

A RELEVÂNCIA DA METROLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Jailson Alves da Silva^a [jailson.alves@terra.com.br]

Adir Moysés Luiz^b [adir@ifrj.br]

^a Colégio Estadual Edmundo Bittencourt, Teresópolis, Brasil

^b Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO

A necessidade de medir e calcular volumes, distâncias e massas de forma cada vez mais precisa tem promovido a evolução da ciência da Metrologia. A história da civilização se confunde com os avanços tecnológicos e aspectos históricos da Metrologia. A sociedade deve ser conscientizada sobre a importância do reconhecimento das unidades e medidas. Este trabalho surgiu a partir da constatação da enorme carência informativa dos alunos do Ensino Médio e da observação de placas, cartazes e outros meios informativos, propagadores de erros em medidas e unidades. A dificuldade dos alunos em informar os valores e unidades corretas no estudo de assuntos exigidos pela área científica, torna-se evidente nas disciplinas de Física, Matemática e Química. No ensino de Física, área de concentração que gerou esta pesquisa, a Metrologia é um pré-requisito importante para promover a relação ensino - aprendizagem. A proposta exposta neste trabalho adquiriu consistência, através de levantamento de dados realizado pelos alunos em pesquisas e observações no cotidiano de suas comunidades. Esta pesquisa revelou aos alunos, após comparação com os dados oficiais, a relevância da Metrologia. O ensino da Metrologia, no entanto, não é enfatizado no conteúdo programático do Ensino Médio, nem nos currículos de Física, Matemática, Química e Biologia - disciplinas que dependem das informações metrológicas. A proposta interdisciplinar, tão valorizada nos PCNs, também requer dados, que seriam facilitados com o ensino da Metrologia. Esta pesquisa vem acender a reflexão a respeito da Metrologia, como assunto indispensável na educação básica.

CONCEITOS RELACIONADOS COM A METROLOGIA

Este estudo tem como proposta a introdução da leitura e interpretação metrológica no Ensino Médio, como informação instrumental para o ensino de Física e áreas afins. A confirmação da importância da metrologia como informação e formação no Ensino Médio, no processo de aprendizagem e no desenvolvimento social, revelou-se necessária a partir da constatação do desconhecimento dos alunos de unidades e grandezas. Verificamos que os alunos têm dificuldades em adequar a linguagem ao significado técnico, de acordo com as normas vigentes, estabelecidas pelo Sistema Internacional de Medidas (SI). Contudo, torna-se imprescindível o domínio desta linguagem técnica e a escola precisa oferecer a alfabetização tecnológica, para que o aluno, bombardeado por uma enorme quantidade de informações, compreenda o mundo que o cerca. No entanto, nem sempre a interpretação destas informações é realizada corretamente, o que acarreta equívocos na leitura e na escrita, tanto de unidades como de grandezas.

A constatação desta realidade foi feita através de observações do cotidiano, entre elas estão: A leitura e a interpretação de uma grandeza trivial, como a leitura de uma placa de trânsito ou a dosagem de um medicamento. Detecta-se, desta forma, que a má leitura e interpretação são decorrentes da falta de informação, ou da utilização inadequada da relação entre unidades e números, determinando, por vezes, grandezas inviáveis. O mesmo acontece nos elevadores de carga, onde algumas empresas utilizam o quilograma, como unidade de peso; restaurantes que

utilizam cartazes como “comida à kilo”. Neste caso ocorrem dois erros: o primeiro é que não existe crase antes da palavra masculina, e o segundo é utilizar o prefixo “kilo” de forma errônea em vez de kg como unidade de massa. Alguns estabelecimentos utilizam “Lts” como unidade de volume; placas de trânsito utilizando o “K” maiúsculo, como no exemplo “Km/h”. Até pouco tempo, a unidade utilizada em produtos dietéticos era “calorias”, omitindo, neste caso, o múltiplo da grandeza, ou seja, em vez de “caloria”, o correto é “quilocaloria”, ocorrendo uma informação errada por um fator de mil. Enfim, Instituições credenciadas, também cometem erros na hora de informar quantidades: medidas de áreas de terra, compra de materiais de construção, que negam informações relevantes como a quantidade e as suas unidades, que são de grande importância para o consumidor. Na verdade, são inúmeros os casos, cuja terminologia é empregada de forma errônea. A difusão de uma cultura metrológica torna-se, portanto, indispensável. É também conveniente uma interação do aluno com seu cotidiano, a fim de que possa interferir na sua realidade.

UMA DIFICULDADE HISTÓRICA

Por outro lado esta dificuldade em definir unidades e grandezas se confunde com a própria história da Metrologia, pois a partir do desenvolvimento cultural da humanidade surgiu a necessidade de uma uniformização de unidades das grandezas físicas. No antigo Egito, sob a jurisdição de Ramsés III da dinastia XII, ocorreu uma das primeiras uniformizações de todos os pesos e medidas, proporcionando grandiosas construções. Vestígios históricos demonstram que antigas tribos primitivas de diferentes partes do mundo, das mais diferentes etnias, tinham o seu próprio sistema de medidas, assim como as civilizações: grega, romana, árabe, hindu, maia, asteca, inca e tantas outras. Entretanto, somente no século XVII a ciência revelou a necessidade das unidades e grandezas, para fins experimentais tornando-se responsável pela divulgação da linguagem metrológica no meio científico.

A uniformização do sistema internacional no Brasil é relatada após a Revolução Francesa, tentando harmonizar as relações diplomáticas e comerciais internacionais. O precursor desta nova tendência foi Cândido Batista de Oliveira que escreveu algumas obras relacionadas à metrologia e suas conversões [1]. Ele escreveu, também, um tratado para o parlamento, sugerindo mudanças radicais no Sistema de Unidades, propondo que a substituição fosse gradual, a realizar-se durante 10 anos, nas escolas secundárias, através do ensino de Metrologia. O Brasil, mais tarde, ingressou na convenção do metro e, posteriormente, fundou o INMETRO, que deu um basta no sistema flutuante.

METROLOGIA E FÍSICA

Para melhor compreensão da importância da Metrologia como instrumento e pré-requisito nas disciplinas da área científica, faz-se necessária uma abordagem sobre sistemas de unidades e análise dimensional. As grandezas podem ser divididas em duas: as grandezas fundamentais e as derivadas. Consideramos como fundamentais as grandezas do sistema MKSQ, que são: comprimento, massa, tempo e carga elétrica. Sendo que as iniciais de MKSQ, possuem o seguinte significado: o “M” refere-se à medida de comprimento em metro (m), o “K” refere-se à medida de massa em quilograma (kg), o “S” refere-se à medida de unidade de tempo em segundo (s) e o “Q” refere-se à medida de carga elétrica em Coulomb (C). As três dimensões fundamentais da mecânica (comprimento, massa e tempo), são chamadas de primitivas, uma vez que todas as outras grandezas da mecânica podem ser derivadas destas. Constatamos que a análise dimensional se faz necessária, para tentar verificar a validade e consistência das fórmulas. Além disso, a análise dimensional é uma ferramenta poderosa que também ser usada para fazer certas previsões.

Geralmente consideramos como suficientes apenas quatro dimensões básicas que são: comprimento em metro (m), massa em quilograma (kg), tempo em segundo (s) e carga elétrica em coulomb (C). As demais grandezas físicas podem ser expressas em termos dessas quatro dimensões

fundamentais. Mais tarde, se introduziu no SI a unidade de intensidade luminosa em candela (cd), o kelvin (K) e a corrente elétrica em ampère (A) e o mol (unidade de quantidade de matéria).

O INMETRO considera as sete unidades fundamentais do Sistema Internacional (SI): o metro (m), o quilograma (kg), o segundo (s), a candela (cd), o kelvin (K), o ampère (A) e o mol (unidade de quantidade de matéria). Uma crítica que podemos fazer ao SI é ter considerado as unidades mol, A, K e cd como unidades *fundamentais*. Essas unidades são derivadas das quatro grandezas básicas anteriormente mencionadas (massa, tempo, comprimento e carga elétrica). Dessas quatro unidades derivadas introduzidas no SI, a única que não merece crítica é o kelvin (K), a unidade de temperatura absoluta. É claro que a temperatura em kelvin poderia ser relacionada indiretamente com a energia cinética, porém a fórmula não teria utilidade prática, portanto o kelvin é uma unidade prática de temperatura termodinâmica plenamente justificada. O ampère (A) equivale a um C/s; neste caso, tanto o coulomb quanto o segundo pertencem ao sistema internacional, contudo a unidade fundamental deveria ser o coulomb (C) e não o ampère (A). Entretanto, considerar o mol como unidade *fundamental* nos parece equivocado. Vale ressaltar, que a unidade de massa é o quilograma (kg), enquanto que o mol é uma quantidade de matéria contida na molécula-grama; portanto o mol é uma unidade derivada da unidade de massa e não é uma unidade fundamental. A principal crítica é a introdução da candela; o uso da candela como unidade *fundamental* nos parece completamente equivocado; ela é uma unidade de *intensidade luminosa*, porém no sistema internacional esta unidade deveria se expressa em watt por metro quadrado (W/m^2); portanto esta unidade é uma unidade derivada e não uma unidade fundamental.

A discussão sobre *unidades e dimensões* juntamente com o uso de tabelas descritivas foi parte integrante do conjunto de estratégias aplicadas em turmas do 1º ano do Ensino Médio no Colégio Estadual Edmundo Bittencourt (Município de Teresópolis), usando um cronograma que foi parcialmente desenvolvido, conforme mostramos a seguir. O primeiro passo foi uma pesquisa feita pelos alunos na própria comunidade, sobre temas envolvendo sistemas de unidades, como por exemplo: placas de trânsito, unidades de força máxima indicada nos elevadores e quantidade de massa nos produtos ensacados, enfim tudo que envolva o sistema métrico, ou qualquer informação que seja representada por algum tipo de medida. Dentro destas propostas foram levantadas algumas unidades, que são de grande relevância, para o êxito do nosso trabalho.

O processo de aquisição de informações coletadas pelos alunos, constará de: **pesquisas** sobre observação de unidades, medidas e grandezas expressas nas ruas, comunidades e paisagens cotidianas; **testes e relatórios** nos quais o aluno apresentará e questionará o que encontrou, durante a pesquisa e o grau de importância da decodificação estabelecida; **aulas de metrologia**, apresentando os valores padrões, determinados pelo INMETRO; **análise comparativa**, utilização de tabelas padronizadas, para fins de correção dos dados coletados, apresentando conclusões; **atividades em grupo** nas quais cada grupo privilegiará o conflito de uma unidade de grandeza encontrada e a partir da escolha, construirá um material didático, que será apresentado na Feira de Ciências, com objetivo de esclarecer a comunidade escolar. O teste proposto inicialmente não representa um tipo de avaliação tradicional. Na verdade, esta avaliação visa a utilização da leitura e da interpretação críticas, resultantes da pesquisa realizada pelos alunos, pois uma vez que o material utilizado foi coletado em vários pontos do Município de Teresópolis e que muitos alunos se depararam com estas informações ou deformações, em seus trajetos cotidianos, dar-se-á como incremento da discussão teórico e pedagógica a leitura comparativa entre os dados recolhidos e aqueles padronizados, como corretos.

A aula de apresentação da Metrologia foi realizada em breve exposição, a respeito dos sistemas de unidades, baseados nos dados oferecidos pelo INMETRO. Neste ínterim, passamos a limpo os equívocos, revelando a forma correta de escrever e pronunciar os nomes e símbolos oficiais. Eis o objetivo deste exercício de troca: a realização de um processo interativo, que interfira na realidade, transformando-a, a partir da lapidação do conhecimento trazido pelo aluno, desfazendo os equívocos. Neste momento, o “professor” torna-se um “ourives”. Sobre a aula, as informações catalogadas e selecionadas pelo INMETRO serão apresentadas e comparadas com os dados coletados pelos alunos. Num primeiro momento, propomos uma apresentação das grandezas

e unidades oficiais. Assim poderão ser observadas as diferenças entre as grandezas envolvidas. Outra preocupação diz respeito a observar a escrita e a pronúncia das unidades e grandezas.

A seguir, continuamos a mostrar os quadros descritivos de cada unidade, a fim de mantermos a proposta de mostrar os equívocos e corrigi-los. A introdução desta aula dar-se-á por uma discussão sobre a pronúncia correta e a escrita como descrito na sugestão abaixo. Buscar-se-á, em seguida, a promoção de uma grande discussão, a respeito daquilo que estamos lendo e o seu significado físico. É lógico que os alunos do primeiro ano ainda não têm o conhecimento de todo o conteúdo, que se deve ensinar no Ensino Médio. Portanto, ensinar física, através das grandezas, torna-se menos complicado, quando consideramos o conhecimento trazido pelo aluno. Assim, a parte experimental fornecerá os conhecimentos adquiridos pelo aluno e o envolvimento que ele tem com as grandezas, a partir do seu cotidiano. A associação desse conhecimento com as informações, dados e notações científicas facilitará, ainda mais, a compreensão do conteúdo. Por exemplo: uma breve exposição, através do quadro negro, sobre as potências de dez e suas representações, junto com as operações, seguidas da abordagem a respeito de notação científica, apresentando os múltiplos e submúltiplos das unidades e suas nomenclaturas (prefixos) provocaria uma fértil discussão e a reavaliação das abreviações e redefinição das grandezas.

O nosso objetivo a esta altura do processo proposto não será discutir as grandezas envolvidas com mais profundidade e sim observar as unidades envolvidas no caso acima. E prioritariamente, encaminhar o raciocínio do aluno à percepção das relações intrínsecas, que são estabelecidas entre a grandeza e a unidade, a escrita e a simbologia, bem como ao valor significativo da complementaridade construída entre estes dados. As unidades, que são utilizadas na comunidade, devem ser enfatizadas criticamente, a fim de lembrar a importância do domínio público desses dados.

ELABORAÇÃO DE UM PROCESSO INVESTIGATIVO

Estamos cientes que uma breve apresentação sobre o sistema de unidades não é suficiente para um aprendizado das grandezas envolvidas, por isso o exercício investigativo e o processo comparativo se fazem imprescindíveis. No entanto, podemos propor uma aula sobre a energia elétrica, mesmo sabendo que o conteúdo programático não esteja compatível com a série. No livro Greff [2] a aula começa a partir de observações dos produtos eletrodomésticos, através dos quais o aluno busca relacionar o conhecimento adquirido e herdado da experiência cotidiana, sem ter compreensão científica do fenômeno. Para tanto, discutiremos a questão da energia elétrica, expressa em kwh (quilowatt-hora) e o que significa esta unidade. A princípio pedimos que os alunos tragam as contas de luz residenciais, a fim de analisar mais criticamente sobre o valor do kwh e, em seguida, os encargos advindos deste, através da medição de relógio de luz, com o objetivo de fazer um prognóstico sobre a conta no final do mês.

Finalizando, sugerimos que seja incluído um tópico formal sobre a Metrologia no Ensino Médio, ou pelo menos uma aula de Metrologia, que já justificamos ser necessário pelo exposto neste trabalho. Além disso, consideramos imprescindível uma discussão em sala de aula a respeito das unidades e dimensões das grandezas físicas. Propomos que o professor faça em sala de aula uma discussão sobre as unidades e dimensões toda vez que for introduzido um conceito novo em cada tópico do conteúdo programático do Ensino Médio, ou seja, na Mecânica, na Gravitação, na Termodinâmica, no Eletromagnetismo e na Ótica.

REFERÊNCIAS

- [1] DIAS, José Luciano de Mattos. *Medida da Normalização e Qualidade: Aspectos da história da metrologia no Brasil*. Rio de Janeiro, INMETRO, 1998.
- [2] GREEF, *FÍSICA, Grupo de Reelaboração Ensino de Eletromagnetismo*. São Paulo, USP, 2000.