

CONTRIBUIÇÕES DA METROLOGIA EM CURSOS DE ENGENHARIA

João Cirilo da Silva Neto - jcirilo@araxa.cefetmg.br

CEFET-MG-Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais-Campus IV, Araxá
Av. Ministro Olavo Drummond, 25, Bairro São Geraldo, CEP: 38.180.084-Araxá- MG.

Resumo: *A metrologia é a ciência da medição, abrangendo tanto os aspectos experimentais e teóricos em qualquer nível de incerteza e em qualquer campo da ciência e da tecnologia. A ciência de medição não é, contudo, meramente atividade dos cientistas. É algo de importância vital para todos nós. Ela está presente no dia-dia das pessoas, na indústria, no comércio e nas comunicações das quais somos dependentes. A prática da metrologia garante o fornecimento de medidas eficientes e confiáveis. Este trabalho apresenta um estudo sobre metrologia, destacando sua contribuição na engenharia. No caso do ensino de metrologia, o professor deve buscar metodologias adequadas para facilitar a aprendizagem dos alunos, visando conteúdos interdisciplinares diferentes e relacioná-los com a metrologia. Com este trabalho, espera-se contribuir para a difusão da educação e da investigação no domínio da metrologia.*

Palavras-Chave: *Metrologia, Ensino de Metrologia na Engenharia, Inmetro.*

1 INTRODUÇÃO

Define-se metrologia como sendo a ciência das medidas e das medições (INMETRO, 2008). A metrologia se aplica em todos os ramos da ciência em que é necessária a utilização da tecnologia de medição. Por isso, esta atividade tem sido muito valorizada no Brasil e no mundo. Mas o seu marco histórico não é novo, pois desde o início da civilização, o homem foi obrigado a desenvolver ferramentas e instrumentos para garantir a sua moradia, sobrevivência, construção de ferramentas e meios de locomoção.

Hoje, o desenvolvimento da economia brasileira e mundial depende, em grande parte do potencial tecnológico das empresas e da capacidade das instituições de ensino e de pesquisa desenvolverem novos produtos. Em meio a esse cenário, é fundamental a participação efetiva do ensino e da pesquisa na área de metrologia, tendo em vista que a qualidade e a confiabilidade de um produto dependem, principalmente, da medição, da análise e da padronização que são todas inerentes à metrologia.

A expressão em “números de medidas” é universal. Tem sido assim devido principalmente ao amplo progresso industrial em todo o mundo, mas é tão necessária na ciência pura como na ciência aplicada. Não há como um pesquisador repetir o trabalho de outro sem as medidas específicas. Isso é aplicável em todos os campos das ciências, da astronomia à biologia, entre outras (CONEJERO, 2009).

Quando se trata do ensino de metrologia os desafios são ainda maiores porque, muitas vezes, o aluno não tem experiência necessária para entender essa importância. Com isso, o professor deve buscar metodologias adequadas para facilitar a aprendizagem dos alunos, visando à interdisciplinaridade de conteúdos diferentes e relacionando os mesmos com a metrologia. Com esse trabalho, espera-se contribuir para difusão do ensino e da pesquisa na área de metrologia.

2 BREVE HISTÓRIA DA METROLOGIA

A metrologia não é uma ciência nova. Quando a escrita apareceu pela primeira vez na história da humanidade na forma de símbolos que foram escritos na Mesopotâmia (aproximadamente 2900 A.C.), o sistema de medidas que está na base de todos os sistemas métricos do mundo antigo e da China já era concebido e formalizado.

O sistema na forma de símbolos continuou substancialmente o mesmo no meio dos Árabes e na Europa medieval, inclusive na Rússia. As medidas inglesas presentes são a última sobrevivência de um sistema de medidas que é tão velho quanto à civilização humana. O corpo humano constituiu a base para a criação dos primeiros sistemas métricos. Deste modo algumas das primeiras unidades que foram criadas eram a polegada, o palmo, o pé, o passo, etc. O sistema métrico francês foi a primeira fratura na continuidade de medidas milenares.

A associação entre o desenvolvimento científico e o industrial também implicou uma ampla revisão do conceito de sistema de unidades. A simplicidade do sistema métrico e de seus padrões deu lugar gradativamente à noção de inter-relacionamento entre unidades, e o desenvolvimento tecnológico, ao mesmo tempo que oferecia novas técnicas de medição, exigia níveis de exatidão cada vez maiores nos laboratórios e no processo produtivo (DIAS, 1998).

Independentemente das áreas de engenharia, a ciência das medições tem profundas implicações em expressivo número de outras áreas da ciência e tecnologia. No campo das medições de tempo, sistemas de navegação de satélites e coordenação de tempo internacional tornaram possível determinar-se uma locação com bastante exatidão - permitindo a operação de uma rede mundial de sistemas de computadores, e assegurando o pouso de uma aeronave em condições de baixa visibilidade.

O Sistema Internacional de Unidades - SI foi sancionado em 1960 pela Conferência Geral de Pesos e Medidas e constitui a expressão moderna e atualizada do antigo Sistema Métrico Decimal, ampliado de modo a abranger os diversos tipos de grandezas físicas, compreendendo não somente as medições que ordinariamente interessam ao comércio e à indústria (domínio da metrologia legal), mas estendendo-se completamente a tudo o que diz respeito à ciência da medição. O Brasil adotou o Sistema Internacional de Unidades - SI em 1962. A Resolução nº 12 de 1988 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - CONMETRO, ratificou a adoção do SI no País e tornou seu uso obrigatório em todo o território nacional (INMETRO, 2006).

As sete unidades de base são: Comprimento (m), Massa (kg), Tempo (s), Corrente Elétrica (A), Temperatura termodinâmica (K), Quantidade de substância (mol) e Intensidade luminosa (cd) (INMETRO, 2006). Com o progresso da ciência e com o aprimoramento dos métodos de medição, torna-se necessário revisar e aprimorar periodicamente as suas definições. Quanto mais exatas forem as medições, maior deve ser o cuidado para a realização das unidades de medida.

3 ENSINO DE METROLOGIA EM CURSOS DE ENGENHARIA

Medir faz parte do dia-a-dia do ser humano, mas nem sempre nos damos conta de quanto à metrologia está presente. Ao acordarmos utilizamos normalmente um despertador. Mesmo aqueles que se utilizam de um serviço telefônico não podem esquecer que "em algum lugar" a hora está sendo medida. Ao realizarmos nossa higiene diária utilizamos produtos industrializados (sabonete, pasta de dente, creme de barbear, xampu, perfume, etc.) que foram medidos anteriormente (peso, volume, composição química, etc.) e liberados para

comercialização. Nos restaurantes que servem "comida a quilo", nos deparamos com mais um exemplo de como a metrologia nos afeta.

Para o automóvel não ficar sem combustível e nos deixar parados no meio da rua, existe um indicador da quantidade de combustível do tanque que nos orienta para a hora do reabastecimento. Para não sermos multados por excesso de velocidade, os veículos possuem um velocímetro que também nos orienta.

Ao utilizarmos um táxi, o taxímetro mede o valor da tarifa em função da distância percorrida. No posto de gasolina, nos deparamos com um sistema de medição da quantidade de combustível colocada no tanque de combustível de nosso carro.

Em casa, no escritório, lojas, escolas, hospitais e indústrias existe a medição do consumo de energia elétrica, água, gás e das ligações telefônicas (esta última realizada nas concessionárias).

Para a nossa garantia durante o *check-up* médico são utilizados instrumentos tais como eletrocardiógrafos, termômetros, esfigmomanômetros, entre outros. Os exemplos anteriores e diversos outros que poderíamos assinalar demonstram como é impossível para o homem viver sem os instrumentos e/ou sistemas de medidas (CNI, 2002).

Além disso, a necessidade de medir é muito antiga e remonta à origem das civilizações. Por longo tempo cada país, cada região, teve seu próprio sistema de medidas. Essas unidades de medidas, entretanto, eram geralmente arbitrárias e imprecisas, como por exemplo, aquelas baseadas no corpo humano: palmo, pé, polegada, braça, côvado (IPEM-SP, 2008).

Padrões de comprimento baseados no corpo humano, tais como a mão, o palmo e o pé, foram usados no início dos tempos. O primeiro padrão conhecido surgiu no Egito com o faraó Khufu, durante a construção da Grande Pirâmide (ano 2900 antes de Cristo). Era um padrão de granito preto, e foi chamado de "Cúbito Real Egípcio". Ele tinha o comprimento equivalente do antebraço até a mão do faraó. Este padrão de trabalho foi muito eficiente, pois garantiu uma base para a pirâmide quase que perfeitamente quadrada (o comprimento de cada lado da base não desviou mais que 0,05% do seu valor médio de 228,6 metros) (CNI, 2002).

A ausência de padrão de unidade criava muitos problemas para o comércio, porque as pessoas de uma região não estavam familiarizadas com o sistema de medir das outras regiões, e também porque os padrões adotados eram, muitas vezes, subjetivos. As quantidades eram expressas em unidades de medir pouco confiáveis, diferentes umas das outras e que não tinham correspondência entre si.

Por outro lado, a educação metrológica apresenta uma história muito recente quando comparada com a história do ensino fundamental, médio e superior. Somente em 1942, durante o governo do presidente Getúlio Vargas, através do decreto-lei nº 4731, de 23 de setembro de 1942, é que o ensino de Metrologia começa a ser organizado no Brasil, ficando sob a responsabilidade do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) a implantação de um curso voltado para a formação de metrologistas. Este curso entrou em funcionamento no ano de 1945 e tinha a finalidade de oferecer preparo técnico de pessoal para desempenhar o papel de fiscalizar e calibrar instrumentos de medição dentre outras atividades previstas na legislação metrológica vigente na época (PUC-RIO, 2011).

A grade curricular deste curso de Metrologia é composta por seis disciplinas: matemática, noções de física aplicada à Metrologia, noções de desenho, prática de calibração de instrumentos de medição e trabalhos práticos de oficina. O ensino era essencialmente prático, limitando-se à teoria somente as noções básicas indispensáveis à compreensão das matérias. A duração do curso era de oito meses, dividido em dois períodos (DIAS, 1998).

Com a Resolução nº 23, de 27 de junho de 1946, adotada pela Comissão de Metrologia, foram estabelecidos níveis distintos para os cursos de formação de fiscais, calibradores e auxiliares metrológicos. Neste sentido, foram admitidos pelo menos 3 níveis de competência,

classes A, B e C. Para a classe A, era exigido o antigo curso ginásial, hoje conhecido como ensino fundamental. Os cursos de classe B e C eram de caráter prático e formavam profissionais aptos para atuarem em órgãos metrológicos de aparelhamento limitado. Os auxiliares metrológicos de classe B e C poderiam candidatar-se a cursos de classe A depois de estagiarem 3 anos em órgãos metrológicos (DIAS, 1998).

As discussões sobre educação e aperfeiçoamento em temas relacionados à medição e instrumentação nas sociedades letradas, que, via de regra, se restringem à formação acadêmica de profissionais, engenheiros e cientistas, têm visto seu impacto no desenvolvimento das sociedades diminuído por estreitarem o potencial imenso de seus efeitos sobre a formação universal do homem. De uma maneira geral, compreendem a educação formal propriamente dita o treinamento e o desenvolvimento continuado por meio de cursos e similares. Composta de elementos formais e informais, discutem-se, aqui, apenas a educação e o treinamento regulares, ficando os informais para outra oportunidade (FROTA, 2006).

Os componentes da formação podem ser assim compreendidos: a educação consolida conhecimento, raciocínio e habilidades intelectuais. O treinamento diz respeito ao desenvolvimento de habilidades práticas. Já o desenvolvimento continuado consiste no permanente processo de acesso e absorção de conhecimento e aperfeiçoamento de habilidades ao longo da vida, das ciências e dos avanços tecnológicos, bem como do amplo e complexo espectro de demandas profissionais.

A educação e o treinamento relacionados à tecnologia e à ciência das medições e da instrumentação limitaram-se ao desenvolvimento de profissionais (técnicos) e sua especialização profissional para o mercado de trabalho, não importando quão estreita pudesse ter sido considerada esta visão educacional. Habilidade em medir e aplicar apropriadamente os princípios de medição deve ser vista como capacidade inerente a todas as pessoas indistintamente, de forma a poderem funcionar positivamente na sociedade moderna. Também importante é enfatizar que a formação, para além do adestramento de mão de obra profissionalizada, deve, assim, contemplar a preservação da sociabilidade para que o indivíduo possa, mantendo a sua individualidade, bem se desempenhar tanto em sociedade quanto no reduto privado da sua vida pessoal e familiar.

3.1. O ensino de metrologia no Curso de Engenharia de Automação Industrial do CEFET-MG CAMPUS ARAXÁ

A disciplina de Metrologia do Curso de Engenharia de Automação Industrial do CEFET-MG CAMPUS ARAXÁ apresenta a seguinte ementa: “Metrologia no contexto da qualidade. Sistemas internacionais de medidas, instrumentos de medição; tolerâncias e ajustes, controle estatístico das medidas, determinação de incertezas de resultados experimentais, qualificação de instrumentos de medição e de padrões. Confiabilidade metrológica: características dos sistemas de medição. Instrumentos e técnicas de medição de grandezas mecânicas. Aplicação industrial da medição dimensional”.

Por isso, a disciplina deverá possibilitar ao estudante:

- Aplicar a metrologia no contexto da qualidade.
- Desenvolver cálculos e conversões no sistema internacional de unidades.
- Executar medições com os principais instrumentos de medição e aplicar as normas de tolerância e ajustes.
- Calcular incertezas de medição.
- Qualificar instrumentos de medição.
- Identificar a aplicação da medição dimensional na indústria.

Apesar da ementa ser bastante abrangente, mas no que se refere à carga-horária, esta não atende adequadamente aos objetivos de uma disciplina de metrologia em um curso de engenharia. As 30 (trinta) horas previstas no curso representam menos de 1% da carga-horária do curso (3.600 horas). Com essa carga-horária, não é possível mostrar a integridade dos conteúdos necessários ao ensino de metrologia. Apenas princípios e informações básicas são possíveis de serem apresentados. Essa realidade compromete a qualificação dos alunos, pois quando precisam de conhecimentos mais avançados precisam procurá-los em atividade extraclasse.

3.2. Realidade do ensino de metrologia no Brasil

A preocupante realidade do ensino de metrologia no Brasil também é mostrada em Bernardes et al, 2010, quando é dito que a engenharia recorre aos conhecimentos das ciências puras como a Matemática e a Física, assim como às contribuições dos cursos de Ciências Sociais e Administração, utilizando-se de diversas práticas de Análise de Projetos para resolução dos mais variados tipos de problemas, visando a melhoria dos sistemas produtivos.

Esta abordagem multidisciplinar tem sido identificada e implementada pela maioria das instituições de ensino que oferecem a carreira de Engenharia em suas diversas habilitações. Entretanto, podemos constatar a pouca relevância dada ao Ensino de Metrologia em seus cursos. Um levantamento preliminar indicou que a disciplina Metrologia é oferecida em poucos cursos de engenharia e, na maioria das vezes, consta apenas como um tópico dentro da cadeira de Normalização. Noções básicas de Processos de Medição são introduzidas em cursos iniciais de Física, sem que exista uma relação com disciplinas da grade profissionalizante.

Além disso, em Bernardes et al, 2010 foi constatado que a partir de um levantamento no Banco de Teses da Capes que existe uma acanhada produção sobre os temas Metrologia em relação à Física, conforme apresentada na “Tabela 1”, em parte devido à pouca disseminação da Cultura Metrológica na sociedade e no meio acadêmico.

Tabela 1. Assuntos Abordados na Produção Acadêmica Nacional (BERNARDES et al, 2010).

Assunto	Número de Títulos
Metrologia	570
Física	39746

Afirma-se que a base científica ainda não é plenamente aproveitada no setor industrial, onde a inovação continua sendo a exceção, e não a regra. O número de patentes, produtos e serviços de base tecnológica produzidos no país continua muito aquém do necessário e desejado. Isso se reflete na incapacidade do setor industrial de absorver os profissionais pós-graduados. Sem eles, as indústrias não conseguem desenvolver atividades de pesquisa e desenvolvimento capazes de gerar inovação.

Por outro lado, um curso de engenharia deve capacitar o aluno para atuar de forma satisfatória no mercado de trabalho cada vez mais competitivo. Além disso, o aluno precisa ser incentivado a desenvolver a criatividade individual e a convivência coletiva para solução de problemas de sua área. Para atingir esses objetivos, é necessário que o estudante de engenharia saiba utilizar os conceitos básicos e específicos de cada disciplina, relacionando-os com as atividades práticas da engenharia no seu dia-dia.

O engenheiro é por excelência um resolvidor de problemas. A toda hora, em sua atividade profissional, o engenheiro está às voltas com um conjunto de informações esparsas que precisam ser transformadas em uma saída útil e organizada. O resultado dessa transformação é uma das principais atividades que destingem o engenheiro de outros profissionais (BAZZO e PEREIRA, 2006).

A metrologia tem muito a contribuir com a inovação tecnológica por está intimamente ligada à Normalização e à Avaliação da Conformidade. As três funções interferem diretamente na qualidade de um produto ou serviço. A busca da metrologia como um diferenciador tecnológico e comercial para as empresas é, na verdade, uma questão de sobrevivência (CNI, 2002).

A educação metrológica, em termos universais, e no Brasil em particular, reveste-se cada vez mais de importância como elemento estratégico para a construção de um país bem mais desenvolvido que beneficia a nossa sociedade. O engenheiro pode ser partícipe dessa situação porque sua formação leva em conta a busca pela inovação tecnológica.

Mas para que isso aconteça, é necessário colocar a metrologia no patamar em que ela merece e que deveria estar, tendo em vista que a metrologia tem um caráter interdisciplinar muito forte e sua importância não deve ser desprezada em quaisquer áreas do conhecimento. Por esse motivo, na tomada de decisão em qualquer área sujeita à avaliação numérica, a metrologia deve estar presente, assegurando a produção de resultados confiáveis, com base em princípios científicos e metrológicos adequados.

No contexto do ensino de metrologia, é preciso dar mais atenção a esse conteúdo nos cursos de engenharia. É essencial buscar a incorporação de novas tecnologias, como conteúdos básicos e específicos que sejam multiplicadores de conhecimentos metrológicos. Nesta nova sociedade, o papel central do conhecimento é fator decisivo para a produção e desenvolvimento tecnológico.

Um aspecto que não pode deixar de ser explorado na engenharia é questão dos erros e incerteza de medição, pois o procedimento básico para o tratamento dos erros de medição é considerar que eles sempre existem, porque toda medição tem erro. Mesmo elementar, às vezes, podemos esquecê-los e achar que os valores que manipulamos são perfeitos. É que estamos acostumados a aprender a física, por exemplo, por meio de explicações que envolvem valores já suficientemente testados onde foi visto que os erros não podiam alterar conceitualmente as conclusões obtidas das medições. Portanto não é necessário nesses casos carregar junto os valores das incertezas. Em muitos outros casos também esses valores não são fornecidos, no que a pessoa que declara os resultados considera uma garantia de que já realizou todas as análises necessárias de maneira a não haver incerteza nas conclusões.

A análise de erros é uma tarefa sempre trabalhosa e, como mesmo os grandes especialistas podem ter deixado de considerar algum fator, nunca é aceito um resultado de grande importância sem que este tenha sido verificado experimentalmente em mais de um laboratório (MIGLIANO, 2010)

4 AS PRINCIPAIS FUNÇÕES DO INMETRO E DESAFIOS A VENCER

Objetivando integrar uma estrutura sistêmica articulada, o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro) e Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro foram criados pela Lei 5.966, de 11 de dezembro de 1973, cabendo a este último substituir o então Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM) e ampliar significativamente o seu raio de atuação a serviço da sociedade brasileira.

No âmbito de sua ampla missão institucional, o Inmetro tem como objetivo fortalecer as empresas nacionais, aumentando sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços. Sua missão é promover a qualidade de vida do cidadão e a competitividade da economia através da metrologia e da qualidade (INMETRO, 2011)

Dentre as competências e atribuições do Inmetro destacam-se:

- Executar as políticas nacionais de metrologia e da qualidade;
- Verificar a observância das normas técnicas e legais, no que se refere às unidades de medida, métodos de medição, medidas materializadas, instrumentos de medição e produtos pré-medidos;
- Manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no País, de forma a torná-las harmônicas internamente e compatíveis no plano internacional, visando, em nível primário, à sua aceitação universal e, em nível secundário, à sua utilização como suporte ao setor produtivo, com vistas à qualidade de bens e serviços;
- Fortalecer a participação do País nas atividades internacionais relacionadas com metrologia e qualidade, além de promover o intercâmbio com entidades e organismos estrangeiros e internacionais;
- Prestar suporte técnico e administrativo ao Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, bem assim aos seus comitês de assessoramento, atuando como sua Secretaria-Executiva;
- Fomentar a utilização da técnica de gestão da qualidade nas empresas brasileiras;
- Planejar e executar as atividades de acreditação de laboratórios de calibração e de ensaios, de provedores de ensaios de proficiência, de organismos de certificação, de inspeção, de treinamento e de outros, necessários ao desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos no País.

No campo do ensino e da pesquisa em metrologia, nota-se que o Inmetro tem muitos desafios a vencer. Um dos principais desafios é a disseminação da cultura metrológica no Brasil. Apesar de a metrologia ter grande importância na sociedade, a maioria da população desconhece as funções do Inmetro. É preciso popular a metrologia. Após essa popularização, certamente as instituições de ensino incluam a metrologia nos seus currículos, de forma mais abrangente e mostrem a todos que benéficos dos ensinamentos metrológicos podem contribuir para desenvolvimento da sociedade. Outro ponto importante a ser mostrado é que a metrologia também está empenhada com a defesa do consumidor, à medida que promove o desenvolvimento de normas e procedimentos indispensáveis para segurança e proteção dos direitos do povo brasileiro.

A metrologia precisa dialogar tanto com o mundo acadêmico, como com o mundo industrial. Além disso, ela precisa informar o grande público, que hoje vive numa era cada vez mais tecnológica, não apenas para protegê-lo e orientá-lo, mas para poder contar com seu auxílio na realização das importantes tarefas metrológicas impostas pela sociedade moderna.

A educação metrológica deve-se valer de todos os recursos modernos, dando ao aprendizado e à transmissão de informação uma roupagem também moderna, bastante adequada à sociedade tecnológica em que vivemos. A ampliação dos conhecimentos de metrologia no meio acadêmico deve ser prioridade nas instituições de ensinos técnicos e na engenharia porque essa disciplina é o ponto-chave para o desenvolvimento do país. Com um ensino de metrologia eficiente podem-se produzir bens e serviços de qualidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Esteves (2009), a metrologia está fora do catálogo de cursos técnicos porque ainda é considerada por muitas pessoas, do meio acadêmico, ferramenta acessória de outras carreiras. Este é um problema que deve ser enfrentado por todos que militam nesta ciência, já que produz como resultado indivíduos que usam a metrologia apenas como respaldo de normas de qualidade sem dar o devido interesse a ciência que quantifica a qualidade para uma melhor otimização das cadeias produtivas. É preciso valorizar a formação em metrologia, não apenas como ferramenta de outras ciências, mas com saber e linguagem próprios. Temos que nos aventurar mais agressivamente na divulgação científica de experiências educacionais na área da metrologia, para que possamos difundir, de forma mais efetiva esta ciência.

Todo engenheiro realiza frequentemente medições experimentais em sua atividade profissional e utiliza normas e regulamentos técnicos para atender às exigências de Avaliação da Conformidade em produtos, processos ou serviços. Este profissional deve estar apto a identificar e atender às demandas sociais, tecnológicas e científicas de um processo produtivo, que deve estar presente em sua rotina (BERNARDES et al, 2010)

No caso do ensino de metrologia em cursos de engenharia, a universidade deve capacitar o aluno para a utilização correta do equipamento de medição. Deve também promover o conhecimento do método de medição de modo que o aluno saiba avaliar as condições ambientais, decidir sobre a realização ou não das medições, selecionar adequadamente a amostra a ser avaliada, registrar e interpretar o resultado das medições.

No âmbito do ensino, na maioria das universidades, a disciplina metrologia não tem merecido muita atenção por parte dos dirigentes. Mas ao contrário do que se pensam muitas disciplinas dos cursos de engenharia e técnico utilizam a medição como base de verificação de resultados, mas sem as devidas preocupações com as tolerâncias, análise de erros e incertezas de medição, calibração, entre outras.

Em relação ao ensino de metrologia em cursos de engenharia, cabe ao Inmetro estreitar a relação com universidades e instituições. Isso pode ser feito com oferecimento de cursos de qualificação para professores e alunos, além de apresentação de seminários temáticos nas escolas para mostrar as ações mais importantes desse Órgão Governamental. Apesar das importantes ações do Inmetro no cenário nacional, a globalização tem exigido um grande esforço de reestruturação da metrologia, deflagrando um forte movimento de articulação dos institutos metrológicos nacionais, nos diferentes países, dentro de estruturas regionais, sub-regionais e globais.

Agradecimentos

O autor agradece à Diretoria do CEFET-MG pelo apoio na elaboração e apresentação desse trabalho no COBENGE 2011.

6 REFERÊNCIAS

BAZZO, Walter Antônio; Pereira Luiz Teixeira do Vale. *Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos*. Editora da UFSC, 2006.

BERNARDES, A. T. SANTOS, M. C. H. CARDOSO, C. A. SANTOS, L. A. S. *A metrologia e a avaliação da conformidade no ensino de engenharia: uma proposta do Inmetro*. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro. COBENGE, 2010.

CNI- Confederação Nacional da Indústria. *Projeto Sensibilização e Capacitação da Indústria em Normalização, Metrologia e Avaliação da Conformidade*. 2ª edição, Brasília, 2002.

CONEJERO, A. S.. “A importância da metrologia”. Disponível em: <http://www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sti/indBraOpoDesafios/coletanea/Metrologia/Artigo3-AntonioConejero.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2009.

DIAS, José Luciano de Mattos. *Medida, normalização e qualidade; aspectos da história da metrologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Ilustrações, 1998. 292 p.

ESTEVES, F. S. *O ensino de metrologia no Instituto Federal do Rio de Janeiro ciência ou ferramenta?* V Congresso Brasileiro de Metrologia, 2009.

FROTA, M. Finkelstein, N. L. *Educação em metrologia e instrumentação: demanda qualificada no ensino das engenharias*. Revista de Ensino de Engenharia, v. 25, n. 1, p. 49-65, 2006 – ISSN 0101-5001.

INMETRO-Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia VIM*, 2008.

INMETRO-Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. *Metrologia*. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/>> Acesso em: 05 mai. 2006.

INMETRO-Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. *Histórico do Inmetro*. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/historico.asp>> Acesso em: 20 fev. 2011.

IPEM-SP-Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo, *Breve História da Metrologia no Brasil*. Disponível em: <<http://www.ipem.sp.gov.br>> Acesso em: 20 mar. 2008.

MIGLIANO, Antonio Carlos da Cunha. *Fundamentos básicos sobre erros*. Disponível em: <http://www2.brazcubas.br/professores1/arquivos/9_migliano/Apostilas/Apostila_Sensores.pdf> Acesso em: 03 jun. 2010.

PUC-RIO. *Ensino de Metrologia no Brasil*. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0212163_05_cap_04.pdf> Acesso em: 15 abr. 2011.

CONTRIBUTIONS OF METROLOGY IN ENGINEERING COURSES

Abstract: *Metrology is the science of measurement, embracing both experimental and theoretical determinations at any level of uncertainty in any field of science and technology. Measurement science is not, however, purely the preserve of scientists. It is something of vital importance to us all. The intricate but invisible network of services, suppliers and*

communications upon which we are all dependent rely on metrology for their efficient and reliable operation. This work presents a study about metrology, embracing this contribution in engineering. The teacher should seek appropriate methodologies to facilitate students' learning, aiming at different interdisciplinary content and relating them to metrology. With this work, we hope to contribute to dissemination of education and research in metrology.

Key-words: Metrology, Metrology in Engineering Education, Inmetro.