

## **PROJETO DE ENSINO PARA A COMPETÊNCIA, APLICADA À DISCIPLINA DE INSTRUMENTOS ELÉTRICOS.**

*Matumoto, Keide* – [kmatumoto@ufu.br](mailto:kmatumoto@ufu.br)

Faculdade de Engenharia Elétrica,/Universidade Federal de Uberlândia

Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica –

CEP: 38400-902 – Uberlândia - MH

**Resumo:** *Este trabalho relata a experiência no ensino da disciplina Instrumentos Elétricos. A experiência adotada, é uma prática pedagógica que tem o objetivo e motivar o estudo na arte da mensuração. A prática pedagógica adotada, é centrada no aluno, quando tradicionalmente, é ao contrário, que é centrada no professor. Ainda, permite avaliar, no ensino da disciplina, habilidades e competências, é um dos requisitos atuais previsto nas Leis de Diretrizes e Base(LDB).*

**Palavras chave:** Ensino, metrologia, avaliar

### **1 - INTRODUÇÃO**

A Universidade Federal de Uberlândia situa-se no Triângulo Mineiro, no Estado de Minas Gerais. O curso de Engenharia Elétrica desta teve seu primeiro vestibular em janeiro de 1971, e sua primeira turma de formandos deu-se em dezembro de 1975. Por ser uma instituição de ensino técnico do interior do País, sempre tivera limitações e dificuldades de se ter em seu quadro, docentes, profissionais especializados em algumas áreas de atuação. A instituição investiu em treinamento e qualificação de seus docentes. Mas algumas áreas, não se conseguiram professores que deveriam dedicar-se mais profundamente.

O curso atual tem o objetivo de dar formação aos seus graduandos, um ensino eclético com profissionalização em duas grandes áreas, a primeira com ênfase em Engenharia Elétrica, especialização em sistemas de energia e eletrotécnica; a segunda ênfase em Engenharia Elétrica com especialização em Eletrônica, com a seguinte sub-áreas: Engenharia de Computação, Eletrônica de Potência e Telecomunicações.

Atualmente na Faculdade, além do curso de Graduação, há em operação, o Curso de Pós-graduação, em nível de Mestrado e Doutorado, como cursos regulares. Além disso, a Faculdade ministra cursos de especialização sob contrato para diversas entidades, na área de Qualidade de Energia, Engenharia de Computação, Sistemas de Telecomunicação.

O curso de Graduação possui um corpo discente atual com cerca de 500 alunos de graduação e 100 no programa de Pós graduação. O corpo docente com um quadro de 47 professores, todos sendo especialistas, mestres, doutores e pós-doutores.

Além disso a Faculdade apresenta núcleos de pesquisas, sendo os principais: Núcleo de Qualidade de Energia; Núcleo de Máquinas Elétricas e Aterramento, Núcleo de Processamento da Informação, Núcleo de Eletrônica de Potência e Núcleo de Fontes Alternativas de Energia e Eletrificação

Rural. Os núcleos desenvolvem pesquisas e são responsáveis pela produção científica e orientação das dissertações e teses.

## **2 - A METROLOGIA NO ENSINO DO CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

Relacionando o aspecto da metrologia em suas diversas áreas de atuação, foi onde começamos a preocupar com a formação dos profissionais que iriam atuar nas várias frentes de sua especialização. Encontramos um primeiro problema, onde verificamos que o programa ministrado não teria como cumprir o objetivo na formação do profissional. O segundo questionamento, os profissionais não atentavam e se preocupavam em se especializar e dominar a “ciência Metrologia”. Terceiro não se conseguia motivar os próprios estudantes a investir no aprendizado, que para eles nada mais era que uma disciplina, sem que tivesse a devida importância em sua formação. Quarto: a necessidade de se ter material bibliográfico compatível e atualizado para a Engenharia Elétrica. Quinto: atualmente, observamos que a Engenharia Elétrica ainda não tem dado o devido tratamento científico à questão da metrologia como ciência, prevalecendo os conceitos tradicionais na interpretação dos resultados de ensaios e testes em seus desenvolvimentos e pesquisas. E finalmente, falta-nos consciência da importância da veracidade das informações dadas pelos instrumentos de medição e a sua correspondente análise de incertezas e a interpretação correta dos valores numéricos obtidos. Além do relatado acima, temos observado a crescente necessidade que o mercado tecnológico tem requerido profissionais com o perfil esperado, no que se refere ao objetivo definido para a disciplina.

## **3 – PROJETO PEDAGÓGICO DE AULA PARA A DISCIPLINA INSTRUMENTOS ELÉTRICOS NO CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Fomos designados a ministrar a disciplina Instrumentos Elétricos. Disciplina que pertence à grade curricular do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia. É uma disciplina obrigatória para as ênfases eletrotécnica e eletrônica. Está programada para ser cursada pelo corpo discente no 6º período, ou seja no terceiro ano. O curso de Graduação da Faculdade de Engenharia Elétrica é em regime semestral e matrícula por disciplina.

De modo geral, sempre criticamos e observamos que os alunos que passavam por esta disciplina sempre apresentavam dificuldades em fazer qualquer atividade que envolvesse mensuração. Um outro aspecto notado era o total desinteresse pelo programa que ali se ministrava. No programa de pós graduação da faculdade, os professores pesquisadores sempre faziam referência à dificuldade que os estudantes encontravam no desenvolvimentos de suas pesquisas e na conseqüente interpretação dos resultados e nunca apresentavam análise de incerteza, e na maioria da vezes ao sermos consultados observávamos que a escolha do instrumental era inadequado ou mesmo o procedimento de mensuração.

Uma outra observação que fazemos, é o processo de atualização e referência que o sistema oficial de ensino brasileiro passou a discutir, que foi a definição das novas Diretrizes Curriculares, eliminando o tão criticado “Currículo Mínimo”. Essa mudança, que anteriormente era responsabilidade do Ministério da Educação, MEC, foi transferida para o Conselho Nacional de Educação, CNE. E o MEC, passou a ser um órgão mais executivo e fiscalizador, mas fora dado uma grande liberdade às instituições de ensino superior no País. Com as Diretrizes Curriculares, devemos estar atentos, às novas formas e técnicas de modo que possamos atender aos anseios do estudante e ao mercado que irá absorver a mão de obra especializada.

Como preconiza as atuais Diretrizes Curriculares, o ensino na engenharia deve formar um engenheiro generalista e além disso que o mesmo tenha possibilidade de se especializar em uma sub-área de conhecimento dentro da engenharia. E outro aspecto que essas diretrizes propõem é a valorização humanista e determinadas habilidades e competências. Por essa razão, fizemos um projeto pedagógico

para a disciplina Instrumentos Elétricos, em que fosse possível desenvolver, implementar e aperfeiçoar alguns dos parâmetros necessários ao perfil do futuro engenheiro.

Uma outra questão pertinente ao que se propõe as Diretrizes Curriculares e a LDB, é com relação a avaliação do estudante. Nesse aspecto, considerando a “metrologia”, e a prática da validação do conhecimento necessário torna-se conflitante.

Uma realidade que percebemos, no curso de graduação em Engenharia Elétrica, com levantamento de dados em outras instituições de Ensino Superior, observamos que o comportamento dos estudantes na disciplina afim à Instrumentos Elétricos, eram similares à nossa Faculdade. Sendo um dos aspectos mais notáveis, a falta de interesse dos estudantes, e motivação a fim de que esses estudantes se dedicassem ao estudo e se interessassem por pesquisas. Notamos também que a bibliografia atualizada com os novos preceitos, e a necessidade mercadológica disponíveis são muito precárias. Por outro lado, estão disponíveis no comércio uma gama de instrumentos que, segundo as especificações dos fabricantes, fazem “milagres”, e em muitas situações esses instrumentos são capazes de executarem mensurações com altíssimo grau de exatidão, mas que, com uma análise mais detalhada percebemos muitas limitações, falta de conhecimentos conceitual do usuários e o pior, total falta de habilidade no manuseio de tais instrumentos por parte do instrumentista.

Propomos então, um novo programa para a disciplina, onde seriam priorizadas um conteúdo mais atualizado, que despertaria maior interesse aos estudantes, motivação para o estudo e pesquisa. Além disso, que fosse utilizado uma metodologia pedagógica em que a técnica de ensino aprendizagem fosse centrada no aluno. A proposta do programa, está definida com a primeira parte do curso considerada parte teórica:

- a) Introdução a Ciência Metrologia,
- b) Revisão de Estatística
- c) Teoria de Erros e sua propagação,
- d) Conceitos de Incertezas e cálculos
- e) Instrumentos Eletromecânicos
- f) Instrumentos Eletrônicos
- g) Instrumentação Digital
- h) Transformadores para Instrumentos
- i) Pontes e Potenciômetros
- j) Atuadores, sensores e transdutores

A segunda parte, denominada parte prática, são aulas de laboratórios, onde são enfatizados soluções de problemas em metrologia, métodos de ensaios, procedimentos de calibração e ajuste de instrumentos.

A terceira parte, onde a disciplina é ministrada sob a forma de seminário, o qual designamos “Seminário de Metrologia Elétrica”, onde os próprios estudantes, sob a orientação de um tutor, escreverão um artigo técnico. Os temas dos artigos são propostos pelo professor da disciplina. E esses temas são sorteados entre os alunos matriculados. O estudante deve fazer uma pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, fazendo consultas a fabricantes de instrumentos, consultas a empresas que fazem consultoria ou prestam serviços relativas a mensuração, ensaios e calibração. Eles apresentam um artigo técnico com um determinado padrão escrito, e depois fazem uma defesa pública do mesmo, no qual deve utilizar os recursos de multimídia. A avaliação da defesa pública, é composta por uma banca examinadora. A banca é formada preferencialmente, por dois professores e dois alunos do programa de pós graduação que atuam em áreas afins. Os temas geralmente escolhidos são:

Tabela 1 - Títulos dos Artigos do Seminário

Metrologia legal – Por que devemos considerá-la vital para o desenvolvimento da engenharia comercial e científica?.
---

Tratamento de incertezas na economia globalizada sob o ponto de vista de metrologia elétrica e legal e o papel da engenharia e o comércio internacional.
Tratamento da norma ISO_GUM de incertezas em ensaios e mensuração em processos de grandezas elétricas - um modelo de tratamento estatístico.
Rastreabilidade dos sistemas metrológicos nas grandezas elétricas, como garantir a qualidade dos instrumentos.
Certificação de serviços – Uma necessidade de ensaios e padrões para a conformidade na qualidade total.
Papel da metrologia na certificação da qualidade total.
Como garantir um relacionamento eficiente na certificação "UL" no setor elétrico e eletrônico entre o consumidor e o fabricante?
Papel da metrologia na certificação do meio segurança e medicina do trabalho e os mecanismos de certificações.
Papel da metrologia na certificação da saúde ocupacional a necessidade da certificação dos equipamentos e a compatibilidade eletromagnética.
Certificação de software - uma nova visão para os profissionais da engenharia da computação e uma necessidade metrológica.
Por que o Padrão Josephson de tensão é o recomendável?
Padrão de Resistência de Hall Quantizada.(QHR)
Padrão quântico de capacitor e indutor - como fazer sua acreditação.
Padrões de grandezas metrológicas e suas novas definições com relação à mecânica ondulatória - novos padrões de comprimento, massa e tempo.
O papel da "UCIEE" para a melhoria da qualidade na indústria elétrica e eletrônica e a conformidade com o desenvolvimento tecnológico.
Registradores e controladores eletrônicos/digitais de energia elétrica e demanda.- análise das tarifas de energia diferenciadas no processo produtivo.
Tarifação de energia ativa - Tarifação horo sazonal especificação da instrumentação analógica e digital. Uma gerência operacional da energia.
Tarifação de energia reativa - Considerações gerenciais para a modernização dos processos industriais e suas conseqüências.
Medidas de energia elétrica sob a presença de harmônicos em condições senoidais e não senoidais e desbalanceadas, uma análise de erros e influências na especificação dos instrumentos e transformadores.
Técnicas de emprego de Transformadores para Instrumento - Transformador de Potencial e Transformador de corrente. Como especificar e análise da incerteza nas mensurações em sistemas elétricos de energia.
Sistemas de aquisição de dados empregados na metrologia de grandezas elétricas e a sua incerteza. Uma análise da conversão AD e DA e erros no processo metrológico.
Sistemas de transmissão e detecção de sinais digitais empregados em metrologia elétrica e o emprego de protocolos de comunicação e sua universalização.
Confiabilidade e compatibilidade das técnicas digitais empregados na metrologia de grandezas elétricas. Uma tarefa fundamental na moderna metrologia, o emprego de técnicas digitais - Uma análise, influência e propagação dos erros nos processamentos digitais.
Sensores Eletrônicos de tensão e corrente, funcionamento, confiabilidade e o tratamento da incerteza em processamento digitais no processo de mensuração.
Importância do IHM, na moderna instrumentação e processos metrológicos - Visão da automação e mensuração digital nos processos produtivos.
Emprego de protocolos na metrologia de grandezas elétricas - O uso de MODBus e GPIB, RS485, e interfaces paralelas e a compatibilidade com software e Hardware.
Empregos dos protocolos TC/IP em redes Ethenert e ou internet na instrumentação industrial, e sua compatibilidade dos protocolos Modbus, GPIB e RS485 e as saídas paralelas.
Emprego de tecnologia "FIELDBUS Foundation" e suas variações na metrologia, uma análise de compatibilidade do emprego de protocolos.

Emprego de sistemas tais como "DEVICE NET", ALNET, CONTROL NET e outras na instrumentação e automação industrial e comercial.
Empregos de software e periféricos em metrologia de grandezas elétricas uma nova qualificação do profissional na instrumentação digital.
Emprego de controladores lógicos programáveis(PLC/CLP) em sistemas metrológicos de grandezas elétricas, onde e como utilizá-los eficientemente.
Sistemas metrológicos de grandezas em redes de telecomunicação, como índice de tráfego, quantidade de informações, índice de rejeição, e saturação de informações - como quantificar as medidas e valores de referência.
Técnicas metrológicas da relação de onda estacionária e ruídos nas linhas de transmissão de dados e em redes de comunicações e o papel deste valor na moderna instrumentação digital.
Técnicas de medidas de potência elétrica em frequências ópticas.
Emprego do filtros digitais na moderna instrumentação digital. - Uma necessidade para o interfaceamento com os protocolos de comunicação.
Técnicas metrológicas de campos elétricos e magnéticos em baixa frequência
Técnicas metrológicas de campos elétricos e magnéticos em alta frequência
Nanometrologia - Uma nova visão da tecnologia para a engenharia e a mensuração uma integração multi-ciência com a engenharia elétrica.
Técnicas metrológicas de grandezas elétricas aplicadas na indústria automotiva - Uma visão de eletrônica embarcada e os selos de qualidade.
Técnicas e instrumentos empregados na metrologia de grandezas luminotécnicas e a instalação elétrica.
Técnicas metrológicas com emprego de pontes eletrônicas nas grandezas elétricas e eletrônicas uma análise de automação na mensuração digital.
Transdutores, sensores e atuadores eletromecânicos aplicadas nos instrumentos e detecção de sinais nos processos metrológicos.
Transdutores, sensores e atuadores eletro-eletrônicos aplicadas nos instrumentos e detecção de sinais nos processos metrológicos.
Transdutores, sensores e atuadores magnéticos aplicadas nos instrumentos e detecção de sinais nos processos metrológicos.
Transdutores, sensores e atuadores eletro-térmicos aplicadas nos instrumentos e detecção de sinais nos processos metrológicos.
Transformadores do Potencial e Corrente eletrônicos, e a sua importância na integração com a instrumentação digital e computacional.
Técnicas de localização de defeitos em cablagem das linhas de transmissão - especificação adequada dos instrumentos.
Técnicas e instrumentos empregados na metrologia de impedâncias elétricas em baixa e alta frequência.
Metrologia em sistemas sem fio (WLL – Wireless) aplicadas na instrumentação e detecção de sinais nos processos metrológicos - uma nova visão dos processos de mensuração e dos protocolos IEEE802.11x.
Técnicas e instrumentos empregados na metrologia de grandezas audiométricas em sistemas de radiodifusão e televisão.
Técnicas de medidas de grandezas dimensionais com o emprego de instrumentos eletro-eletrônicos – a análise de incerteza e exatidão e o controle online da produção.

E finalmente, é designado um projeto que um grupo de estudantes devem apresentar. Esse projeto consiste via de regra, da montagem de um protótipo de instrumento eletrônico e digital que deve ser projetado, executado, montado, calibrado, preferencialmente, totalmente digital. O protótipo deve permitir uma visualização dos valores mensuráveis em "displays" e com um protocolo de comunicação com um sistema informatizado, como por exemplo, uma RS232. Os instrumentos que serão desenvolvidos são:

Tabela 2 - Relação de Instrumentos desenvolvidos

Medida de tensão por circuitos digitais
Medida de correntes por circuitos digitais
Medida de Potência aparente, ativa e reativa por circuitos digitais
Medida de tensão por circuitos digitais, valor do verdadeiro RMS
Medida de corrente por circuitos digitais, valor do verdadeiro RMS
Medida de corrente tensão e as componentes harmônicas
Medida de frequências em sinais quaisquer.
Medidas de grandezas elétricas com emprego de software.

#### 4 - A PRÁTICA

Cada tema apresentado, é sorteado entre os alunos matriculados. Os estudantes tem em média um período de 2 meses para fazer a pesquisa, e apresentar o trabalho escrito. E mais duas semanas para preparar a apresentação para toda a turma. É essa apresentação que tem motivado muitos os estudantes. Pois o trabalho tem permitido uma melhor conscientização sobre a importância da metrologia na vida moderna, sob o ponto de vista técnico, social e empresarial. Essa metodologia, tem possibilitado aos alunos contato com os fabricantes de instrumentos, empresas credenciadas na área de metrologia, onde são executados ensaios, calibração, ajustes e empresas que utilizam obrigatoriamente serviços especializados no setor. Temos notado que a motivação e interesse pela área é crescente, e comporta com entusiasmo sobre a visualização de um campo de atuação profissional. Outro aspecto muito interessante, é a produção de material bibliográfico, pois são impressos os anais do seminário, e colocados à disposição de todos na biblioteca da instituição. Salientamos que, há uma limitação conceitual nos anais, pois há alguns erros, que os estudantes cometem, mas para agregar e valorizar a sua produção científica, são impressos nos anais, da forma que o estudante pesquisou.

Mesmo para o professor, sempre são apresentados novidades técnicas, novos campos de aplicação. É essa a característica, que mais tem incentivado o professor a adotar a metodologia. A metodologia, apresenta alguns pontos que são questionados sob o ponto de vista da pedagogia.

- Há uma maior integração aluno professor, pois os estudantes têm a necessidade de contato muito grande com o professor. Esse contato ocorre com um relacionamento técnico e científico, valorizando o comportamento ético, profissional;
- Permite ao estudante a possibilidade de contato com empresários, profissionais que atuam em metrologia. Isso mostra a importância da ciência de fazer medidas, o papel dessa ciência na sociedade atual e seu impacto na atuação diária do profissional de engenharia.
- Enquanto os alunos, os mesmos, são obrigados a utilizar determinadas ferramentas, tais como: processadores de textos, planilhas eletrônicas. É notável, quão isto é requerido como perfil de um profissional ingressante no mercado atualmente.
- Existem habilidades difíceis de avaliar tais como: a desenvoltura, a comunicação oral, escrita e gráfica. A metodologia utilizada, nos permite exercitar e avaliar essa habilidade, A prática tem-se mostrado eficiente, onde notamos que, para que o aluno seja capaz de comunicar o seu resultado para um público qualificado, em mesmo nível de conhecimento do seu. Ele deve apresentar a habilidade e competência para cumprir o seu objetivo.
- O ensino da moderna metrologia atualmente, apresenta uma deficiência muito grande, é pouca quantidade de material bibliográfico. A metodologia didática adotada na disciplina tem permitido elaborar recursos didáticos para a mesma.
- Finalmente, está sendo possível fazer com que os estudantes desenvolvam habilidades e competências, que até o momento no curso, não haviam pensado e nem tão pouco visto como um campo de atuação profissional.

Para a parte laboratorial do curso, o desenvolvimento de um projeto, faz com que os estudantes tenham pleno conhecimento das vantagens, limitações, campos de aplicação de instrumentos elétricos nos processos que envolvem grandezas elétricas. Também passam a dominar conceitos fundamentais na especificação dos instrumentos adequados para os processos de medidas. Além disso, passam a valorizar os procedimentos de mensurações, a avaliar os métodos de incertezas e confiabilidade dos processos metrológicos.

## 5 - CONCLUSÕES.

Apresentamos esse com o objetivo de mostrar uma das ferramentas, possíveis de ensinar e avaliar o ensino em metrologia. Notamos que os profissionais que utilizam instrumentos de medidas, confiam demasiadamente na máquina, principalmente as ditas "digitais". Precisamos ter consciência, que devemos estar atentos aos procedimentos de acreditação dos instrumentos, conhecer os procedimentos de mensuração adequados e o uso correto na metrologia. Notamos que a metodologia empregada, está possibilitando a formação dos futuros engenheiros mais motivados.

Não quer dizer que essa prática pedagógica seja a melhor, para temos notado que, para a clientela alvo que estamos recebendo, atualmente, está produzindo efeitos bastante animadores. A cada semestre, procuramos avaliar a prática, e fazer as devidas correções no ensino da disciplina Instrumentos Elétricos do curso de Graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia.

## REFERÊNCIA

- [1] – BAZZO, Walter Antônio Introdução à Engenharia, 3ª Edição, Florianópolis, SC, Editora UFSC, 1993
- [2] – TRALDI, Lady Lina Currículo: Metodologia de Avaliação, São Paulo, Atlas, 1977
- [3] – TRALDI, Lady Lina, Currículo: Teoria e Prática, São Paulo, Atlas, 1977
- [4] – TEIXEIRA, Elson A, Aprendizagem & Criatividade Emocional – Como Liberar a criatividade que Há em Você., São Paulo, MAKRON Books, 1998.
- [5] – NIQUINI, Débora P., O grupo Cooperativo: Uma Metodologia de Ensino, Brasília, Editora Universal, 1997.
- [6] – LÜCK. Gilda, Avaliação, Termômetro da Educação, Revista: Profissão Mestre, Ano 4, Nº 41, Fevereiro/2003, Humana Editorial, Curitiba.
- [7] – BENEDET, Josiane e ANDRADE NETO, Brasília, Ensino, Atacado e Varejo, Revista Profissão Mestre, Ano 4, , Nº 44, maio/2003, Humana Editorial, Curitiba
- [8] – Anais do “International Conference on Engineering Education, 1998, Rio de Janeiro.

---

**Matumoto, Keide;** Especialista em Metodologia do Ensino Superior, UCMG, 1977, Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves d’Avila, 2160, Campus Santa Mônica, Bloco 3N, CEP: 38400-902; Uberlândia, MG, Fone (0\*\*34) 32394166; Fax (0\*\*34) 32394171, [kmatumoto@ufu.br](mailto:kmatumoto@ufu.br), Sócio SBM individual.

***Abstract:** Este trabalho relata a experiência no ensino da disciplina Instrumentos Elétrico. A experiência adotada, é uma prática pedagógica que tem o objetivo e motivar o estudo na arte da mensuração. A prática pedagógica adotada, é centrada no aluno, quando tradicionalmente, é ao*

*contrário, que é centrada no professor. Ainda, permite avaliar, no ensino da disciplina, habilidades e competências, é um dos requisitos atuais previsto nas Leis de Diretrizes e Base(LDB).*

**Key-works:** Ensino, metrologia, avaliar