



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS ENVOLVENDO SISTEMA MÉTRICO

GUIAS DE ORIENTAÇÃO PARA O PROFESSOR

SANDRO SOARES FERNANDES

Orientadora: DEISE MIRANDA VIANNA

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2012

Sumário

1. As Medidas e o Homem.....	1
2. Primeira Atividade.....	26
2.1 Vídeos e textos para motivar.....	27
2.2 Roteiro da primeira atividade.....	31
3. Segunda Atividade.....	34
3.1 Vídeos e textos para motivar.....	35
3.2 Roteiro da segunda atividade.....	37
3.3 Considerações sobre a segunda atividade.....	45
4. Material utilizado nas Atividades.....	46

CAPÍTULO I

AS MEDIDAS E O HOMEM

1.1 INTRODUÇÃO

Atualmente os processos de medições são bem avançados, satisfazendo as necessidades da ciência e tecnologia, mas houve tempos em que o homem utilizava processos bem simples de comparações de medidas para poder sobreviver e viver em grupos. Os pesos e medidas foram, desde as primeiras civilizações, linguagem usada no comércio e podem ser considerados fatores que sustentaram as sociedades por meio de estabelecimento das relações de troca no comércio, da padronização para medir a produção e do suporte dimensional para as ciências e tecnologias. O homem evoluiu e com ele evoluíram os sistemas de medidas.

A História mostra, por exemplo, que nas regiões onde os povos possuíam comércio organizado, além dos sistemas de medidas, a escritura, a aritmética e até mesmo as artes eram muito mais desenvolvidas do que em outros povos que possuíam um comércio débil (SILVA, 2004). Mesmo assim, é preciso salientar que, o comércio por si só não seria suficiente para assegurar o progresso alcançado hoje pela Metrologia¹. O comércio tem maior preocupação com a padronização das medidas e com a aferição delas, do que com o problema da precisão dos padrões. Foram, portanto, as necessidades de outros setores da sociedade, junto com o comércio, que contribuíram para evolução da Metrologia.

Somente com a Revolução Industrial é que a produção passou a ter uma necessidade maior passando a exigir padrões e unidades diferentes dos utilizados pelo comércio.

¹ Metrologia (metrology / métrologie) Ciência da medição e suas aplicações
Vocabulário Internacional de Metrologia, 3ª Edição, IPQ, Novembro 2008

Na Ciência, os pesos e medidas são o suporte dimensional da experimentação e muito conhecimento científico se perdeu no tempo pela simples impossibilidade de poder interpretá-lo com exatidão.

Mesmo com essas necessidades da ciência, não tínhamos a preocupação sobre o problema das unidades de medidas. O mais importante eram as descobertas científicas e não a precisão dos resultados. Hoje percebemos que graças aos avanços tecnológicos, a tecnologia que é usada para efetuar as medições é maior, diminuindo o erro das medidas e aumentando a precisão, graças à melhoria dos instrumentos de medidas.

No contexto político, os pesos e medidas atuam como fatores determinantes de poder. Na Grécia antiga, as medidas eram consideradas atributo de poder, em Atenas, os padrões de pesos e medidas eram dedicados aos deuses e possuíam uma companhia de 15 oficiais, que eram responsáveis pela guarda dos padrões originais e em Roma eram conservados no templo de Juno. Manter um sistema de medidas uniforme e justo mostrava que o reino estava sob controle e garantia a imagem de um rei justo e protetor dos humildes. Manter a uniformidade das medidas em seu reino era sinônimo de um reinado poderoso, e o rei manifestava o seu poder punindo também aqueles que desrespeitavam ou falsificavam os padrões de medidas (SILVA 2004).

Sempre foi e ainda é crime falsificar uma medida. A própria bíblia se preocupa com essa questão.

“Vós não cometeis injustiças nas sentenças, nas medidas de comprimento, de pesos e de capacidade. Vós tereis balanças justas, pesos justos, uma medida justa”. (Lev 9, 35 e 36)

“Deus te julgarás da mesma maneira que tu julgares os outros; com a mesma medida com que medires”. (Mat 7,2)

Mesmo tendo sido, em algumas vezes, muito confuso, devido aos vários padrões que existiam, os sistemas de medidas foram sempre considerados fatores que determinavam justiça social.

Os invasores da América Latina, por exemplo, descreveram com admiração a cultura dos Maias e Astecas, dizendo: “É um tipo de gente que vive com justiça, pesos e medidas” (SILVA, 2004).

Infelizmente, todas essas discussões sobre a importância que os pesos e medidas tiveram para o desenvolvimento científico e social de nossa sociedade e sobre evolução dos sistemas de unidades e seus padrões não são feitas nas nossas salas de aula. Os livros didáticos de Física não têm privilegiado esses assuntos e fazem apenas simples apresentações, na grande maioria, do sistema internacional de unidades.

1.2 OS PRIMEIROS SISTEMAS DE MEDIDAS

As origens dos pesos e medidas perderam-se no tempo e no espaço. Desde a pré-história, a partir do momento em que o homem deixou de ser nômade, era preciso entender e interferir nos domínios da natureza e se fez presente a necessidade de criar um calendário, estabelecer padrões de medidas que o auxiliassem no plantio, colheita e trocas de mercadorias (LONDRON, 2007).

Afinal, será que as medidas foram inventadas ou sempre existiram? A partir do momento em que o homem teve a necessidade de se relacionar socialmente e precisou dividir alguma coisa, ele teve que recorrer ao recurso de convencionar um peso ou uma medida, criando assim a Metrologia.

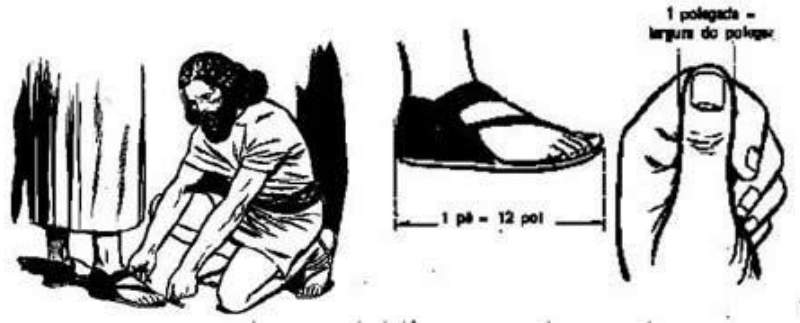
O homem primitivo não necessitava de um sistema de medidas muito sofisticado, precisando apenas ter noções de algumas distâncias, saber se um objeto era “maior que” ou “mais leve que” os outros objetos. As primeiras unidades de comprimento foram estabelecidas tomando como base as dimensões de partes do corpo humano (Figura 5 e 6). Essas unidades eram chamadas de *antropomórficas*, e podemos citar como exemplos, a polegada, o pé, o palmo, os dedos, e o côvado, entre outras mais.

FIGURA 5 - *Côvado de Maia. Museu do Louvre, Paris – França. Espécie de régua com 52,3 centímetros - unidade de medida utilizada pelos egípcios.*



Fonte: <http://www.amorc.org.br/destaques/destaque16.html>, 28/12/2011; 07:22

FIGURA 6 – Algumas medidas antropomórficas



Fonte: <http://www.fisica.net>, 28/12/2011; 07:30

O homem usou seu próprio corpo como padrão de medida, e esse foi o mais antigo sistema de medidas usado. Para as necessidades da época, era bastante eficiente, já que todos os cidadãos o compreendiam bem e o levavam sempre com eles.

À medida que o homem foi evoluindo e suas necessidades foram aumentando, esse sistema já não era mais tão eficiente, pois havia dedos grandes e pequenos, homens altos e baixos, braços maiores do que os outros e era então necessária a criação de um padrão que não gerasse esse tipo de problema.

Abaixo apresento alguns exemplos de sistemas Pré-Métricos utilizados por alguns povos antigos.

BABILÔNIOS

Antebraço humano (50,0 cm) e o beru (10,0 km)

MESOPOTÂMIOS

Palmo (9,30 cm)

Polegar (1/3 do palmo)

Côvado médio (4 palmos)

Côvado grande (5 palmos)

EGÍPICIOS

Remen (derivada do côvado e correspondia à metade da diagonal de um quadrado de lado 7 palmos)

Pé e dedo

Ser (quatro palmos)

Estatura de um homem (21 palmos)

Distâncias longas usavam 20000 côvados.

GREGOS

Pé grego (30,8cm)

Dedo (1/16 do pé)

Plethron (100 pés)

Estádio (600 pés, e medida pela primeira vez por Hércules. Era a distância que o homem poderia correr sem respirar)

ROMANOS

Pé Romano (29,6cm)

Digitus (1/16 do pé)

Palmus (1/4 do pé)

Passus (5 pés)

Mille Passus (1000 passos ou 5000 pedes)

Leuga (7500 pedes)

CHINESES

Um tronco de bambu que era usado como unidade de medida de comprimento a partir da distância entre seus extremos. A invariabilidade era garantida pela imposição de que o tubo emitisse sempre determinada nota musical quando usado como apito. Sua capacidade era usada como unidade de volume, e o peso de determinado material que preenchia o interior do tronco era usado como unidade de massa.

O homem é muito pequeno, para ser usado como instrumento de medida para grandes distâncias, e ao mesmo tempo muito grande para ser adotado como padrão de medidas universal.

Era necessário criar padrões que fossem imutáveis e universais. O plano então era elaborar um sistema de unidades baseado num padrão da natureza, imutável e indiscutível. Como a natureza não pertence a ninguém, tal padrão poderia ser aceito por todas as nações e se tornaria um sistema universal.

A dificuldade em estudar os padrões antigos, se dá pelo fato que eram confeccionados em couro, madeira ou até mesmo em bambu, sendo assim de durabilidade pequena. A necessidade de haver um padrão de medida era objetivo de vários povos e buscavam fundamentalmente que fossem inalterados. Geralmente esses padrões eram expostos em praças públicas, prefeituras ou entradas de igrejas. Para as unidades de comprimento era comum materializar a unidade construindo uma régua, cujo comprimento indicava a unidade de base e das derivadas. O mais duradouro e mais conservado desses instrumentos se encontra exposto no museu do Cairo, era chamado de *devakh*, e era usado pelos egípcios (SILVA, 2004). O *devakh* era usado para distâncias pequenas, já para longas distâncias os egípcios usavam, por exemplo, a distância alcançada por uma flecha ou então à distância percorrida por um homem a pé durante um dia.

Para o volume, geralmente eram usados recipientes. Estudos constataram que os volumes desses recipientes não variaram muito ao longo dos tempos, mais houve diminuição de seus diâmetros, que se devia ao fato de na Idade Média se oferecer ao cliente um pouco mais do que o devido, por meio de uma medida com transbordo, como quando compramos um saco de pipocas. Diminuindo o diâmetro, diminuía-se também o volume de transbordo. Na figura 7 abaixo, estão algumas peças de vasos achados na Inglaterra e na Holanda, onde foi observada esta propriedade de, apesar dos três terem a mesma capacidade, o volume de transbordo era menor nos vasos de baixo em relação ao de cima.

Figura 7: Vasos com diferentes volume de transbordo



Fonte: *Noções Elementares de Archeologia, obra Illustrada com 324 gravuras e uma Introduccão, I. De Vilhena Barbosa.*

As unidades de medidas agrárias tinham como base o tempo de trabalho humano e também na quantidade de grãos semeados, sendo essa última mais vantajosa, pois permitia medir melhor o valor econômico da superfície de plantio.

Para unidades de massa, o padrão mais antigo que se conhece, foi o uso de sementes e as primeiras balanças eram do tipo de braços (Figura 8), onde de um lado ficava o padrão e do outro o que se pretendia pesar, foram usadas por cerca de 3000 anos e só em 200 a.C outro tipo de balança também passou a ser utilizado.

Figura 8: Balança de braço



Fonte: <http://servlab.fis.unb.br>, acesso: 28/12/2011, 07:40

Eram as balanças de braços desiguais, onde o objeto a ser pesado ficava a distância fixa e o padrão possuía um cursor móvel, era a chamada balança romana (Figura 9). Uma balança era de boa qualidade se possuísse Justeza, fidelidade e sensibilidade.

Figura 9: Balança Romana



Fonte: <http://servlab.fis.unb.br>, acesso: 28/12/2011; 07:42

Antes da criação do Sistema Métrico, houve várias tentativas de unificação dos sistemas de medidas. De todas, a que obteve maior êxito, foi a de Carlos Magno, que só perdeu força com a queda do poder real durante a Idade Média, quando os senhores feudais implantaram os sistemas de medidas que os interessavam.

A França foi o país com mais tentativas de unificação, talvez por que possuísse cerca de 250 mil unidades de pesos e medidas.

A Inglaterra também fez algumas tentativas de unificação, sem êxito, até que no início do século XVII, devido aos progressos científicos e tecnológicos, criou um sistema metrológico mais preciso e útil, que foi utilizado até o ano de 1975, quando então adotou o Sistema Internacional.

As relações comerciais tiveram papel importante na unificação dos sistemas de medidas, já que as mercadorias importadas eram quantificadas segundo os padrões de quem exportava. Logo, quando determinado país se firmava como exportador, seu sistema de medidas passava a ser incorporado ao do país comprador.

O colonialismo é claro também atuou como fator de exportação dos sistemas de medidas utilizados pelas colônias. Então podemos destacar os processos de colonizações, o mercantilismo e também a revolução industrial no século XVII, como fatores fomentadores da criação de um Sistema Métrico de Unidades.

1.3 SISTEMA MÉTRICO

O Sistema Métrico possui um componente social importante, pois representa o símbolo de uma conquista social que pôs fim aos abusos comerciais e estabeleceu uma ordem metrológica na época de sua criação, colaborando para o fim do feudalismo europeu, na época da Revolução Francesa.

Os historiadores atribuem ao padre Gabriel Mouton (1618-1694), matemático e astrônomo, como criador do Sistema Métrico Decimal de Unidades, que em 1670, propôs a adoção da décima milionésima parte do arco de um quarto de um círculo máximo do globo terrestre como unidade de medida linear e com submúltiplos decimais. Na mesma época, Tito Burattini, propôs a utilização de um pêndulo com período de 2 segundos, como medida linear universal. Tentativa que não obteve aceitação, pois na época já se sabia que o período do pêndulo dependia do local do experimento.

Em 1747, o francês La Candamine sugeriu que se adotasse o comprimento do pêndulo de período 2 segundos, no equador, como unidade de medida, proposta que também foi descartada continuando assim as discussões.

Algumas atitudes tomadas pelos franceses facilitaram a instalação futura de um sistema de unidades universal.

Entre elas podemos destacar a abolição dos privilégios feudais, a proclamação dos Direitos do Homem e do Cidadão, afirmando a igualdade de todos perante a lei e a retirada do direito que os senhores feudais tinham sobre a metrologia.

Charles Maurice de Talleyrand, em 1790, apresentou na Assembléia Nacional Francesa, uma proposta de unificação dos pesos e medidas, que foi votada pela Assembléia Nacional, em 8 de maio, e aceita por Luiz XVI, em 22 de agosto de 1790. Charles propôs que os padrões fossem baseados na natureza, e que fossem utilizados em todo o mundo.

Três foram as propostas para se criar um padrão: a longitude do pêndulo de período dois segundos, a medida de um arco do equador e a medida de um arco de meridiano. A Academia de Ciências Francesa foi a favor da adoção da fração do arco do meridiano como padrão de comprimento.

Ficou então acertado que a décima milionésima parte da quarta parte de um arco de meridiano terrestre (um arco de meridiano de 9,5 graus seria medido entre Dunkerque e Barcelona), medido entre o Equador e o Pólo Norte, seria adotada como unidade de medida e seria chamada de *mètre*, termo derivado do latim "*metru*", que significa "uma medida" e do grego "*metron*", que significa "medir". Para a unidade de massa, fixou-se ser um decímetro cúbico de água, em condições especiais a serem determinadas. É importante salientar que uma das inovações dessa proposta foi a adoção do sistema de numeração decimal para o novo sistema de medidas.

Antes era comum o uso de outras bases de numeração para os sistemas de medidas, como o duodecimal e o sexagesimal.

A vontade era que as medidas e a preparação dos padrões fossem feitos em sete meses, contudo, devido a problemas políticos e dificuldades práticas em realizar as medições, o trabalho se arrastou por aproximadamente 10 anos. Tendo sido começada em 1792, a medição completa do arco de meridiano e o estabelecimento da unidade de massa somente terminaram em fins de 1798. Todos os procedimentos desta busca pelos padrões de medidas foram publicados em 1810 por Dalambre, que lá descreve com clareza todas as dificuldades e resultados obtidos (LONDRON, 2007).

A confecção de instrumentos de medidas, as medições, os cálculos e verificação final dos resultados exigiram a participação de diversos especialistas.

O mundo conhecia, pela primeira vez, uma Metrologia comum e de poder, que proporcionava raciocinar e produzir tecnicamente de maneira homogênea. A implantação definitiva ocorreu apenas em 1840, por intermédio de decreto do governo, que exigia a utilização do novo sistema por toda a sociedade.

É claro que a reeducação não foi fácil, a adaptação foi lenta e ainda se leva em conta o grande custo para essa readaptação das novas unidades a sociedade (SILVA, 2004).

No início do século XX, cerca de 30 países já adotavam o novo sistema, e o Brasil já havia adotado em 1872. Com essa expansão do Sistema Métrico, houve a necessidade da criação de um órgão que fosse responsável pela regulamentação e manutenção dos padrões, para os países que o adotassem.

Foi assim que, em 20 de maio de 1875, delegados de 18 países, reunidos em Paris, assinaram o tratado conhecido como “*Convenção do Metro*”, se comprometendo a fundar um organismo internacional denominado *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM), com sede em Paris. O órgão seria encarregado, dentre outras tarefas, de estabelecer os padrões fundamentais, criar e conservar protótipos internacionais.

Foi construída uma peça de platina, com 10% de irídio, para que a variação com a temperatura fosse desprezível, e seu formato, uma seção em “X”, para que fosse mais rígida (Figura 9). Esse novo padrão era ligeiramente menor do que o anterior (600 milionésimos do metro).

E em 1889, o metro foi definido como a *distância entre os eixos de dois traços principais marcados na superfície neutra do padrão internacional depositado no Bureau International des Poids et Mesures, conservado a zero grau Celsius, a uma pressão de 760 mmHg, apoiado sobre seus pontos de mínima flexão.*

FIGURA 9: Barra de platina-irídio utilizada como protótipo do metro de 1889 a 1960.



Fonte: <http://www.metrologia.ctc.puc-rio.br/>, acesso: 28/12/2011, 07:55

Em 1960, o metro foi redefinido como sendo a medida equivalente a 165.076.373 vezes o comprimento de onda, no vácuo, da radiação laranja-vermelho no isótopo 86 do criptônio. Essa medida apresentava um erro de 4 unidades por bilhão, que ainda assim deixava alguns cientistas desconfortáveis com esse valor.

A partir de 1983, na 17ª Conferência Geral dos Pesos e Medidas, o metro passou a ser padronizado como a distância percorrida pela luz, no vácuo, durante um intervalo de tempo de $1/299.792.458$ do segundo.

Hoje em dia, cerca de 45 físicos trabalham nos laboratórios do BIPM, fazendo pesquisas metrológicas, comparando unidades internacionais e verificando padrões. Esses trabalhos são publicados anualmente em forma de relatório detalhado, durante sessões do Comitê Internacional.

O desenvolvimento de um sistema de pesos e medidas com abrangência internacional, tinha não só razões práticas, mas também políticas. O metro foi um símbolo da Revolução Francesa, símbolo da Igualdade entre os povos.

A inscrição “*Para todos os tempos e para todos os povos*”, aparece na medalha comemorativa da promulgação do novo sistema de unidades de pesos e medidas francês. O lema da Revolução Francesa foi “*Liberdade, igualdade, fraternidade e sistema métrico decimal para todos os tempos e para todos os povos*” (LANDRON, 2007).

1.4 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Um sistema de medidas eficiente é aquele que satisfaz as necessidades das atividades relacionadas à Metrologia e junta determinadas unidades que representam todas as grandezas mensuráveis. Ele deve ser simples, coerente e suficiente para garantir a elaboração de sistemas de equações físicas independentes e compatíveis.

O Sistema Métrico foi o primeiro sistema de medidas coerente, porém restrito, pois só permitia a medição de grandezas lineares e de massa, não incluindo nem mesmo o segundo. Com o avanço tecnológico houve a necessidade de se criar novas unidades e outros sistemas de medidas.

Havia então a necessidade de criar um sistema único que englobasse todas as unidades conhecidas e que pudessem ser usadas internacionalmente. Esse sistema foi criado, em 1960 e denominado Sistema Internacional (SI), o qual é usado por todos os países que são membros do BIPM. Esse novo sistema combinava várias unidades de medidas que usamos atualmente.

Em 1968, o Sistema Internacional foi fundamentado, e os membros do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) ficaram responsáveis por uma série de atribuições. A tabela 2, abaixo apresenta uma descrição de cada unidade do Sistema Internacional (SI).

Tabela 2: Unidades do Sistema Internacional de Unidades

Nome	Símbolo	Tipo de Unidade	Descrição
Metro	m	Comprimento	<i>Comprimento do trajeto percorrido pela luz, no vácuo, durante 1/299792458 segundo.</i>
Quilograma	kg	Massa	<i>Corresponde à massa do protótipo internacional constituído por um cilindro de platina e 10% de irídio, depositado na BIPM, em Sévres, Paris.</i>
Segundo	s	Tempo	<i>Duração de 9192631770 períodos da radiação entre dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo e césio 133, em repouso, à temperatura de 0K</i>
Ampère	A	Corrente elétrica	<i>Intensidade de corrente constante que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível e colocados a uma distância de um metro um do outro, no vácuo, produz força igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newtons por metro de comprimento.</i>
Kelvin	K	Temperatura termodinâmica	<i>É a fração 1/273, 16 da temperatura termodinâmica no ponto tríplice da água.</i>
Mol	mol	Quantidade de Matéria	<i>Quantidade de matéria de um sistema contendo a mesma quantidade de entidades elementares que contém 0,012 kg de carbono 12.</i>
Candela	cd	Intensidade Luminosa	<i>Intensidade luminosa em dada direção, de uma fonte que emite um raio monocromático de frequência igual a $540 \cdot 10^{12}$ Hz e cuja intensidade energética, nessa direção, é de 1/683 watt por esterradiano.</i>

Fonte: <http://www.inmetro.gov.br>

A tabela 3 mostra algumas unidades derivadas, expressas a partir das unidades de base.

Tabela 3: Unidades derivadas

GRANDEZA	[UNIDADE SI]	
	NOME	SÍMBOLO
superfície	metro quadrado	m ²
volume	metro cúbico	m ³
velocidade	metro por segundo	m/s
aceleração	metro por segundo ao quadrado	m/s ²
número de ondas	metro elevado à potência menos um (1 por metro)	m ⁻¹
massa específica	quilograma por metro cúbico	kg/m ³
volume específico	metro cúbico por quilograma	m ³ /kg
densidade de corrente	ampère por metro quadrado	A/m ²
campo magnético	ampère por metro	A/m
concentração (de quantidade de matéria)	mol por metro cúbico	mol/m ³
luminância	candela por metro quadrado	cd/m ²
índice de refração	(o número) um	1*

Fonte: <http://www.inmetro.gov.br/>

Na tabela 4, encontramos unidades do Sistema Internacional derivadas, possuidoras de nomes especiais e símbolos particulares.

Tabela 4: Unidades derivadas com nomes especiais.

GRANDEZA DERIVADA	UNIDADE SI DERIVADA			
	NOME	SÍMBOLO	EXPRESSÃO EM OUTRAS UNIDADES SI	EXPRESSÃO EM UNIDADES SI DE BASE
ângulo plano	radiano ^(a)	rad		$m \cdot m^{-1} = 1$ ^(b)
ângulo sólido	esterradiano ^(a)	sr ^(c)		$m^2 \cdot m^{-2} = 1$ ^(b)
freqüência	hertz	Hz		s^{-1}
força	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
pressão, esforço	pascal	Pa	N / m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energia, trabalho, quantidade de calor	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
potência, fluxo de energia	watt	W	J / s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
quantidade de eletricidade, carga elétrica	coulomb	C		$s \cdot A$
diferença de potencial elétrico, força eletromotriz	volt	V	W / A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
capacidade elétrica	farad	F	C / V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
resistência elétrica	ohm	Ω	V / A	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
condutância elétrica	siemens	S	A / V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
fluxo de indução magnética	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
indução magnética	tesla	T	Wb / m^2	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
indutância	henry	H	Wb / A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
temperatura Celsius	grau Celsius ^(d)	$^{\circ}C$		K
fluxo luminoso	lúmen	lm	$cd \cdot sr$ ^(c)	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
iluminamento	lux	lx	lm/m^2	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
atividade (de um radionucleico)	becquerel	Bq		s^{-1}
dose absorvida, energia específica, (comunicada), kerma	gray	Gy	J / kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
equivalente de dose, equivalente de dose ambiente, equivalente de dose direcional, equivalente de dose individual, dose equivalente num órgão	sievert	Sv	J / kg	$m^2 \cdot s^{-2}$

Fonte: <http://www.inmetro.gov.br>

Temos mais exemplos na tabela 5, de unidades SI derivadas, cujos nomes e símbolos tem nomes especiais e símbolos particulares.

Tabela 5: Unidades do SI com nomes especiais e símbolos particulares

GRANDEZA	UNIDADE SI DERIVADA		
	NOME	SÍMBOLO	EXPRESSIONAMENTO EM UNIDADES SI DE BASE
viscosidade dinâmica	pascal segundo	Pa . s	$m^{-1} . kg . s^{-1}$
momento de uma força	newton metro	N . m	$m^2 . kg . s^{-2}$
tensão superficial	newton por metro	N / m	$kg . s^{-2}$
velocidade angular	radiano por segundo	rad / s	$m . m^{-1} . s^{-1} = s^{-1}$
aceleração angular	radiano por segundo quadrado	rad / s ²	$m . m^{-1} . s^{-2} = s^{-2}$
fluxo térmico superficial, iluminamento energético	watt por metro quadrado	W / m ²	$kg . s^{-3}$
capacidade térmica, entropia	joule por kelvin	J / K	$m^2 . kg . s^{-2} . K^{-1}$
capacidade térmica específica, entropia específica	joule por quilograma kelvin	J / (kg . K)	$m^2 . s^{-2} . K^{-1}$
energia mássica	joule por quilograma	J / kg	$m^2 . s^{-2}$
condutividade térmica	watt por metro kelvin	W / (m . K)	$m . kg . s^{-3} . K^{-1}$
densidade de energia	joule por metro cúbico	J / m ³	$m^{-1} . kg . s^{-2}$
campo elétrico	volt por metro	V / m	$m . kg . s^{-3} . A^{-1}$
densidade de carga (elétrica)	coulomb por metro cúbico	C / m ³	$m^{-3} . s . A$
densidade de fluxo elétrico	coulomb por metro quadrado	C / m ²	$m^{-2} . s . A$
permissividade	farad por metro	F / m	$m^{-3} . kg^{-1} . s^4 . A^2$
permeabilidade	henry por metro	H / m	$m . kg . s^{-2} . A^{-2}$
energia molar	joule por mol	J / mol	$m^{-2} . kg . s^{-2} . mol^{-1}$
entropia molar, capacidade térmica molar	joule por mol kelvin	J / (mol . K)	$m^2 . kg . s^{-2} . K^{-1} . mol^{-1}$
exposição (raio X e γ)	coulomb por quilograma	C / kg	$kg^{-1} . s . A$
taxa de dose absorvida	gray por segundo	Gy / s	$m^2 . s^{-3}$
intensidade energética	watt por esterradiano	W / sr	$m^4 . m^{-2} . kg . s^{-3} = m^2 . kg . s^{-3}$
luminância energética	watt por metro quadrado esterradiano	W / (m ² . sr)	$m^2 . m^{-2} . kg . s^{-3} = kg . s^{-3}$

Fonte: <http://www.inmetro.gov.br>

Apresento ainda na tabela 6, prefixos usados pelo Sistema Internacional de Unidades.

Tabela 6: Prefixos do Sistema Internacional.

FATOR	PREFIXO	SÍMBOLO	FATOR	PREFIXO	SÍMBOLO
10^{-1}	Deci	d	10^1	deca	da
10^{-2}	Centi	c	10^2	hecto	h
10^{-3}	Mili	m	10^3	quilo	k
10^{-6}	Micro	μ	10^6	mega	M
10^{-9}	Nano	n	10^9	giga	G
10^{-12}	Pico	p	10^{12}	tera	T
10^{-15}	Femto	f	10^{15}	peta	P
10^{-18}	Atto	a	10^{18}	exa	E
10^{-21}	Zepto	z	10^{21}	zetta	Z
10^{-24}	Yocto	y	10^{24}	yotta	Y

Fonte: <http://www.inmetro.gov.br>

A seguir apresento as regras para escrita dos nomes e símbolos do SI, adotados pela 9ª CGPM (1948, Resolução 7). Em seguida, foram adotados pela ISO/TC 12 (ISO 31, Grandezas e Unidades).

Fonte: <http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/Si.pdf>

- 1) Os símbolos das unidades são expressos em caracteres romanos DAS UNIDADES SI (verticais) e, em geral, minúsculos. Entretanto, se o nome da unidade deriva de um nome próprio, a primeira letra do símbolo é maiúscula.
- 2) Os símbolos das unidades permanecem invariáveis no plural.
- 3) Os símbolos das unidades não são seguidos por ponto.
- 4) O produto de duas ou mais unidades pode ser indicado de uma das seguintes maneiras: *N.m* ou *Nm*

5) Quando uma unidade derivada é constituída pela divisão de uma unidade por outra, pode-se utilizar a barra inclinada (/), o traço horizontal, ou potências negativas.

Por exemplo: m/s ou $m.s^{-1}$

6) Nunca repetir na mesma linha mais de uma barra inclinada, a não ser com o emprego de parênteses, de modo a evitar quaisquer ambigüidades. Nos casos complexos devem-se utilizar parênteses ou potências negativas.

Por exemplo:

m/s^2 ou $m.s^{-2}$, porém não $m/s/s$, $m.kg/(s^3.A)$ ou $m.kg.s^{-3}.A^{-1}$, porém não $m.kg/s^3/A$, nem $m.kg/s^3$.

7) Os símbolos dos prefixos são impressos em caracteres romanos (verticais), sem espaçamento entre o símbolo do prefixo e o símbolo da unidade.

8) O conjunto formado pelo símbolo de um prefixo ligado ao símbolo de uma unidade constitui um novo símbolo inseparável (símbolo de um múltiplo ou submúltiplo dessa unidade) que pode ser elevado a uma potência positiva ou negativa e que pode ser combinado a outros símbolos de unidades para formar os símbolos de unidades compostas.

Por exemplo:

$$1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cm}^{-1} = (10^{-2} \text{ m})^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1}$$

$$1 \text{ } \mu\text{s}^{-1} = (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ V/cm} = (1\text{V})/(10^{-2} \text{ m}) = 10^2 \text{ V/m}$$

9) Os prefixos compostos, formados pela justaposição de vários prefixos SI, não são admitidos;

Exemplo:

1 nm , porém nunca $1 \text{ m}\mu\text{m}$

10) Um prefixo não deve ser empregado sozinho.

Exemplo: Se existem 10^6 moléculas por m^3 , devemos escrever $10^6/m^3$, porém nunca M/m^3

O Sistema Internacional estabeleceu a unificação que já era buscada há muitos anos. Hoje o homem aceita e utiliza passivamente o novo sistema de medidas, cuja base grande parte da população não conhece e nem possui conhecimento suficiente para entendê-lo. As medidas representativas dos sistemas anteriores ao métrico foram extintas e substituídas por outras constantes físicas e o homem nem se deu conta. O texto abaixo, adaptado de entrevista recente, mostra que os padrões continuarão se modificando ao longo dos tempos devido às nossas necessidades e aos avanços tecnológicos que experimentamos.

Recentemente, o físico americano Richard Davis, do Escritório Internacional de Pesos e Medidas em Sèvres, a sudoeste de Paris, diz que o padrão-quilo parece ter perdido cerca de 50 microgramas (ou 50 milionésimos de grama) quando comparado com a média de várias outras cópias do cilindro. É o equivalente ao "peso" de uma impressão digital.

"O mistério é que todos eles foram feitos do mesmo material, muitos foram fabricados ao mesmo tempo e mantidos sob as mesmas condições. Mesmo assim, as massas deles estão se afastando lentamente uma das outras", afirma Davis. "Não temos uma boa hipótese para explicar o fenômeno."

A incerteza sobre a massa correta do quilograma pode afetar todos os países que, de alguma forma, o usam como padrão de medida. Para os cientistas, a "constante inconstante" é um incômodo, ameaçando o cálculo de coisas como a geração de eletricidade. "Essas medidas dependem da medição de massa, e é inconveniente que a definição do quilograma seja baseada numa anomalia", diz Davis.

Mas, por sorte, "para os leigos isso não vai significar muita coisa. O quilo vai continuar a ser o quilo, e os pesos da balança ainda estarão corretos", explica ele.

De todos os quilogramas do mundo, só o de Sèvres realmente vale. Guardado num cofre triplo, ele raramente sai do palácio onde está guardado em geral apenas para ser comparado com outros cilindros que vêm do mundo todo. "Ainda não dá para saber com certeza se o original ficou mais leve ou se os protótipos que ficam em cada país se tornaram mais pesados", diz Michael Borys, pesquisador do Instituto Nacional de Medidas da Alemanha. "Mas, por definição, só o original representa exatamente um quilograma."

A flutuação mostra como o progresso tecnológico está deixando a medida mais básica da ciência em maus lençóis. Em 1889, quando foi forjado com uma liga de platina e irídio, o cilindro era um grande avanço. Em breve, um grupo de cientistas vai se reunir em Paris e tentar sugerir métodos mais precisos para determinar o padrão do quilo. (Adaptado - <http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL104399-5603,00.html>)

1.5 O INMETRO

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro - é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, que atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), colegiado interministerial, que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

Sua missão é prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos, através da metrologia e da avaliação da conformidade, promovendo a harmonização das relações de consumo, a inovação e a competitividade do País.

Durante o Primeiro Reinado, as tentativas de uniformização das unidades de medida brasileiras se apoiaram em padrões oriundos da Corte Portuguesa. Em 1830, um ano antes da abdicação ao trono por D. Pedro I, o deputado gaúcho Cândido Baptista de Oliveira sugeriu a adoção do sistema métrico decimal em vigor na República Francesa.

Entretanto, apenas em 26 de junho de 1862, já no Segundo Reinado, Dom Pedro II promulga a Lei Imperial nº 1157 e com ela oficializa, em todo o território nacional, a utilização do sistema métrico decimal francês. O Brasil foi uma das primeiras nações a adotar o novo sistema como signatário da Convenção do Metro, instituída em 20 de maio de 1875.

O crescimento industrial no século XX fortaleceu a necessidade de criar no Brasil instrumentos mais eficazes de controle que viessem a impulsionar e proteger produtores e consumidores. Em 1961, foi criado o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), centralizando a política metrológica nacional. Para a plena execução de suas competências, ele adotou, em 1962, o [Sistema Internacional de Unidades \(SI\)](#), consolidado pela 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas em 1960.

Os Órgãos Estaduais, hoje conhecidos como Órgãos Delegados, recebem a incumbência de execução de atividades metrológicas, atingindo cada região do País.

O crescimento econômico verificado no Brasil ao final da década de 1960 motivou novas políticas governamentais de apoio ao setor produtivo. A necessidade de acompanhar o mundo na sua corrida tecnológica, no aperfeiçoamento, na exatidão e, principalmente, no atendimento às exigências do consumidor, trouxe novos desafios para a indústria. Em 1973, nasceu o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, o Inmetro.

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 infra-estrutura de serviços tecnológicos no País; e
- Desenvolvimento, no âmbito do Sinmetro, de programas de avaliação da conformidade, nas áreas de produtos, processos, serviços e pessoal, compulsórios ou voluntários, que envolvem a aprovação de regulamentos.

CAPÍTULO II

PRIMEIRA ATIVIDADE: DESAFIANDO AS UNIDADES DE MEDIDAS

No início dessa atividade o professor deve buscar estratégias com o objetivo de motivar os grupos. Podemos usar como motivadores, além de uma situação problema que desperte curiosidades, fugindo dos problemas tradicionais de Física, também podemos apresentar vídeos, imagens e texto, buscando assim envolvimento dos alunos na atividade, proporcionando motivação e melhores resultados.

Antes do início da discussão a turma deve assistir a vídeos que tratam das irregularidades nos pesos e medidas dos produtos em alguns supermercados e mostrando também o trabalho dos órgãos reguladores, como o Instituto Nacional de Pesos e Medidas, nas investigações das irregularidades. O INPM verificou que 60% dos produtos da cesta básica do trabalhador brasileiro estavam fora dos padrões de medidas e o campeão, já há alguns anos, é o rolo do papel higiênico que a diferença entre o real e o que está escrito nas embalagens chega a 30%.

Desta forma, tentamos mostrar ao aluno, a importância do tema abordado, o aluno assim percebe que o problema que está resolvendo é do dia a dia das pessoas, do seu pai e da sua mãe e que tem a ver diretamente com o bolso de sua família.

Um dos objetivos da atividade era aproveitar o tema como facilitador na construção de uma atividade didática em CTS, em que o aluno é preparado para *tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões*, (SANTOS e MORTINER, 2002).

2.1 VIDEOS E TEXTOS PARA MOTIVAR

O primeiro vídeo mostra irregularidades no peso de alguns produtos da cesta básica dos brasileiros, como arroz e feijão, indicando que o erro nas medidas pode chegar a 120 gramas por quilograma do produto, como podemos observar na figura 1 abaixo.

Nesse momento o professor, com o auxílio de uma balança e de alguns produtos, confirmar com os alunos algumas dessas irregularidades.

Figura 1: Atenção Consumidor



Fonte: http://www.youtube.com/watch?v=u-Pt_yum-g

No próximo vídeo, figura 2, os alunos podem perceber o papel importante dos órgãos reguladores para a manutenção dos padrões de medidas dos produtos nos supermercados. Aqui seria enriquecedor o professor proporcionar discussão com os alunos, para que tomem consciência da importância dessa fiscalização. Pergunte ao seu aluno se ele tem a preocupação de verificar se os produtos estão dentro dos padrões de medidas e também se seus pais o fazem. Ao comprar um rolo de linha de soltar pipas será que o comprimento da linha está correto? E o comprimento de um rolo de fita adesiva ou durex? Será que as medidas estão corretas?

FIGURA 2: Irregularidades nos pesos e medidas dos produtos



FONTE: <http://www.youtube.com/watch?v=RxlmiaAfoi4&feature=relmfu>

No terceiro e último vídeo é discutido irregularidades no comprimento do papel nos rolos de papel higiênico. O resultado é surpreendente! Algumas marcas chegam a lesar o consumidor em até 30% (Figura 3). Mais uma vez é discutida a função dos órgãos reguladores e a importância da fiscalização na redução dos casos de abusos ao consumidor. Aqui é importante que cada grupo desenrole um rolo de papel higiênico e faça as medidas para constatar ou não irregularidades.

Figura 3: Operação IPEM



Após mostrar e comentar os vídeos o professor apresenta um texto que irá fomentar mais ainda a discussão sobre os padrões de medidas. O texto chama-se *Uma decisão de Peso*, e foi extraído de O Globo, em 26/1/2011.

TEXTO I

Uma decisão de peso

Cilindro que é referência internacional para 1kg perdeu massa e deve ser substituído. Um quilograma já não é mais tão pesado. A referência internacional para a medida – um bloco conhecido como "Le Grand K" (o grande K) - está 50 microgramas mais leve, o equivalente a um grão de areia. Parece uma alteração insignificante, mas foi o suficiente para que pesquisadores de todo o mundo se bandeassem na segunda-feira (24/1) para Londres. Debruçados sobre a estrutura metálica, eles tentam responder dois enigmas: como ela perdeu substância, e que símbolo poderia substituí-la.

O "Le Grand K" é um cilindro de platina e irídio, feito em Londres na segunda metade do século XIX. Em 1889, o Escritório Internacional de Pesos e Medidas (BIPM, na sigla em inglês) o reconheceu como símbolo mundial de quanto equivale um quilo. Desde então, ele está em um abrigo subterrâneo em Sévres, nos arredores de Paris, protegido por cápsulas de vidro. Cópias idênticas foram distribuídas entre países que usam o sistema métrico.

A estrutura original, no entanto, pouco saiu da toca. O bloco só deu as caras três vezes - em todas para "calibrar" suas cópias, certificando-se de que todos os países mediam um quilo exatamente da mesma forma. Nessas raras ocasiões, no entanto, surgiu a desconfiança de que o "Le Grand K" não é tão estável como deveria.

Para os especialistas em metrologia - a ciência que estuda pesos e medidas -, o emagrecimento do bloco é preocupante. Na década passada, o BIPM comprometeu-se a encontrar um substituto para o "Le Grand K" em 2011. Já se sabe, no entanto, que esta meta não será cumprida.

- Não conseguimos atingir o nível de certeza necessário entre as diversas abordagens internacionais para redefinir o quilograma - lamenta Víctor Loayza, chefe do Laboratório de Massa da Divisão de Metrologia Mecânica do Inmetro. - É provável que só tenhamos essa concordância em 2015.

Para Loayza, o emagrecimento do bloco de metal pode se agravar em, no máximo, 20 anos. Assim, provocaria um efeito cascata, até chegar ao consumidor. Toda a escala de peso estaria comprometida, visto que outros valores, como gramas e toneladas, são definidos a partir do quilo.

- É provável que essa perda de peso seja antiga e, pior, aumente com o tempo - alerta.

- Se não for tomada uma providência, haverá um efeito em cadeia. Uma incerteza do "Le Grande K", o protótipo internacional, é propagada para os laboratórios nacionais. De lá, afetariam os laboratórios de calibração, e, por último, os consumidores.

O BIPM é o responsável por instituir o valor de sete unidades básicas. São elas, acompanhadas por sua grandeza: metro (comprimento), segundo (tempo), ampere (corrente elétrica), Kelvin (temperatura), mol (quantidade de substância) e candela (intensidade luminosa).

O quilograma (massa) encerra a lista. É, também, a única ainda definida a partir de um objeto físico. E os pesquisadores querem acabar com isso.

- A distância de um metro, por exemplo, já foi definida pelo espaço que separava dois pontos em uma barra de metal - explica Loayza. - Mas a barra passou por uma degradação parecida com a que o cilindro teve agora. Agora, o que demarca um metro é a velocidade da luz - a distância percorrida por ela em uma determinada fração de segundo. Os pesquisadores reunidos em Londres conduzem experimentos para estabelecer uma ligação entre massa e a constante de Planck, um dos conceitos fundamentais da física quântica.

"Atingimos este consenso internacional. No futuro, o uso dessa escala vai redefinir o valor do quilo", revelou o físico Michael Stock, do BIPM.

A seguir apresentamos o roteiro da primeira atividade proposta: *DESAFIANDO AS UNIDADES DE MEDIDA*. Onde grupos precisam comparar preços de produtos de um supermercado fictício, *PARE E COMPARE*, com os preços das grandes redes de supermercados que conhecemos. Os alunos receberam o prospecto com os produtos e preços de várias redes de supermercados e do *PARE E COMPARE*, e o grande diferencial desta atividade eram as unidades utilizadas no supermercado fictício, que tinha por objetivo, gerar discussões nos grupos para que fizessem relações corretas entre as diferentes unidades.

2.2 ROTEIRO DA PRIMEIRA ATIVIDADE

DESAFIANDO AS UNIDADES DE MEDIDA

Preparem-se! Vem aí uma nova rede de supermercados pronta para brigar de igual para igual na disputa de consumidores que buscam qualidade e preços baixos.

SUPERMERCADO
Pare & Compare

Dona Ana, funcionária do CPII, ficou sabendo da inauguração de uma das lojas da rede aqui em São Cristovão, e não poderia perder a oportunidade de ir conhecer o novo mercado e, quem sabe, já levar alguns produtos para casa, se valesse à pena, é claro!

Ela voltou para casa um pouco frustrada e sem comprar nenhum produto, pois, ao analisar o prospecto na entrada da loja com a propaganda e preços dos produtos, ficou confusa com as unidades utilizadas e não sabia se os preços estavam convidativos ou não.

Gostaria de propor a vocês, hoje, o desafio de verificar se os produtos vendidos na nova rede de supermercados estão realmente baratos ou se temos mais uma propaganda enganosa. Vocês estão recebendo uma propaganda da rede de supermercados **PARE & COMPARE (Figura 1)** e também de uma grande rede de supermercados já conhecida de todos para usar como referência, caso seja necessário. Cabe a cada grupo avaliar se os produtos da rede **PARE & COMPARE** estão com seus preços vantajosos em relação aos valores de mercado.

Figura 1: Prospecto de propaganda do supermercado Para & Compare.

P & C

SUPERMERCADO Pare & Compare

 <p>PIZZA SABORES 1000 cm²</p> <p>RS 15,50</p>	 <p>BANANA</p> <p>RS 0,50 UNIDADE</p>	 <p>BARBEADOR</p> <p>RS 12,25 1m² de Barba</p>
 <p>ESPAGUETE pet 150m</p> <p>RS 1,65</p>	 <p>MANTEIGA DE GARRAFA 600 ml</p> <p>RS 8,49</p>	 <p>TOALHA DE BANHO 1 kg</p> <p>RS 30,00</p>
 <p>AZEITONA 100 UNIDADES</p> <p>RS 4,99</p>	 <p>FELJÃO PET 600 ml</p> <p>RS 1,99</p>	 <p>SORVETE uma bola</p> <p>RS 0,49</p>
 <p>SANDÁLIAS até 5 anos de caminhada</p> <p>RS 45,50</p>	 <p>LÂMPADA FLUORESCENTE</p> <p>1800 horas de uso</p> <p>RS 9,99</p>	 <p>PÃO DE FORMA FATIA</p> <p>RS 0,30</p>

Na tabela 1, abaixo estão listados os produtos e ao lado um espaço para os comentários de cada grupo.

Tabela 1: Preferências entre os produtos dos supermercados P&C e outros.

Produto	Comentários
PIZZA	
BANANA	
BARBEADOR	
MACARRÃO	
MANTEIGA	
TOALHAS	
AZEITONA	
FEIJÃO	
SANDÁLIAS	
SORVETE	
LÂMPADAS	
PÃO	

CAPÍTULO 3

Nessa os grupos terão oportunidade de efetuar mais algumas medições. Também podemos usar no início da atividade, como motivação, trailers de dos filmes: Star Trek e a Volta do Todo Poderoso, e um texto que fala sobre a construção de uma réplica da Arca de Noé, por um engenheiro Holandês, que será usada nos jogos olímpicos de 2012. Os alunos também recebem um roteiro, e devem responder e justificar a situação problema apresentada abaixo:

Em um futuro não muito distante...

O nosso planeta está ameaçado de extinção devido à colisão de um imenso asteróide de 100 km de diâmetro. Será o fim da vida na Terra. Devido às circunstâncias do desastre iminente, não há como reconstruir a Arca de Noé e salvar uma casal de cada ser do planeta para uma futura proliferação das espécies. Nossa única chance é a utilização da Enterprise, única nave capaz de viajar para fora do nosso sistema em busca de novos lares, construída com a mais avançada tecnologia conhecida. Você acha que seria possível colocar um casal de cada espécie na Enterprise, assim como foi feito por Noé com sua arca? Justifique a sua resposta.

As unidades diferentes usadas no projeto da Arca e da Enterprise, levarão os estudantes a buscarem uma relação entre essas unidades, o côvado e o metro, para efetuarem as devidas comparações que os levariam a resposta. É importante nessa atividade que o aluno perceba que o ato de efetuar uma medição, consiste em fazer uma comparação entre o tamanho do instrumento e o que se pretende medir. No início dessa atividade os alunos devem medir o comprimento de uma sala de aula usando duas partes do seu corpo como instrumento de medida. A necessidade de se escolher duas partes do corpo é justamente para que percebam a vantagem de uma sobre a outra durante as medições que realizam.

3.1 VÍDEOS E TEXTOS PARA MOTIVAR

Os vídeos apresentados nessa atividade são os trailers de dos filmes: Star Trek (Figura 4) e a Volta do Todo Poderoso (Figura 5). São rápidos e irão despertar o interesse dos alunos para o que vem depois na atividade. O estímulo é muito bom.

FIGURA 4: Star Trek 2009 – The new Enterprise



FONTE: <http://www.youtube.com/watch?v=-TUptZhKkMo>

FIGURA 5: Noah's Ark Animal Parade 2



FONTE: <http://www.youtube.com/watch?v=tmk2Kd5QNw0>

Podemos usar também o texto abaixo como leitura para apoiar o início da atividade.

TEXTO II

Réplica em tamanho real da Arca de Noé pode navegar com animais de verdade até o rio Tâmis, em Londres, para os Jogos de 2012



Uma réplica moderna da Arca de Noé finalmente foi concluída e pretende fazer sua viagem inaugural em 2012 até o rio Tâmis, a tempo de prestigiar os Jogos Olímpicos de Londres, no Reino Unido. O dono dessa ideia digna de roteiro de filme, o rico construtor Johan Huibers, ainda vai pintar o colossal navio com três demãos de verniz à prova de fogo - medida de segurança que Noé não tomou quando construiu o original. Atualmente a Arca flutua sobre um rio em Dordrecht, na Holanda

"Em 1992 eu vi num sonho a Holanda desaparecer debaixo de uma enorme massa de água, comparada com o tsunami da Ásia. No dia seguinte encontrei um livro sobre a Arca de Noé na livraria local, e desde então meu sonho tem sido construir a Arca", contou Johan ao [Daily Mail Reporter](#). Ele iniciou a construção em 2008 com um projeto baseado nas medidas descritas na Bíblia. Até utilizou madeira de pinho sueco, já que algumas versões da Bíblia apontam que esse foi o material que Deus ordenou que Noé usasse na construção.

Quando for aberta formalmente à visitação do público, em julho, terá animais de verdade e irá narrar a história de Noé, como é contada na Bíblia. Dois auditórios vão receber um total de 1.500 pessoas. Huibers enviou esta semana uma carta ao prefeito de Londres, Boris Johnson, solicitando permissão para atracar a Arca na cidade para os Jogos Olímpicos no próximo verão. "Estou indo com a Arca até o Tâmis. Vai ser bom para alunos britânicos para visitá-lo", disse.

3.2 Roteiro da Segunda Atividade

Da Arca de Noé à Enterprise

TEXTO 1

“Então disse Deus a Noé: O fim de toda a carne é vindo perante a minha face; porque a terra está cheia de violência; e eis que os desfarei com a terra.

Faze para ti uma arca de madeira de Gofer (Figura 2): farás compartimentos na arca, e a betumarás por dentro e por fora com betume.

E desta maneira farás: de **trezentos côvados o comprimento da arca, e de cinquenta côvados a sua largura e de trinta côvados a sua altura.**

Farás na arca uma janela, e de **um côvado a acabarás em cima**; e a porta da arca porás ao seu lado; far-lhe-ás andares baixos, segundos e terceiros(...)

Assim fez Noé: conforme a tudo o que Deus lhe mandou, assim o fez”
(Gêneses, 6, 13-21)

Figura 2: Ilustração da Arca de Noé



Fonte: *Uma atividade investigativa envolvendo sistema métrico* Física na Escola, v. 12, n. 2, 2011

TEXTO 2

Spock: estamos a uma **distância aproximada de 12 parsecs** da nave do capitão

Scott: jamais chegaremos a tempo de salvar a nave.

Spock: seria possível se conseguíssemos **velocidade de dobra quatro**.

Scott: mais essa velocidade é impossível de ser atingida.

Spock: você já descobriu como fazer isso.

Scott: Não sou capaz gerar essa velocidade na Enterprise.

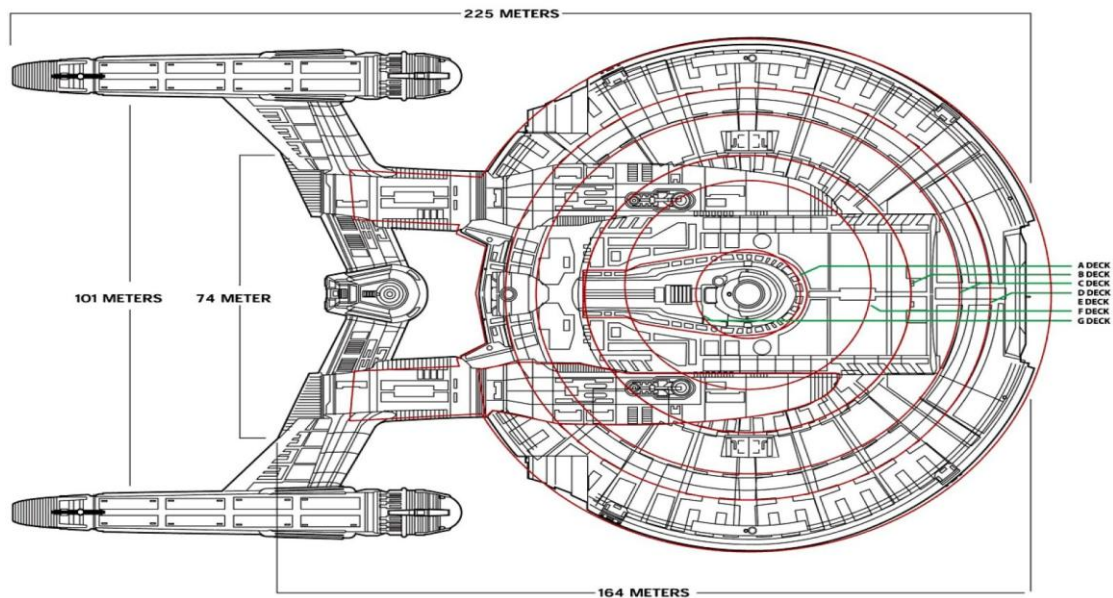


Figura 3: Nave Enterprise, fonte: <http://www.startrek-wallpapers.com/Enterprise/Enterprise-NC01-Schematics/>

TEXTO 3

Em um futuro não muito distante... O nosso planeta está ameaçado de extinção devido à colisão de um imenso asteróide de 100 km de diâmetro. Será o fim da vida na Terra. Devido às circunstâncias do desastre iminente, não há como reconstruir a Arca de Noé e salvar um casal de cada ser do planeta para uma futura proliferação das espécies. Nossa única chance é a utilização da Enterprise, única nave capaz de viajar para fora do nosso sistema em busca de novos lares, construída com a mais avançada tecnologia conhecida. Você acha que seria possível colocar um casal de cada espécie na Enterprise, assim como foi feito por Noé com sua arca? Justifique a sua resposta.

RESPONDA

- 1) Utilizando alguma parte do seu corpo, meça o comprimento dessa sala. Cada grupo escolhe duas partes diferentes. Organize as medidas obtidas, indicando também vantagens e desvantagens da escolha.
- 2) Preencha a tabela 2 com os dados de todos os grupos fornecidos pelo professor.

Tabela 2

Grupo	Instrumento I	Instrumento II	Medida I	Medida II
I				
II				
III				
IV				
V				
VI				

- 3) Utilizando o melhor instrumento de medida escolhido pela turma, cada grupo mede o comprimento da sala e preenche os dados na tabela 3.

Tabela 3.

Grupo	Medida usando o INSTRUMENTO I
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	

- 4) Utilizando partes do seu corpo, meça o comprimento do lápis que está sobre a mesa. Cada grupo deve escolher duas partes diferentes. Organize as medidas obtidas, indicando também vantagens e desvantagens dessa escolha.
- 5) Preencha a tabela 4, abaixo, com os dados de todos os grupos fornecidos pelo professor.

Tabela 4.

Grupo	Instrumento I	Instrumento II	Medida I	Medida II
I				
II				
III				
IV				
V				
VI				

- 6) Utilizando o melhor instrumento de medida escolhido pela turma, cada grupo mede novamente o comprimento do lápis fornecido para a atividade e preenche a tabela 5.

Tabela 5

Grupo	Medida usando o INSTRUMENTO II
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	

TEXTO 4

...Essa diversidade de medidas obstruía a comunicação e o comércio e atrapalhava a administração racional do Estado. Além disso, tais medidas raramente eram precisas. *"Até o fim do século XVIII, a precisão não era essencial porque a prática capitalista ainda não estava difundida no mundo"*, diz o historiador da ciência Shozo Motoyama, da USP. *"A precisão adquire importância quando se passa a considerar o lucro e o ganho que cada um pode obter numa transação econômica"*. A decisão de criar um modelo de unidades que fosse universal, prático e exato finalmente se concretizou com a Revolução Francesa, em 1789. O rompimento com as tradições feudais abriu caminho para idéias inovadoras... O plano era elaborar um sistema de unidades baseado num padrão da natureza, imutável e indiscutível. Como a natureza não pertence a ninguém, tal padrão poderia ser aceito por todas as nações e se tornaria um sistema universal.

- 7) A utilização dos sistemas apresentados anteriormente, utilizados pelos diversos povos ao longo da história são bons ou não para serem usados como padrão de unidades? Justifique

- 8) Usando os dados do anexo, tente agora responder a pergunta proposta no início da atividade e comparar os tamanhos da Enterprise e da Arca de Noé.

ANEXO

Os sistemas Pré-métricos

Babilônios

Antebraço humano (50 cm) e o beru (10 km)

Mesopotâmios

Palmo (9,30 cm)

Polegar (1/3 do palmo)

Côvado médio (4 palmos)

Côvado grande (5 palmos)

Egípcios

Remen (derivada do côvado e correspondia a metade da diagonal de um quadrado de lado 7 palmos)

Pé e dedo

Ser (quatro palmos)

Estatua de um homem (21 palmos)

Distâncias longas usavam 20000 côvados.

Gregos

Pé grego (30,83cm)

Dedo (1/16 do pé)

Plethron (100 pés)

Estádio (600 pés, e medida pela primeira vez por Hércules. Era a distância que o homem poderia correr sem respirar)

Romanos

Pé Romano (29,57cm)

Digitus (1/16 do pé)

Palmus (1/4 do pé)

Passus (5 pés)

Mille Passus (1000 passos ou 5000 pedes)

Leuga (7500 pedes)

Chineses

Um tronco de bambu que era usado como unidade de medida de comprimento a partir da distância entre seus extremos. A invariabilidade era garantida pela imposição de que o tubo emitisse sempre determinada nota musical quando usado como apito. Sua capacidade era usada como unidade de volume, e o peso de determinado material que preenchia o interior do tronco era usado como unidade de massa.

Sistema Pré-Métrico no Brasil

Brasil Colônia

Palmo (25 cm)

Vara (5 palmos)

Braça (2,2 m)

Corda (3,3 m)

Ponto (0,2 mm)

Légua de sesmaria (6600 m)

Quadra (60 braças)

O METRO

O metro (m) foi um grande vitorioso da unificação, desbancando as medidas inglesas: a polegada perdeu para o milímetro; o pé, para o centímetro; a jarda, para o metro; a milha, para o quilômetro. Contudo, medir a partir de um meridiano também era algo pouco preciso, de forma que, em 1889, definiu-se o metro-padrão como a distância entre duas marcas feitas em uma barra de platina e irídio! A barra, que então se tornou o objeto definidor do metro, passou a ficar guardada no BIPM, em Sèvres. Contudo, a onda atômica também atingiu as medidas de comprimento, e em 1960, o metro foi definido como 1.650.763,73 comprimentos de onda no vácuo da radiação característica do Kriptônio-86 (^{86}Kr). Mas a medida de segundo era tão, tão precisa, que acabou se criando uma tendência (que ainda está em vigor hoje) de definir todas as unidades em função do segundo. Agora uma pergunta de Análise Dimensional: como se define uma grandeza espacial a partir de uma temporal? Usando uma velocidade (L/T)! E, como sabemos, a velocidade da luz é a única velocidade absoluta do universo! Então, desde 1983, a definição se tornou:

Um metro é a distância percorrida pela luz em (1/299.792.458) segundos.

3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A SEGUNDA ATIVIDADE

Nessa segunda atividade podemos esperar uma boa discussão entre os integrantes dos grupos sobre a melhor estratégia de medição e de organização dos dados.

Depois de todos os grupos realizarem suas medidas, o professor deve tomar os dados e organizá-los no quadro com a ajuda dos alunos, construindo uma tabela para facilitar a visualização. O professor tem papel crucial ao conduzir uma discussão sobre a escolha, pela turma, de qual o melhor instrumento dentre todos os utilizados para a medição do comprimento da sala. Após uma nova medição dos alunos com o “melhor” instrumento, o professor deve fazer nova discussão sobre os resultados diferentes obtidos, embora todos tenham usado o mesmo instrumento. Espera-se que comecem a perceber que a escolha de instrumentos de medidas utilizando partes do corpo não seja conveniente.

Queremos que o aluno perceba que de acordo com o que se deseja medir é mais interessante usar um instrumento do que outro. Buscando essa percepção do aluno, pedimos que faça a medida de um objeto cujo tamanho seja menor do que o objeto medido anteriormente, de maneira que não seja prático para eles, a utilização dos mesmos instrumentos.

Na antiguidade a maioria dos povos tinha dois padrões de medidas, que eram usados para pequenas e longas distâncias. Esse detalhe pode ser explorado pelo professor já que provavelmente a escolha dos instrumentos a serem utilizados pelos alunos, para medir a sala e a barra de madeira, serão diferentes assim como antigamente.

4 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados durante as atividades assim como os objetivos de sua utilização se encontram na tabela 1, abaixo.

Tabela 1: Materiais e objetivos

Materiais	Objetivo
Sala de aula	Medir comprimento
Pedaço de madeira	Medir o tamanho
Folder de supermercados	Comparar preços