

Unidades de medidas e grandezas: abordagem histórica e prática para o aprendizado do sistema métrico

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Através do Programa de Iniciação à Docência (PIBID) do Departamento Acadêmico de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Curitiba (UTFPR/CT) foi proposta a elaboração de um plano de trabalho com foco no desenvolvimento das habilidades dos alunos em questões de conversão de unidades de medida do Sistema Métrico e que também destacasse a importância de um sistema padronizado. Considerando a importância do tema para a educação matemática e para o desenvolvimento do estudante dos níveis de ensino fundamental e médio foram realizadas intervenções em três turmas de primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual do Paraná, cada uma contendo 30, 29 e 27 estudantes. A intervenção se constituiu de uma atividade prática precedida de uma contextualização histórica acerca das unidades de medida e grandezas. Com o objetivo de destacar a importância da padronização imposta pelo Sistema Internacional de Medidas, foram abordados diferentes modelos de medida e dificuldades com que as antigas civilizações se depararam devido à ausência de padronização durante o decorrer da história. Após a abordagem teórica cada aluno recebeu uma folha de orientação para a realização da atividade prática. A folha de orientação continha uma atividade cujo objetivo foi conduzir os estudantes em situações nas quais eles precisassem utilizar e colocar em prática seus conhecimentos para a conversão das unidades de medida múltiplas e submúltiplas do sistema métrico. Na atividade os alunos foram instigados a trabalhar com diferentes instrumentos de medida para a obtenção das dimensões de objetos presentes em sala de aula, que posteriormente seriam convertidas para as diferentes classes do sistema. Após a atividade prática os estudantes foram guiados a refletir sobre o sistema utilizado, pontuando sua importância nos diferentes cenários da vida contemporânea.

PALAVRAS-CHAVE: Unidades de medida. Sistema internacional. Sistema métrico. Padronização.

Lais de Souza Rocha

laisrocha@alunos.utfpr.edu.br

orcid.org/0000-0001-5320-3774

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil

INTRODUÇÃO

Unidade de medida é o nome dado à representação da quantidade referente às grandezas físicas. Na vida moderna, os indivíduos estão em contato direto e constante com as unidades de medidas, uma vez que elas padronizam e identificam os determinados modelos de mensuração.

A necessidade de se ter um modelo específico para determinar e quantificar medidas não é um aspecto novo e apenas referente às sociedades modernas. Durante todo o decorrer da história, diferentes civilizações elaboraram sistemas e unidades próprios para atender as necessidades vigentes.

Entretanto, o desenvolvimento e consolidação das sociedades modernas fez com que as unidades de medidas particulares de cada região do mundo se tornassem ultrapassadas e não condizentes com o padrão que as relações contemporâneas exigiam. Por conta disso, após diversas tentativas de unificação de um padrão, na França do século XVIII o Sistema Internacional de Unidades (SI) começou a ser elaborado. O SI foi adotado como o padrão mundial e é utilizado oficialmente por todos os países do globo, com a exceção dos Estados Unidos, Libéria e Myanmar.

No ensino da Matemática, as unidades de medida e grandeza se constituem como um tema de extrema importância para o desenvolvimento do estudante. Tendo isso em vista, através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba (UTFPR/CT), foi elaborado um plano de trabalho para a intervenção em turmas de primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual do Paraná.

No dia 11 de setembro de 2019, foi aplicada uma atividade prática precedida de uma abordagem teórica em três turmas diferentes. A intervenção teve como objetivo pontuar para o estudante a importância de uma padronização no sistema de medida, em particular o sistema métrico. Além disso, a atividade reforçou as habilidades de conversão do metro para seus múltiplos e submúltiplos.

PADRÕES DE MEDIDA: UMA BREVE ABORDAGEM HISTÓRICA

A necessidade de medidas e mensurações não é algo novo que se aplica apenas às sociedades modernas. Durante todo o decorrer da história, diferentes povos se depararam com situações as quais precisavam recorrer a determinados métodos para a realização de medições. As próprias necessidades dessas populações fizeram com que eles desenvolvessem artifícios para a execução dessas tarefas. No Egito Antigo, por exemplo, observações diárias da própria realidade fizeram com que diferentes inferências fossem realizadas.

[...] e observaram que a inundação anual do Nilo tinha lugar pouco depois que Sirius, a estrela do cão se levantava a leste logo antes do Sol. Observando esses surgimentos helicais de Sirius, o anunciador da inundação, eram separados por 365 dias, os egípcios estabeleceram um bom calendário solar feito de doze meses de trinta dias cada um e mais cinco dias de festa (BOYER, 1996, p.8).

Observações e atividades diárias instigaram a criação de diversas medidas improvisadas e estas são as mais comuns entre populações antepassadas. Por ser de fácil acesso, os primeiros padrões de medidas se remetiam e baseavam em partes do corpo humano, as chamadas medidas antropomórficas. Dimensões de mãos e pés foram comumente utilizadas em diferentes contextos históricos para suprir a necessidade de mensurações em tarefas robustas do dia a dia.

Outras unidades de comprimento relativas ao corpo incluíam dedo, unha, fio de cabelo humano (alguns milésimos de centímetro de diâmetro), palma, mão (ainda usada para medir cavalos), antebraço (também “vara” ou “cúbito”), palmo, passo e passada (um passo duplo) (CREASE, 2013, p. 8)

No entanto, o desenvolvimento de interações sociais mais sólidas fez com que padrões improvisados se tornassem inadequados em diversas situações, como no comércio e nas produções de trabalhos científicos. Por variar de região para região, muitos equívocos e fraudes se faziam presentes em questões em que a padronização era exigida. Por conta desses conflitos, variadas foram as tentativas de estabelecimento de uma padronização geral das unidades de medidas. De acordo com Crease (2013) existem três importantes propriedades dentro de uma unidade de medida: a acessibilidade, a adequação e a consistência. O padrão utilizado necessita ser acessível ao grupo que irá utilizado, adequado em sua escala e consistente para que seja segura e confiável.

Foi só então na época da queda da monarquia francesa e no advento da Revolução Francesa, que um sistema de medida unificado começou a ser proposto. A Academia de Ciências da França foi então a responsável pela elaboração de um sistema que atendesse a necessidade da uniformidade dos métodos e padrões das unidades de medida.

O SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS

A França, que no período da última década do século XVII enfrentava diversos problemas quanto à sua consolidação socioeconômica, designou um grupo de cientistas como responsáveis pela elaboração de uma nova padronização no sistema de medida. Antecedendo o Sistema Internacional de Medidas, foi estabelecido o Sistema Métrico, o qual tinha como base o metro e o quilograma.

O metro foi estabelecido, inicialmente, igual a um décimo milionésimo da distância entre o Polo Norte e o Equador, sobre um meridiano. Mas os instrumentos de precisão do século XVIII não eram tão perfeitos quanto os de hoje e, de alguma maneira, foi cometido um erro na medida. Quando os cientistas descobriram este erro, o comprimento do metro já estava tão difundido que permaneceu sem correção. (BENDICK, 1965, pp. 132-133).

Em 1889, foi realizada a primeira Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM). Nessa primeira edição da conferência estabeleceu-se o Sistema Métrico como o padrão internacional. Desde 1889 até 2003 foram realizadas 20 edições da CGPM e nesse período outras medidas foram integradas ao sistema padrão que ficou denotado como Sistema Internacional de Unidades (SI). “Pela primeira vez o mundo não tinha meramente unidades universais, mas um sistema universal de unidades.” (CREASE, 2013, p. 137).

O quadro 1 apresenta as grandezas de base e dimensões utilizadas no Sistema Internacional.

Quadro 1: Grandezas bases do SI

GRANDEZA	UNIDADES	
	NOME	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	Kg
Tempo	segundo	s
Intensidade de corrente elétrica	ampère	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

Fonte: Brasil Escola

O Sistema Internacional atualmente possui sete unidades oficiais, que são: metro, quilograma, segundo, ampère, kelvin, mol e candela, as quais correspondem, respectivamente, às grandezas: comprimento, massa, tempo, intensidade de corrente elétrica, temperatura, quantidade de matéria e intensidade luminosa.

NA MATRIZ CURRICULAR

No ensino da matemática, o sistema de medida se constitui como fator fundamental no aprendizado da disciplina. É no Ensino Fundamental que o aluno começa a ter os primeiros contatos problematizando o sistema de medidas.

Cabe ainda destacar que o desenvolvimento do pensamento numérico não se completa, evidentemente, apenas com objetos de estudos descritos na unidade Números. Esse pensamento é ampliado e aprofundado quando se discutem situações que envolvem conteúdo das demais unidades temáticas: Álgebra, Geometria, Grandezas e medidas e Probabilidade e estatística (BRASIL, 2018, p. 269).

No Ensino Médio a abordagem ocorre de forma mais aprofundada. Os alunos se deparam com problemas cada vez mais contextualizados que exigem uma bagagem de conhecimento ampla sobre as unidades de medidas além das conversões para seus múltiplos e submúltiplos.

A INTERVENÇÃO

Conforme já colocado, com o objetivo de aprimorar o conhecimento acerca das unidades de medida de comprimento, no dia 11 de setembro de 2019 foram aplicadas intervenções em três turmas de primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual do Paraná.

Cada intervenção consistiu de uma explicação geral sobre o tema, abordando os principais aspectos históricos que antecederam a criação do Sistema Internacional. Após a contextualização histórica, foi abordado o método para a conversão da unidade metro em seus múltiplos e submúltiplos.

A intervenção então teve continuidade com uma atividade prática que visava colocar o aluno em situações que o fizesse refletir sobre a importância de um sistema padronizado e a necessidade do conhecimento acerca das conversões das unidades de medida.

A ATIVIDADE

A quantidade de alunos em cada uma das turmas que realizou as atividades propostas era 30, 29 e 27 alunos. A atividade em primeiro momento foi planejada para que os alunos realizassem todos os exercícios no decorrer de uma aula e meia (75 minutos aproximadamente).

Os primeiros momentos da aula foram destinados à abordagem histórica e a contextualizada do assunto. Os estudantes foram instigados a refletir sobre os modelos e padrões de medidas utilizados por civilizações antepassadas. Nesses questionamentos os alunos levantaram possibilidades dos motivos que levaram à criação da padronização moderna universal e do porquê ela facilita a vida na realidade contemporânea.

Após a abordagem teórica, foram apresentados os métodos de conversão das unidades. No quadro de giz foi colocada para os estudantes uma das maneiras à qual eles poderiam recorrer para obter as transformações das unidades de medida de comprimento do sistema métrico, como é exemplificado no Quadro 2.

Quadro 2: Método para se obter transformações no Sistema Métrico

	$\times 10$ ⇒					
km	hm	dam	m	dm	cm	mm
Quilometro	Hectômetro	Decâmetro	Metro	Decímetro	Centímetro	Milímetro
	⇐ $\div 10$					

Fonte: Autoria própria (2019).

Para iniciar a atividade prática, cada estudante recebeu uma folha de orientação contendo os enunciados dos exercícios a serem feitos. O primeiro exercício propôs ao aluno que criasse sua própria unidade de medida. Para isso cada estudante mediu a palma de sua mão e a medida obtida determinava uma unidade de comprimento particular, denotada palmo, que posteriormente seria utilizada para a resolução e reflexão de outras questões.

Seguindo a folha de orientação, no segundo exercício os alunos tiveram que se organizar em duplas. A questão propunha que cada dupla escolhesse 20 objetos ou distâncias da sala de aula para que realizassem medições. Para o desenvolvimento dessa prática, foram levados para a sala de aula trenas, régua e fita métrica que ficaram disponíveis aos alunos. Após cada medição os alunos foram orientados a

anotar individualmente as dimensões das medidas obtidas. Foi pedido ao aluno que ele também fizesse conversões de suas medidas para todas as grandezas do sistema métrico: tal proposta visou desenvolver a prática da conversão de unidades. Além disso, as medidas também precisaram ser convertidas para as unidades particulares de cada estudante (o palmo).

Na última etapa, os alunos reuniram-se novamente com suas duplas para que comparassem suas repostas e refletissem sobre as seguintes questões:

- a) analisando os resultados na unidade palmo, a que conclusão podemos chegar?
- b) quanto aos resultados do sistema métrico, qual conclusão pode ser feita?
- c) a padronização de unidades de medida é algo relevante?

Um tópico que também foi previamente planejado para ser abordado no final das aulas foi o sistema de medidas utilizado pelo Estados Unidos. Contudo apenas foi possível tratar desse assunto com a terceira turma. Nas duas primeiras turmas, por conta do desempenho dos alunos na atividade anterior, o tempo não foi o suficiente para a realização do exercício. Na terceira turma, como o planejado, foi comentado o sistema de medidas utilizado pelos norte-americanos, além de que foi dado o espaço para os estudantes debaterem e comentarem sobre o assunto.

ANÁLISE

Nas três turmas o processo para obtenção das dimensões dos objetos analisados se concretizou de maneira bem-sucedida. Os integrantes das duplas se auxiliaram para a realização da tarefa e não apresentaram problemas no manuseio e na leitura dos instrumentos utilizados (trenas, réguas e fita métrica).

A primeira turma manifestou dificuldades na hora de trabalhar com as conversões e o tempo dedicado à tarefa foi mais longo do que o imaginado. Para as turmas seguintes optou-se pela diminuição do número de objetos a serem selecionados para que o foco se centrasse na compreensão das conversões. Poucos foram os alunos na primeira intervenção que obtiveram êxito em completar a lista de conversões dos 20 objetos selecionados, como apresentado na Figura 1:

Figura 1: Resposta de um aluno que completou toda a tabela.

objeto medido	palmo	km	hm	dam	m	dm	cm	mm
Rebaca	1,70	0,00031	0,0031	0,031	0,31	3,1	31	310
Cala	0,62	0,00013	0,0013	0,013	0,13	1,3	13	130
Calculadora	0,71	0,00013	0,0013	0,013	0,13	1,3	13	130
Guilherme	9,07	0,00065	0,0065	0,065	0,65	6,5	65	650
Carteira	3,24	0,00059	0,0059	0,059	0,59	5,9	59	590
Matheus	9,78	0,00078	0,0078	0,078	0,78	7,8	78	780
Caneta	0,80	0,00045	0,0045	0,045	0,45	4,5	45	450
Barrata	1,21	0,00022	0,0022	0,022	0,22	2,2	22	220
Mexira	2,36	0,00043	0,0043	0,043	0,43	4,3	43	430
Quadro	7,09	0,00029	0,0029	0,029	0,29	2,9	29	290
Caderno	1,54	0,00028	0,0028	0,028	0,28	2,8	28	280
Barracha	0,11	0,00002	0,0002	0,002	0,02	0,2	2	20
Henal	1,21	0,00022	0,0022	0,022	0,22	2,2	22	220
Capitmo	1,59	0,00029	0,0029	0,029	0,29	2,9	29	290
Janela	8,24	0,0015	0,015	0,15	1,5	15	150	1500
Calcular	0,79	0,00043	0,0043	0,043	0,43	4,3	43	430
Samira	8,79	0,0016	0,016	0,16	1,6	16	160	1600
Apertador	0,33	0,00006	0,0006	0,006	0,06	0,6	6	60
Polrede	9,73	0,00086	0,0086	0,086	0,86	8,6	86	860
Rabi	9,01	0,00164	0,0164	0,164	1,64	16,4	164	1640

Fonte: Autoria própria (2019).

Nas turmas seguintes foi dedicado mais tempo para a revisão das conversões e dada a possibilidade de cada dupla escolher apenas cinco objetos a serem analisados. Como resultado, os alunos conseguiram se dedicar mais nas conversões cumprindo a expectativa da tarefa, como apresentado na Figura 2.

Figura 2: Resposta de um aluno após a modificação no número de objetos

objeto medido	palmo	km	hm	dam	m	dm	cm	mm
mesa	3,11	0,00059	0,0059	0,059	0,59	5,9	59	590
Quadro	0,25	0,00043	0,0043	0,043	0,43	4,3	43	430
lajota	2,36	0,00043	0,0043	0,043	0,43	4,3	43	430
Altura cadeira	4,26	0,00081	0,0081	0,081	0,81	8,1	81	810
Janela	0,06	0,0012	0,012	0,12	1,20	12	120	1,200

Fonte: Autoria própria (2019).

Não somente a importância de se saber fazer conversões das unidades de medida do sistema métrico, as intervenções tinham também como objetivo expor a necessidade e os benefícios de um sistema padronizado.

Nas últimas questões de análise e reflexão acerca do tema exibido, os alunos apresentaram resultados correspondentes aos esperados. As três questões se complementavam para guiar o raciocínio quanto à importância da padronização. No geral, todas as turmas seguiram pela mesma linha de raciocínio e desenvolveram as três questões de formas semelhantes, em todas destacando a importância do padrão, como pode ser observado nos exemplos abaixo. A Figura 3 expõe a resposta padrão para a terceira questão.

Figura 3: Resposta padrão para a terceira questão

A unidade de medida (palmo) não é exata, pois os palmos têm diferentes tamanhos, assim, os resultados ficam diferentes.

Fonte: Autoria própria (2019).

Nas respostas da quarta questão foi comum a maioria dos estudantes comparar o sistema métrico ao sistema improvisado do palmo para pontuar o fato de que o sistema métrico é padronizado e único, independente do indivíduo que irá utilizá-lo, como mostra a Figura 4:

Figura 4: Resposta para a quarta questão

A forma de medir com o palmo é pessoal de cada um, enquanto o sistema métrico é algo mais consensual e útil.

Fonte: Autoria própria (2019).

Mesmo aqueles que não compararam os dois sistemas, identificaram o caráter universal do sistema métrico, como ilustra a Figura 5:

Figura 5: Resposta de um aluno para a quarta questão

O sistema métrico tem uma medida universal que não varia de uma pessoa para outra.

Fonte: Autoria própria (2019).

Na última questão, os alunos discorreram sobre a importância do sistema padronizado, baseados nas experiências obtidas nas questões anteriores. As Figuras 6 e 7 ilustram os pontos de vista mais compartilhados entre os estudantes:

Figura 6: Resposta padrão para a quinta questão

Sim, pois os resultados serão compatíveis evitando possíveis problemas.

Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 7: Resposta padrão para a quinta questão

Sim, usando a unidade métrica é possível obter os mesmos resultados de medida, sendo assim, ela é completamente relevante para uma real compreensão não subjetiva.

Fonte: Autoria própria (2019).

CONCLUSÃO

Analisando o panorama geral da turma, a atividade atingiu resultados satisfatórios. As três turmas onde houve a intervenção foram bem-sucedidas em todas as questões propostas. Através das respostas e conclusões obtidas pelos estudantes no decorrer das atividades, fica claro o entendimento deles sobre a importância de um sistema de medidas padronizado. Além disso, no fim das aulas os alunos tinham a capacidade de fazer manipulações para obter as grandezas em todas as unidades do sistema métrico, além de que foram aptos a defender a necessidade da existência do Sistema Internacional. Para futuras aplicações, destaca-se a importância da adaptação do modelo da atividade de acordo com a turma em que será aplicada, levando em consideração o tempo a ser utilizado pelos alunos no desenvolvimento de seus trabalhos e o tempo de duração das aulas.

Measurement units and quantities: historical and practical approach to metric learning

ABSTRACT

This present study was carried out with the financial support of Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Financial Code 001. Through the Programa de Iniciação à Docência (PIBID) from Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Curitiba, an elaboration of a work plan that focused on the development of students' skills in terms of metric conversion in the Metric System and highlighted the importance of a standardized system was proposed. Considering the importance of the topic for mathematics education and student development at elementary and high school levels, an intervention in three high school classes, each containing 30, 29 and 27 students of a public school in Curitiba, state of Paraná was carried out. The intervention consisted of a practical activity preceded by a historical contextualization about the units of measurement. Aiming highlight the importance of the standardization imposed by the International System of Measures, different models of measurement were exposed, also the difficulties faced by ancient civilizations because of the lack of standardization throughout history. After the theoretical approach, each student received an orientation sheet for the practical activity. The orientation sheet contained an activity which purpose was to guide students into situations where they needed to use and put their knowledge into practice for converting the multiple and submultiple units of measurement of the Metric System. In the activity, students were encouraged to work with different measuring instruments to obtain the dimensions of objects in the classroom, which would be converted to the different units of the system. After the practical activity, the students were guided to think about the system that had been used, pointing out its importance of standardization in the different scenarios of contemporary life.

KEYWORDS: Unit of measurement. International System. Metric System. Standardization.

REFERÊNCIAS

BENDICK, J. **Pesos e medidas**. São Paulo: Fundo de Cultura, 1965

BOYER, C. B. **História da matemática**. Tradução: Elza F. Gomide. São Paulo: Ed. Edgard, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: set. 2019

CREASE, R. P. **A medida do mundo**. Tradução George Schlesinger. Rio de Janeiro. Ed. Zaha, 2013.

MOSCATI, G. **O Sistema Internacional de Unidades (SI): passado, presente e futuro**. Disponível em: <http://licenciaturaciencias.usp.br/wp-content/uploads/2010/11/view.pdf>. Acesso em: set. 2019

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **"Sistema Internacional de Unidades"**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/sistema-internacional-unidades-si.htm>. Acesso em: 19 de setembro de 2019.

THE International System of Units (SI). **Bureau International des Poids et Mesure**. Disponível em: <https://www.bipm.org/en/measurement-units/>. Acesso em: set 2019.