A	5,7	6,5	4,2	5,5	9,1	6,6	6,6	6,6	APROVADO COM AF
Aluno 10	2017.2	TURMA 01 A	5,8	4,7	5,7	5,4	8,6	6,4	6,4	6,4	APROVADO COM AF
Aluno 11	2017.2	TURMA 01 A	5,5	6,2	4,7	5,5	9,3	6,6	6,6	6,6	APROVADO COM AF
Aluno 12	2017.2	TURMA 01 A	8,5	4,5	7,7	6,9	9,6	7,7			APROVADO
Aluno 13	2017.2	TURMA 01 A	7,8	4,2	3,2	5,1	9,1	6,3	6,3	6,3	APROVADO COM AF
Aluno 01	2018.1	TURMA 01 A	4,5	6,9	8,9	6,8	9,1	7,3			APROVADO
Aluno 02	2018.1	TURMA 01 A	0,0	4,0	0,0	1,3	5,3	2,3			REPROVADO
Aluno 03	2018.1	TURMA 01 A	3,0	7,0	5,9	5,3	8,1	6,0	5,7	6,0	APROVADO COM AF
Aluno 04	2018.1	TURMA 01 A	6,0	9,0	8,3	7,8	9,1	8,1			APROVADO
Aluno 05	2018.1	TURMA 01 A	4,5	3,2	6,5	4,7	9,1	5,8	7,0	7,0	APROVADO COM AF
Aluno 06	2018.1	TURMA 01 A	3,0	7,2	6,2	5,5	7,9	6,1	5,5	6,1	APROVADO COM AF
Aluno 07	2018.1	TURMA 01 A	2,5	7,0	6,2	5,2	8,4	6,0	4,4	6,0	APROVADO COM AF

Aluno 08	2018.1	TURMA 01 A	6,0	4,5	6,4	5,6	9,1	6,5	3,0	6,5	APROVADO COM AF
Aluno 09	2018.1	TURMA 01 A	0,0	1,7	5,0	2,2	2,2	2,2			REPROVADO
Aluno 10	2018.1	TURMA 01 A	5,0	8,1	3,0	5,4	7,5	5,9	7,5	7,5	APROVADO COM AF
Aluno 11	2018.1	TURMA 01 A	4,0	6,1	6,2	5,4	8,4	6,2	2,0	6,2	REPROVADO
Aluno 12	2018.1	TURMA 01 A	5,0	3,5	6,6	5,0	8,6	5,9	6,2	6,2	APROVADO COM AF
Aluno 01	2018.1	TURMA 01 B	1,0	2,1	1,9	1,7	7,1	3,0			REPROVADO
Aluno 02	2018.1	TURMA 01 B	4,0	6,1	6,4	5,5	8,9	6,3	4,2	6,3	APROVADO COM AF
Aluno 03	2018.1	TURMA 01 B	3,5	4,1	5,4	4,3	9,1	5,5	1,5	3,5	REPROVADO
Aluno 04	2018.1	TURMA 01 B	0,0	0,5	0,0	0,2	5,5	1,5			REPROVADO
Aluno 05	2018.1	TURMA 01 B	2,5	6,2	6,9	5,2	9,2	6,2	5,5	6,2	APROVADO COM AF
Aluno 06	2018.1	TURMA 01 B	5,0	4,2	7,0	5,4	9,2	6,3	9,0	9,0	APROVADO COM AF
Aluno 07	2018.1	TURMA 01 B	4,5	6,1	6,5	5,7	9,0	6,5	6,5	6,5	APROVADO COM AF
Aluno 08	2018.1	TURMA 01 B	4,0	2,8	5,9	4,2	8,2	5,2	5,9	5,9	APROVADO COM AF
Aluno 09	2018.1	TURMA 01 B	2,7	3,5	1,5	2,6	8,5	4,0	2,0	2,0	REPROVADO
Aluno 10	2018.1	TURMA 01 B	4,3	5,7	5,6	5,2	9,2	6,2	6,2	6,2	APROVADO COM AF
Aluno 11	2018.1	TURMA 01 B	1,0	2,2	2,9	2,0	8,3	3,6			REPROVADO
Aluno 12	2018.1	TURMA 01 B	1,0	2,5	3,2	2,2	9,2	4,0	2,0	3,0	APROVADO COM AF
Aluno 01	2018.2	TURMA 01 A	2,5	5,0	0,8	2,8	8,5	4,2	7,0	5,6	APROVADO COM AF
Aluno 02	2018.2	TURMA 01 A	8,0	6,9	5,0	6,6	9,3	7,3			APROVADO
Aluno 03	2018.2	TURMA 01 A	1,0	4,3	5,8	3,7	8,0	4,8	5,2	5,0	APROVADO COM AF
Aluno 04	2018.2	TURMA 01 A	1,0	2,3	2,3	1,9	4,2	2,5			REPROVADO
Aluno 05	2018.2	TURMA 01 A	2,7	2,3	2,8	2,6	9,4	4,3	5,7	5,0	APROVADO COM AF
Aluno 06	2018.2	TURMA 01 A	3,4	4,1	5,9	4,5	7,6	5,3	5,5	5,4	APROVADO COM AF
Aluno 07	2018.2	TURMA 01 A	2,5	2,3	2,0	2,3	9,2	4,0	5,0	4,5	REPROVADO
Aluno 08	2018.2	TURMA 01 A	5,3	4,4	6,3	5,3	9,4	6,3	5,5	5,9	APROVADO COM AF
Aluno 01	2018.2	TURMA 01 B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			REPROVADO
Aluno 02	2018.2	TURMA 01 B	6,5	4,0	5,0	5,2	7,8	5,8	7,0	6,4	APROVADO COM AF
Aluno 03	2018.2	TURMA 01 B	9,3	8,3	5,0	7,5	10,0	8,2			APROVADO
Aluno 04	2018.2	TURMA 01 B	7,0	7,0	7,5	7,2	7,0	7,1			APROVADO
Aluno 05	2018.2	TURMA 01 B	9,4	7,0	9,3	8,6	9,4	8,8			APROVADO
Aluno 06	2018.2	TURMA 01 B	5,0	0,0	0,0	1,7	2,8	1,9			REPROVADO
Aluno 07	2018.2	TURMA 01 B	1,5	0,3	0,8	0,9	7,3	2,5			REPROVADO
Aluno 08	2018.2	TURMA 01 B	5,3	6,3	4,3	5,3	9,1	6,3	6,3	6,3	APROVADO COM AF
Aluno 01	2018.2	TURMA 01 C	9,0	6,9	6,3	7,4	9,7	8,0			APROVADO
Aluno 02	2018.2	TURMA 01 C	6,0	7,1	5,3	6,1	9,5	7,0			APROVADO
Aluno 03	2018.2	TURMA 01 C	10,0	6,1	7,5	7,9	9,0	8,2			APROVADO

Aluno 04	2018.2	TURMA 01 C	9,9	5,6	3,8	6,4	9,6	7,2				APROVADO	
Aluno 05	2018.2	TURMA 01 C	8,9	5,3	7,0	7,1	9,4	7,7				APROVADO	
Aluno 06	2018.2	TURMA 01 C	7,8	5,0	8,0	6,9	8,9	7,4				APROVADO	
Aluno 07	2018.2	TURMA 01 C	7,2	5,0	8,0	6,7	9,1	7,3				APROVADO	
Aluno 08	2018.2	TURMA 01 C	7,4	6,3	5,6	6,4	8,6	7,0				APROVADO	
Aluno 01	2019.1	TURMA 01 A	4,6	7,7	5,0	5,8	9,6	6,7	6,7	6,7			APROVADO COM AF
Aluno 02	2019.1	TURMA 01 A	4,8	5,0	4,2	4,7	8,7	5,7	4,3	5,0			APROVADO COM AF
Aluno 03	2019.1	TURMA 01 A	5,7	6,0	5,8	5,8	9,3	6,7	6,7	6,7			APROVADO COM AF
Aluno 04	2019.1	TURMA 01 A	6,5	5,1	4,0	5,2	8,2	6,0	6,0	6,0			APROVADO COM AF
Aluno 05	2019.1	TURMA 01 A	7,2	6,0	6,3	6,5	9,3	7,2				APROVADO	
Aluno 06	2019.1	TURMA 01 A	5,8	5,4	6,0	5,7	9,2	6,6	6,6	6,6			APROVADO COM AF
Aluno 07	2019.1	TURMA 01 A	6,1	6,1	9,9	7,4	8,3	7,6	5,0	4,5			REPROVADO
Aluno 08	2019.1	TURMA 01 A	6,0	7,3	7,0	6,8	9,7	7,5				APROVADO	
Aluno 01	2019.1	TURMA 01 B	7,8	7,0	8,8	7,9	9,2	8,2				APROVADO	
Aluno 02	2019.1	TURMA 01 B	6,6	5,0	6,7	6,1	9,5	7,0				APROVADO	
Aluno 03	2019.1	TURMA 01 B	5,2	4,2	3,0	4,1	9,6	5,5	3,6	4,5			REPROVADO
Aluno 04	2019.1	TURMA 01 B	8,0	8,4	8,5	8,3	9,5	8,6				APROVADO	
Aluno 05	2019.1	TURMA 01 B	2,5	2,1	5,2	3,3	9,0	4,7	3,2	4,0			REPROVADO
Aluno 06	2019.1	TURMA 01 B	0,9	2,3	4,2	2,5	9,3	4,2	1,5	2,8			REPROVADO
Aluno 07	2019.1	TURMA 01 B	1,0	7,0	2,5	3,5	8,4	4,7	0,0	2,4			REPROVADO
Aluno 08	2019.1	TURMA 01 B	7,1	9,4	8,9	8,5	9,6	8,7				APROVADO	
Aluno 09	2019.1	TURMA 01 B	7,0	9,1	6,0	7,4	9,3	7,8				APROVADO	
Aluno 10	2019.1	TURMA 01 B	2,4	6,2	2,0	3,5	8,7	4,8	0,5	2,7			REPROVADO
Aluno 11	2019.1	TURMA 01 B	2,3	5,6	1,5	3,1	9,1	4,6	5,4	5,0			APROVADO COM AF
Aluno 01	2019.1	TURMA 01 C	1,2	4,1	5,0	3,4	7,5	4,5	1,5	3,0			REPROVADO
Aluno 02	2019.1	TURMA 01 C	5,0	6,5	4,0	5,2	7,8	5,8	7,0	6,4			APROVADO COM AF
Aluno 03	2019.1	TURMA 01 C	1,2	6,0	2,0	3,1	7,7	4,2	0,0	2,1			REPROVADO
Aluno 04	2019.1	TURMA 01 C	2,5	2,1	4,2	2,9	9,0	4,5	5,5	5,0			APROVADO COM AF
Aluno 05	2019.1	TURMA 01 C	5,2	6,0	3,5	4,9	9,2	6,0	6,0	6,0			APROVADO COM AF
Aluno 06	2019.1	TURMA 01 C	4,8	6,0	6,1	5,6	8,9	6,5	6,5	6,5			APROVADO COM AF
Aluno 07	2019.1	TURMA 01 C	5,5	5,2	5,6	5,4	9,4	6,4	6,4	6,4			APROVADO COM AF
Aluno 01	2019.2	TURMA 01 A	3,1	4,5	2,5	3,4	7,5	4,4	4,3	4,4			REPROVADO
Aluno 02	2019.2	TURMA 01 A	5,0	7,7	5,0	5,9	8,7	6,6	6,6	6,6			APROVADO COM AF
Aluno 03	2019.2	TURMA 01 A	4,0	4,9	7,0	5,3	8,7	6,1	6,1	6,1			APROVADO COM AF
Aluno 04	2019.2	TURMA 01 A	7,5	8,3	5,5	7,1	9,1	7,6				APROVADO	
Aluno 05	2019.2	TURMA 01 A	7,8	6,1	6,0	6,6	8,2	7,0				APROVADO	

Aluno 06	2019.2	TURMA 01 A	0,0	2,8	1,5	1,4	8,7	3,2				REPROVADO
Aluno 07	2019.2	TURMA 01 A	5,5	4,2	5,8	5,2	9,1	6,1	6,1	6,1		APROVADO COM AF
Aluno 08	2019.2	TURMA 01 A	5,0	5,6	4,6	5,1	9,1	6,1	6,1	6,1		APROVADO COM AF
Aluno 09	2019.2	TURMA 01 A	0,0	4,0	0,0	1,3	8,4	3,1				REPROVADO
Aluno 10	2019.2	TURMA 01 A	5,0	6,0	5,5	5,5	9,0	6,4	6,4	6,4		APROVADO COM AF
Aluno 01	2019.2	TURMA 01 B	5,4	6,6	8,0	6,7	9,6	7,4				APROVADO
Aluno 02	2019.2	TURMA 01 B	7,5	7,7	8,0	7,7	9,6	8,2				APROVADO
Aluno 03	2019.2	TURMA 01 B	0,0	4,4	0,0	1,5	0,0	1,1				REPROVADO
Aluno 04	2019.2	TURMA 01 B	0,0	4,0	0,0	1,3	7,7	2,9				REPROVADO
Aluno 05	2019.2	TURMA 01 B	6,8	4,0	4,0	4,9	9,6	6,1	6,1	6,1		APROVADO COM AF
Aluno 06	2019.2	TURMA 01 B	2,3	1,7	2,4	2,1	8,0	3,6				REPROVADO
Aluno 07	2019.2	TURMA 01 B	7,8	5,0	7,0	6,6	9,6	7,4				APROVADO
Aluno 08	2019.2	TURMA 01 B	4,6	9,2	6,5	6,8	9,6	7,5				APROVADO
Aluno 09	2019.2	TURMA 01 B	6,5	8,7	8,3	7,8	9,6	8,3				APROVADO
Aluno 10	2019.2	TURMA 01 B	7,8	6,6	5,6	6,7	9,6	7,4				APROVADO
Aluno 11	2019.2	TURMA 01 B	7,5	4,9	5,0	5,8	9,6	6,7	6,7	6,7		APROVADO COM AF
Aluno 01	2019.2	TURMA 01 C	6,0	4,2	5,5	5,2	9,6	6,3	6,3	6,3		APROVADO COM AF
Aluno 02	2019.2	TURMA 01 C	0,0	0,0	0,8	0,3	6,9	1,9				REPROVADO
Aluno 03	2019.2	TURMA 01 C	3,6	2,2	3,7	3,2	9,6	4,8	6,0	5,4		APROVADO COM AF
Aluno 04	2019.2	TURMA 01 C	4,5	5,0	4,5	4,7	9,0	5,8	5,8	5,8		APROVADO COM AF
Aluno 05	2019.2	TURMA 01 C	4,1	3,7	7,1	5,0	9,6	6,1	6,1	6,1		APROVADO COM AF
Aluno 06	2019.2	TURMA 01 C	4,8	3,8	0,6	3,1	7,3	4,1	4,5	4,3		REPROVADO
Aluno 07	2019.2	TURMA 01 C	4,3	2,8	5,3	4,1	6,9	4,8	1,8	3,3		REPROVADO
Aluno 08	2019.2	TURMA 01 C	0,0	1,7	0,3	0,7	8,7	2,7				REPROVADO
Aluno 09	2019.2	TURMA 01 C	2,0	0,0	0,8	0,9	5,4	2,1				REPROVADO
Aluno 01	2020.1	TURMA 01 A	9,0	7,0	7,5	7,8	7,5	7,8				APROVADO
Aluno 02	2020.1	TURMA 01 A	4,4	0,5	2,2	2,4	7,7	3,7				REPROVADO
Aluno 03	2020.1	TURMA 01 A	7,6	6,2	6,0	6,6	9,6	7,4				APROVADO
Aluno 04	2020.1	TURMA 01 A	7,0	3,5	5,0	5,2	8,0	5,9	8,0	6,9		APROVADO COM AF
Aluno 05	2020.1	TURMA 01 A	8,4	6,0	6,9	7,1	9,3	7,7				APROVADO
Aluno 06	2020.1	TURMA 01 A	9,0	7,0	7,5	7,8	8,4	8,0				APROVADO
Aluno 07	2020.1	TURMA 01 A	8,0	7,4	7,3	7,6	8,9	7,9				APROVADO
Aluno 08	2020.1	TURMA 01 A	9,0	7,0	7,5	7,8	8,7	8,1				APROVADO
Aluno 09	2020.1	TURMA 01 A	3,6	5,2	5,0	4,6	8,7	5,6	4,5	5,1		APROVADO COM AF
Aluno 10	2020.1	TURMA 01 A	7,7	7,4	8,1	7,7	5,5	7,2				APROVADO
Aluno 01	2020.1	TURMA 01 B	7,5	7,8	7,3	7,5	9,0	7,9				APROVADO

Aluno 02	2020.1	TURMA 01 B	8,4	9,2	8,5	8,7	5,5	7,9			APROVADO	
Aluno 03	2020.1	TURMA 01 B	7,8	8,3	7,0	7,7	9,0	8,0			APROVADO	
Aluno 04	2020.1	TURMA 01 B	7,3	9,3	8,6	8,4	8,9	8,5			APROVADO	
Aluno 05	2020.1	TURMA 01 B	7,6	7,3	7,7	7,5	9,2	8,0			APROVADO	
Aluno 06	2020.1	TURMA 01 B	7,7	8,8	7,8	8,1	9,2	8,4			APROVADO	
Aluno 07	2020.1	TURMA 01 B	6,7	8,0	8,5	7,7	5,6	7,2			APROVADO	
Aluno 08	2020.1	TURMA 01 B	8,6	9,0	8,2	8,6	9,5	8,8			APROVADO	
Aluno 09	2020.1	TURMA 01 B	7,4	9,0	6,6	7,7	9,8	8,2			APROVADO	
Aluno 10	2020.1	TURMA 01 B	9,0	7,0	7,5	7,8	7,3	7,7			APROVADO	
Aluno 11	2020.1	TURMA 01 B	7,2	8,9	8,0	8,0	9,5	8,4			APROVADO	
Aluno 12	2020.1	TURMA 01 B	7,3	6,5	6,7	6,8	9,0	7,4			APROVADO	
Aluno 13	2020.1	TURMA 01 B	7,4	8,5	6,7	7,5	9,0	7,9			APROVADO	
Aluno 01	2021.2	TURMA 01 A	5,5		8,3	7,5	7,1	9,8	7,8			APROVADO
Aluno 02	2021.2	TURMA 01 A	3,0		9,0	4,0	5,3	8,9	6,2	4,0	5,1	APROVADO COM AF
Aluno 03	2021.2	TURMA 01 A	6,5		9,0	4,0	6,5	9,3	7,2			APROVADO
Aluno 04	2021.2	TURMA 01 A	6,5		8,3	4,0	6,3	9,2	7,0			APROVADO
Aluno 05	2021.2	TURMA 01 A	6,2		9,0	4,7	6,6	9,5	7,4			APROVADO
Aluno 06	2021.2	TURMA 01 A	8,5		8,3	5,0	7,3	8,9	7,7			APROVADO
Aluno 07	2021.2	TURMA 01 A	1,3		5,7	5,0	4,0	9,3	5,3	4,6	5,0	APROVADO COM AF
Aluno 08	2021.2	TURMA 01 A	4,5		7,0	5,5	5,7	7,4	6,1	5,0	5,6	APROVADO COM AF
Aluno 09	2021.2	TURMA 01 A	6,8		7,5	4,0	6,1	7,2	6,4	4,0	5,2	APROVADO COM AF
Aluno 10	2021.2	TURMA 01 A	2,3		0,0	0,0	0,8	4,7	1,8			REPROVADO
Aluno 11	2021.2	TURMA 01 A	5,5		9,0	4,0	6,2	9,3	7,0			APROVADO
Aluno 12	2021.2	TURMA 01 A	2,5		0,7	0,0	1,1	0,0	0,8			REPROVADO
Aluno 13	2021.2	TURMA 01 A	7,0		8,2	4,0	6,4	8,9	7,0			APROVADO
Aluno 01	2021.2	TURMA 01 B	7,0		8,0	3,0	6,0	7,2	6,3	5,0	5,6	APROVADO COM AF
Aluno 02	2021.2	TURMA 01 B	5,5		8,7	4,0	6,1	9,8	7,0			APROVADO
Aluno 03	2021.2	TURMA 01 B	0,0		-	0,0	0,0	0,0	0,0			REPROVADO
Aluno 04	2021.2	TURMA 01 B	5,5		4,8	4,0	4,8	5,2	4,9	4,0	4,4	REPROVADO
Aluno 05	2021.2	TURMA 01 B	4,5		6,0	6,5	5,7	9,3	6,6	4,0	5,3	APROVADO COM AF
Aluno 06	2021.2	TURMA 01 B	5,5		3,8	4,0	4,4	7,4	5,2	4,8	5,0	APROVADO COM AF
Aluno 07	2021.2	TURMA 01 B	4,5		1,5	0,0	2,0	4,7	2,7			REPROVADO
Aluno 08	2021.2	TURMA 01 B	5,5		8,3	4,0	5,9	8,9	6,7	4,0	5,3	APROVADO COM AF
Aluno 09	2021.2	TURMA 01 B	-		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			REPROVADO
Aluno 10	2021.2	TURMA 01 B	5,8		3,0	3,0	3,9	4,7	4,1	3,0	3,6	REPROVADO
Aluno 11	2021.2	TURMA 01 B	3,5		0,0	0,0	1,2	9,5	3,3			REPROVADO

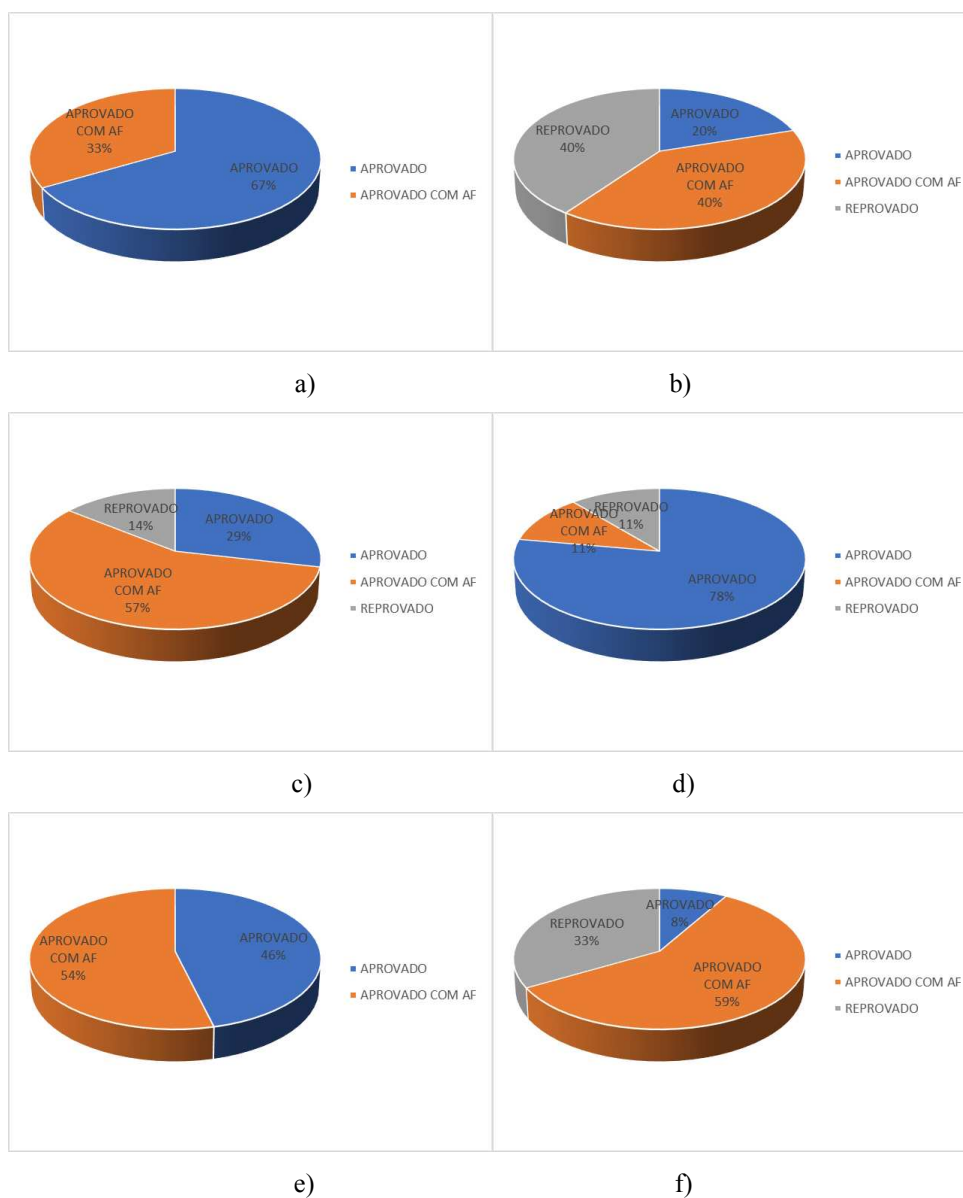
Aluno 01	2022.1	TURMA 01 A	9,0	7,5	5,0	7,2	9,5	7,8				APROVADO
Aluno 02	2022.1	TURMA 01 A	1,0	5,3	4,5	3,6	9,0	5,0	4,0	4,5		REPROVADO
Aluno 03	2022.1	TURMA 01 A	5,0	6,4	4,0	5,1	9,5	6,2	4,0	5,1		APROVADO COM AF
Aluno 04	2022.1	TURMA 01 A	0,5	4,1	4,0	2,9	8,5	4,3	3,0	3,6		REPROVADO
Aluno 05	2022.1	TURMA 01 A	2,0	1,5	5,0	2,8	8,0	4,1	4,0	4,1		REPROVADO
Aluno 06	2022.1	TURMA 01 A	4,3	5,7	4,5	4,8	8,5	5,8	8,5	7,1		APROVADO COM AF
Aluno 07	2022.1	TURMA 01 A	3,6	5,3	4,5	4,5	9,0	5,6	7,0	6,3		APROVADO COM AF
Aluno 08	2022.1	TURMA 01 A	5,9	9,0	4,5	6,5	9,0	7,1				APROVADO
Aluno 09	2022.1	TURMA 01 A	6,5	5,7	6,6	6,3	9,0	7,0				APROVADO
Aluno 10	2022.1	TURMA 01 A	5,8	4,5	2,5	4,3	9,5	5,6	4,5	5,0		APROVADO COM AF
Aluno 11	2022.1	TURMA 01 A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				REPROVADO
Aluno 12	2022.1	TURMA 01 A	3,5	5,0	5,6	4,7	8,0	5,5	3,5	4,5		REPROVADO
Aluno 13	2022.1	TURMA 01 A	10,0	6,4	4,5	7,0	10,0	7,7				APROVADO
Aluno 01	2022.1	TURMA 01 B	9,5	9,0	4,5	7,7	10,0	8,3				APROVADO
Aluno 02	2022.1	TURMA 01 B	3,8	7,9	8,5	6,7	10,0	7,6				APROVADO
Aluno 03	2022.1	TURMA 01 B	5,1	4,1	2,8	4,0	9,5	5,4	4,6	5,0		APROVADO COM AF
Aluno 04	2022.1	TURMA 01 B	0,0	2,0	6,2	2,7	8,0	4,1	4,0	4,0		REPROVADO
Aluno 05	2022.1	TURMA 01 B	9,0	4,1	2,8	5,3	9,5	6,4	7,0	6,7		APROVADO COM AF
Aluno 06	2022.1	TURMA 01 B	8,0	7,5	4,5	6,7	10,0	7,5				APROVADO
Aluno 07	2022.1	TURMA 01 B	2,5	2,0	6,2	3,6	8,0	4,7	3,0	3,8		REPROVADO
Aluno 08	2022.1	TURMA 01 B	5,6	4,1	4,0	4,6	9,5	5,8	4,5	5,2		APROVADO COM AF
Aluno 09	2022.1	TURMA 01 B	0,0	7,5	4,5	4,0	9,8	5,5	4,5	5,0		APROVADO COM AF
Aluno 10	2022.1	TURMA 01 B	6,3	7,9	8,5	7,6	9,8	8,1				APROVADO
Aluno 11	2022.1	TURMA 01 B	5,3	4,5	2,5	4,1	10,0	5,6	5,5	5,5		APROVADO COM AF
Aluno 01	2022.2	TURMA 01 A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				REPROVADO
Aluno 02	2022.2	TURMA 01 A	7,0	7,0	7,0	7,0	10,0	7,6				APROVADO COM AF
Aluno 03	2022.2	TURMA 01 A	4,1	2,5	7,3	4,6	10,0	5,7	5,0	5,4		APROVADO COM AF
Aluno 04	2022.2	TURMA 01 A	3,8	1,0	6,3	3,7	8,0	4,6	0,8	2,7		REPROVADO
Aluno 05	2022.2	TURMA 01 A	6,5	0,5	7,3	4,8	10,0	5,8	5,7	5,8		APROVADO COM AF
Aluno 06	2022.2	TURMA 01 A	7,0	7,0	7,0	7,0	10,0	7,6				APROVADO
Aluno 07	2022.2	TURMA 01 A	0,0	2,0	0,7	0,9	5,0	1,7				REPROVADO
Aluno 08	2022.2	TURMA 01 A	4,1	8,0	7,3	6,5	10,0	7,2				APROVADO
Aluno 09	2022.2	TURMA 01 A	6,5	7,0	7,3	6,9	10,0	7,5				APROVADO
Aluno 10	2022.2	TURMA 01 A	5,5	4,0	4,5	4,7	10,0	5,7	5,0	5,4		APROVADO COM AF
Aluno 11	2022.2	TURMA 01 A	5,5	0,5	4,5	3,5	10,0	4,8	1,7	3,3		REPROVADO
Aluno 01	2022.2	TURMA 01 B	9,3	8,0	8,8	8,7	10,0	9,0				APROVADO

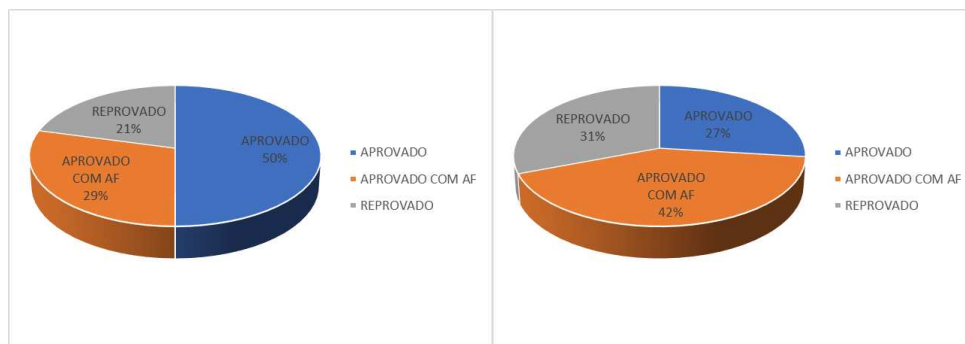
Aluno 02	2022.2	TURMA 01 B	8,3	5,0	7,0	6,8	10,0	7,4				APROVADO
Aluno 03	2022.2	TURMA 01 B	3,5	6,0	10,0	6,5	10,0	7,2				APROVADO
Aluno 04	2022.2	TURMA 01 B	3,8	2,0	6,3	4,0	10,0	5,2	4,5	5,0		APROVADO COM AF
Aluno 05	2022.2	TURMA 01 B	3,5	2,0	10,0	5,2	10,0	6,1	2,0	4,1		REPROVADO
Aluno 06	2022.2	TURMA 01 B	8,0	4,7	8,5	7,1	10,0	7,7				APROVADO
Aluno 07	2022.2	TURMA 01 B	8,3	7,5	7,0	7,6	10,0	8,1				APROVADO
Aluno 08	2022.2	TURMA 01 B	7,8	4,0	8,9	6,9	10,0	7,5				APROVADO
Aluno 09	2022.2	TURMA 01 B	7,8	9,0	8,9	8,6	10,0	8,9				APROVADO
Aluno 10	2022.2	TURMA 01 B	9,3	7,0	8,8	8,4	10,0	8,7				APROVADO
Aluno 11	2022.2	TURMA 01 B	8,0	6,5	8,5	7,7	10,0	8,1				APROVADO

APÊNDICE A – ANÁLISE QUALITATIVA DAS AVALIAÇÕES

Para a verificação qualitativa realizou-se a contagem dos parâmetros de: Aprovado para notas maiores ou iguais a 7, aprovado com Avaliação Final (AF) para alunos que não conseguiram atingir a nota necessária foram para avaliação final e passaram e Reprovado para alunos com médias menores do que 4 ou não passaram na AF – Gráfico A.1.

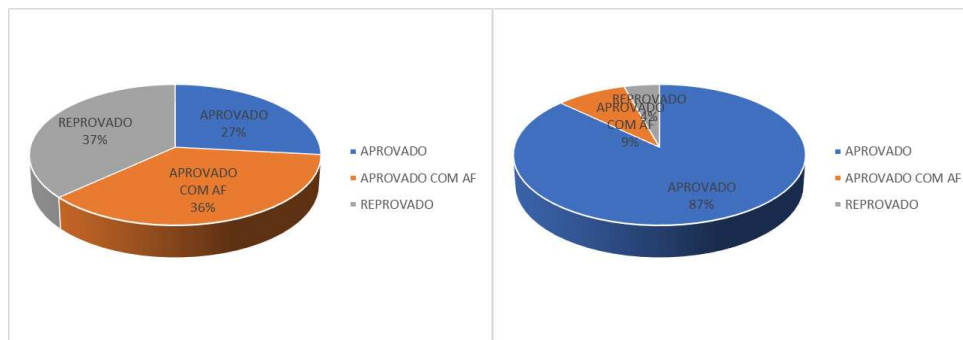
Gráfico A.1 – Situação de aprovação do período. dos Períodos a) de 2010, b) de 2011, c) de 2012, d) de 2017.1, e) de 2017.2, f) de 2018.1, g) de 2018.2, h) de 2019.1, i) de 2019.2, j) de 2020.1, k) de 2021.2, l) de 2022.1, m) de 2022.2





g)

h)



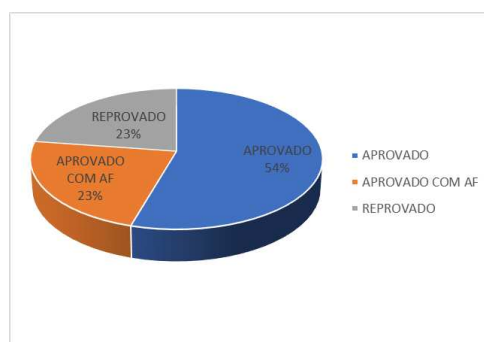
i)

j)



k)

l)



m)

Fonte: Feito pela Autora.

Em 2010 o índice de Aprovação foi total, sendo 67% em status Aprovado e 33% de Aprovação com AF, a classe conseguiu atingir uma situação de aprovação ideal. Em

2011 esse fato não se repetiu tendo a classe: o maior índice de reprovação dos períodos de 2010 a 2022.2, com 40% de Reprovado, tendo um resultado de Aprovação total de 60%.

No ano de 2012, mesmo com o nível geral de aprovação somando Aprovados e Aprovados com AF seja de 86%, esse resultado não é satisfatório pois a grande maioria da classe ficou de recuperação e status Reprovado de 14%. Em 2017.1 houve uma melhora significativa, tendo um resultado satisfatório com Aprovação total de 89% da e Reprovado 11%.

No semestre 2017.2 vê-se uma Aprovação geral de 100%, com menos da metade dos alunos: 46% com status de Aprovação, e mais da metade da classe 54% passaram com Aprovado com AF. Em 2018.1, ocorreu grande queda no rendimento: o índice de Reprovado retornou a crescer 33% e resultado de Aprovação geral de 67%.

Em 2018.2, a quantidade de Resultado de Aprovação geral de 79% e de Reprovado com 21%. Utilizando os dados nos gráficos da Figura 4 verifica-se que a Turma 01 C é responsável pela maioria dessas aprovações com todos os alunos tendo atingido a aprovação sem precisar fazer AF.

No semestre 2019.1, a quantidade de Reprovado é de 31%. E o resultado de Aprovação geral é de 69%. Em 2019.2 houve uma queda no nível de aprovação com nível de Reprovado 37%. O resultado de Aprovação geral é de 63%, sendo o segundo menor dos períodos de 2010 a 2022.2.

Em 2020.1, o resultado de Aprovação geral é de 96% e de Reprovado 4%. No semestre de 2021.2, os resultados mostram que a Aprovação geral é de 67% e de Reprovado é 33%.

Em 2022.1 os resultados mostram o índice de Aprovação geral é de 71% e de Reprovado é de 29%. E em 2022.2, os resultados mostram a Aprovação geral é 77% e de Reprovado é de 23%.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM TESTE(TBL) PARA FINS DE PESQUISA.

QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM TESTE(TBL)...

<https://docs.google.com/forms/u/0/d/1HAcETCK0kIT45cp47zqQ4apO...>

QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM TESTE(TBL) PARA FINS DE PESQUISA

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

2. Sente dificuldade no conteúdo de Máquinas CC, da disciplina de Máquinas Elétricas? *

Marcar apenas uma oval.

- Muita
 Pouca
 Alguma
 Nenhuma

3. Enumere as dificuldades, caso hajam:

4. Qual foi o seu nível de preparação para o teste sobre o assunto de Máquinas CC? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

5. Como você avalia seu nível de participação, em relação a sua equipe? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

6. Como você avalia seu nível de contribuição, em relação a sua equipe? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

7. Agora em relação aos seus colegas de equipe, qual o nível de preparação você * atribui para eles no teste sobre o assunto de Máquinas CC?

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

8. Como você avalia o nível de participação de seus colegas de equipe? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excenete

9. Como você avalia o nível de contribuição de seus colegas de equipe? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

10. Acha que a experiência com essa metodologia para o aprendizado de Máquinas CC é relevante? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

11. No seu ponto de vista essa experiência foi positiva? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

12. Caso seja uma experiência negativa descreva o motivo:

13. Você gostaria de ser avaliado novamente por esse método? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

14. Escreva abaixo os seus comentários sobre esta experiência com a atividade de Team-Based Learning (TBL) como método de avaliação da disciplina de Máquinas Elétricas *

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA(PBL) PARA FINS DE PESQUISA.

QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA(...

https://docs.google.com/forms/d/1L38pVdROyRbNSpRGbDZAY_iCT...

QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA(PBL) PARA FINS DE PESQUISA

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

2. Considera importante a integração de conceitos teóricos com a aplicação de aspectos práticos na disciplina de Máquinas Elétricas? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

3. Comente sobre a importância da aplicação de problemas reais no ensino do conteúdo de máquinas CC: *

4. Qual foi o seu nível de estudo(preparação) para a realização do projeto de enrolamentos de Máquinas CC? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

5. Como você avalia seu nível de participação no desenvolvimento do projeto, em relação a sua equipe? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

6. Como você avalia seu nível de contribuição para o desenvolvimento do projeto, em relação a sua equipe? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

7. Agora em relação aos seus colegas de equipe, qual o nível de estudo(preparação) você atribui para eles em relação ao projeto de enrolamentos de Máquinas CC? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

8. Como você avalia o nível de participação de seus colegas de equipe no desenvolvimento do projeto? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excenete

9. Como você avalia o nível de contribuição de seus colegas de equipe no projeto? *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Razoável
 Bom
 Ótimo
 Excelente

10. Você considera que esse método de ensino com a execução de projeto no conteúdo de Máquinas CC contribuiu para melhorar seu aprendizado? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

11. Marque o seu nível de aprendizado com esse método? *

Marcar apenas uma oval.

Ruim

Razoável

Bom

Ótimo

Excelente

12. *

Qual a sua sugestão para melhor aplicação do ensino da disciplina de Máquinas Elétricas com desenvolvimento de motor CC com enrolamento imbricado e ondulado?

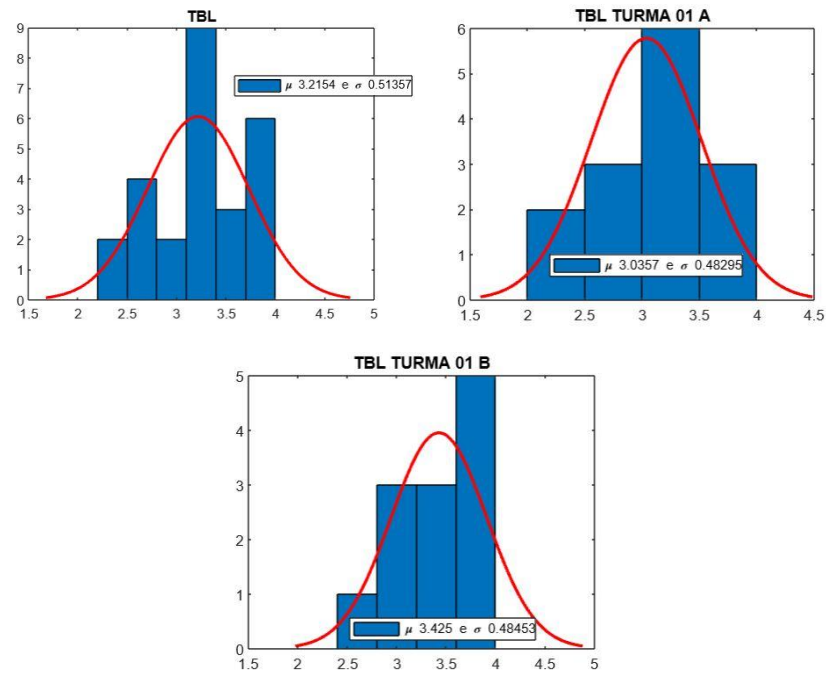
13. Escreva abaixo os seus comentários sobre esta experiência com o projeto de **Problem-Based Learning (PBL)** na disciplina de Máquinas Elétricas *

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

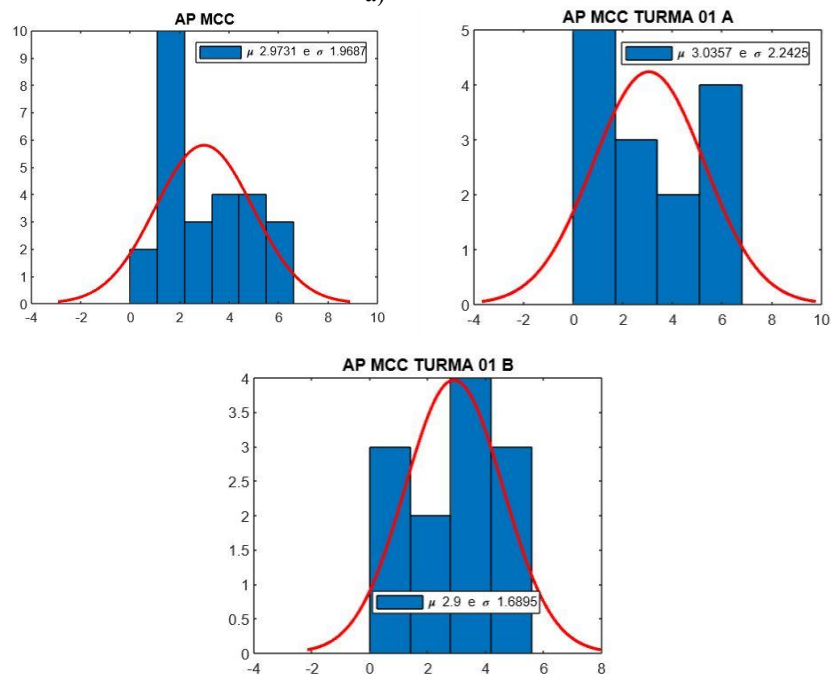
Google Formulários

APÊNDICE D – DEMAIS RESULTADOS NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA NO PERÍODO 2023.1.

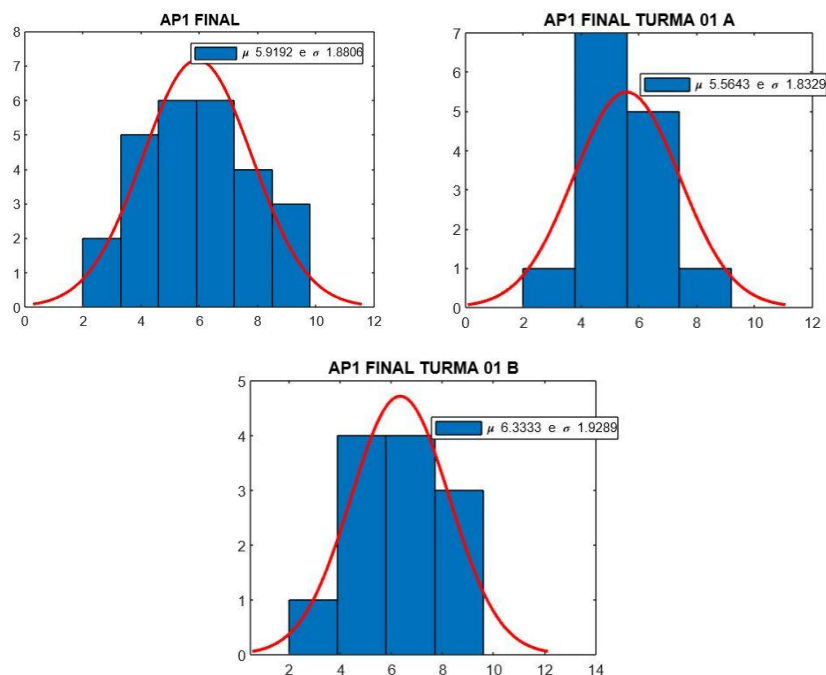
Gráfico D.1 – Histograma da frequência e distribuição normal de máquinas CC em a) TBL, TBL TURMA 01 A, TURMA 01 B, b) AP, AP TURMA 01 A, AP TURMA 01 B, c) AP FINAL, AP FINAL AP TURMA 01 A, AP TURMA 01 B



a)



b)



c)

Histograma Frequência de Notas

		Classes	Estimativa (%)			Classes	Estimativa (%)			Classes	Estimativa (%)
Máquinas CC	TBL	2,2 – 2,5	7,69	AP	AP FINAL	0,0 – 1,2	7,69	AP FINAL	AP FINAL	2,0 – 3,0	7,69
		2,5 – 2,9	15,38			1,2 – 2,0	38,46			3,0 – 4,5	19,24
		2,9 – 3,0	7,69			2,0 – 3,0	11,54			4,5 – 6,0	23,07
		3,0 – 3,5	34,62			3,0 – 4,1	15,38			6,0 – 7,1	23,07
		3,5 – 3,7	11,54			4,1 – 6,0	15,38			7,1 – 8,0	15,38
		3,7 – 4,0	23,07			6,0 – 6,5	11,54			8,0 – 9,1	11,54
	TBL TURMA 01 A	2,2 – 2,5	14,29	AP TURMA 01 A	AP FINAL TURMA 01 A	0,0 – 1,8	35,71	AP FINAL TURMA 01 A	AP FINAL TURMA 01 A	2,0 – 3,9	7,14
		2,5 – 3,0	21,43			1,8 – 3,0	21,43			3,9 – 5,3	50
		3,0 – 3,5	42,86			3,0 – 5,2	14,29			5,3 – 7,3	35,71
		3,5 – 4,0	21,43			5,2 – 6,5	28,57			7,3 – 9,1	7,14
	TBL TURMA 01 B	0,0 – 2,5	8,33	AP TURMA 01 B	AP FINAL TURMA 01 B	0,0 – 1,8	25,0	AP FINAL TURMA 01 B	AP FINAL TURMA 01 B	2,0 – 4,0	8,33
		2,5 – 3,2	25,0			1,8 – 3,0	16,67			4,0 – 6,0	33,33
3,2 – 3,7		25,0	3,0 – 4,0			33,33	6,0 – 8,0			33,33	
3,7 – 4,0		41,67	4,0 – 5,4			25,0	8,0 – 9,3			25	

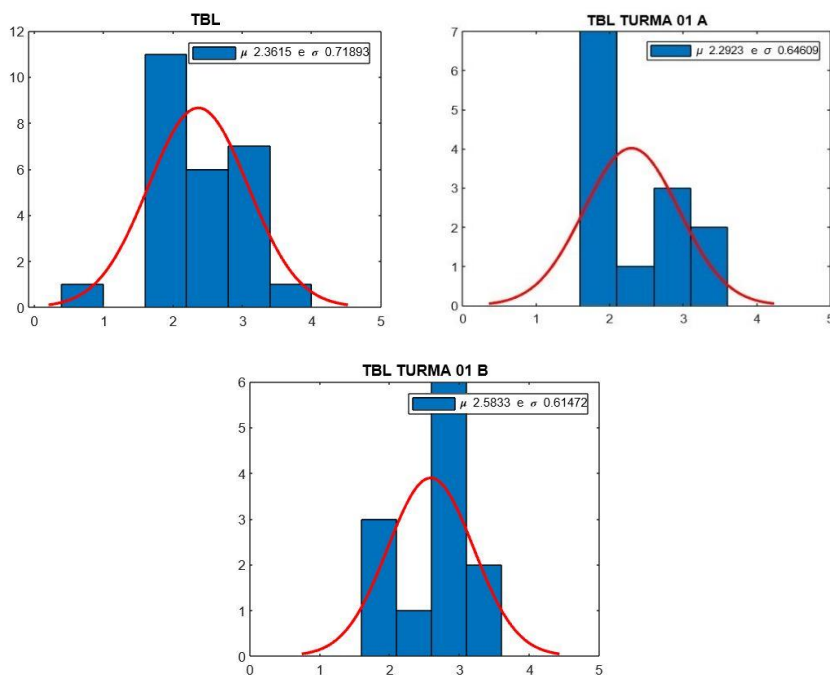
Nas notas do TBL TURMA 01 A: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é de 3,03 com rendimento de 75,7% e que 64,29% dos alunos obtiveram notas entre 2,5 a 3,5. Nas notas no TBL TURMA 01 B: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é de 3,42 que compreende 85,5% de rendimento e 50% dos alunos conseguiram pontuação no intervalo de 2,5 a 3,7. Observa-se que a segunda turma

teve melhor desempenho na atividade, mas possui dispersão aproximadamente igual a da primeira turma.

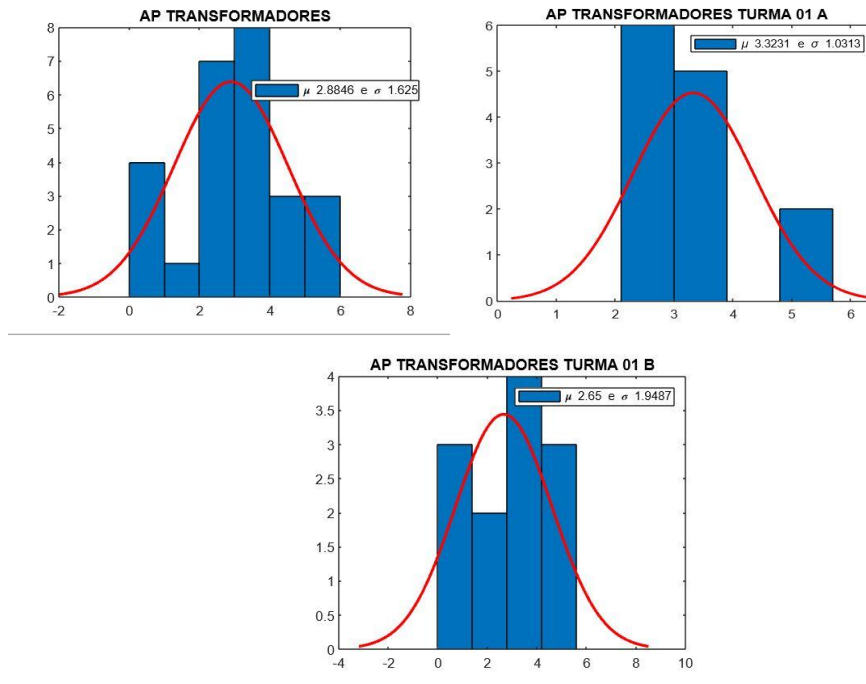
Nas notas da AP MCC TURMA 01 A: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é 3,03 que compreende um rendimento de 50,5% e 35,72% das notas estão concentradas no intervalo de 1,8 a 5,2 e mostra que há uma quantidade considerável de notas abaixo da média. Nas notas no AP MCC TURMA 01 B: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é 2,9 que compreende 48,33% de rendimento e 50% das notas concentradas no intervalo de 1,8 a 4,0. Observa-se que a primeira turma teve melhor desempenho, mas possui uma dispersão maior se comparada com a segunda turma.

Nas notas da AP1 FINAL TURMA 01 A: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é 5,56. Nas notas no AP1 FINAL TURMA 01 B: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é 6,33. Observa-se que a segunda turma teve melhor desempenho, mas possui dispersão maior que a primeira e consequentemente menor nivelamento.

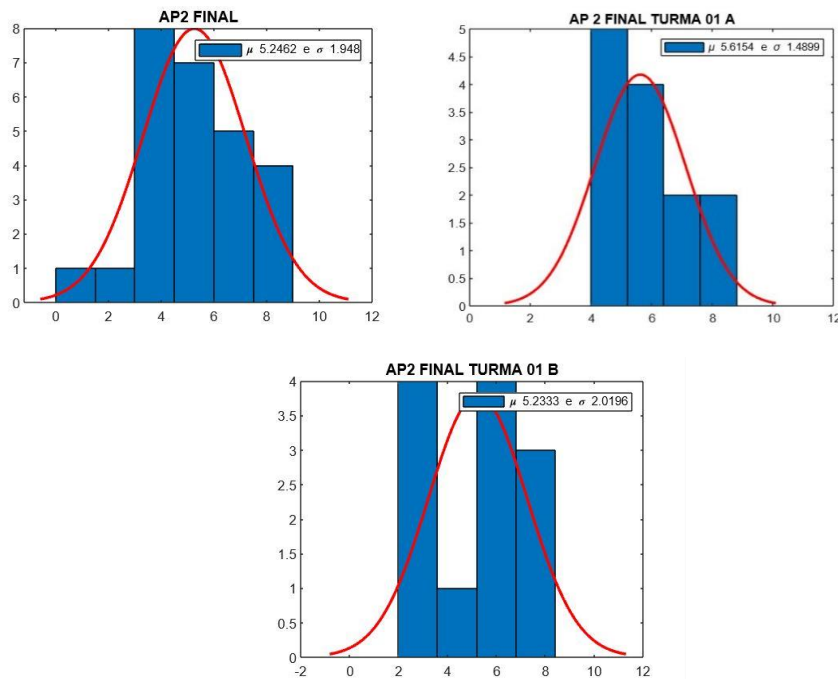
Gráfico D.2 – Histograma da frequência e distribuição normal de transformadores trifásicos em a) TBL, TBL TURMA 01 A, TURMA 01 B, b) AP, AP TURMA 01 A, AP TURMA 01 B, c) AP FINAL, AP FINAL AP TURMA 01 A, AP TURMA 01 B.



a)



b)



c)

Histograma Frequência de Notas

		Classes	Estimativa (%)			Classes	Estimativa (%)		
Transfor - madores Trifásicos	TBL	1,5 – 1,9	40,0	AP	FINAL	0,0 – 1,2	12,0	2,0 – 3,3	12,0
		1,9 – 2,3	8,0			1,2 – 2,4	16,0	3,3 – 4,6	24,0
		2,3 – 2,7	12,0			2,4 – 3,6	44,0	4,6 – 5,9	24,0
		2,7 – 3,1	24,0			3,6 – 4,8	16,0	5,9 – 7,2	24,0

	3,1 – 3,5	16,0		4,8 – 6,0	12,0		7,2 – 8,5	16,0
TBL TURMA 01 A	1,6 – 2,1	53,85	AP TURMA 01 A	2,1 – 3,0	46,15	AP FINAL TURMA 01 A	4,1 – 5,2	38,46
	2,1 – 2,5	7,69		3,0 – 3,9	38,46		5,2 – 6,3	30,77
	2,5 – 3,1	23,08		3,9 – 4,7	0,0		6,3 – 7,4	15,38
	3,1 – 3,5	15,38		4,7 – 5,6	15,38		7,4 – 8,5	15,38
TBL FINAL TURMA 01 B	1,6 – 2,1	25,0	AP TURMA 01 B	0,0 – 1,5	25,0	AP FINAL TURMA 01 B	2,0 – 3,3	33,33
	2,1 – 2,5	8,33		1,5 – 2,9	16,67		3,3 – 5,2	8,33
	2,5 – 3,1	50,0		2,9 – 4,1	33,33		5,2 – 6,8	33,33
	3,1 – 3,5	16,67		4,1 – 5,5	25,0		6,8 – 8,5	25

Nas notas do TBL TURMA 01 A: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é de 2,29 que compreende 57,30% dos pontos da atividade e 61,54% dos discentes obtiveram pontuação entre 1,6 a 2,5 mostrando que as notas desta turma estão mais dispersas.

Nas notas no TBL TURMA 01 B: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é de 2,58 que compreende 64,58% dos pontos da atividade e 58,33% dos discentes obtiveram pontuação entre 2,3 a 3,0 mostrando que as notas desta turma estão menos dispersas. Observa-se que a segunda turma teve melhor desempenho na atividade.

Nas notas da AP TURMA 01 A: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é 3,32 que compreende rendimento de 55,35% e que 84,61% das notas estão inclusas no intervalo de 2,1 a 3,9. Nas notas no AP TURMA 01 B: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é 2,65 que compreende rendimento de 44,17% e que 50% das notas estão concentradas no intervalo de 1,5 a 4,1. Verifica-se que a primeira turma teve melhor desempenho e menor dispersão.

Nas notas da AP2 FINAL TURMA 01 A: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é 5,61. Nas notas no AP2 FINAL TURMA 01 B: de acordo com a curva de distribuição normal, a média é 5,23. Observa-se que a primeira turma teve melhor desempenho e a inclusão do método aumentou a dispersão das duas turmas, tendo maior impacto negativo na segunda turma.

APÊNDICE E – RESPOSTAS DESCRITIVAS DO QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM TESTE(TBL) PARA FINS DE PESQUISA.

3. Enumere as dificuldades, caso hajam:

“-Sinto dificuldade em ter em mente 100% de todas as equações que são possíveis daquele assunto específico, não consigo lembrar de todas na hora de fazer as questões. Uma folha contendo todas as equações possíveis seria interessante, já que a linha de raciocínio é o próprio aluno que vai criar”.

“-1. Livro base (Del Toro) é um pouco confuso. 2. Algumas partes do conteúdo ministrado em sala também foram bem confusas. 3. Na prova caiu uma questão que para resolver precisava de um método específico que não foi demonstrado em sala”.

“-Enrolamentos de máquina CC”.

“-Alta carga de conteúdos para assimilar em um pouco período de tempo, e poucas práticas associadas”.

“-Dificuldade em interpretação de questões”.

“-Mais ligadas com as diferentes referências, pois algumas delas utilizam outros métodos para resolver e algumas questões acabam não sendo claras, uma vez que varia de autor para autor. Por exemplo, o Chapman dá a corrente de plena carga e a gente não precisa utilizar a potência de plena carga, o Pc sen utiliza a potência de plena carga para achar a corrente, mas em alguns exemplos e questões ele acha a corrente de armadura de uma forma incoerente, de uma maneira parecida com o Del toro”.

“-Existe a dificuldade de encontrar o caminho necessário para resolver certos tipos de questão, contudo é algo a que é aprimorado a medida que se resolvem mais questões e atividades, minha maior dificuldade é dedicar o tempo necessário para estudar a disciplina, já que o meu tempo é bastante corrido”.

“-Assimilar uma parte da teoria relacionada aos campos da máquina”.

“-1. Associar o que é visto é aula com as aulas de laboratório e comprovar a teoria; 2. Entender a linguagem do principal livro utilizado na disciplina; 3. Dificuldade de escolher lista de exercícios, pois não tem um único livro específico sendo utilizado na disciplina e alguns autores fazem abordagem diferente”.

“-Eu tive um pouco de dificuldade de entender a matéria na sala de aula”.

12. Caso seja uma experiência negativa descreva o motivo:

“-Todos os integrantes da minha equipe tinham dúvidas em algumas questões, em algumas delas fomos por votação, em outras alguém explicava o que achava ser a resposta e os demais concordavam e assim acabamos errando muitas questões (apenas um estava certo e os demais errados, então marcamos a questão errada pela maioria). Por isso o desempenho em equipe foi menor que o individual”.

14. Escreva abaixo os seus comentários sobre esta experiência com a atividade de Team-Based Learning (TBL) como método de avaliação da disciplina de Máquinas Elétricas.

“-Uma experiência interessante na forma de avaliar o aprendizado de forma individual e coletiva”.

“-Muito interessante esse método”.

“-Atividade positiva, entrega teoria e prática ao mesmo tempo e consegue tirar o fator individual e agregar o fator equipe que pesa mais no mundo”.

“-Achei uma excelente experiência e gostei bastante. Muito boa para medir o conhecimento teórico da Disciplina. Porém, eu acho necessário haver um cuidado um pouco maior em escolher as questões, uma vez que, por algumas

questões serem de concurso e fechadas a justificativa de sua resposta não ficavam tão clara”.

“-Foi uma atividade bem proveitosa, na qual conseguimos assimilar de forma prática, lúdica e objetiva o conteúdo teórico visto em sala”.

“-Interessante. Creio que é benéfico aprender em grupo, discutindo as dúvidas, uma vez que geralmente uns dominam mais uma parte do assunto do que outros. Espera-se que o resultado da interação em grupo seja de agregar os pontos fortes de cada um. (Infelizmente não foi o que aconteceu com a minha equipe..)”.

“-Experiência que proporciona um diálogo entre visões distintas e para treinar o poder de convencimento, com argumentos plausíveis”.

“-Achei o método de avaliação bastante proveitoso para a absorção de conteúdos relativos à disciplina, assim como para o exercício de atividades em equipe”.

“-Contribui bastante principalmente com a troca de conhecimentos entre equipe e sobre a parte teórica de MCC.”

“-É um método válido porque valoriza o conhecimento do aluno de melhor forma”.

“-Em provas tradicionais muitas pessoas acabam tendo um baixo rendimento devido a vários fatores, porém com esse tipo de dinâmica podemos discutir as nossas dúvidas com o grupo de colegas o que melhora o aprendizado”.

“-Uma boa metodologia. Instigou o debate sobre o assunto abordado de forma que cada integrante da equipe pudesse contribuir à sua maneira, cooperando para a difusão do conhecimento de todos. Excelente iniciativa”.

“-Foi proveitosa e diferente, saiu um pouco da rotina de provas cansativas e exageradas, bastante proveitoso e satisfatório”.

“-Foi uma experiência positiva e menos estressante em relação aos testes convencionais”.

“-É uma dinâmica boa”.

“-O compartilhamento de conhecimento do grupo durante a resolução de questões potencializa e acelera muito o aprendizado”.

“-Acredito que quando se estuda em grupo, funciona como um "brainstorm", já que muitas ideias são debatidas e aprendidas, pontos de vistas que não teríamos em uma avaliação individual caso ocorresse, por isso, esse método ajuda bastante a estudar o próprio conteúdo em si, já que são 2, 3, 4 cabeças pensando juntas, que é melhor que apenas 1”.

“-A atividade gerou uma discussão em grupo sobre a matéria, o que gerou um maior entendimento, pois um colega ajudava na dúvida do outro”.

“-É uma metodologia interessante. Acontece que o nosso método avaliativo tradicional ainda é um pouco arcaico. Então seria bom promover mais atividades em grupos ao longo da disciplina e promover uma aprendizagem mais ativa dos alunos”.

“-Ótima experiência”.

“-O método de nos aproximar das atividades em cada aula e por meio das atividades práticas do projeto de máquinas CC, foi muito interessante, e construir o motor com as próprias mãos foi uma experiência realmente inesquecível quando olho para toda a minha experiência na faculdade, geralmente encontramos kits prontos, para nossas práticas, mas no nosso projeto, tivemos que improvisar, fazer o melhor que podíamos com o material que estava a nosso alcance, e o melhor de tudo, ele funcionou e muito bem, tivemos problemas que foram resolvidos ao longo da construção, criando experiências únicas de aprendizado, de modo a fixar muito mais aquele conhecimento tornando-o literalmente palpável, para mim particularmente, foi muito enriquecedor”.

APÊNDICE F – PROTÓTIPOS DO PROJETO DE ENROLAMENTOS IMBRICADO E ONDULADO.

- Equipe 1:
<https://youtube.com/shorts/i94WS6xg5OA>
- Equipe 2:
<https://youtu.be/9APeyG8qXyQ>
- Equipe 3:
https://youtu.be/jkJ49Cn_t_A
- Equipe 4:
<https://youtube.com/shorts/UDIszpOUteA>
- Equipe 5:
<https://youtube.com/shorts/bdqhUPe0U1A>
- Equipe 6:
<https://youtube.com/shorts/9Fayof58HrE>

APÊNDICE G – RESPOSTAS DESCRITIVAS QUESTIONÁRIO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA(PBL) PARA FINS DE PESQUISA.

3. Comente sobre a importância da aplicação de problemas reais no ensino do conteúdo de máquinas CC:

- “-Cumpre o papel de uma disciplina em um curso de bacharelado, ensinando o funcionamento prático de uma situação real!”.
- “-Desperta interesse dos alunos no conteúdo, facilita o entendimento.”.
- “-É importante, pois na prática os desafios para executar um projeto exigem não somente a teoria, mas também outras habilidades técnicas.”.
- “-Com problemas práticos podemos aplicar as teorias vistas em sala.”.
- “-Essa aplicação foi fundamental para confirmar se o que estávamos vendo na teoria realmente iria funcionar na prática, além de nos ajudar a contornar todos os problemas advindos da construção de um projeto”.
- “-É uma boa forma de entender os conceitos teóricos, ao colocá-los em prática através de projetos como o que foi proposto.”.
- “-Aplicacao dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas.”.
- “-Abre a possibilidade de aprender mais detalhadamente o que os textos e figuras dos livros tentam explicar. Fortalece o que foi visto em sala de aula.”.
- “-Ao fazer um motor é necessário um bom conhecimento teórico, especialmente para achar onde ele está dando problema.”.
- “-Pode-se citar o conhecimento na prática da construção desse tipo de máquina e sua concepção fora da realidade teórica dos livros.”.
- “-A máquina CC por mais que na teoria seja mais simples, na prática é bem mais complexa e necessita dessa abordagem prática”.
- “-Pela própria essência da disciplina, é indispensável uma introdução a construção de uma máquina elétrica.”.

12. Qual a sua sugestão para melhor aplicação do ensino da disciplina de Máquinas Elétricas com desenvolvimento de motor CC com enrolamento imbricado e ondulado?

- “-Melhor norteamto para realização da atividade.”.
- “-Maior detalhamento da proposta do projeto”.
- “-Sugiro que este conteúdo seja ensinado na aula de teórica e depois os alunos tentem fazer isso em laboratório com auxílio da professora.”.
- “-A instituição disponibilizar material para construção dos motores.”.
- “-Acredito que o projeto possa melhorar caso seja dado ligeiramente mais tempo para a execução do projeto”.
- “-”.
- “-Nihil.”.
- “-Fazer um acompanhamento intermediário dos projetos para orientar equipes com dificuldade.”.
- “-Ter mais de uma aula sobre o projeto, dizendo quais foram os problemas comuns da(s) turma(s) passadas e revisando o capítulo de enrolamentos do chapman.”.
- “-Promover mais tempo para a realização do projeto.”.
- “-Poder aplicar esse moto em alguma carga ou a universidade disponibilizar núcleo ferromagneticos e cobre para os alunos conseguirem realizar facilmente o motor”.
- “-Não tenho”.

13. Escreva abaixo os seus comentários sobre esta experiência com o projeto de Problem-Based Learning (PBL) na disciplina de Máquinas Elétricas.

“-Experiência boa, que destaca o aprendizado e habilidades reais, distantes do que apenas uma questão teórica consegue medir.”

“-Achei uma ótima proposta, desafiadora e pertinente.”

“-É uma metodologia interessante, pois existem várias formas de avaliar o aprendizado dos alunos.”

“-Ótima experiência”

“-O meu feedback dessa metodologia é muito positivo, pois além de contribuir para a aprendizagem, ele também foi um ótimo meio de socialização e compartilhamento de experiências entre os alunos”

“-Foi interessante e útil, entendi melhor alguns conceitos ao realizar o projeto, como a relação entre a corrente de armadura e o torque, a tensão induzida, as ligações das bobinas nos diferentes tipos de enrolamento, entre outros.”

“-Aprendizado absorvida devido a participação ativa do grupo.”

“-Me ajudou a sanar algumas dúvidas e entender corretamente alguns pontos que tinha entendido erroneamente enquanto estudava sozinho.”

“-Foi em geral divertida, mesmo que eu e meus colegas de equipe estivéssemos muito sem tempo para implementar tudo que queríamos.”

“-Foi excelente, muito proveitoso.”

“-Excelente, consegui implementar tanto a teoria quanto a prática de forma divertida e muito produtiva.”

“-Ótimo para incentivar trabalho em equipe, planejamento e comunicação entre os colegas de equipe. Além de ajudar a entender melhor como é a construção da ferramenta que está sendo estudada.”