



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
***CAMPUS* MACEIÓ**
ESPECIALIZAÇÃO EM DOCÊNCIA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

OSMAR DE ARAÚJO DOURADO JÚNIOR

**AULAS DE LABORATÓRIO E RECURSOS AUDIOVISUAIS PARA O
APRENDIZADO DA DISCIPLINA DE ELETRICIDADE DO CURSO DE
ELETROTÉCNICA**

Maceió
2019

OSMAR DE ARAÚJO DOURADO JÚNIOR

**AULAS DE LABORATÓRIO E RECURSOS AUDIOVISUAIS PARA O
APRENDIZADO DA DISCIPLINA DE ELETRICIDADE DO CURSO DE
ELETROTÉCNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Pós-Graduação lato
sensu em Docência na Educação Profissional
(Modalidade Especialização) como requisito
para a obtenção do título de Especialista em
Docência na Educação Profissional.

Orientador: Prof. Dr. Ednaldo Farias Gomes

Maceió

2019



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Maceió
Biblioteca Benevides Monte

372.334

D739a Dourado Júnior, Osmar de Araújo.

Aulas de laboratório e recursos audiovisuais para aprendizado da disciplina de eletricidade do curso de eletrotécnica [recurso eletrônico] / Osmar de Araújo Dourado Júnior. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 1,09 MB). – 2019.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: Internet.

Orientação: Prof. Dr. Ednaldo Farias Gomes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Docência na Educação Profissional) – Instituto Federal de Alagoas, Educação a Distância, *Campus Maceió*, Maceió, 2019.

1. Educação profissional – Docência. 2. Ensino técnico profissionalizante. 3. Eletrotécnica – Ensino-aprendizagem. 4. Sala de aula – Recursos audiovisuais. 5. Eletricidade – Vídeo aulas. I. Título.

Franciane Monick Gomes de França
Bibliotecária – CRB 4/1831

OSMAR DE ARAÚJO DOURADO JÚNIOR

**AULAS DE LABORATÓRIO E RECURSOS AUDIOVISUAIS PARA O
APRENDIZADO DA DISCIPLINA DE ELETRICIDADE DO CURSO DE
ELETROTÉCNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Pós-Graduação lato
sensu em Docência na Educação Profissional
(Modalidade Especialização) como requisito
para a obtenção do título de Especialista em
Docência na Educação Profissional.

Aprovado em: 06/03/2019

AVALIADOR



Prof. Dr. Ednaldo Farias Gomes
Instituto Federal de Alagoas

AULAS DE LABORATÓRIO E RECURSOS AUDIOVISUAIS PARA O APRENDIZADO DA DISCIPLINA DE ELETRICIDADE DO CURSO DE ELETROTÉCNICA

Osmar de Araújo Dourado Júnior (IFAL)*

Ednaldo Farias Gomes (Orientador)**

RESUMO

Este Artigo tem como proposta apresentar uma experiência didática de realizar demonstrações de aulas de laboratório sob a forma de vídeos. A motivação para o desenvolvimento deste trabalho é dar acesso simultâneo às Aulas Experimentais aos alunos do Curso Técnico de Eletrotécnica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL) Campus Maceió. Uma vez que os equipamentos de laboratório estão disponíveis em pequenas quantidades, a realização de aulas experimentais com um número superior a 4 alunos por turno de aula se torna inviável. Os alunos participaram de uma aula técnica experimental sobre medição de energia a partir de um vídeo produzido e dirigido pelo professor da disciplina de Eletricidade e por aluno da disciplina. O roteiro do vídeo foi elaborado de maneira a apresentar objetivamente como montar um circuito elétrico a partir do diagrama, a forma de ligar os equipamentos e instrumentos de medida, bem como de extrair resultados. O vídeo foi apresentado pelo aluno, e tal iniciativa visa mostrar à audiência que é possível realizar uma montagem experimental desde que haja conhecimento prévio – adquirido nas aulas teóricas. A verificação de aprendizagem foi feita através de debate com a audiência e mediado pelo professor. Os alunos foram convidados a discutir sobre perguntas que visam a avaliar a eficiência quanto ao aprendizado proporcionada pela aula experimental na forma de vídeo. Os dados coletados foram analisados e apresentados neste Artigo seguindo a Metodologia da Pesquisa-Ação. Espera-se com o sucesso dessa proposta pedagógica provocar um incentivo para os professores de cursos técnicos a acrescentar um número maior de aulas experimentais a seus currículos e tornar os alunos mais familiarizados com as aplicações da teoria ao mundo real.

Palavras-chave/Keywords: ensino técnico profissionalizante; ensino a distância; pesquisa-ação.

ABSTRACT

This article aims to present a teaching experience of conducting laboratory class demonstrations in the form of videos. The motivation for developing this work is to provide simultaneous access to experimental classes for students in the Electrotechnics Technical Course at the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Alagoas (IFAL), Maceió Campus. Since laboratory equipment is available in limited quantities, conducting experimental classes with more than four students per class period is unfeasible. The students participated in an experimental technical class on energy measurement based on a video produced and directed by the Electricity professor and a student. The video script was designed to objectively demonstrate how to assemble an electrical circuit from the diagram, how to connect the equipment and measuring instruments, and how to obtain results. The video was presented by the student, and this initiative aims to demonstrate to the audience that it is possible to perform an experimental setup with prior knowledge acquired in the theoretical classes. Learning verification was conducted through a discussion with the audience and mediated by the professor. Students were invited to discuss questions aimed at assessing the learning effectiveness of the experimental video class. The collected data were analyzed and presented in this article using the Action Research Methodology. The success of this pedagogical proposal is expected to encourage technical course instructors to add more experimental classes to their curricula and familiarize students with the real-world applications of theory.

Keywords: vocational technical education; distance learning; action research.

1 INTRODUÇÃO

O ensino da disciplina de Eletricidade em Curso Técnico Integrado requer aulas teóricas e aulas experimentais. Toda a teoria apresentada em sala de aula visa a explicar quantitativamente os fenômenos elétricos. Os professores dessa disciplina apresentam conceitos e deduções com o objetivo de chegar às funções matemáticas que descrevem um fenômeno em estudo. A prática docente levou à verificação de uma dificuldade recorrente dos alunos da disciplina de Eletricidade: a ausência de meios de observação do tópico que se está apresentando durante a aula. Para os alunos, a Eletricidade é uma disciplina abstrata que só trata de resolver equações algébricas e funções trigonométricas, exponenciais e logarítmicas. Por outro lado, constatou-se uma eficiência no aprendizado promovida pelas aulas de laboratório. Desde que o aluno consegue visualizar o fenômeno que está estudando e pode medir as variáveis envolvidas, ele irá entender a importância da função matemática e enfim fazer a associação da teoria com a prática.

O recurso de trazer a observação prática dos tópicos da disciplina de Eletricidade para a Sala de Aula através de Vídeos Instrucionais é o objeto de estudo deste trabalho, que está organizado da seguinte maneira. Um breve histórico permite situar a Disciplina de Eletricidade III no currículo do Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Maceió (CMAC). As principais teorias de Aprendizado são apresentadas em Marco Teórico, e logo em seguida é descrito como a Pesquisa-Ação com ênfase na pesquisa quali-quantitativa é aplicada à proposta do Vídeo Instrucional. A aula Experimental usando o vídeo é relatada como Estudo de Caso. Os dados coletados no Debate que visou à Verificação de Aprendizado são analisados em Resultados. O trabalho é finalizado com Conclusões e Referência

1.1 HISTÓRICO

O Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Maceió (CMAC), tem como objetivo a formação histórico crítica do indivíduo, instrumentalizando-o para compreender as relações sociais em que vive, inserindo-se nelas, consciente de sua importância no processo de transformação, conforme o Projeto Pedagógico Institucional. Sua estrutura curricular dos cursos tem no trabalho o princípio geral da ação educativa, destacando para tanto a adoção dos seguintes princípios para a condução do ensino:

- Organização curricular pautada em área de conhecimento e/ou de atuação profissional;
- Estabelecimento de eixos comuns a áreas e cursos, cujos componentes curriculares deverão ser privilegiados na proposta pedagógica;
- Indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão por meio da indicação de espaços para atividades complementares, para aprofundamento de conhecimentos adquiridos, como forma de fomento do debate, da dúvida, da crítica e, portanto, de construção da vida acadêmica e ampliação dos horizontes culturais e profissionais dos alunos;
- Adoção de conteúdo politécnico numa perspectiva histórica;
- Opção pelo método teórico/prático, tomando o trabalho como forma de ação transformadora da natureza e de constituição da vida social.

Observando o Marco Regulatório da Educação Profissional Técnica De Nível Médio, a organização curricular do Curso Técnico em Eletrotécnica é composta de um núcleo comum integrando os componentes curriculares das áreas de Linguagens e Códigos, Ciências Humanas e Ciências da Natureza e Matemática, todas contemplando as suas Tecnologias; uma parte diversificada constituída por componentes curriculares que possibilitem a compreensão das relações que perpassam a vida social e produtiva e sua articulação com os conhecimentos acadêmicos; e a formação profissional composta por componentes curriculares específicos da área de Indústria.

Sua estrutura curricular contempla 2.333,3h para o Núcleo Comum, 266,7h para a Parte Diversificada, 1200h para Formação Profissional e 400h para a Prática Profissional (- Estágio Curricular Supervisionado / Exercício Profissional; Projetos Aplicados; - Projetos de extensão; - Projetos de pesquisa). A matriz curricular do Curso Técnico de Eletrotécnica está apresentada na Seção Anexo 1. A disciplina Eletricidade III está inserida nessa matriz no 3º ano, com uma carga de 80h. A proposta da disciplina é levar o aluno a entender o comportamento de circuitos elétricos quando submetidos à excitação senoidal e aplicar ferramentas matemáticas na análise de circuitos monofásicos e polifásicos em corrente alternada, com associação série, paralela e mista de resistores, capacitores e indutores.

2 MARCO TEÓRICO

Nesta seção serão apresentadas as três principais teorias em educação no contexto do ensino-aprendizagem que sustentam a utilização de recursos audiovisuais, bem como as leituras depreendidas sobre o uso desses recursos em sala de aula como ferramenta para a ampliação da ação docente.

2.1 TEORIA ASSOCIATIVA

Segundo essa teoria, o aprendizado ocorre por associação em duas etapas. Inicialmente por meio do condicionamento a estímulo/reposta simples. Posteriormente através de associação de conceitos em cadeia de raciocínios ou de associação de etapas em uma sequência de atividades com o objetivo de desenvolver uma habilidade complexa. As habilidades desenvolvidas ou os conceitos aprendidos são então observados quanto às suas manifestações em

comportamentos externos, que representa evidências do aprendizado. Os principais teóricos da Teoria Associativa são Skinner e Gagné. A Teoria Associativa, no que diz respeito à aprendizagem, propõe rotinas de atividades organizadas, progredindo através de componentes conceituais e de habilidades. Quanto ao ensino, recomenda-se a análise das unidades componentes a serem ministradas progressivamente para conceitos ou habilidades complexas. A maneira recomendada de avaliar o conhecimento é verificar a capacidade de reproduzir conhecimentos ou habilidades. Os melhores exemplos de aplicação da Teoria Associativa são o Exercício e prática, o Interacionismo Socio Discursivo (ISD) tradicional e o Diálogo Socrático. Nesse contexto, a aprendizagem, segundo Gagné (1971, p. 139)

[...] é uma mudança de estado interior que se manifesta por meio da mudança de comportamento e na persistência dessa mudança. Um observador externo pode reconhecer que houve aprendizagem quando observa a ocorrência de uma mudança comportamental e também a permanência desta mudança.

No Ensino Técnico Profissionalizante, especificamente nas experiências descritas nesta pesquisa, verifica-se a aplicação da Teoria Associativa, em particular a disciplina de Eletricidade, para a qual recomenda-se a execução de muitos exercícios teóricos para a fixação dos conceitos. Aulas em laboratório de experimentos baseados em montagens e medição de grandezas contribuem na melhoria do aprendizado de análise de circuitos. O debate entre professor e alunos sobre os fenômenos estudados na aula de laboratório é uma ferramenta importante de aplicação da Teoria Associativa.

2.2 TEORIA CONSTRUTIVISTA

Há duas vertentes na Teoria Construtivista, a Individual e a Social. Os principais autores da Teoria Construtivista são Piaget e Vygotsky, com estudos nas linhas Individual e Social, respectivamente.

Na categoria Individual, o aprendizado se dá pela exploração do ambiente, interagindo com ele e formulando conclusões. Partindo da capacidade de integrar as competências e conceitos já existentes no aluno, ele demonstra que desenvolveu aprendizado a ser aplicado a novos contextos e com novas formas de expressão. A Teoria Construtivista Individual estuda o efeito que os estímulos, denominados entradas, provocam nos comportamentos. Isto é, como os conhecimentos e

habilidades são integrados pelo aluno. Na categoria Social, a descoberta individual de princípios é intensamente influenciada pelo ambiente social. As atividades decorrentes da interação entre colegas e professores, como os diálogos e tarefas compartilhadas são fundamentais para o desenvolvimento da aprendizagem.

Na teoria sócio construtivista estudam-se como os conceitos e habilidades desenvolvidos sofreram influência da interação social e que o desenvolvimento verificado é superior àquele que seria alcançado individualmente. Portanto, as atividades colaborativas e o tipo de tarefas desempenhadas são os objetos de estudo.

No campo do ensino, na linha Individual, os ambientes de aprendizagem devem ser interativos com vistas à experimentação e à descoberta de princípios. O objetivo é chegar à adaptação com base nas habilidades e conceitos existentes e o treinamento e modelagem de novas habilidades cognitivas. Conforme a Teoria Construtiva Social, os ambientes de aprendizado devem ser colaborativos e que permitam que a experimentação e descoberta sejam compartilhados. Sendo assim, além do treinamento de modelagem de habilidades cognitivas, também serão contempladas as habilidades sociais.

O método de avaliação Construtivista Individual observa a compreensão conceitual, os processos e os resultados, com base em certificados de excelência. Para a linha Social, a avaliação também leva em conta a participação e a responsabilidade compartilhada.

Exemplos de Aprendizagem construtivista são a aprendizagem experimental, aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem baseada em pesquisa. Sendo o Ensino recíproco e a aprendizagem colaborativa são exclusivos da Teoria Construtivista Social.

Vigotsky, citado por Mendes e Portes (2016, p.12), reforça a importância da interação social no aprendizado, quando afirma que “A interação social é a origem e o motor da aprendizagem.” Isto é, o sentido no qual se desenvolve o aprendizado não é do individual ao social, mas do social ao individual.

No contexto da disciplina de Eletricidade, uma atividade de laboratório realizada em equipe de cerca de 4 alunos, pode ser organizada de maneira que as tarefas sejam divididas. Assim, por exemplo, pode-se deixar a cargo de um aluno ler o diagrama do circuito e orientar sua montagem, enquanto o segundo aluno faz as conexões elétricas do circuito. O terceiro aluno realiza as medições enquanto o

quarto integrante da equipe anota as medidas. Verifica-se, nessa situação, traços da Teoria Construtivista Social, na qual o laboratório pode se caracterizar como um ambiente de aprendizagem colaborativa onde são contempladas as habilidades sociais, nas práticas possíveis de serem desempenhadas na disciplina.

2.3 TEORIA SITUADA

Segundo esta Teoria, o aprendizado se dá pela participação do aluno em comunidades de prática, desde a posição de aprendiz, evoluindo até chegar à categoria de especialista. Os meios de se apropriar do conhecimento é a observação, reflexão e orientação de um mentor. O contexto social difere daquele do socio construtivismo no sentido de que o aluno aplicará a aprendizagem adquirida. Trata-se de uma aprendizagem baseada em trabalho e desenvolvimento profissional. Os principais autores da Teoria Situada são Lave e Wenger, Cole, Engstrom e Wertsch. A aprendizagem, nesta teoria, ocorre na prática, onde há o desenvolvimento de relações profissionais. Quanto ao ensino, os ambientes de aprendizagem devem permitir a participação dos alunos com segurança, fornecer todo suporte ao desenvolvimento do aluno, e oportunidades de aprendizagem. Para avaliação da aprendizagem, deve-se observar o desempenho do aluno na realização das tarefas, envolvimento dos integrantes do grupo de trabalho e fornecer certificados de participação. A melhor aplicação da Teoria Situada é o aprendizado baseado em trabalho e o desenvolvimento profissional continuado.

O Ensino Técnico Profissionalizante tem todos os elementos da Teoria Situada, uma vez que o aluno aplicará a aprendizagem adquirida sob a forma de serviço, isto é, montagens, medições, aferições, entre outras. Em se tratando da disciplina de Eletricidade, os laboratórios onde ocorrem as aulas práticas preenchem os requisitos para a aprendizagem.

3 RECURSOS AUDIOVISUAIS EM SALA DE AULA

Este trabalho baseia-se em Gaspar e Monteiro (2005), uma vez que apresenta características das atividades de demonstração que permitem fundamentar o seu uso em sala de aula a partir da teoria de Vigostsky. Os autores apresentam orientações relevantes para a otimização do processo de ensino e aprendizagem a partir do uso de demonstração em sala de aula.

Além deles, endossam o uso de recursos audiovisuais Pereira, Barros, *et. al.* (2013). Eles apresentaram um estudo sobre a aplicação de recursos audiovisuais disponíveis em aparelhos celulares para a produção de vídeos por alunos do ensino básico visando a contribuição no processo de ensino-aprendizagem. Para os autores, o engajamento intelectual nas tarefas e atividades faz da aprendizagem um processo recursivo, sendo o espaço escolar um centro irradiador do conhecimento e o professor um mediador. Os autores, no sentido de ilustrar o uso de recursos audiovisuais descrevem que foi elaborado um projeto como estratégia de trabalho no laboratório de Física, resultando em 22 vídeos que foram analisados como relatórios audiovisuais das demonstrações experimentais realizadas. Os relatórios audiovisuais apresentavam a explanação dos fenômenos baseada em conceitos, leis e /ou conceitos físicos.

Já Benigno e Francisco (2013) analisam o aspecto lúdico da atividade de produzir vídeos digitais amadores (VDA) de experimentos. Os autores destacam que a produção dos vídeos possibilitou uma manifestação dos estudantes a partir do concreto, do senso comum e de sua linguagem para a discussão mais rigorosa do conhecimento químico em questão em uma atividade com grande potencialidade à aprendizagem por envolver cognitivamente e ludicamente os alunos. Para os autores, é possível ao professor trabalhar o envolvimento dos sujeitos para promover a discussão do conhecimento científico, tornando a análise e discussão dos vídeos um momento de avaliação formativa e de produção de conhecimento.

4 METODOLOGIA

Durante a prática docente, verifica-se que a disciplina de Eletricidade pode parecer abstrata para os alunos. É necessário que o discente observe de maneira prática e quantifique as variáveis envolvidas no fenômeno estudado para então poder estabelecer a correspondência com a forma matemática que o Professor apresenta o Tópico de Eletricidade nas aulas teóricas. O laboratório é o lugar onde os fenômenos Elétricos podem ser reproduzidos de maneira controlada, com o objetivo de observar e quantificar. Pode-se realizar um experimento em laboratório e gravá-lo em vídeo, apontando aquilo que deve ser observado e fazendo medições. Apresentar esse vídeo em aula teórica é um recurso importante para exposição do

conteúdo porque permite ao aluno fazer a associação imediata entre teoria e prática de maneira a contribuir com o aprendizado.

A pesquisa proposta neste trabalho constitui uma Pesquisa-Ação. Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa sobre a proposta de apresentar aulas demonstrativas sob a forma de vídeo de maneira a colaborar com o aprendizado da disciplina de Eletricidade com a limitação de equipamentos de laboratório. Neste contexto, entende-se por pesquisa quali-quantitativa aquela em que ocorre a convergência entre os métodos quantitativos e qualitativos de maneira a aumentar as constatações obtidas sob condições controladas com dados obtidos dentro do contexto natural de sua ocorrência, conforme Souza e Kerbauy (2017), tendo como instrumento de verificação um questionário aplicado aos alunos participantes da pesquisa.

4.1 PESQUISA-AÇÃO

A pesquisa-ação pode ser definida como (Thiollent, 1985, p. 14):

[...]um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

A pesquisa-ação compreende quatro etapas principais:

- Problematizar uma situação na prática;
- Formular estratégias de ação para resolver o problema;
- Pôr em prática as estratégias de ação e fazer a avaliação;
- Analisar os resultados, de modo a obter um diagnóstico da situação problemática.

Usando a metodologia da Pesquisa-Ação, buscou-se investigar qualitativamente o efeito da aprendizagem dos alunos da Turma 413-A na disciplina Eletricidade III após uma aula prática demonstrativa sob a forma de vídeo, e cujo contexto se apresenta.

Na Coordenadoria de Eletrotécnica do IFAL, Campus Maceió, foram adquiridos *kits* experimentais integrados para várias disciplinas do curso técnico de Eletrotécnica, como de Máquinas Rotativas, Controle de Processos Industriais, Geração e Transmissão de Energia, Energias Renováveis e Automação Eletropneumática. Os *kits* possuem catálogos de experimentos que se propõem a

demonstrar, através de atividades de montagem e medições que a teoria apresentada em sala tem correspondência direta com os fenômenos físicos da eletricidade que ocorrem na prática. Devido a razões financeiras, há apenas uma unidade de cada *kit*, e esta condição limita a quantidade possível de alunos no laboratório executando os experimentos. A solução encontrada para que todos os alunos possam participar da aula é gravar vídeos da execução completa de um dado experimento e incorporá-lo como parte da referida disciplina.

O experimento escolhido, realizado com o laboratório *Generation, Transmission and User* – GTU, descrito nos ANEXOS, não permite a utilização de um grupo de 20 alunos. As turmas do terceiro ano de Eletrotécnica do Instituto Federal de Alagoas, Campus Maceió, contém cerca de 35 alunos. Para permitir a realização de aulas de laboratório, turmas com essa quantidade de alunos são divididas em grupos, denominados de “Fator 2” uma vez que são formadas em duas partes. Em particular a turma 413-A, objeto deste estudo, é dividida em 413-A.1 e 413-A.2 com 17 e 18 alunos, respectivamente. Para que o experimento fosse mais efetivo, seria necessário dividir cada subturma em grupos de uma média de 4 alunos cada. Seriam então necessárias mais aulas para que todos os alunos pudessem realizar o experimento.

A estratégia de ação que fora colocada em prática foi a produção de um vídeo de experimento. O vídeo foi produzido e gravado pelo Professor da disciplina de Eletricidade III (ELET, Turma 413-A) e editado por Aluno do Segundo Ano, cursando a disciplina Eletricidade II (ELET, Turma 412-B), que também apresenta o experimento na filmagem. O vídeo fora apresentado aos alunos como um Demonstrativo de Prática da aula experimental propriamente dita, uma vez que a fundamentação teórica já fora apresentada em aula, anteriormente. O título do experimento e os objetivos são apresentados inicialmente. A seguir a lista de material é relacionada.

O diagrama elétrico é comentado detalhadamente e em seguida a montagem é realizada conforme o diagrama. Deve ser mostrado o processo de comissionamento, isto é, de conferência e teste das ligações, um procedimento experimental que deve ser adotado pelo aluno. Por conseguinte, os instrumentos devem ser filmados dando ênfase à sua forma de ligação e às indicações das grandezas medidas. Por fim, é mostrado um sumário das medições obtidas.

O próximo passo é a disponibilização do vídeo, que pode ser acessado do link <https://youtu.be/AOpza0NkfH4>, bem como no ambiente acadêmico SIGAA, utilizado na Instituição como espaço de registro acadêmico. Para verificar o uso deste recurso em sala de aula foi realizada uma ação avaliativa a partir de um questionário com perguntas relativas ao experimento.

5. ESTUDO DE CASO – AULA EXPERIMENTAL USANDO O VÍDEO

Decidiu-se, para a produção do vídeo, convidar um aluno voluntário do curso para explicar o experimento, bem como montá-lo, realizar as medições e anotar os dados em tabela. O aluno, que durante esse experimento cursava o 2º ano do Curso de Eletrotécnica, foi escolhido pelo professor segundo critérios de bom desempenho na disciplina, capacidade de concentração, boa desenvoltura para apresentar assuntos técnicos a uma equipe e habilidade com edição de vídeos. Esses mesmos critérios já haviam sido observados pois o aluno voluntário também faz parte do Projeto de Pesquisa Rede de Sensores, também desenvolvido pelo professor responsável por essa pesquisa.

Para as filmagens, com uma câmera GoPRO Hero Session 5 na resolução de 1080 Mp, foi elaborado um roteiro livre, no qual o aluno se identifica, apresenta o laboratório DL GTU 104 e o experimento a ser montado com seus detalhes, de maneira a permitir aos demais alunos que participaram desta aula como espectadores a possibilidade de saber como são feitas as interligações dos módulos e instrumentos de medição.

Na filmagem, o aluno realiza as medições atentando para as escalas e mostrando como se realizam leituras de grandezas em instrumentos eletromecânicos ou analógicos. Para finalizar o aluno apresenta os dados na tabela para que a audiência possa realizar os cálculos requeridos.

5.1 Verificação de Aprendizagem – Debate

Esta Etapa da Pesquisa-Ação constitui a coleta de dados sobre o conhecimento da turma a respeito do assunto da disciplina Eletricidade III apresentado no vídeo. O questionário que é base para a verificação de aprendizado é apresentado bem como o debate com os alunos sobre suas respostas.

Os alunos foram convidados a discorrer a respeito das perguntas e os seguintes itens de avaliação foram elaborados e observados pelo professor:

- Poder de síntese: o aluno consegue explicar com objetividade e clareza o que se passou durante o experimento?
- Conhecimento técnico: baseado em seus conhecimentos prévios de eletricidade o aluno entende como foram feitas as ligações, que instrumentos de medição foram utilizados, a escolha das escalas dos instrumentos e como são realizadas as leituras?
- Previsão: o aluno é capaz de saber como se comporta o circuito a partir de informações sobre a carga, fonte, tipo de ligação e possíveis erros?

Este questionário procurou registrar a eficiência da proposta desse trabalho, considerando em que medida os alunos envolvidos conseguiam demonstrar a apropriação do conhecimento exercitado no vídeo. Dessa feita, foi elaborada e adotada uma escala com índices que variam de A a E, sendo:

- A – Excelente: consegue explicar com argumentos sustentados pela teoria. (100%);
- B – Bom: indica compreensão em sua maioria. (75%);
- C – Regular: indica que o experimento se apresenta confuso em parte. (50%);
- D – Insatisfatório: indica incompreensão. (25%)
- E – Incapacidade de responder. (0%).

A escala tem o intuito de registrar e formaliza, para fins da própria unidade curricular, o aproveitamento dos sujeitos.

A maneira de coletar os dados é descrita a seguir. A primeira pergunta é lançada à turma e algum aluno que espontaneamente deseje respondê-la é estimulado a falar da maneira mais objetiva e com o máximo de informações que tiver sobre o assunto. O nome do aluno é então registrado e seu poder de síntese e conhecimento técnico são avaliados segundo a escala de aproveitamento. As perguntas seguintes são realizadas após se coletar as respostas dos alunos que desejaram responder às anteriores. Durante a fala de um aluno, outros também tiveram a liberdade de acrescentar informações. Seus nomes foram anotados nos registros do professor e suas falas foram classificadas.

Para avaliar se a estratégia de empregar vídeos de demonstrativo de prática nas aulas contribui para o aprendizado dos alunos e se consegue suprir a

necessidade de aulas práticas demonstrativas com a limitação de equipamentos em laboratório, foi realizada uma análise quantitativa sobre os dados coletados. Os dados refletem o aproveitamento, segundo uma escala de 0 a 100% conforme as respostas dos alunos quanto ao grau de entendimento e conhecimento técnico.

A Disciplina em tela tem como ferramenta de acompanhamento o SIGAA (Sistema de Integrado de Gerenciamento de Atividades Acadêmicas)¹. Trata-se de uma aplicação via internet ou ASP – *Application Service Provider* um

- software que se assemelha a um Ambiente Virtual de Aprendizagem, uma vez que contém diversas funcionalidades de auxílio ao acompanhamento da disciplina. As principais, de interesse para a disciplina ELET são citadas a seguir: Tópicos de Aula: o professor deixa todo o conteúdo da aula de um dia específico para que o aluno consulte a qualquer momento.
- Notícias: o professor pode deixar avisos para os alunos em caso de alterações no conteúdo das aulas.

Através dos recursos mencionados foi possível alterar o conteúdo da aula do dia 19/10/2018, intitulada “Valores em PU” de modo a incluir a exibição do vídeo mencionado na Seção 6. Com o recurso “Notícias” o professor deixou o seguinte aviso:

Última Notícia

Medição de Energia Ativa - 22/10/2018 22:20

Caros Alunos,

uma atividade experimental de verificação de aprendizagem será realizada com vocês. Assistam ao vídeo do link copiando o endereço para um browser (chrome, internet explorer, mozilla firefox ou outro de sua preferência)

<https://youtu.be/AOpza0NkfH4>

Em seguida responda ao questionário abaixo

1. Qual o objetivo desse Experimento?
2. Qual a função do medidor de indução?
3. Quais os principais elementos do medidor de indução?
4. O que representa a rotação do disco no medidor de indução?
5. Que tipo de carga é utilizada no experimento?
6. Por que são realizadas medições de corrente, tensão e potência apenas na fase A?
7. Qual a função das bobinas de corrente e de potencial?

8. Qual seria uma forma indireta de se medir energia a partir da medição de potência?
9. O que significa a constante do medidor?
10. O que é tarificação de energia?

Atenção! Sua participação é importante. Trata-se de uma atividade AVALIATIVA.

Data da Entrega: 26/10/2018.

Cadastrado por: *OSMAR DE ARAUJO DOURADO JUNIOR*

5.2 Coleta de dados

O aviso deixado aos alunos como “Notícia” é um roteiro prévio do experimento. O vídeo da atividade experimental está disponível no sítio de compartilhamento de vídeos da internet [youtube.com](https://www.youtube.com)². Isso permite que o aluno, tendo visto em aula no dia 19/10/2018 pela primeira vez, possa rever a filmagem a fim de responder às perguntas do questionário.

As perguntas foram elaboradas de maneira a contemplar o item “Poder de Síntese”, especialmente a Primeira e a Segunda. Alguns alunos conseguiram discutir tão bem sobre essa pergunta que incluíam antecipadamente respostas às outras perguntas. É preciso que o professor fique bem atento para alternar os turnos de fala entre os alunos para que os demais colegas possam participar. As perguntas que mais se enquadram ao item “Conhecimento Técnico” são as seguintes, respeitando a ordem do questionário:

3. Quais os principais elementos do medidor de indução?
4. O que representa a rotação do disco no medidor de indução?
5. Que tipo de carga é utilizada no experimento?
7. Qual a função das bobinas de corrente e de potencial?
9. O que significa a constante do medidor?
10. O que é tarificação de energia?

As perguntas que caracterizam o item “Previsão” estão abaixo, especialmente a oitava, por avaliar o aluno além do conhecimento teórico do que seja a Energia Ativa, sua capacidade de improviso.

6. Por que são realizadas medições de corrente, tensão e potência apenas na fase A?
8. Qual seria uma forma indireta de se medir energia a partir da medição de potência?

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção serão analisados, inicialmente, o aprendizado da audiência, composta de alunos da Turma 413–A baseado em suas respostas durante o debate, e em seguida o aprendizado de um estudante que foi capaz de apresentar um vídeo instrucional para a turma.

Todos os 33 alunos da turma trouxeram as respostas escritas, porém estava sendo avaliada sua capacidade de compreensão do assunto a partir de respostas orais. Apenas 14 alunos se dispuseram a participar do debate com suas respostas, isto é cerca de 42% da turma. Uma ficha contendo o nome dos alunos e os itens a serem avaliados durante a fala de um aluno em particular foi preenchida pelo professor, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Ficha de Avaliação

Nº	Nome	Poder de síntese	Conhecimento técnico	Previsão
1	A. L. O.	C	C	E
2	A. T. S. B.	B	C	E
3	B. R. M.	B	D	E
4	C. R. L. R.	C	C	D
5	G. A. S. B.	A	A	A
6	H. C. S. O.	C	C	E
7	I. T. L.	C	C	E
8	J. V. V. M.	D	A	E
9	J. C. F. M. C.	B	B	A
10	J. S. S.	B	D	E
11	M. C. T. T. S.	A	B	A
12	M. G. A. B.	B	D	E
13	M. J. M. C.	B	B	E
14	M. S. L.	B	D	D

Fonte: O autor

Conforme os preceitos da Teoria Associativa, a maneira recomendada de avaliar o conhecimento é a capacidade de reproduzir conhecimentos e habilidades. O debate proposto a partir do questionário é uma forma de ISD. A Tabela 2 apresenta a quantidade de alunos que foram avaliados conforme os índices de aproveitamento para cada item de avaliação. Pode-se verificar que dos 14 Alunos que participaram do debate, nem todos conseguiram responder a todos os itens de avaliação. Assumiu-se que um aluno com dificuldades de responder (índice E) permanece calado, assim o menor índice foi atribuído àquele aluno que tentou se

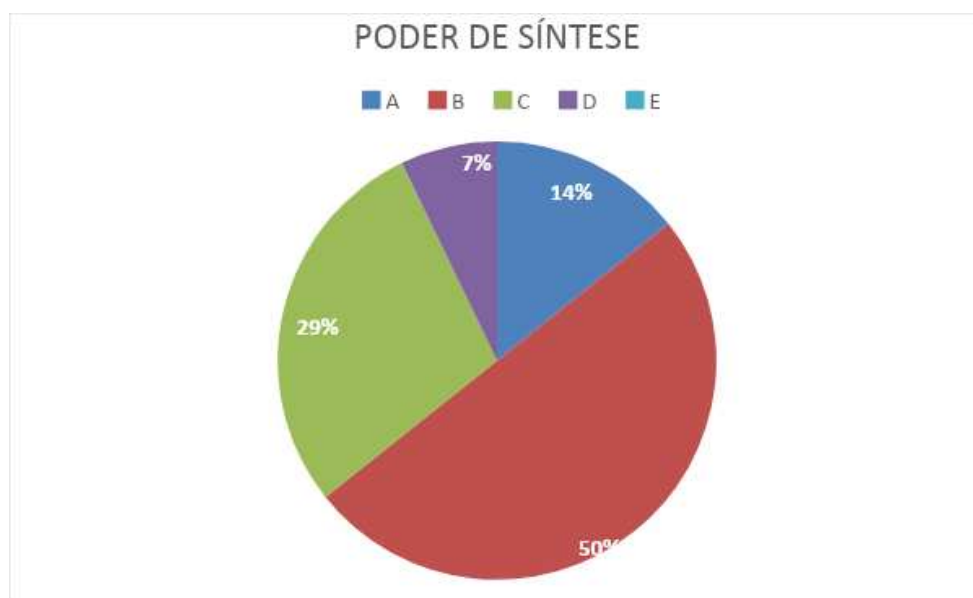
expressar, embora sua resposta fosse aquém do que se esperava. Pode-se constatar na coluna “Poder de síntese” que os índices A e B, que correspondem a aproveitamentos acima de 75% foram atingidos por 9 alunos, o que corresponde a cerca de 64% do total de participantes, conforme Gráfico da Figura 1. Tendo alcançado este índice de aproveitamento por uma quantidade significativa de alunos dentro da amostra sugere aplicação da teoria de aprendizado Associativa.

Tabela 2 – Quantitativo de alunos e seus respectivos índices de aproveitamento

Índice	Poder de síntese	Conhecimento técnico	Previsão
A	2	2	3
B	7	3	0
C	4	5	0
D	1	4	2
E	0	0	9

Fonte: O autor

Figura 1 – Percentagem dos índices de aproveitamento

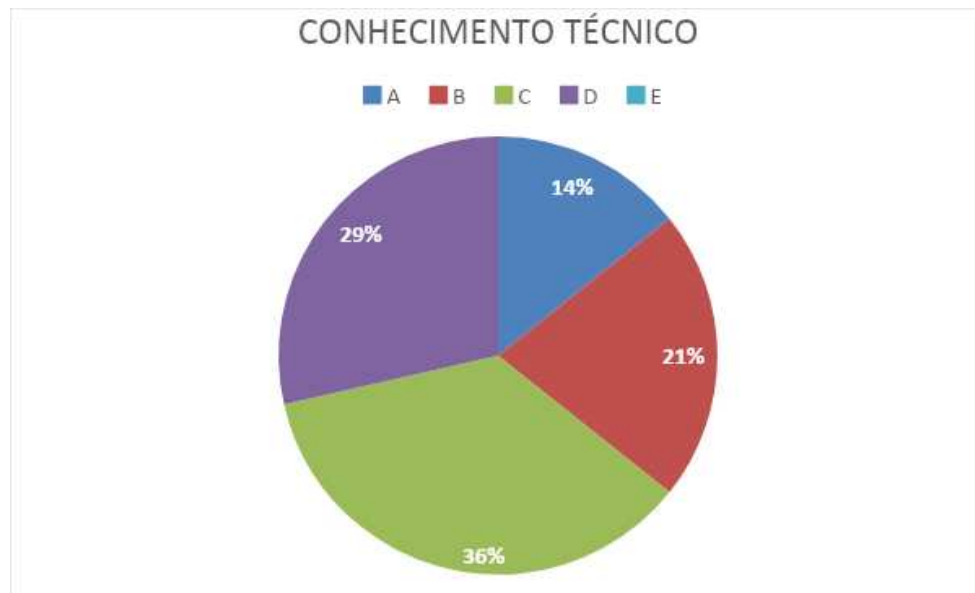


Fonte: O autor

Os dados obtidos para os demais itens representam mais um esforço dos alunos em participar do debate. Observando os dados da coluna “Conhecimento

técnico”, da Tabela 2, o quantitativo para o índice B (regular) corresponde a 36% conforme Gráfico da Figura 2.

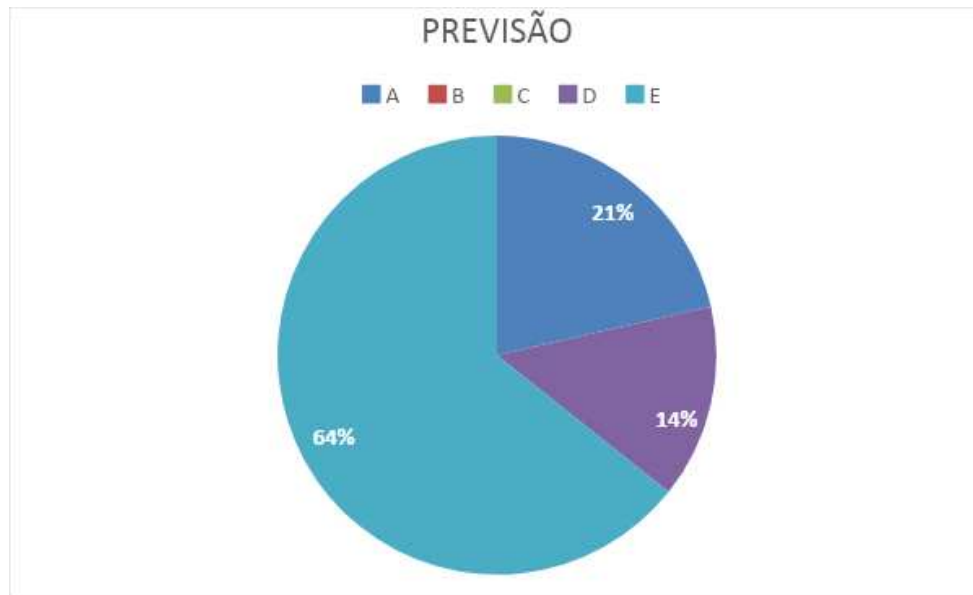
Figura 2 – Percentagem dos índices de aproveitamento



Fonte: O autor

Os alunos que desejaram se arriscar dando uma resposta, mas que demonstraram incompreensão (índice D) correspondem a 29%. Somente uma parcela de cerca de 35% se enquadram nos índices A e B. Esses resultados indicam que ainda que a audiência pudesse ter adquirido conhecimento técnico a partir da exibição do vídeo, uma vez que foram abordados aspectos teóricos, para se atingir índices de aproveitamentos A ou B é necessário que o aluno tenha estudado o assunto previamente. Os resultados encontrados para o item “Previsão” demonstram a dificuldade de um aluno conseguir avaliar uma situação hipotética somente com a exibição do Experimento, dado pela quantidade de alunos que atingiram índice A correspondente a cerca de 22%, conforme Gráfico da Figura 3.

Figura 3 – Percentagem dos índices de aproveitamento



Fonte: O autor

Quanto ao aluno apresentador, observa-se vários elementos da Teoria Construtivista Individual em seu Aprendizado. Em primeiro lugar o aluno tem conhecimentos prévios da Teoria Básica de Eletricidade e de Circuitos Elétricos, além de habilidades com edição de vídeos. Um novo contexto foi aplicado ao aluno, isto é, ele teve que estudar o tópico de Medição de Energia Elétrica Ativa e interagir com instrumentos e dispositivos elétricos de laboratório.

Como demonstração de seu aprendizado, o aluno teve que utilizar uma nova forma de expressão, isto é, transmitir aquilo que aprendera sobre Medição de Energia através da linguagem audiovisual. Deve-se destacar que o vídeo foi apresentado por um aluno do Segundo Ano do Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica e exibido à Turma do Terceiro Ano do mesmo Curso. O apresentador, portanto, conseguiu desenvolver ativamente seu aprendizado uma vez que demonstrou domínio do conteúdo teórico, da ligação dos elementos do circuito e da utilização dos instrumentos de medida através da integração de conceitos conforme preconiza a Teoria Construtivista Individual.

7 CONCLUSÃO

Nesse tipo de experimento, “Medição de Energia”, os dispositivos e instrumentos fornecidos pela deLorenzo são disponibilizados sob a forma de módulos que são afixados em painéis através de parafusos rosqueáveis sem a necessidade de ferramentas, a interligação entre os módulos é feita através de *bornes* que permitem a remoção de cabos em tamanhos padronizados montados com plugues tipo macho. Nas instalações industriais ou comerciais, entretanto, todos os dispositivos devem ser montados em racks, afixados por parafusos e os cabos cortados em tamanho conforme a distância entre os dispositivos interligados, além de receberem identificação. Isto é, tratam-se de montagens permanentes que podem prever ou não adaptações/ampliações.

São constatáveis, segundo o experimento que aqui se descreve, os benefícios de aprendizado que uma aula prática traz, entretanto, a utilização de kits experimentais só consegue reproduzir os equipamentos e situações encontradas em uma oficina ou indústria de uma maneira bastante limitada. Sendo assim, não é considerada de todo incompleta a experiência de participar de uma aula prática demonstrativa sem que cada aluno da audiência faça ligações, quando se sabe que as montagens e instalações encontrados nas indústrias, por exemplo, são bem diferentes das que se realizam com os kits.

O sucesso de uma aula experimental é atestado pelo entendimento dos alunos. A maneira de coletar dados que permitam avaliar o entendimento sobre a aula experimental apresentada na Seção 3 é inédita, se comparada à que se pratica na Coordenação de Eletrotécnica, baseada apenas em relatórios escritos. Este método se mostra adequado para aplicação em aulas práticas presenciais, inclusive.

É muito importante que um técnico de Eletrotécnica em formação saiba discutir sobre as tarefas de sua profissão de maneira oral. Apesar de relatórios também serem requisitados, na maioria dos casos, eles têm somente função de documentar. Comumente um cliente ou uma equipe sentem maior segurança quanto ao conhecimento de um profissional ao ouvi-lo discorrer sobre como é realizada uma tarefa e seus pormenores teóricos, evidenciando apropriação daquilo que descreve.

A análise dos dados, realizada na Seção 4, demonstrou que os alunos necessitam treinar bastante a atenção de modo a registrar de maneira mais eficiente os conteúdos apresentados em uma aula experimental para poder explicá-lo posteriormente. Ademais, os alunos que quiseram participar do debate consideraram

que seu conhecimento prévio dos conceitos de eletricidade pudera ser confrontado com a situação experimental abordada no vídeo.

Além disso, acrescenta-se que apresentar um conteúdo prático para colegas estudantes é uma experiência muito positiva para o apresentador dos vídeos e para a audiência, pois mostra que é possível a permuta desses conhecimentos a uma equipe a partir de estudos sobre o assunto e atenção nas montagens.

O aprendizado por meio do Vídeo Instrucional ocorreu da maneira prevista na Teoria Construtivista Social, uma vez que os alunos foram apresentados ao Tópico de Medição de Energia Ativa por um colega também estudante do Curso Técnico Integrado. O aluno apresentador compartilhou de seus conhecimentos sobre o assunto com os expectadores destacando os aspectos práticos, tanto de ligação dos dispositivos quanto à forma de coletar dados com os instrumentos de medida. O diálogo dos Alunos com o Professor permitiu solucionar as dúvidas sobre o que se espera obter com os dados anotados nas medições. Os alunos puderam constatar que calculando as funções matemáticas das aulas teóricas com os valores das variáveis registrados nas medições, os resultados obtidos correspondem às leituras de Consumo fornecidas pelo instrumento Wattímetro.

O método de ensino proposto neste trabalho amplia os limites da disciplina Eletricidade, que comumente é ministrada apenas apresentando os fundamentos requeridos para qualquer profissional ou estudante de eletrotécnica com uma sólida base matemática. Dessa maneira, o docente é capaz de avaliar os alunos não apenas quanto à resolução de circuitos elétricos, mas também quanto à capacidade discursiva sobre os fenômenos elétricos em estudo.

REFERÊNCIAS

MENDES, L. C.; PORTES, L. A. F. **Psicologia da Aprendizagem**. 4. ed. Rio de Janeiro: UVA, 2016.

COLE, M. **Cultural Psychology: A once and future discipline**. London: Belknap Press, 1996

ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research**. Helsinki: Orienta-Konsultit, 1987.

LAVE, J; WENGER, E. **Situated Learning**: legitimate peripheral participation. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

GAGNÉ, R. M. **Como se realiza a aprendizagem**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S. A., 1971.

PIAGET, J. **O Nascimento da Inteligência na Criança**, 4.ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

SKINNER, J. B. **Sobre o behaviorismo**. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1982.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind**: a sociocultural approach to mediated action. Cambridge: Harvard University Press, 1991. 169 p.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial de teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

BENIGNO, A. P. A.; FRANCISCO, W. E., Jr. Produção de vídeos digitais amadores por estudantes: uma atividade lúdica com potencial à aprendizagem. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, IX, 2013, Águas de Lindóia – SP. Atas eletrônicos. Disponível em: www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/index.htm. Acesso em: 15 nov. 2018.

PEREIRA, M. V.; BARROS, S.S.; REZENDE FILHO, L. A. C.; FAUTH, L. H. A. Demonstrações experimentais de Física em formato audiovisual produzidas por alunos do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v.28, n.3, p.676-692, 2011.

SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**. Uberlândia, v. 31, p. 01-19, 2017.

ANEXOS

Anexo 1 – Matriz Curricular do curso técnico de nível médio integrado em eletrotécnica

Figura 4 – Matriz Curricular do curso técnico de nível médio integrado em eletrotécnica

CURSO TÉCNICO DE NÍVEL MÉDIO INTEGRADO DE ELETROTÉCNICA- IFAL														
INDICAÇÃO	DISCIPLINAS		1ª SÉRIE		2ª SÉRIE		3ª SÉRIE		4ª SÉRIE		Total Geral			
			Sem	Anual	Sem	Anual	Sem.	Anual	Sem.	Anual	H.A.	H. R.		
PORTARIA N.º 1.238/GR DE 24 DE AGOSTO DE 2011** PPI – IFAL** E LEI 11.684, DE 2 DE JUNHO DE 2008	NÚCLEO COMUM	Língua Portuguesa	LPOR	3	120	3	120	3	120	1	40	400	333,3	
		Estudo das Artes	ESAR	1	40							40	33,3	
		Língua Inglesa	LING			2	80	2	80	1	40	200	166,7	
		História	HIST	2	80	2	80	2	80			240	200	
		Geografia	GEOG	2	80	2	80	2	80			240	200	
		Filosofia	FILO	1	40	1	40	1	40	1	40	160	133,3	
		Sociologia	SOCI	1	40	1	40	1	40	1	40	160	133,3	
		Química	QUIM	2	80	3	120	2	80			280	233,3	
		Física	FISC	3	120	3	120	2	80			320	266,7	
		Biologia	BIOL	2	80	2	80	2	80			240	200	
		Matemática	MATE	3	120	3	120	3	120			360	300	
		Educação Física *	EDFI	2	80	2	80					160	133,3	
		SUBTOTAL				22	880	24	960	20	800	04	160	2800
	NÚCLEO INTEGRADOR	Informática	INFO	2	80							80	66,7	
		Desenho	DESN	2	80							80	66,7	
Gestão Organizacional e Segurança do Trabalho		GOST							2	80	80	66,7		
Língua Espanhola		LESP							2	80	80	66,7		
SUBTOTAL				4	160					4	160	320	266,7	
NÚCLEO PROFISSIONAL	Eletricidade	ELET	2	80	5	200					280	233,7		
	Comandos Residenciais	CORE	2	80							80	66,7		
	Projetos Elétricos Prediais e Industriais	PEPI					3	120	2	80	200	166,7		
	Desenho Assistido por Computador	DACO			2	80					80	66,7		
	Proteção Elétrica	PREL							2	80	80	66,7		
	Mecânica Aplicada	MECA			2	80					80	66,7		
	Comandos Industriais	CMIN					3	120			120	100		
	Eletrônica Básica e Industrial	EBIN					2	80			80	66,7		
	Eletrônica Digital	ELDG					1	40			40	33,3		
	Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica	GTDE							2	80	80	66,7		
	Máquinas Elétricas	MAEL							2	80	80	66,7		
	Manutenção Elétrica	MANE							2	80	80	66,7		
	Eficiência Energética	EFEN							2	80	80	66,7		
	Automação Industrial	AUIN							2	80	80	66,7		
SUBTOTAL				4	160	9	360	9	360	14	560	1440	1200	
PRÁTICA PROFISSIONAL **												480	400	
TOTAL POR ANO LETIVO					30		33		29		22		4560	3800
CARGA HORÁRIA TOTAL													5040	4200

Fonte: IFAL

Anexo 2 – GTU deLorenzo

GTU Trainer foi projetado para fornecer aos alunos um conhecimento compreensivo em Engenharia Elétrica de Sistemas de Potência subdividida em quatro áreas de estudo

- Geração de energia elétrica
- Transmissão e distribuição de energia elétrica
- Utilização da energia elétrica
- Técnicas de proteção

GTU apresenta como característica importante a modularidade, uma vez que representa um modelo em escala reduzida de um sistema inteiro de distribuição de energia elétrica. Trata-se de um laboratório configurável composto de módulos discretos contendo dispositivos industriais. Contém linhas de transmissão de 400kV representadas por linhas de 400V no laboratório, geradores elétricos reais usados para produzir energia elétrica, instrumentos de medição elétrica, além de dispositivos industriais integrados no sistema para monitoramento e proteção. Esses equipamentos industriais foram integrados a um ambiente controlado, constituindo-se em uma plataforma de aprendizado flexível e configurável para estudo das aplicações de Engenharia Elétrica em alta tensão.

GTU tem uma abordagem didática, desde que representa uma plataforma de treinamento baseada em experimentos constituído por módulos multidisciplinares que cobrem dos mais básicos conceitos da engenharia elétrica até as configurações mais avançadas. A organização do laboratório consiste nos módulos de suas respectivas aplicações principais, isto é, geração, transmissão ou distribuição, na documentação técnica e teórica, nos experimentos práticos que reproduzem alguns cenários da vida real e em implementações reais.

GTU propicia o desenvolvimento de habilidades analíticas e de solução de problemas, já que os estudantes interagem com equipamentos industriais reais, realizando simulação de cenários recorrentes na prática. Divididas em três níveis, as habilidades desenvolvidas são abordadas a seguir. No nível básico, teoria de circuitos e medidas elétricas. Para o nível intermediário, máquinas elétricas como transformadores trifásicos, geradores e motores. Além de tópicos em alta tensão, como geração, transmissão, distribuição e consumo. Com o nível avançado,

habilidades de gerenciamento de energia, como controle de fluxo de potência, simulação de faltas e solução de defeitos.

O conjunto de Módulos dedicado a consumo é o denominado DL GTU 104 da aplicação Gerenciamento de Energia. Será dado destaque a este conjunto porque o experimento realizado com a turma, “Medidor de indução de energia ativa” utiliza módulos desta aplicação.

DL GTU 104

Neste conjunto, ou laboratório, conforme Figura 5, diversos tipos de consumidores podem ser simulados usando cargas estáticas e dinâmicas para estudar compensação de fator de potência e otimização do consumo de energia elétrica. Os experimentos, classificados como “Cargas complexas, Consumo de Energia e Potência” estão relacionados abaixo

- Consumidores trifásicos com conexões estrela-triângulo (cargas R, L, C, RL, RC e RLC).
- Cargas dinâmicas:
 - Estudo de motores assíncronos como cargas trifásicas
 - Medição de potência no caso de fluxo de energia reverso
- Consumo de energia ativa
 - Consumo de energia reativa:
 - Para cargas RL simétricas e assimétricas
 - No caso de falta de fase
 - No caso de sobre compensação
 - Para cargas ativas
- Máxima demanda de potência

Os módulos que compõem o laboratório estão relacionados na Tabela 3.

Figura 5 – Laboratório DL GTU 104



Fonte: deLorenzo

Tabela 3 – Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa

Item	Descrição
DL 1017R	Carga resistiva
DL 1017L	Carga indutiva
DL 2108TAL	Unidade trifásica de alimentação de força
DL 2108T02	Disjuntor de força
DL 2109T26	Medidor de força
DL 2109T28	Medidor trifásico de kWh
DL 2109T29	Medidor de demanda máxima
DL 2109T31	Medidor trifásico de kvarh
DL 2108T2A5	Amperímetro de ferro móvel (2.5 A)

DL 2108T3PV	Voltímetro de ferro móvel (125-250-500 V)
DL CRON	Cronômetro eletrônico

Fonte: deLorenzo

Consumo de Energia Ativa

Neste Experimento, denominado “Medidor de Indução de Energia Ativa”, foram empregados somente os módulos da Tabela 4.

Tabela 4 – Módulos para o experimento Medição de Energia Ativa

Item	Descrição
DL 1017R	Carga resistiva
DL 2108TAL	Unidade trifásica de alimentação de força
DL 2109T26	Medidor de força
DL 2109T28	Medidor trifásico de kWh
DL 2108T2A5	Amperímetro de ferro móvel (2.5 A)
DL 2108T3PV	Voltímetro de ferro móvel (125-250-500 V)
DL CRON	Cronômetro eletrônico

Fonte: deLorenzo

A montagem foi realizada conforme o diagrama da Figura 6. Um medidor eletromecânico de energia trifásico (DL 2109T28) é utilizado para registrar o consumo de uma carga resistiva (DL 1017R) equilibrada ligada na configuração estrela. A fonte trifásica (DL 2108TAL) é ligada à carga através do medidor de energia. Em uma das fases são realizadas medições de tensão, corrente e potência.

Como se trata de uma carga na configuração estrela, todas estas grandezas relacionadas têm a mesma amplitude. A única diferença é a defasagem de 120° entre as fases, que não influencia nessas medições.

O circuito da fase A pode ser tratado como um circuito monofásico independente 1/3 das mesmas quantidades totais ou trifásicas. O amperímetro

de ferro móvel (DL 2108T2A5) possui duas escalas e um calibre de 2,5A. Ele é ligado entre a devido à configuração estrela. Tanto a corrente quanto a potência nesta fase são de fonte e o terminal de referência da bobina de corrente do Wattímetro ou medidor de potência (DL 2109T26). O circuito é fechado ligando o outro terminal da bobina de corrente ao terminal do medidor de energia. Sua bobina de potencial é ligada entre a fase A e o Neutro. Para se realizar a medição de potência deve-se consultar uma tabela impressa no próprio instrumento que fornece o fator que deve ser multiplicado ao valor lido. Este fator é função das escalas de tensão e de corrente selecionadas. O voltímetro de ferro móvel de (DL 2108T3PV) possui 3 escalas com calibre de 500V e mede a tensão entre a fase A e o Neutro.

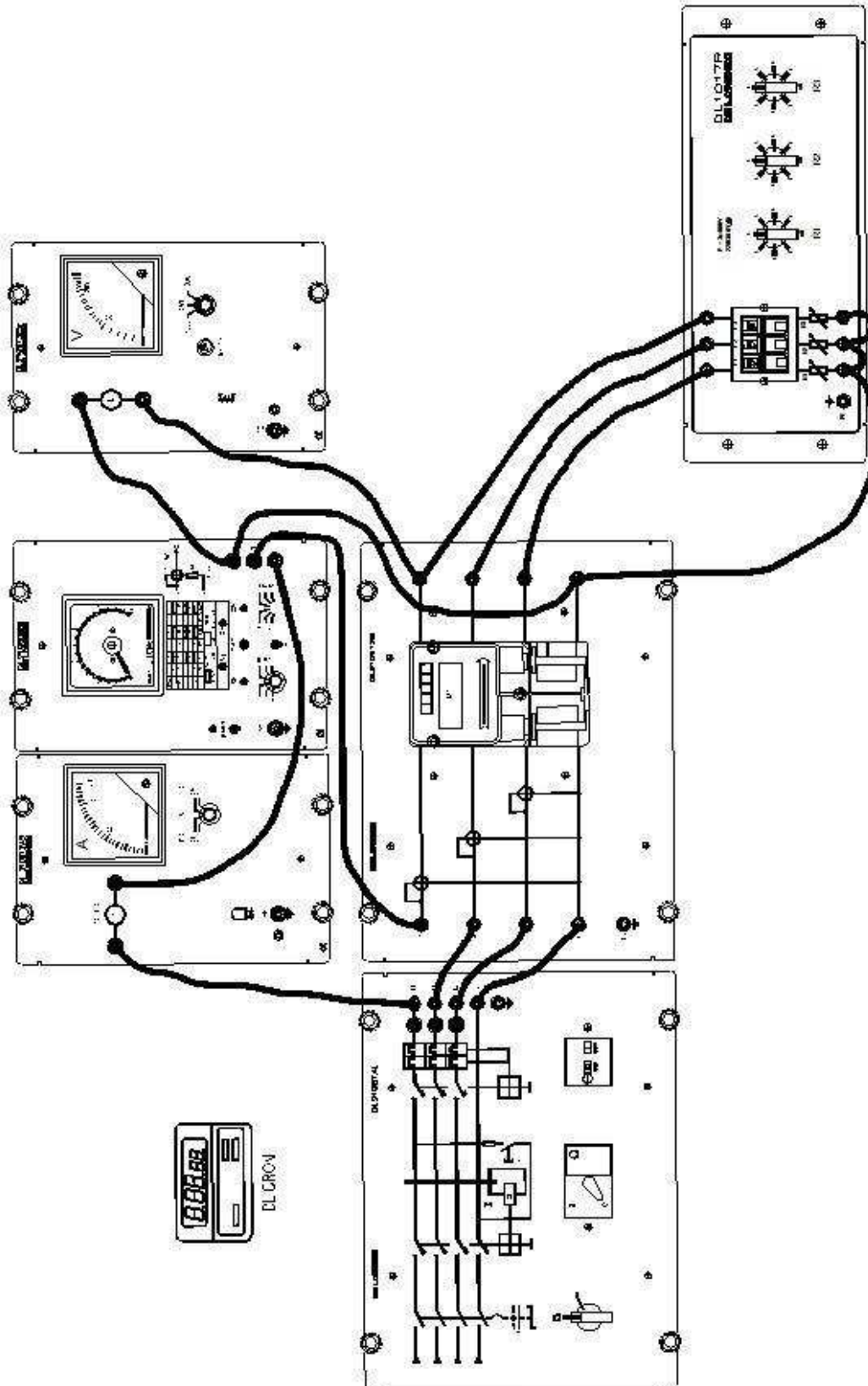
A fonte então pode ser ligada e as medições podem ser realizadas. Para medição da Energia, deve-se anotar o valor registrado com o medidor parado e marcar o tempo de duração para duas rotações do disco ($r=2$). O medidor de energia tem um fator que relaciona o número de rotações do disco à energia consumida pela carga, o que permite calcular a energia mesmo que seja possível lê-la através do registrador. Os dados de medições são anotados na Tabela 5. Na coluna denominada R constam as 7 posições da chave seletora da carga resistiva. De maneira a obter uma carga equilibrada, as três resistências devem estar com suas respectivas chaves seletoras na mesma posição. São então anotadas, para cada R, a potência, corrente, tensão e tempo. A posteriori são calculadas as seguintes grandezas: potência total, a constante do medidor, através da equação (1). E o erro percentual do medidor calculado conforme equação (2).

$$N = \frac{3,600 \cdot 1,000 \cdot r}{Pt \cdot t} = \dots\dots\dots \left[\frac{r}{kWh} \right] \quad (1)$$

$$e(\%) = \left(\frac{N}{Nrat} - 1 \right) \cdot 100 \quad (2)$$

Em que $Nrat$ é a constante nominal do medidor.

Figura 6 – Diagrama de montagem do experimento



Fonte: deLorenzo

Tabela 5 – Dados de medição do experimento Medição de Energia Ativa

R	P (W)	Pt (W)	I (A)	U (V)	T (s)	N (r/kWh)	e (%)
R₁							
R₂							
R₃							
R₄							
R₅							
R₆							
R₇							

Fonte: deLorenzo