

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROFMAT – PROGRAMA DE MESTRADO EM MATEMÁTICA  
EM REDE NACIONAL

FERNANDA CARPINTERO DE MORAES

UM PASSO DE CADA VEZ: CONHECENDO AS UNIDADES  
DE MEDIDA ATRAVÉS DA SUA HISTÓRIA

São Carlos

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROFMAT – PROGRAMA DE MESTRADO EM MATEMÁTICA  
EM REDE NACIONAL

FERNANDA CARPINTERO DE MORAES

## UM PASSO DE CADA VEZ: CONHECENDO AS UNIDADES DE MEDIDA ATRAVÉS DA SUA HISTÓRIA

Dissertação de mestrado apresentada ao PROFMAT – Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Vieira Sampaio

São Carlos

2019

**FICHA CATALOGRÁFICA**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

Moraes, Fernanda Carpintero de.

Um Passo de Cada Vez: Conhecendo as Unidades de Medida Através  
da Sua História / Fernanda Carpintero de Moraes – São Carlos: UFSCar, 2019.

xx páginas.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 2019.

1. Ensino de Matemática. 2. Prática docente. 3. Unidades de  
medida.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Fernanda Carpintero de Moraes, realizada em 28/02/2019:

---

Prof. Dr. João Carlos Vieira Sampaio  
UFSCar

---

Prof. Dr. Luiz Augusto da Costa Ladeira  
USP

---

Prof. Dr. José Antonio Salvador  
UFSCar

*Dedico este trabalho à minha família, meu pai Paulo, minha mãe Otília, minhas irmãs Alessandra e Paula e minha amiga lasmin que, com muita paciência, sempre me incentivaram para que conseguisse concluí-lo, me ajudando e encorajando quando achei que nem conseguiria mais aguentar.*

*“A matemática pura é, à sua maneira, a  
poesia das ideias lógicas.”*

*Albert Einstein*

## Agradecimentos

Agradeço, antes de tudo, às minhas amigas Iasmin e Juliana, sendo que juntas concluímos o trabalho e, juntas, jamais nos permitimos desistir. Assim como ao meu orientador Prof. Dr. João Sampaio, pois sem sua paciência e ajuda jamais teria conseguido finalizá-lo a tempo. Agradeço a toda a minha turma do PROFMAT, os quais contribuíram muito durante esse percurso para que conseguisse chegar até o final desse curso, nos ajudando sempre em todas as matérias e processos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo que agradeço.

Agradeço à minha família que sempre me acolheu e apoiou quando precisei, e embarcou comigo nesse sonho de morar em São Carlos e conquistar esse trabalho.

E, claro, agradeço aos meus amados e queridos alunos que se juntaram a mim nessa aventura com aulas inéditas e me realizaram como professora, além de meus colegas de serviço Nilza e Natalia, bem como minhas diretoras, Carla e Cidinha, que me ajudaram para que tudo desse certo e me apoiaram sempre sem qualquer questionamento.

## RESUMO

O presente trabalho busca instigar o pesquisador dentro de cada aluno, incentivando-o a utilizar e a buscar na história da Matemática inspiração, e usa-la como ferramenta para seu processo de aprendizagem. O tema abordado foi escolhido por fazer parte do conteúdo previsto em sala de aula pelo programa São Paulo Faz Escola. Busquei trabalhar com a História da Matemática como metodologia de ensino para que o aluno-pesquisador buscasse e construísse os conceitos que viriam a ser apresentados para que então compreendessem a necessidade da transição para o seu momento e sua importância nos dias atuais. Houve uma proposta de pesquisa sobre Unidades de Medidas, logo após fez-se a socialização dos dados obtidos e em seguida foi sugerido a eles que medissem objetos e espaços da escola e que comparassem os resultados. Ao final do processo, tivemos um debate sobre os dados obtidos durante a atividade e foi notável o conhecimento e compreensão dos alunos sobre o tópico. O debate final foi enriquecedor tanto para os alunos quanto para o professor, pode-se notar a interação, inserção e o comprometimento com o conteúdo. Conclui-se, portanto, que esta atividade atingiu seus objetivos.

Palavras-chaves: história da matemática, medidas métricas, unidades de medida, medidas não padronizadas.

## ABSTRACT

This work aims to incite the researcher inside students, encouraging them to utilize the History of Mathematics as a tool in order to improve the learning process. The theme considered in this research was presented in classroom, and it was elaborated accordingly to São Paulo Faz Escola program. The History of Mathematics was chosen to be used in order to the students create the concepts to be used, and understand the need of the transition to its moment and its importance to present days. A survey on Measurement Units was conducted, after this procedure, the survey data were socialized, then it was suggested that they measured objects and spaces at school and compared the results. At the end, there was a debate about data obtained during the activity and the students' knowledge and understanding about the topic was remarkable. The final debate was enriching for both the students and me as a teacher, because I could see the interaction and commitment to the content. I conclude that this activity responded to its objectives.

Keywords: History of Mathematics; metric measures; measure units; non-standardized measures.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cúbito .....	29
Figura 2: Mão, palmo, pé e dígito .....	29
Figura 3: Côvado da Igreja do Sabugal .....	30
Figura 4: Alunos pesquisando na sala de informática .....	49
Figura 5: Resposta do primeiro item .....	50
Figura 6: Itens 5, 6 e 7. ....	51
Figura 7: Respostas de aluno do 6º ano.....	52
Figura 8: Resposta de aluno do 8º ano .....	53
Figura 9: Alunos medindo o pátio.....	54
Figura 10: Alunos medindo o pátio .....	54
Figura 11: Aluno medindo altura de colega com os pés. ....	55
Figura 12: Interações durante a atividade.....	55

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Unidades básicas do SI.....	33
Tabela 2. Unidades do SI derivadas.....	34
Tabela 3. Unidades do SI derivadas (2). ....	35
Tabela 4. Unidades do SI derivadas (3). ....	35
Tabela 5. Unidades não pertencentes ao SI.....	36
Tabela 6. Unidades determinadas por experimentos.....	36
Tabela 7. Unidades aceitas temporariamente pelo SI. ....	37

## Sumário

Agradecimentos.....	7
Capítulo 1.....	13
Relato de experiência profissional e apresentação da dissertação .....	13
Capítulo 2.....	16
Breve incursão na história da Matemática de civilizações antigas e no surgimento de sistemas de medidas .....	16
Capítulo 3.....	27
História das medidas .....	27
3.1 Medidas não padronizadas .....	27
3.2 Padronização das medidas .....	31
3.4 Nomenclaturas e peculiaridades do Sistema Métrico .....	37
Capítulo 4.....	45
História da Matemática como Metodologia de ensino .....	45
Explorando a História das Medidas.....	47
5.1 Aplicação da atividade.....	48
Capítulo 6.....	56
Considerações finais .....	56

## Capítulo 1

### Relato de experiência profissional e apresentação da dissertação

Por meio deste capítulo apresento minha a dissertação de Mestrado Profissional realizada junto ao Programa de Mestrado em Matemática Rede Nacional (PROFMAT) realizado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), bem como minha trajetória profissional.

O pequeno relato a seguir trata de minha experiência como profissional na área do ensino da Matemática. Iniciei meus estudos em 2003 em Licenciatura em Matemática, no IME USP – São Paulo. Obtive graduação em 2009, e em 2010 inicializei como professora categoria O na rede estadual de ensino na cidade de Jaboticabal. Desde a graduação, dar aula na rede estadual era um sonho, pois queria oferecer um pouco do que aprendi desta instituição que muito me ofereceu.

Na cidade de Jaboticabal trabalhei em uma escola considerada modelo, por estar um pouco acima da média das demais escolas estaduais, o que facilitava e favorecia todas as atividades ali realizadas, pois todos os alunos aprendiam com prazer (e eles eram bem empenhados já que naquela escola havia reprovações de alunos). No ano de 2011 me mudei para a cidade de Pontal, pois havia passado no concurso do estado. Em Pontal lecionei durante os três anos (probatório) em uma escola relativamente normal do estado e no final de 2013 pedi remoção para a cidade de Ibitiúva (distrito de Pitangueiras), visto que minha intenção era ficar cada vez mais perto de Taiúva (onde tenho família e amigos). Já nesta escola tive mais desafios, por ser a única escola do distrito os alunos faziam o que bem entendiam (inclusive soltar bombas na escola), não era possível aplicar atividades diferenciadas. Iniciei a Especialização no Ensino da Matemática em 2015 e em uma das aulas foi me apresentado o programa de mestrado profissional PROFMAT, o motivo que me fez pedir remoção para São Carlos. Permaneci em Ibitiúva nos anos de 2014 e 2015, e só consegui aplicar minha atividade da especialização no primeiro semestre de 2016 pois a direção da escola que me acolheu foi extremamente

parceira. Sempre preferi trabalhar com os colegiais, porém como o vice-diretor me dava mais subsídios nas aulas (dando advertências ou suspensão quando era necessário mandar o aluno à diretoria), fazendo com que os alunos passassem a respeitar mais minha presença em sala de aula, acabei trabalhando mais com os sextos anos no período da tarde.

Neste trabalho descrevo a atividade desenvolvida com os alunos dos sextos anos do Ensino Fundamental em uma escola da rede estadual em São Carlos – SP. Tal atividade consistiu na orientação de pesquisa sobre *Medidas padronizadas e não padronizadas* aos alunos, socialização dos dados obtidos, medições e anotações dos itens do cotidiano e debate dos dados coletados.

A motivação para a escolha do tema veio do próprio conteúdo oferecido aos alunos em sala de aula pelo professor da rede estadual, e a motivação da metodologia escolhida foi baseada no aspecto teórico já estudado anteriormente nas disciplinas da graduação.

No segundo capítulo discorro brevemente sobre a História da Matemática de civilizações antigas e o surgimento dos primeiros sistemas de medidas. Ressalte-se que os Parâmetros Curriculares Nacionais tratam do uso da História da Matemática como metodologia de ensino.

No terceiro capítulo exponho ao leitor um apanhado teórico sobre medidas não padronizadas, seu uso e quais problemas foram detectados na época em questão por conta da não padronização, exponho também como foi feita a padronização das medidas mediante ao uso de instrumentos e a formação da si “Sistema Internacional de unidades”.

No quarto capítulo, de maneira muito breve, trato da História da Matemática como Metodologia de Ensino.

E o quinto capítulo trata da História das Medidas, e da aplicação de atividades para os alunos dando início com a explicação do desenvolvimento para a estruturação da pesquisa sugerida aos alunos, deixando o roteiro de perguntas utilizadas para a realização da pesquisa. A seguir apresento como foi aplicado e o

desenvolvimento da atividade após a pesquisa inicial. Concluindo o capítulo expondo os comentários dos alunos referentes à atividade aplicada.

E o capítulo seis se dedica às considerações finais.

Este trabalho veio a me proporcionar novas e maravilhosas experiências, tornando minha visão mais ampla sobre como preparar atividades com metodologias ainda não utilizadas em sala de aula, trazendo reflexões de como adaptar cada conteúdo ao cotidiano dos alunos para uma melhor assimilação e aprendizado.

## Capítulo 2

### Breve incursão na história da Matemática de civilizações antigas e no surgimento de sistemas de medidas

Falar sobre a História da Matemática, mesmo que brevemente demandaria demasiado tempo, e seriam necessários, não apenas este pretenso e minúsculo trabalho, mas volumes de enciclopédias para arranhar a superfície desta arte que abarca todas as demais. Chamá-la de arte é mais que justo, visto que podemos identificar seu potencial artístico na etimologia da palavra Matemática, que vem do grego “Matemathike”, que é a junção das palavras “Máthema” = compreensão, conhecimento, aprendizagem; e “Thike” = arte, portanto a Matemática é a arte de se compreender padrões e números (fonte: <https://www.dicionarioetimologico.com.br/matematica/>).

A Matemática teve seu uso como ciência proposta pelos seres humanos, o que pode ser remetido à própria história da humanidade, e ao próprio conceito de número, que foi, provavelmente, um dos primeiros conceitos assimilados pelos humanos no processo de contagem, e para descrever quantidade, ordem ou medida; tais conceitos básicos matemáticos estão arraigados em nosso cérebro. Porém, tais conceitos não são exclusivamente humanos, visto que até os animais tem um sentido de distância e quantidade, conseguindo perceber quando seu bando está desfalcado fazendo com que possam perceber, “calcular” se sua presa ou predador está a uma distância acessível, atacar ou recuar mediante o perigo ou na busca de alimento. Tal compreensão básica matemática, no mundo natural, é a diferença entre a vida e morte. Porém, foram os seres humanos que em um certo período da história começaram a perceber e mediar mais a fundo os padrões que compõem seu dia-a-dia (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria\\_da\\_matem%C3%A1tica](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_matem%C3%A1tica)).

Nosso mundo é constituído de certos padrões e sequências que nos permeiam, e dos quais podemos observar e aprender, tais como o dia e a noite, e as constantes

mudanças que observamos na natureza. Um dos motivos que contribuíram com o florescer da Matemática foi a busca da compreensão e sentido de tais padrões naturais.

Por toda história a espécie humana luta para entender as leis fundamentais que regem o mundo material, para descobrir e compreender as regras e padrões que compõem e determinam as qualidades dos objetos que nos rodeiam e sua complexa relação conosco e entre si. Durante milhares de anos, sociedades por todo o mundo descobriram que uma disciplina em particular, mais do que outras, guarda certo conhecimento sobre as realidades fundamentais do mundo físico, essa disciplina é a Matemática, que desde sua “descoberta”, que vem se mostrando como a Linguagem do Universo.

Quando os humanos começaram a estabelecer seus primeiros assentamentos, abandonando a vida nômade, foi quando a Matemática, como ciência, teve seus primeiros passos, dado a demanda de espaço para agricultura e armazenagem de alimentos para as pessoas que começavam a se aglomerar nas primeiras cidades. As primeiras civilizações da antiguidade se estabeleceram no Oriente, nas regiões de vales férteis. Os gregos chamavam o local do vale onde se encontravam os rios Tigre e Eufrates pelo nome de Mesopotâmia, ou seja, “Terra entre os Rios”. Foi a Mesopotâmia que viu erguerem-se os primeiros centros urbanos da humanidade, com sua vida opulenta, complexa e variada, como veremos adiante, foi nas cidades mesopotâmicas que se desenvolveu o primeiro sistema prático de escrita, a escrita cuneiforme, nome dado por conta desta escrita ser feita sobre placas de argila com um material em formato de cunha, possivelmente proveniente de juncos de plantas locais; seus pictogramas eram gravados em tabuletas de argila, das quais muitas sobreviveram até os dias atuais nos proporcionando um vislumbre desta que pode vir a ter sido a primeira escrita da humanidade. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Escrita\\_cuneiforme](https://pt.wikipedia.org/wiki/Escrita_cuneiforme))

Na região da Mesopotâmia ficava a Babilônia, seus habitantes da época foram, há cerca de 6.000 anos, os inventores da roda, descobriram as propriedades da circunferência e verificaram que a relação entre o comprimento da circunferência dividido pelo diâmetro era aproximadamente três unidades. Os babilônicos (ou babilônios) achavam que o comprimento da circunferência era um valor intermediário entre os perímetros dos quadrados inscrito e circunscrito em um círculo, também

sabiam traçar o hexágono regular inscrito e conheciam uma fórmula para achar a área do trapézio retângulo. Eles também cultivavam regidos pela astronomia e calculavam que o ano tinha aproximadamente 360 dias, dividiram então a circunferência em 360 partes iguais obtendo o grau sexagesimal.

A economia das civilizações que floresceram na Mesopotâmia e foram organizadas em função da agricultura dependiam dos períodos das cheias dos seus rios. Tinham, portanto, problemas, tais como estabelecer um sistema de rodízio de terras; como construir reservatórios de água e canais de irrigação; como construir sistemas de roldanas ou manivelas; como calcular perímetro, área e volume de figuras geométricas; como realizar a contagem e como estabelecer um calendário que fosse mais preciso. Tais questões levaram os egípcios ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de várias técnicas de cultivo por meio dos conhecimentos matemáticos.

No Egito surgiram alguns dos primeiros sinais da matemática como a conhecemos hoje. A vida na sociedade egípcia antiga era regida pelo Rio Nilo, suas cheias e recuos nutriam o solo de suas encostas férteis tornando-se o evento de maior significância da agricultura egípcia, sendo usada também como marcador de tempo como uma espécie de calendário que marcava o início e fim de cada colheita. Os egípcios também usavam as fases da lua para contar o tempo. Fazer o registro dos padrões de mudança de tempo e estação era essencial, não só para a administração da agricultura, mas também para a religião e para a política, tendo uma relação forte entre a burocracia e o desenvolvimento da matemática no antigo Egito, já que era vital saber a extensão da área de um agricultor para ele ser taxado de acordo, ou para saber se em uma das cheias do Nilo parte de suas terras foram erodidas e este pudesse pedir um abatimento nas taxas, significando uma medição constante por parte dos topógrafos e a busca de solucionar tais problemas práticos. Com o aumento populacional, tornou-se necessário encontrar maneiras de calcular e medir as porções de terra, fazer previsões das colheitas e cobrar impostos para gerenciar o reino, ou seja, as pessoas precisavam contar e medir.

Os Egípcios usavam seus corpos para medir o mundo, um palmo era a largura de uma mão, e um cúbito a distância entre o cotovelo e as pontas dos dedos. Os cúbitos de terra, faixas medindo um cúbito por cem, eram usados pelos topógrafos dos faraós para calcular áreas. Os egípcios precisavam de uma maneira de registrar seus cálculos, e

usavam o sistema decimal provavelmente motivados pelos dez dedos das mãos. Os escribas egípcios usavam folhas de papiro, que eram feitos de talos de plantas, para registros diários. Diferentemente dos hieróglifos talhados ou desenhados em suas edificações, os delicados papiros não resistem bem às intempéries, tendo pouquíssimos resistindo até os dias atuais, entre eles resistiu o papiro matemático de Rhind ou papiro de Ahmes que detalhava como os antigos egípcios resolviam seus problemas da vida cotidiana. Entre os exemplos encontrados nesse papiro há a solução de fracionar pães e cerveja, que era o modo como os trabalhadores eram pagos, a fim de uma solução justa. Problemas práticos tais como medidas de áreas circulares e triangulares são tratados nesse papiro.

O Papiro de Rhind ou Papiro de Ahmes, um documento egípcio de cerca de 1 650 a.C., tem esse nome devido a ter sido adquirido por Alexander Henry Rhind de Aberdeen (Escócia), tendo sido escrito (copiado de um papiro mais antigo) por um escriba (escriturário egípcio) chamado Ahmes, por isso também chamado de papiro de Ahmes. O Papiro de Ahmes detalha a solução de problemas matemáticos e geométricos em escrita hierática, uma espécie de escrita cursiva para uso contábil e matemático. Esse papiro mede cerca de 5 metros por 33 centímetros e permanece hoje no acervo do Museu Britânico (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Papiro\\_de\\_Rhind](https://pt.wikipedia.org/wiki/Papiro_de_Rhind))

Povos mais antigos do que os gregos, como os egípcios, babilônicos e chineses, já eram já capazes de efetuar cálculos matemáticos e medidas de ordem prática com grande precisão. Os antigos chineses tinham grande conhecimento de fenômenos astronômicos, catalogando diversos corpos celestes no ano de 1054 a.C. Em seus estudos mencionaram cometas, chamando-os de “estrelas com caudas”, percebendo que suas caudas sempre apontavam para o lado oposto ao sol. Seu calendário era incrivelmente preciso, possuindo 365 dias; demonstrando a incrível capacidade de observação e medição dos antigos astrônomos matemáticos chineses.

Mas, foram os gregos, no entanto, que introduziram o método axiomático, que viriam a ser as rigorosas provas dedutivas e o encadeamento sistemático de teoremas demonstrativos que tornaram a Matemática uma ciência tal qual como a conhecemos hoje. A matemática grega clássica ou matemática da Grécia Antiga é o nome dado ao estudo da matemática escrita em grego entre os anos 600 a.C. (época em que viveu

Tales de Mileto) até o fechamento da Academia de Platão em 529 d.C. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Matem%C3%A1tica\\_da\\_Gr%C3%A9cia\\_Antiga](https://pt.wikipedia.org/wiki/Matem%C3%A1tica_da_Gr%C3%A9cia_Antiga)).

O pensamento matemático começou a se desenvolver com os povos da antiguidade, porém seu uso ficava restrito às necessidades básicas do uso cotidiano. Todavia, passaram a ter uma estruturação organizada na Grécia Antiga, onde a matemática ganhou contornos abstratos e passou a ser utilizada não apenas para medir e contar coisas do dia-a-dia, mas também como elemento de pensamento abstrato e filosófico. Foi na Grécia que se desenvolveram diversos sistemas de numeração, dentre eles um alfabético, em que os números eram representados por letras que compunham o alfabeto grego: alfa, beta, gama, delta. Tais representações ainda hoje são utilizadas em fórmulas matemáticas.

Ao falar do desenvolvimento da matemática na Grécia Antiga é preciso citar ao menos alguns de seus principais pensadores, dentre eles Tales de Mileto.

Tales de Mileto (624 – 546 a.C.) foi filósofo, matemático, engenheiro e astrônomo na Grécia Antiga, nasceu em Mileto, cuja região fica na atual Turquia. Era apontado com um dos Sete Sábios da Grécia Antiga, sendo considerado por Aristóteles o primeiro filósofo grego. Tales foi o fundador da escola Jônica, uma das duas grandes primeiras “escolas”, junto com a Pitagórica, a existir na Grécia Antiga. Tales atuou como comerciante e em sua profissão conheceu outros locais, como o Egito e a Mesopotâmia, de onde pode estudar suas culturas e incorporar para seu aprendizado. Ele foi o responsável por desenvolver primeiros passos em direção à geometria dedutiva e por propor as primeiras demonstrações matemáticas, sendo apontado por muitos como o primeiro “cientista”. Conclusões a ele atribuídas compõem importantes princípios de geometria, tais como: todo círculo é dividido em duas partes iguais por meio de seu diâmetro; os ângulos que formam a base de um triângulo isósceles são iguais.

Tales era considerado um “Filósofo Naturalista”, e esboçou o que poderia ser citado como os primeiros passos do pensamento Teórico evolucionista. Segundo Tales *“O mundo evoluiu da água por processos naturais”*, tais palavras foram ditas aproximadamente 2460 anos antes das teorias de Charles Darwin. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Tales\\_de\\_Mileto](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tales_de_Mileto)).

Outro importante pensador reconhecido pelo desenvolvimento na matemática na antiguidade foi Pitágoras de Samos (c. 570 – c. 595 a.C.), filósofo e matemático. Deduz-se que ele possa ter sido aluno de Tales. Pitágoras foi responsável por formar a Escola Pitagórica, que envolvia o pensamento racional e muito de misticismo. Pitágoras atribuía aos números explicações universais. Sua escola era formada por quatro campos do saber consideradas indispensáveis: a aritmética, a música, a geometria e a astronomia. Sua linha de pensamento dava a partir do entendimento abstrato e filosófico dos números e da matemática e propunha teoremas abstratos para resolver questões filosóficas, e não mais somente aqueles que estavam presentes na vida prática e cotidiana. O teorema de Pitágoras, que afirma que a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa é um dos exemplos de teoremas descobertos na Escola Pitagórica. (fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Pit%C3%A1goras>).

No começo do século V a.C., os pitagóricos foram expulsos do que é hoje o sul da península itálica e a Sicília, e a sociedade deixou de existir, mas a popularidade de seus ensinamentos continuou a crescer. Escolas pitagóricas surgiram em Atenas, nas ilhas e nas colônias gregas, e seus conhecimentos matemáticos, rigorosamente protegidos de forasteiros, tornaram-se propriedades da escola. Muitas realizações atribuídas a Pitágoras provavelmente foram realizadas por seus alunos.

Quando Atenas se tornou o centro político e cultural da Grécia Antiga, muitas áreas de conhecimento passaram a se desenvolver. Com a matemática não foi diferente. Ela passou a se desenvolver num espaço específico: a *Academia*, fundada por Platão.

Platão (Atenas, 348/347 a.C.), que tinha por nome Aristocles, sendo Platão seu apelido, advindo de Plátôn (amplo, largo), devido ao seu físico, foi um filósofo e matemático do período clássico grego, autor de diversas obras em forma de diálogos filosóficos e fundador da Academia em Atenas, a primeira instituição de educação superior do mundo ocidental. Tendo o nome de Academia como homenagem ao herói Academo, sendo um ginásio adquirido por Platão perto de Colona, a nordeste de Atenas. Ele ampliou a propriedade e construiu alojamentos para os estudantes; cujo saber último a ser aprendido na Academia era o saber pelo seu valor ético e político. A Academia era um espaço voltado para o estudo e a investigação, sendo um espaço propício para o desenvolvimento da filosofia e das demais áreas do conhecimento, como

a Matemática. Ela foi o centro de atividade intelectual mais importante do mundo grego antigo.

Juntamente com seu mentor, Sócrates e seu pupilo, Aristóteles, Platão ajudou a construir os alicerces do que viria a ser a filosofia natural e ocidental e a ciência. (fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Plat%C3%A3o>).

Não se poderia deixar de mencionar também, mesmo que de maneira breve, outro grande filósofo e matemático grego antigo. Trata-se de Aristóteles, tipo por muitos como O Grande Filósofo da Antiguidade.

Aristóteles (Estagira, 384 a.C. – Atenas, 322 a.C.) foi um filósofo grego, aluno de Platão. No ano de 343 a.C. torna-se preceptor de Alexandre da Macedônia quando este ainda tinha 13 anos de idade, que mais tarde veio a ser conhecido como Alexandre o Grande, visto como o mais célebre conquistador do mundo antigo. Seus muitos escritos abrangem assuntos tais como a física, a metafísica, as leis da poesia e do drama, a música, a lógica, a retórica, o governo, a ética, a biologia, a zoologia, química, retórica, medicina e artes. Visto como um dos fundadores da Filosofia Ocidental, juntamente com Sócrates e Platão.

Em 335 a.C. Aristóteles fundou sua própria escola em Atenas, o *Liceu*, em uma área de exercício público dedicado ao deus Apolo (Lykeios), daí o nome Liceu. Os alunos da escola de Aristóteles mais tarde ficaram conhecidos como *peripatéticos*. "Peripatético" é a palavra grega para 'ambulante' ou 'itinerante'. Peripatéticos, portanto, seriam "os que passeiam" em razão do hábito de Aristóteles de ensinar ao ar livre, caminhando enquanto lia e dava preleções, por sob os portais cobertos do Liceu, conhecidos como perípatos, ou sob as árvores que o cercavam. A escola sempre teve uma orientação empírica – em oposição à Academia platônica, muito mais especulativa.

Os membros do Liceu realizavam pesquisas em uma ampla gama de assuntos, e em todas as áreas coletando manuscritos das viagens de Aristóteles e de seus alunos, como Alexandre, que mandava espécimes de plantas e animais para seu professor; e assim, de acordo com alguns relatos antigos, se criou a primeira grande biblioteca da antiguidade. (fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arist%C3%B3teles>).

Até o século VI a.C. a matemática grega não se destacava. Havia, como em outras civilizações da época, técnicas de contagem e medição. Foi apenas com os Grandes sábios gregos, tanto os chamados Pré-Socráticos, quanto o pensamento Socrático/Platônico/Aristotélico, que desenvolveram os pilares de pensamento Ocidental.

Os gregos não utilizavam a matemática apenas para medir e calcular coisas cotidianas. Eles acreditavam no poder dos números e os utilizavam para interpretar coisas mais abstratas, que se expressavam por via de áreas próprias como a astronomia.

A maioria dos antigos escritos sobre matemática não chegaram aos nossos dias, e são conhecidos apenas por referências de autores posteriores e comentaristas, especialmente Papo de Alexandria (século IV), Proclo (século V) e Simplicio da Cilícia (século VI). Os originais também geralmente encontram-se perdidos, há algumas cópias em grego, mas também alguns são conhecidos apenas por traduções para outros idiomas, tais como o árabe. Graças, em boa parte à cultura árabe, que muitos dos conhecimentos antigos, em várias áreas, nos chegaram até hoje. Mas dentre as obras que temos acesso em grego, estão algumas de Euclides, Aristóteles, Arquimedes e Apolônio.

A Matemática e a Filosofia grega antiga serviu inicialmente aos “Naturalistas” como o esforço em buscar um princípio único da explicação do mundo, uma ideia *cósmica*. Cosmo ou cosmos, que remete à "ordem", "organização", "beleza", "harmonia" é um termo que designa o universo em seu conjunto, toda a estrutura universal em sua totalidade, desde o microcosmo ao macrocosmo. O cosmo é a totalidade de todas as coisas deste Universo ordenado, desde as estrelas até as partículas subatômicas. Pode ser estudado na Cosmologia. Foi o filósofo grego Pitágoras o primeiro a utilizar o termo "cosmos" para se referir ao Universo.

Do ponto de vista de estrutura, a matemática grega se distingue das anteriores, por ter levado em conta problemas relacionados com processos infinitos, movimento e continuidade. As diversas tentativas dos gregos de resolverem tais problemas fizeram com que desenvolvessem o que viria a ser chamado de *método axiomático-dedutivo*. Tal método consiste em admitir como verdadeiras certas proposições, que estejam mais ou

menos evidentes, e a partir destas, por meio de encadeamento lógico, chegar a proposições mais gerais. As dificuldades com que os gregos depararam ao estudar os problemas relativos a processos infinitos, sobretudo problemas sobre números irracionais, visto pelos pitagóricos como perigosos, pois iam contra seu ideal de perfeição cósmica matemática; talvez sejam estas as causas que os fizeram desviar-se da álgebra, encaminhando-os em direção à geometria. Realmente, é na geometria que os gregos se destacam, culminando com a obra de Euclides, intitulada "Os Elementos". Sucedendo Euclides, encontramos os trabalhos de Arquimedes e de Apolônio de Perga.

Euclides de Alexandria (c. 300 a.C.), foi um professor e matemático platônico; tendo como principal obra *Os Elementos*. A obra de Euclides *Os Elementos* é uma das mais influentes na história da matemática, servindo como o principal livro para o ensino de matemática, especialmente a geometria, sendo amplamente usada desde a data da sua publicação até o fim do século XIX. Nessa obra, os princípios do que é hoje chamado de *Geometria Euclidiana* foram deduzidos a partir de um pequeno conjunto de axiomas.

A obra composta por treze volumes, sendo cinco sobre geometria plana, três sobre teoria dos números, um sobre a teoria das proporções, um sobre incomensuráveis e os três últimos sobre a geometria no espaço.

Embora muitos dos resultados tratados na obra *Os Elementos* já fossem conhecidos por predecessores de Euclides, uma das contribuições de Euclides foi apresentar tais teoremas em uma única estrutura logicamente coerente, facilitando seu uso e referência, incluindo um sistema rigoroso de provas matemáticas que continua a ser a base da matemática 23 séculos mais tarde, tornando Euclides uma peça chave não só na História da Matemática, como também em toda História de modo geral. (fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Euclides>)

Outro Gigante da Matemática que deve ser mencionado por suas contribuições foi Arquimedes de Siracusa (287 a.C. – 212 a.C.). Arquimedes foi matemático, físico, engenheiro, inventor e astrônomo grego. E, embora existam poucos detalhes de sua vida, entre estes ainda alguns relatos fantasiosos ou exagerados, estes foram suficientes para que seja considerado um dos principais cientistas da Antiguidade Clássica.

Embora Arquimedes seja mais famoso pelo princípio da Hidrostática que traz seu nome, talvez sejam mais notáveis suas investigações sobre a quadratura do círculo, que vem a ser a descoberta da relação entre a circunferência e o seu diâmetro. Na Hidrostática, o "*Princípio de Arquimedes*" pode e deve ser considerado uma das grandes e mais importantes descobertas que deram grande adiantamento no estudo das ciências físicas, e que produziu satisfatórios resultados. Tal princípio possui aplicações nas ciências naturais, nos estudos farmacológicos e mesmo nas frequentes atividades do cotidiano. Podemos enunciar esse Princípio em duas partes:

- a) Todo corpo submerso em um líquido, desloca desse líquido uma quantidade determinada, cujo volume é exatamente igual ao volume do corpo submerso.
- b) O corpo submerso no líquido "perde" de seu peso uma quantidade igual ao peso do volume de líquido igual ao volume submerso do corpo.

Para Arquimedes são creditadas também outras descobertas, tais como o sistema de alavancas, de roldanas, e por ter inventado o *hodômetro*, que durante a Primeira Guerra Púnica foi descrita como um carrinho com um mecanismo de engrenagens que a cada milha percorrida derrubava uma bola em um recipiente. O hodômetro ou odômetro (do grego "caminho"); trata-se de um equipamento destinado a medir a distância percorrida por um veículo. O velocímetro trabalha em conjunto com o hodômetro, pois o cálculo é feito entre a distância percorrida e o tempo em questão, gerando a velocidade atual. Hoje em dia, a função do hodômetro também pode ser realizada também através do GPS.

A morte de Arquimedes ocorreu durante a Segunda Guerra Púnica, e é narrada de diferentes maneiras. Segundo o historiador Plutarco, a morte de Arquimedes se deu depois que o exército romano conquistou as partes mais importantes da cidade sitiada. Arquimedes estava contemplando um diagrama matemático quando a cidade foi capturada. Um soldado romano ordenou que ele parasse, mas ele se recusou, dizendo que ele tinha que terminar de trabalhar no problema, e enfurecido o soldado matou Arquimedes com sua espada (fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arquimedes>).

Arquimedes além de ser um matemático e inventor genial, era um ser que estava muito à frente da sua época. Dedicou-se até o último momento da sua vida à pesquisa

e estudo da ciência matemática. Não por acaso que o seu nome se encontra junto aos dos grandes matemáticos que passaram por diversas épocas da história da humanidade. A relevância de Arquimedes como matemático rendeu-lhe uma homenagem no momento da criação da Medalha Fields, nome dado em homenagem ao matemático canadense John Charles Field (Toronto. 1863 – 1932); prêmio mais importante da matemática, atribuído pela União Internacional de Matemática desde 1932. A medalha, oferecida de quatro em quatro anos a importantes matemáticos com não mais de 40 anos, tem em uma de suas faces o rosto de Arquimedes.

Muitos bons exemplos podem-se tirar desses gênios que fizeram a História da Matemática. Principalmente para os professores, que têm o dever de transmitir o conhecimento adquirido durante as gerações passadas às futuras gerações. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Medalha\\_Fields](https://pt.wikipedia.org/wiki/Medalha_Fields)).

## Capítulo 3

### História das medidas

#### 3.1 Medidas não padronizadas

Desde as civilizações mais antigas, a humanidade teve a necessidade de realizar medições. Acredita-se que inicialmente o ato de medir era intuitivo, relacionado principalmente com a necessidade de alimentação. Devido à substituição da sua atividade de caça e da coleta de frutas pela domesticação de animais e plantio de cereais (agricultura e pecuária) o homem sentiu falta de um controle de quantidades e de periodicidade.

Como consequência do desenvolvimento do homem, convivendo em sociedade e constituindo comércio, surgiram também as necessidades de medir ângulos, superfícies, comprimentos, volumes e massas.

Até onde se sabe, as medidas iniciais eram baseadas em partes do próprio corpo (medidas antropométricas): o comprimento do pé, da palma, da passada, a largura da mão, a espessura do dedo, etc. Entretanto, tais maneiras de medir não eram precisas e se diferenciavam de indivíduo para indivíduo, causando confusões e dificuldades na comunicação. A partir do momento em que o homem começou a viver em comunidade foi se tornando cada vez mais imprescindível a criação de novas, melhores e mais precisas maneiras de medir que possibilitassem o convívio em sociedade e negociações justas entre todos em qualquer lugar. Começou, assim, a busca nas civilizações por medidas-padrão.

Os egípcios antigos, bem como como outros povos da época, tinham medidas inspiradas no corpo humano. A unidade mais utilizada por eles era o *côvado*, a distância do cotovelo até a ponta do dedo médio. O padrão real correspondia a 7 palmos ou 28 dedos, o que equivaleria hoje a medida de 52,3 centímetros.

Tal instabilidade e imprecisão criava muitos problemas para o comércio, que passava a ditar o ritmo das nações vigentes, e a necessidade de medidas precisas

se dava em resposta às dificuldades comerciais cujas quantidades eram expressas em unidades de medidas diferentes e que não tinham correspondência entre si.

Com o crescimento da burguesia mercantil pelo detrimento do feudalismo, e a formação de Estados Nacionais, deu-se a necessidade urgente de uma padronização dos pesos e medidas para facilitar e agilizar as transações comerciais crescentes. A partir das agitações das Revoluções Científica e Francesa, novas mudanças no cenário científico eram consolidadas. A partir de 1790, por ordem da Academia Francesa de Ciências, uma equipe composta por físicos, astrônomos e agrimensores se puseram em campo para medir a distância entre Barcelona, no nordeste da Espanha, e Dunquerque, noroeste da França, correspondente a um arco do *meridiano* que passava por Paris. O que se pretendia era encontrar uma base objetiva para definir cientificamente uma unidade a partir da qual fosse possível estabelecer um conjunto de medidas aceito por todos. O novo sistema, o *Sistema Métrico Decimal*, fundamentado no metro surgiu para pôr fim à colossal confusão de pesos e medidas para ajudar na expansão econômica da Europa. (fonte: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp>)

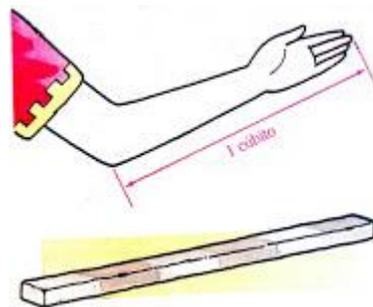
Medir coisas sempre foi importante para a humanidade, seja para saber o tamanho de uma área ou fazer negócios, porém os métodos de medição foram se padronizando com o decorrer do tempo devido às necessidades que surgiam. O Instituto Português de Qualidade (2016) nos traz informação de que as diferenças entre os sistemas de medidas de comprimento, capacidade e peso dificultavam a vida das populações, o pagamento de impostos (países colonizadores não conseguiam ajustar os impostos) e, principalmente, o comércio.

Segundo Gardner (1929), no início, utilizavam-se partes do corpo humano como medida padrão, entre elas:

- Cúbito: era a medida do antebraço da pessoa, a distância entre o cotovelo e a ponta do dedo médio;
- Pé: o tamanho do pé da pessoa;
- Polegar: tamanho do polegar da pessoa;
- Palma: a distância entre a ponta do polegar e a ponta do mindinho, com os dedos abertos;

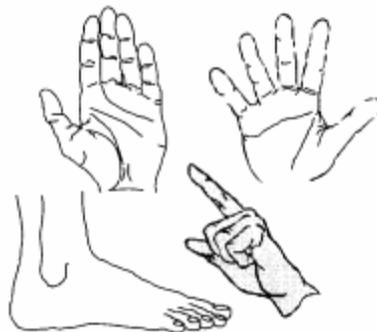
- Mão: a largura dos quatro dedos mantidos juntos. Era considerado como  $\frac{1}{2}$  palmo;
- Jarda: a distância entre a ponta do nariz à ponta do dedo médio com o braço estendido;
- Braça: também considerada como duas jardas, era a distância entre as pontas dos dedos médios com os braços abertos.

Figura 1: Cúbito



Fonte: Rosa (2013).

Figura 2: Mão, palmo, pé e dígito



Fonte: Berlinghoff (2008).

As Figuras 1 e 2 objetivam ilustrar as unidades de medidas, sendo que na Figura 2, apresenta-se, ainda, o dígito como medida equivalendo-se à largura do indicador.

Como era comum esses padrões serem diferentes, pois variavam de acordo com cada pessoa, adotava-se uma autoridade que servia de base para tais padrões,

então, na Inglaterra, o rei Henry I (1068-1135) definiu uma *jarda* sendo a distância da ponta de seu nariz à ponta do seu dedão com o braço esticado. (fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Jarda>)

O Instituto Português de Qualidade (2016) observa que, em Portugal, a medida mais usada era o palmo, então a partir dele foram construídas outras medidas, sendo elas a vara, que media 5 palmos, e o côvado que media 3 palmos (o palmo da época “padrão” tinha em média 22 cm). Também era comum, onde havia comércio, verificar-se uma marca na parede com o padrão utilizado, como mostra a Figura 3.

Gardner (1929) apresenta que outro rei inglês, Edward I, decretou uma jarda sendo igual a 3 pés, estes eram divididos em 12 segmentos iguais, os quais foram definidos como polegada; então uma jarda equivalia a 36 polegadas.

Já a milha, desenvolvida pelos Romanos, era a distância de 1.000 passos (na época equivalia a aproximadamente 5 pés). Hoje a milha tem 5280 pés (cada pé equivale a 30,48 cm).

*Figura 3: Côvado da Igreja do Sabugal*



Fonte:

<[http://www1.ipq.pt/museu/PT/MM/v1/v1\\_visita\\_virtual\\_covado\\_sabugal.aspx](http://www1.ipq.pt/museu/PT/MM/v1/v1_visita_virtual_covado_sabugal.aspx)>

## 3.2 Padronização das medidas

O Sistema Métrico Decimal adotou, inicialmente, três unidades básicas de medida: o metro, o quilograma e o segundo. Entretanto com o desenvolvimento da ciência e tecnologia, passaram-se a exigir medições cada vez mais precisas e diversificadas. Diversas modificações ocorreram nesse meio tempo até que, em 1960, o Sistema Internacional de Unidades (SI), foi consolidado pela 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, sendo este mais complexo e sofisticado. O SI foi adotado também pelo Brasil em 1962, e ratificado pela Resolução nº 12 (de 1988) do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), tornando-se de uso obrigatório em todo o Território Nacional. (fonte: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp>)

Em 1670, Gabriel Mouton (1618-1694), matemático e vigário da paróquia de São Paulo, em Lyon, na França, propôs um sistema baseado num padrão universal e invariável: a Terra. A ideia era simples: medir a distância em metros, no caso a décima milionésima parte de equivalência, do equador ao polo norte através do meridiano que passa por Paris; um décimo de milionésimo daquela distância seria o metro (do grego metron, medida), com múltiplos e submúltiplos decimais. (fonte: SILVA, Irineu. História dos Pesos e Medidas – EdUFSCAR. São Carlos SP.)

Ainda seguindo essa evolução, em 1789, a Revolução Francesa possibilitou um modelo que rompesse com os padrões da Idade Média. Em 1790, Charles-Maurice de Talleyrand (1754-1838) recomendou que a Academia Francesa de Ciências reformulasse os padrões de medida vigentes no país. Ele sugeriu que o sistema fosse baseado no comprimento de um pêndulo que fizesse uma oscilação completa por segundo. A academia viu que esta proposta não era viável, pois o comprimento poderia variar com as variações na temperatura e na gravidade em diferentes partes do mundo (voltando ao problema inicial). (fonte: SILVA, Irineu. História dos Pesos e Medidas – EdUFSCAR. São Carlos SP.)

Em 1792, a Academia ressuscitou as ideias de Gabriel Mouton e mandou medir o meridiano de Paris.

O Instituto Português de Qualidade (2016) nos traz que ao longo do século XIX vários países notaram que o sistema métrico era o melhor sistema de medidas. Então em 20 de maio de 1875 aconteceu a Convenção do Metro que reuniu 17 países com o objetivo de estabelecer uma autoridade internacional na área da metrologia, adotando-se o metro como unidade de medida e comprimento.

O site de metrologia e medições do Instituto Português da Qualidade (fonte: *História dos pesos e medidas*. Museu Metrologia, 2016. Disponível em <http://www1.ipq.pt/PT/Metrologia/Materiais%20Historia/Livro%20-%20Historia%20dos%20Pesos%20e%20Medidas%20em%20Portugal.pdf>), nos traz que nesta convenção foram criadas três organizações, sendo elas:

- *Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM)*: uma conferência intergovernamental de delegados oficiais dos países membros e da autoridade suprema para todas as ações;
- *Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM)*: um laboratório permanente e centro mundial de metrologia científica;
- *Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM)*: composto por cientistas e metrologistas e responsável pela supervisão do BIMP.

Em 1960 o Sistema Métrico ficou designado como Sistema Internacional de Unidades (SI).

Algumas medidas como o *metro* (cujo símbolo corresponde a m; definido em 1983 como a distância percorrida pela luz no vácuo pela fração  $1/299.792.458$  de um segundo; originário da palavra grega *metron*, que significa “medida”), unidade básica do Sistema Internacional de Medidas (SI), foram definidas por bases científicas e são supervisionadas por agências ligadas aos governos, além de integrarem documentos oficiais e fazerem parte de tratados internacionais. (fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Metro>).

No entanto, não há uma comprovação natural de que cada medida equivale àquilo que diz, apenas a conveniência faz com que essas unidades de medida sejam consideradas comuns entre os povos e civilizações. Mesmo com a criação e utilização de um Sistema Internacional de Medidas (SI) pela maioria dos países no mundo as unidades de medidas padronizadas não são uma unanimidade.

### 3.3 Sistema internacional de Unidades (SI)

O *Sistema Internacional de Unidades* (sigla SI, do francês *Système international d'unités*) é a forma modernizada do sistema métrico e o sistema de medição mais utilizado do mundo, seja em âmbito comercial ou científico. O SI é um conjunto sistematizado e padronizado de definições para unidades de medida, utilizado em quase todo o mundo moderno, que visa uniformizar e facilitar as medições e as relações internacionais daí decorrentes.

(fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades))

#### ***Unidades básicas do SI***

Sete grandezas físicas foram definidas como básicas ou fundamentais. E, em decorrência, passaram a existir sete unidades básicas correspondentes — *as unidades básicas do SI* — descritas na tabela, na coluna à esquerda. A partir destas, podem-se derivar todas as outras unidades existentes. As unidades básicas do SI — posto que dimensionalmente axiomáticas — são dimensionalmente independentes entre si.

*Tabela 1. Unidades básicas do SI.*

<b>Grandeza</b>	<b>Unidade</b>	<b>Símbolo</b>
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s

Corrente elétrica	ampere	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de substância	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

(fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades))

### **Unidades derivadas**

São consideradas *unidades derivadas do SI* apenas aquelas que podem ser expressas através das unidades básicas do SI por sinais de multiplicação e divisão. Portanto, há apenas *uma* unidade do SI para cada grandeza. Contudo, para cada unidade do SI pode haver várias grandezas. Às vezes, dão-se nomes especiais para as unidades derivadas.

Seguem-se tabelas com as unidades SI derivadas que recebem um nome especial e símbolo particular:

*Tabela 2. Unidades do SI derivadas.*

<b>Grandeza</b>	<b>Unidade</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Dimensional analítica</b>	<b>Dimensional sintética</b>
Ângulo plano	radiano	rad	1	m/m
Ângulo sólido	esferorradiano	sr	1	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Atividade catalítica	katal	kat	mol/s	
Atividade radioativa	becquerel	Bq	1/s	
Capacitância	farad	F	A <sup>2</sup> ·s <sup>2</sup> /(kg·m <sup>2</sup> )	A·s/V
Carga elétrica	coulomb	C	A·s	
Condutância	siemens	S	A <sup>2</sup> ·s <sup>3</sup> /(kg·m <sup>2</sup> )	A/V
Dose absorvida	gray	Gy	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	J/kg
Dose equivalente	sievert	Sv	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	J/kg
Energia	joule	J	kg·m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	N·m
Fluxo luminoso	lúmen	lm	cd	cd·sr
Fluxo magnético	weber	Wb	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>2</sup> ·A)	V·s
Força	newton	N	kg·m/s <sup>2</sup>	
Frequência	hertz	Hz	1/s	
Indutância	henry	H	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>2</sup> ·A <sup>2</sup> )	Wb/A
Intensidade de campo magnético	tesla	T	kg/(s <sup>2</sup> ·A)	Wb/m <sup>2</sup>
Luminosidade	lux	lx	cd/m <sup>2</sup>	lm/m <sup>2</sup>

Potência	watt	W	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^3$	J/s
Pressão	pascal	Pa	$\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}^2)$	$\text{N}/\text{m}^2$
Resistência elétrica	ohm	$\Omega$	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{s}^3\cdot\text{A}^2)$	V/A
Temperatura em Celsius	grau Celsius	$^{\circ}\text{C}$		
Tensão elétrica	volt	V	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{s}^3\cdot\text{A})$	W/A

(fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades))

Tabela 3. Unidades do SI derivadas (2).

Grandeza	Unidade	Símbolo
Área	metro quadrado	$\text{m}^2$
Volume	metro cúbico	$\text{m}^3$
Número de onda	por metro	1/m
Densidade de massa	quilograma por metro cúbico	$\text{kg}/\text{m}^3$
Concentração	mol por metro cúbico	$\text{mol}/\text{m}^3$
Volume específico	metro cúbico por quilograma	$\text{m}^3/\text{kg}$
Velocidade	metro por segundo	m/s
Aceleração	metro por segundo ao quadrado	$\text{m}/\text{s}^2$
Densidade de corrente	ampere por metro ao quadrado	$\text{A}/\text{m}^2$
Campo magnético	ampere por metro	A/m

(fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades))

Tabela 4. Unidades do SI derivadas (3).

Grandeza	Unidade	Símbolo	Dimensional analítica	Dimensional sintética
Velocidade angular	radiano por segundo	rad/s	1/s	Hz
Aceleração angular	radiano por segundo por segundo	$\text{rad}/\text{s}^2$	$1/\text{s}^2$	$\text{Hz}^2$
Momento de força	newton metro	N·m	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$	
Densidade de carga	coulomb por metro cúbico	$\text{C}/\text{m}^3$	$\text{A}\cdot\text{s}/\text{m}^3$	
Campo elétrico	volt por metro	V/m	$\text{kg}\cdot\text{m}/(\text{s}^3\cdot\text{A})$	$\text{W}/(\text{A}\cdot\text{m})$
Entropia	joule por kelvin	J/K	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{s}^2\cdot\text{K})$	$\text{N}\cdot\text{m}/\text{K}$
Calor específico	joule por quilograma por kelvin	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$\text{m}^2/(\text{s}^2\cdot\text{K})$	$\text{N}\cdot\text{m}/(\text{K}\cdot\text{kg})$
Condutividade térmica	watt por metro por kelvin	$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$\text{kg}\cdot\text{m}/(\text{s}^3\cdot\text{K})$	$\text{J}/(\text{s}\cdot\text{m}\cdot\text{K})$
Intensidade de radiação	watt por esferorradiano	W/sr	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{s}^3\cdot\text{sr})$	$\text{J}/(\text{s}\cdot\text{sr})$

(fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades))

A tabela a seguir utiliza unidades aceitas pelo SI que não pertencem ao sistema, mas que são largamente utilizadas no cotidiano:

*Tabela 5. Unidades não pertencentes ao SI.*

Grandeza	Unidade	Símbolo	Relação com o SI
Tempo	minuto	min	1 min = 60 s
Tempo	hora	h	1 h = 60 min = 3600 s
Tempo	dia	d	1 d = 24 h = 86 400 s
Ângulo plano	grau	°	1° = $\pi/180$ rad
Ângulo plano	minuto	'	1' = $(1/60)^\circ = \pi/10\,800$ rad
Ângulo plano	segundo	"	1" = $(1/60)'$ = $\pi/648\,000$ rad
Volume	litro	l ou L	1 l = 0,001 m <sup>3</sup>
Massa	tonelada	t	1 t = 1000 kg
Argumento logarítmico ou Ângulo hiperbólico	neper	Np	1 Np = 1
Argumento logarítmico ou Ângulo hiperbólico	bel	B	1 B = 1

(fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades))

A relação entre as unidades neper e bel é de:  $1 B = 0,5 \ln(10) Np$ . Outras unidades também são aceitas, mas possuem uma relação com as unidades do SI determinada apenas por experimentos, tais como:

*Tabela 6. Unidades determinadas por experimentos.*

Grandeza	Unidade	Símbolo	Relação com o SI
Energia	elétron-volt	eV	1 eV = $1,602\,176\,487(40) \times 10^{-19}$ J
Massa	unidade de massa atômica	u	1 u = $1,660\,538\,782(83) \times 10^{-27}$ kg
Comprimento	Unidade astronômica	ua	1 ua = $1,495\,978\,706\,91(30) \times 10^{11}$ m

(fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades))

E para finalizar, existem as unidades que são aceitas temporariamente pelo SI. Porém, seu uso não é aconselhado.

Tabela 7. Unidades aceitas temporariamente pelo SI.

Grandeza	Unidade	Símbolo	Relação com o SI
Comprimento	milha marítima		1 milha marítima = 1852 m
Velocidade	nó		1 nó = 1 milha marítima por hora = 1852/3600 m/s
Área	are	a	1 a = 100 m <sup>2</sup>
Área	hectare	ha	1 ha = 10 000 m <sup>2</sup>
Área	acre		40,47 a
Área	barn	b	1 b = 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
Comprimento	ångström	Å	1 Å = 10 <sup>-10</sup> m
Pressão	bar	bar	1 bar = 100 000 Pa

(fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades))

### 3.4 Nomenclaturas e peculiaridades do Sistema Métrico

As informações desta seção provém de Berlinghoff (2008) e, em parte, também da Wikipedia. Segundo Berlinghoff, a praticidade do sistema métrico provém do fato de que todas as unidades maiores e menores de comprimento são múltiplas ou submúltiplas do metro por potências de dez. Além disso, seus nomes são formados com prefixos provenientes do latim e do grego, de tal forma que unidades que são frações decimais do metro tem prefixos latinos e unidades que são múltiplas do metro por potências de 10 tem prefixos gregos, tal como listamos a seguir.

- gigâmetro = 1.000.000.000 metros = 10<sup>9</sup> metros
- megâmetro = 1.000.000 metros = 10<sup>6</sup> metros
- quilômetro = 1.000 metros
- hectômetro = 100 metros
- decâmetro = 10 metros

- decímetro = 0,1 metro
- centímetro = 0,01 metro
- milímetro = 0,001 metro
- micrômetro = 0,000001 =  $10^{-6}$  metro
- nanômetro = 0,000000001 =  $10^{-9}$  metro

Além disso, as unidades de área (metro quadrado) e volume (metro cúbico) são derivadas da mesma unidade básica de comprimento, o metro. O nosso sistema de numeração é baseado em potências de dez, por esse motivo essa estrutura decimal nos faz mais acessível a conversão de medidas

As unidades de massa nesse sistema também são baseadas no metro. O quilograma é definido como a massa de água pura contida em um cubo com um decímetro de lado (decímetro cúbico). Essa medida de volume é também chamada de litro. Mantendo a convenção latina dos prefixos, um miligrama é um milésimo de um grama.

No anseio da Academia Francesa de usar potências de dez, topógrafos definiram uma nova unidade de medida angular, o grado, um centésimo de um ângulo reto. Por essa medida, a volta completa no círculo teria 400 grados. Com a nova unidade de medida angular pretendiam determinar o comprimento preciso de um metro. Embora a Academia Francesa tenha aceitado os achados topográficos para a definição do metro, a mesma rejeitou a unidade angular que ajudou a defini-lo. Foi escolhido, em vez disso, o radiano como a unidade métrica padrão de medida angular, embora múltiplos por potências de dez de um radiano não pareçam ter nenhuma utilidade prática na medição de ângulos. No julgamento da Academia era importante preservar a relação única entre uma medida angular  $\alpha$  em radianos do ângulo central de um setor circular e a medida linear  $s$  de seu arco de circunferência, relação esta dada por

$$\alpha = s/r$$

sendo  $r$  o raio da circunferência em que o arco é tomado.

Por outro lado, como sabemos, a unidade de medida angular que conhecemos como grau, herança da antiga civilização mesopotâmica, ainda permanece em uso, sendo seus primeiros submúltiplos o minuto (um sexagésimo de grau) e o segundo (um sexagésimo de minuto), sendo os submúltiplos do segundo medidos em décimos e centésimos!

A Academia convencionou que a unidade-padrão de comprimento seria a décima milionésima parte da distância entre o Polo Norte e o Equador. Para obtê-la, era necessário medir um arco — ou seja, um segmento — de um meridiano terrestre, formados por linhas imaginárias que cortam o globo terrestre.

Meridiano, termo que vem do latim “*meridies*” significando “linha do meio dia”; é qualquer semicírculo máximo que contenha os dois polos de um planeta. Os meridianos dividem a Terra em gomos, como uma laranja com gomos. O mais conhecido meridiano é o de Greenwich, em referência à cidade de mesmo nome, na Inglaterra. Também chamado de meridiano inicial ou de referência, pois é usado como referência para dividir a Terra nos hemisférios Ocidental e Oriental. Cada meridiano corresponde a um antimeridiano, no lado oposto da esfera terrestre. Em cada meridiano, a longitude é constante. A posição sobre um determinado meridiano é dada pela latitude. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Meridiano\\_\(geografia\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Meridiano_(geografia)))

Por extrapolações astronômicas, era possível calcular o comprimento total do meridiano. Cientistas e matemáticos se dedicaram para definir o metro, e assim atingir um padrão constante e universal, com múltiplos e submúltiplos, cujo primeiro protótipo foi uma barra de platina regular.

Quanto à adoção do Sistema Métrico no mundo atual, os Estados Unidos aprovaram em 1866 uma lei que tornava legal (mas não obrigatório) o uso do sistema métrico no comércio. Foi ainda o único país de língua inglesa a assinar o Tratado do Metro em 1875. Mas a transição do sistema inglês para o sistema métrico nesse país nunca aconteceu. Atualmente, os Estados Unidos são a última principal resistência, junto apenas com Libéria e Mianmar, a adotar o sistema métrico como seu padrão oficial de medida.

No Brasil, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Hoje, o Sistema Internacional de Unidades (SI) estabelece que o metro é a medida oficialmente usada nas atividades científicas, econômicas e industriais. A definição dessa grandeza foi reformulada ao longo das diversas Conferências Gerais de Pesos e Medidas, reuniões periódicas entre representantes de vários países para deliberar a respeito dos padrões e seu uso corrente. Com a finalidade de tornar a unidade oficial mais precisa ficou definido a partir de 1983, na Conferência Geral de Pesos e Medidas que o metro passaria a ser o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de  $1/299.792.458$  de um segundo.

Também foi instituído como unidade-padrão de medida de massa o quilograma, construído a partir de platina iridiada, com massa próxima de 1 litro de água destilada a 4º C. Como unidade de tempo foi adotado o segundo, referente a 86.400 avos do dia solar médio. O número 86.400 vem da divisão do dia em 24 horas, e cada hora em 60 minutos e cada um dos minutos em 60 segundos, de forma que o dia fica dividido em 86.400 segundos. A partir dos padrões estabelecidos foram feitas cópias exatas e enviadas para todos os países que legalizaram o metro, dentre eles, o Brasil.

Industrial (Inmetro) é o órgão responsável pela manutenção dos padrões do sistema internacional de unidades. Calibra os instrumentos de precisão usados pela indústria, pelo comércio e por centros de pesquisa, além de cuidar da regulamentação das embalagens e produtos pré medidos, como cremes dentais, sabonetes, bebidas etc.

Ao Inmetro estão ligados os Institutos de Pesos e Medidas (Ipem), órgãos estaduais que fiscalizam o cumprimento da legislação sobre metrologia. Balanças fraudadas, bombas de gasolina alteradas e outros truques favorecem a concorrência desleal e prejudicam o consumidor. O impacto das imprecisões, em larga escala, é bastante significativo. E para a sociedade também. Afinal, todo o progresso científico e tecnológico está diretamente atrelado ao uso adequado das medidas. (fonte: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp>)

No Brasil utilizamos o metro como unidade medida padrão para a medição de comprimento, enquanto que nos Estados Unidos (E.U.A.) utilizam-se as milhas, que correspondem a 1609 metros. Tal diferenciação também é vista em outros países, como no caso da Inglaterra, que ao invés dos centímetros utilizam as polegadas (equivalente a 2,54 cm) como forma de medição.

Esses países também utilizam a jarda para medir comprimentos, usada como exemplo em jogos de futebol americano.

Outra diferença encontrada nas unidades de medidas entre alguns países está na medição das temperaturas em escalas termométricas. No Brasil, a unidade básica usada pela Meteorologia é o Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), criado em 1742, pelo físico sueco Anders Celsius. Já países como os Estados Unidos, Bahamas, Belize, Ilhas Caimão e Palau utilizam o grau Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), criado por Daniel Gabriel Fahrenheit, em 1724. Vale ressaltar que a escala Fahrenheit foi substituída oficialmente pela Celsius, em praticamente todo o mundo, há mais de 40 anos.

A padronização das unidades de medida ao longo da história, entre E.U.A. e Inglaterra, se deu pela utilização do sistema de medidas chamado unidade imperial, ou sistema inglês, criado antes do SI. Essa forma de medição também é chamada de “pé-libra-segundo”.

Exemplos de conversão do Sistema Inglês, ou Unidade Imperial de pesos e medidas:

**VELOCIDADE** (milhas  $\times$  quilômetros)

60 milhas por hora (mph) = 96 quilômetros por hora (km/h)

40 mph = 64 km/h

**DISTÂNCIA/COMPRIMENTO/ALTURA**

1 milha (mile – mi) = 1,6 quilômetros (km)

1 polegada (inch – in) = 2,54 centímetros (cm)

1 pé (foot – ft) = 30,48 centímetros (cm)

**VOLUME** (para líquidos)

1 onça líquida (fluid ounce – fl oz) = 30 mililitros (ml)

1 galão (gallon – gal) = 3,78 litros (l)

1 litro (l) = 0,264 galão

O volume da maioria dos líquidos é medida em gallons (galões) ou em fluid ounces (onças fluídas). Contudo, é importante lembrar que o fluid ounce é, na verdade, a medição de *um quarto de galão* (quart gallon), muito comum para alimentos (como leite, sucos, refrigerantes, etc.) e líquidos de utilização rotineira (como tintas, óleo de carro, etc.).

**PESO** (para sólidos)

1 libra (pound – lb) = 0,4536 kg (ou 453,60 gramas)

1 quilo (kg) = 2,205 lbs

1 onça (oz) = 28,35 g (3,53 oz = 100 g)

**TEMPERATURA** (Fahrenheit × Celsius)

Como converter °F em °C:  $x \text{ °C} = (x - 32) / 1,8 \text{ °C}$

Exemplo:  $100 \text{ °F} = (100 - 32) / 1,8 \text{ °C} = 37,7 \text{ °C}$

Como converter °C em °F:  $x \text{ °F} = ((x \times 1,8) + 32) \text{ °F}$

Exemplo:  $40\text{ }^{\circ}\text{C} = (40 \times 1,8) + 32\text{ }^{\circ}\text{F} = 104\text{ }^{\circ}\text{F}$

É importante lembrar que a medida do galão no Reino Unido, por exemplo, é diferente da usada nos E.U.A.

Ambos os países o utilizavam o Sistema Imperial para estabelecer medidas, geralmente criadas pelos próprios reis ingleses, para realizar suas atividades. O sistema imperial ainda é amplamente utilizado nos Estados Unidos, em alguns países que integram o Caribe, e também na Grã-Bretanha, em sinais de trânsito (medidos em milhas ou milhas por hora); na medição de alturas, feitas em pés e polegadas; e até na venda de produtos comerciais, como a gasolina, alimentos e líquidos, como o leite, vendido em pints. (fonte: <http://viajandosemneura.com.br/site/tabela-de-conversão-de-unidades-de-medida-brasil-x-eua/>)

### 3.5 Instrumentos de medição

Os instrumentos de medida efetuam a medida simultânea de vários valores físicos, que podem ser registrados em papel, ou através meios eletrônicos. Dependendo do tamanho do objeto a ser medido, são necessários aparelhos ou métodos diferentes e mais precisos que medem desde insetos pequenos até o diâmetro da Lua e dos planetas medindo a distâncias com o auxílio de laser.

Entre os instrumentos de medidas, podem ser encontradas: réguas, fitas métricas, trenas, que são instrumentos feitos para medir a largura e o comprimento de uma determinada área. A menor unidade de medição encontrada em uma fita métrica comum é de um milímetro.

Entre os instrumentos existem aqueles delicados à precisão, que são apropriados para dimensões bem pequenas ou bem grandes. Como exemplo de medição do muito pequeno, temos o paquímetro e o micrômetro.

O paquímetro é utilizado para a medição do diâmetro desde uma agulha fina, esferas de rolamento, até profundidade de sulcos em peças de aparelhos que requerem

alta precisão. Já o micrômetro é utilizado para medir espessuras de folhas, fios e diâmetros de tubos com a mais alta precisão.

Já para as distâncias e objetos de dimensões ainda menores, tornam-se necessários métodos indiretos como a difração da luz, ou então a utilização de microscópios especiais, devidamente calibrados e ajustados para se obter a mais alta precisão. Já para as grandes distâncias como, por exemplo, diâmetro da Lua ou a altura de uma montanha são utilizados métodos que utilizam a trigonometria. Tal método é conhecido como triangulação. Quanto à medição de áreas foi importante a evolução do teodolito, que é um instrumento dedicado à precisão óptica usado em setores como navegação, construção civil, agricultura e metrologia. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Instrumento\\_de\\_medida](https://pt.wikipedia.org/wiki/Instrumento_de_medida))

Entre alguns dos exemplos de instrumentos de medida listamos, sem descrição pormenorizada dos mesmos: altímetro, ampulheta, anemógrafo, anemómetro, astrolábio, balança, balão volumétrico, barômetro, contador Geiger, detector de metais, ecobatímetro, escalímetro, esfigmomanômetro, frequencímetro, galvanômetro, kamal, manômetro, multimedidor, multímetro, nocturlábio, ohmímetro, osciloscópio, pirômetro, relógio comparador, régua, sextante, taqueômetro, goniômetro, tacômetro, taxímetro, teodolito, termopar, termorresistência, termístor, termômetro, transferidor, trena, velocímetro, voltímetro. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/ Instrumento\\_de\\_medida](https://pt.wikipedia.org/wiki/Instrumento_de_medida))

## Capítulo 4

### História da Matemática como Metodologia de ensino

O desenvolvimento histórico mostra o caminho percorrido pela sociedade para o seu desenvolvimento, buscar apresentar o caminho que a Matemática percorreu para o aluno é fazer com que ele sinta que está construindo novamente e entendendo o porquê do movimento realizado. A escolha de trabalhar através da História da Matemática como metodologia de ensino se deu pelo desenvolvimento do tema, pois entender todos os motivos que levaram ao progresso do sistema de unidades de medidas é um processo fundamental para eles.

Lara (2016) nos evidencia que a percepção dos estudantes ao estudar a origem e evolução da Matemática além de aprofundar o conhecimento, torna a aprendizagem mais efetiva e faz com que o aluno perceba a interdisciplinaridade.

Farago (2003) nos traz que trabalhar com História da Matemática nos mostra a facilidade em entender cada conceito, pois era algo natural ao seu desenvolvimento, nos traz também que essa metodologia:

Permite compreender a origem das ideias que deram forma à nossa cultura e observar também os aspectos humanos do seu desenvolvimento: enxergar os homens que criaram essas ideias e estudar as circunstâncias em que elas se desenvolveram. (p.17)

Este autor ainda cita Radford et al. (2000, p. 164 *apud* MOTTA, s/a) que traz o desenvolvimento histórico da Matemática como inspirador de sequências didáticas, pois possibilita a contextualização e construção dos conceitos, fazendo com que os alunos circulem, recebam e transformem os conhecimentos obtidos; ele também corrobora com a ideia de Baroni, Teixeira e Nobre (2004, p. 172) que mostra a ampliação dos conceitos matemáticos dos alunos, notando que Matemática não é apenas o cálculo.

Gasperi e Pacheco ressaltam a importância de se promover atividades diferenciadas para a interdisciplinaridade da Matemática, e discutem sobre como conhecer e observar o desenvolvimento matemático durante sua evolução auxilia na compreensão das ideias construídas de acordo com suas circunstâncias, além de relacionar os resultados obtidos com a sociedade em geral. Os autores ainda trazem uma realidade sobre como a História da Matemática é negligenciada perante algumas instituições que oferecem a licenciatura em Matemática, fazendo com que o profissional não se atente a este tópico, frisando que o professor tem que buscar melhorar seu ensino fazendo parte de cursos, pesquisas e que se preocupe com sua formação continuada.

Comentando sobre a formação da autora desta dissertação com relação à História da Matemática, durante sua graduação cursou as disciplinas História da Matemática I, Educação Matemática e Metodologia do Ensino de Matemática I e II (todas abordando também o tópico História da Matemática). Durante o mestrado também teve o prazer e honra de rever tal disciplina, trazendo cada vez reflexões mais interessantes.

Os autores ainda apontam que recorrer a História da Matemática como ensino é uma manifestação cultural e é imprescindível à Educação Matemática.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais enfatizam a importância da contextualização sociocultural através da História da Matemática, relacionando-a com a evolução da humanidade.

## Capítulo 5

### Explorando a História das Medidas

Neste capítulo será abordada a construção da atividade de pesquisa que foi sugerida aos alunos, juntamente da aplicação e os resultados esperados e obtidos.

A abordagem por meio da História da Matemática foi escolhida com o propósito de proporcionar aos alunos a construção do conhecimento do conteúdo e descobrirem qual foi a motivação da época para realizar a padronização das medidas.

Para a aplicação da atividade foi necessária uma explanação de como realizar pesquisas aos alunos. A primeira e mais importante afirmação a frisar foi o cuidado com as fontes das informações, pois a internet é muito volátil e isso faz com que circulem muitas informações falsas.

Também foram instruídos a lerem o que estavam copiando, muitas vezes eles não filtram qual parte é a interessante para o que se busca, fazendo assim com que copiem muitas coisas desnecessárias e às vezes aleatórias.

Os alunos foram orientados a fazerem uma pesquisa seguindo um roteiro como guia. O roteiro não foi apenas uma lista de perguntas, mas um guia para seu conhecimento do desenvolvimento histórico, sendo ele o seguinte:

- O que são unidades de medidas?
- Quais são as unidades de medidas não padronizadas? Como elas surgiram?
- Quais foram as contribuições destas unidades de medida para suas épocas? Por que elas eram tão importantes?
- Quais as unidades de medidas não padronizadas que ainda resistem, ou seja, que ainda encontramos no nosso cotidiano?
- Por que se teve a necessidade de “padronizar” tais medidas?
- Quais são as unidades de medidas padronizadas?
- Se você fosse criar uma unidade de medida qual você criaria?

Após a realização das pesquisas dos alunos foi aberto um bate papo na sala de aula para que eles apresentassem o que encontraram nas pesquisas e “suas unidades de medida”. A seguir foi realizada uma parte prática para que eles colhessem medidas cotidianas com unidades não padronizadas e com medidas padronizadas; e uma discussão para analisar os resultados obtidos por eles.

## 5.1 Aplicação da atividade

A aplicação da atividade ocorreu na Escola Estadual Marivaldo Carlos Degan, com quatro turmas do sexto ano e em uma turma do oitavo ano, na qual sou a professora responsável.

A escola é localizada em uma região periférica da cidade de São Carlos, e abrange majoritariamente os alunos do bairro Aracy II e Antenor Garcia.

Por ser uma escola em bairro periférico, esta enfrenta problemas como roubos, drogas, invasões nas áreas externas (como a quadra), dificultando as atividades. A escola não retrata uma realidade diferente das demais escolas em regiões periféricas, a frequência dos alunos é dada principalmente pela merenda ofertada (e em alguns casos é a única refeição do aluno), apesar de todas as dificuldades enfrentadas pelos alunos eles adoram atividades diferenciadas, são participativos, pois veem como uma oportunidade de “vivenciar” coisas diferentes.

Com a gestão da escola renovada, apesar de estar em transição, tive total apoio nas atividades, o que foi fundamental para sua realização, a nova direção percebe a importância de todos os tipos de atividades diferenciadas para tornar o ensino-aprendizagem mais atrativo e eficiente.

Na minha atividade a maior dificuldade foi a realização da pesquisa, pois a maioria não tem computador com acesso à internet em casa. A sala de informática da escola havia sido roubada no final do ano anterior e como ainda não tinha sido renovada estávamos com poucos computadores. Durante as aulas de matemática íamos à sala de informática para realizar a atividade, mas pelo número limitado de

computadores os alunos sentavam-se em duplas (algumas vezes em trio) para ser possível comportar a sala toda, isso fez com que houvesse interações entre os alunos que tinham mais facilidade e os que não tinham tanta facilidade e a atividade fluiu mais facilmente (como apresenta-se na Figura 4). Outro aspecto da pesquisa que causou dificuldade foi onde e como pesquisar e como verificar se as informações eram confiáveis ou não (tanto que há algumas respostas que estão erradas).

*Figura 4: Alunos pesquisando na sala de informática*



Fonte: foto da autora.

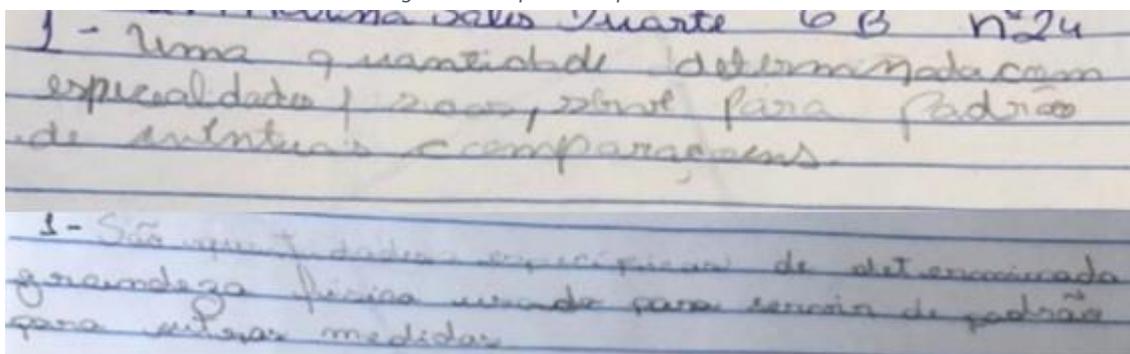
Foi dada apenas a orientação de que os alunos pesquisassem sobre as perguntas do roteiro para que eles pudessem explorar seu potencial, pois suas dúvidas foram motivadoras para a conclusão da pesquisa.

Durante a pesquisa notei que eles realizaram a atividade proposta com pressa e sem muita atenção com o que estava sendo feito, pois na escola criou-se uma cultura de que após realizarem as atividades propostas na informática eles poderiam usar o computador para jogos e músicas, o que não acontece quando estão sob minha responsabilidade; os alunos também não haviam aprendido como realizar uma pesquisa antes, para eles era apenas pegar a primeira resposta que

aparecesse. Nesse ponto ficou notável como é prejudicial tanto aos alunos quanto aos professores quando a equipe não está alinhada, possivelmente sempre houve e talvez sempre existam (infelizmente) profissionais que fazem menos que o mínimo para concluir suas atividades, mas tento sempre mostrar aos meus alunos que tudo tem que ser muito bem feito. Como eles fizeram a atividade rapidamente, houve muitas respostas iguais sem que eles entendessem de fato quais eram as necessidades da padronização das medidas, neste momento foi notável como eles apenas estavam copiando as respostas sem se importar com o que estava escrito, ou seja, eles não estavam filtrando se suas respostas estavam minimamente coerentes com o que buscavam com a pesquisa. Este comportamento estava evidente tanto nos alunos dos sextos anos quanto nos alunos dos oitavos anos. Com essa observação realizada decidi aplicar uma parte prática para que eles “sentissem” a necessidade da padronização das medidas.

Nos questionários a seguir trago um pouco das respostas que foram dadas. Na Figura 5 nota-se como as respostas eram coincidentes pois eles clicaram no primeiro item da busca, com exceção de um ou outro aluno que teve uma pesquisa mais refinada, os demais agiram de tal modo. Na Figura 6 trazemos dois aspectos, o primeiro evidencia o déficit do ensino no geral, pois mesmo copiando eles escrevem de forma errada (item 5 – palavra hutilização), notamos também que houve cópia no último item, pois o que eles queriam sugerir muitas vezes já existia.

Figura 5: Resposta do primeiro item



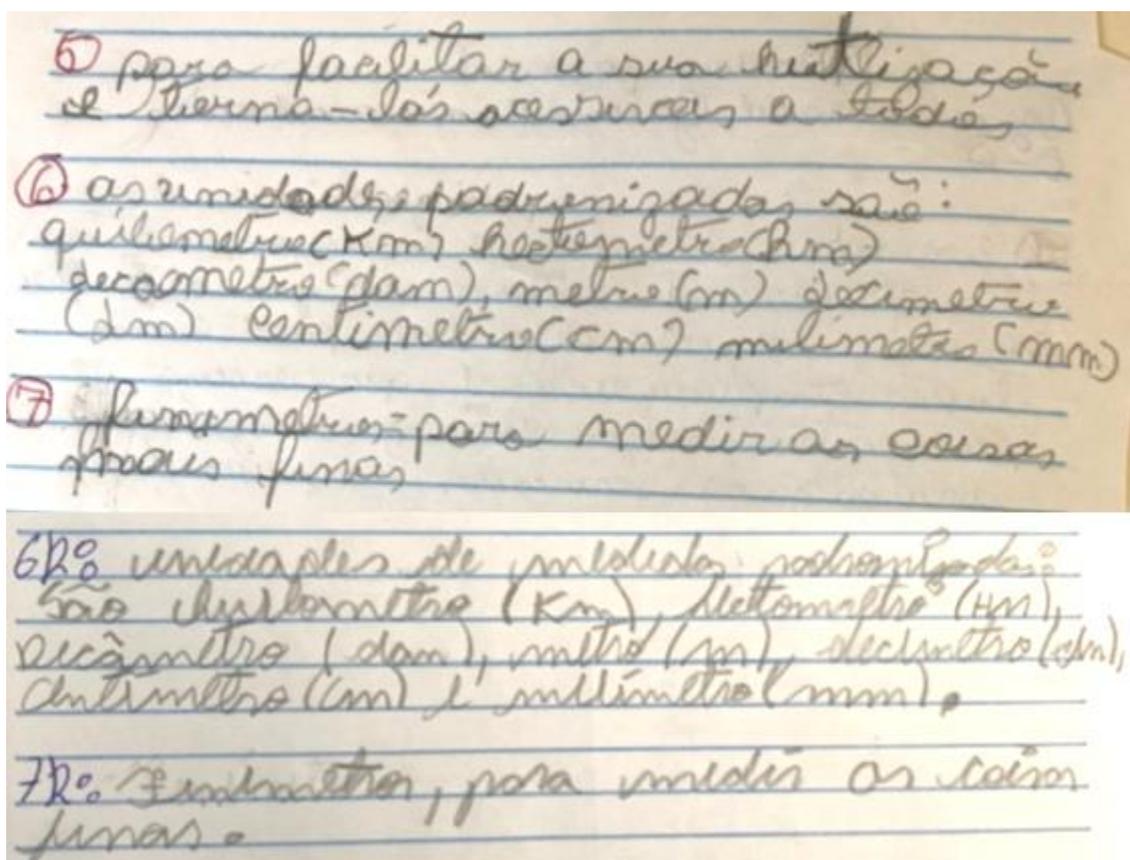
Fonte: foto da autora.

Transcrição dos textos da Figura 5:

“Uma quantidade determinada com especialidades físicas, “serve” para padrão de eventuais comparações”.

“São quantidades específicas de determinada grandesa física usada para servir de padrão para outras medidas”.

Figura 6: Itens 5, 6 e 7.



Fonte: foto da autora.

Transcrição dos textos da Figura 6:

“5) Para facilitar a sua “utilização” e torna-lás acessíveis a todos”.

“6) As unidades padronizadas são: quilometro (km) hectômetro (hm) decametro (dam), metro (m) decimetro (dm) centimetro (cm) milimetro (mm)”.

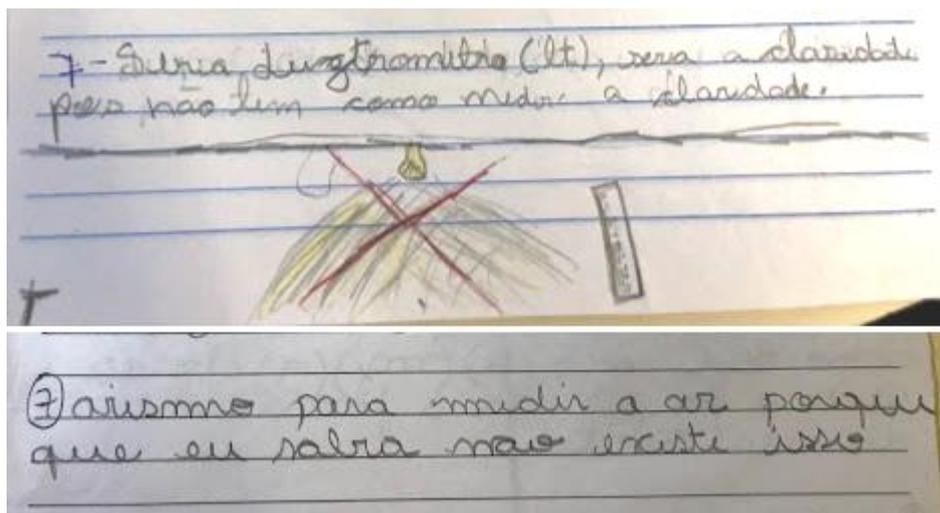
“7) “Finímetros” – para medir as coisas mais finas”.

“6R) Unidades de medidas padronizadas: são quilometro (km), hectômetro (hm), decâmetro (dam), metro (m), decímetro (dm), centímetro (cm) e milímetro (mm)”.

“7R) Finímetros, para medir as coisas finas”.

Porém poucas respostas colocadas na pesquisa trouxeram que alguns alunos ainda não tiveram sua imaginação polida, pois conseguiram criar unidades de medidas realmente inusitadas, de acordo com as necessidades que eles enxergavam. Quanto menor a idade dos alunos mais foi perceptível que eles não tinham medo ou vergonha de errar e, por isso, além de arriscarem mais, eles foram mais criativos, como mostra a Figura 7, que traz algumas respostas do 6º ano.

Figura 7: Respostas de aluno do 6º ano



Fonte: foto da autora

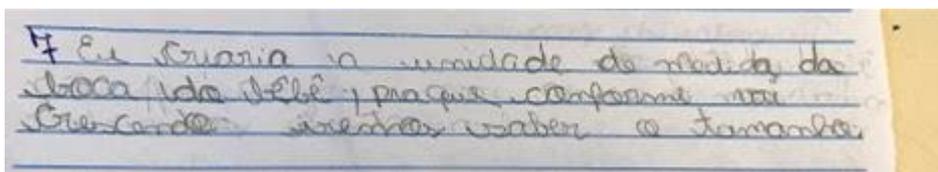
Transcrição dos textos da Figura 7:

“7) Seria Luztrometro (lt), seria a claridade pois não tem como medir a claridade”.

“7) Arismo para medir o ar porque que eu sabia nao existe isso”.

Com os alunos um pouco mais velhos percebemos que o medo do julgamento pelo erro limita aos poucos sua capacidade criativa, nesta turma apenas um aluno respondeu a 7ª pergunta do questionário (Figura 8).

Figura 8: Resposta de aluno do 8º ano



Fonte: foto da autora

Transcrição do texto da figura 8:

“7) Eu criaria a unidade de medida da boca do bebê, pra que conforme vai crescendo iremos saber o tamanho”.

Com as suas respostas em mãos os alunos sentaram-se em mesas com até quatro companheiros e discutiram o que cada um encontrou em sua pesquisa, nesse momento fiz questão de alocar em cada mesa um aluno que realizou a pesquisa mais próxima do desejável e, a partir daí começaram a chegar em respostas em comum, não intervi nessa discussão para corrigir nenhum pensamento ou raciocínio.

Após esta atividade foi pedido que os alunos levassem fita métrica ou trena para uma atividade prática, eles mediram as alturas dos colegas, lousa da sala de aula, comprimento da sala de aula e do pátio, foram medidos tanto com passo e pé quanto com a fita métrica. As imagens a seguir são registros da atividade realizada no pátio, onde os alunos são mostrados medindo o pátio com seus passos (Figuras 9 e 10), as alturas com pés (Figura 11) e fazendo anotações dos seus resultados obtidos (Figura 12).

Diante de todos os resultados obtidos por eles voltamos finalmente à sala de aula para compararmos e analisarmos os dados. No conflito dos resultados, eles perceberam qual foi a importância da padronização das medidas, pois entenderam

os dilemas que havia na época em que não existiam padrões, e notaram que tudo o que foi medido com fita métrica não teve divergências com os resultados dos colegas. Durante as discussões eles conseguiram deixar clara a necessidade da padronização de medidas e sentiram-se muito satisfeitos pelas conclusões, pois como eles disseram: “Saber o porquê do surgimento fez aquilo ter um significado melhor”. Os alunos enriqueceram muito o debate, dando exemplos de quando e onde já teriam visto as pessoas usarem as medidas não padronizadas, como pedreiros e costureiras.

*Figura 9: Alunos medindo o pátio*



Fonte: foto da autora.

*Figura 10: Alunos medindo o pátio*



Fonte: foto da autora.

Figura 11: Aluno medindo altura de colega com os pés.



Fonte: foto da autora.

Figura 12: Interações durante a atividade.



Fonte: foto da autora.

Descrição das atividades ilustradas nas Figuras 9, 10, 11 e 12:

A última etapa da pesquisa feita pelos alunos consistia em levarem fitas métricas ou trenas para fazerem medições entre si, fazendo comparativos de seus corpos, tal qual os antigos faziam em suas medições; medindo os pés e as mãos. Mediram também o passo com o comparativo do lugar onde estavam, no caso o pátio de escola.

Mediram também suas alturas, cada um deitando-se no chão enquanto outro aluno o media por pés. Fizeram comparações de seus passos em relação ao valor que obtiveram, multiplicando a quantidade de passos pela medida do passo de cada um. Os alunos aprenderam, então que as medidas não padronizadas não eram de total confiança para estabelecer o valor a que tentavam chegar.

## Capítulo 6

### Considerações finais

Com o embasamento dos teóricos estudados foi escolhida a metodologia que foi aplicada, criado um roteiro de perguntas para facilitar as pesquisas dos alunos, debate entre os alunos após a pesquisa, medidas práticas do cotidiano e debate final. Ao final da atividade aplicada, foi notável o interesse dos alunos pelo desenvolvimento prático da matemática, orientar a descoberta das necessidades que trouxeram as mudanças foi de extrema satisfação para eles, pois se sentiram parte do processo como se eles tivessem passado por aquele momento.

O interesse dos alunos não apenas se deu nos momentos de realizar as medidas, mas também para a discussão dos resultados obtidos tanto em suas pesquisas quanto na análise dos dados coletados, demonstraram interesse também na metodologia, pois pediram que mais conceitos, se possível, fossem abordados de tal forma.

Apesar de acreditar que os alunos do 8º ano não iriam se interessar tanto quanto os do 6º ano, pois com esse conteúdo eles já tiveram contato antes (conteúdo do 6º ano), eles demonstraram um interesse igualitário e uma satisfação maior do que a apresentada pelo 6º ano, pois neste momento eles sentiram que realmente entenderam o significado da mudança para tal época.

Para finalizar gostaria de enfatizar que não esperava um retorno tão positivo dos alunos da atividade, tal retorno superou minhas expectativas da atividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERLINGHOFF, William P. *A matemática através dos tempos: um guia fácil e prático para professores e entusiastas* / William P. Berlinghoff, Fernando Q. Gouvêa; tradução Elza Gomide, Helena Castro. - São Paulo: Edgard Blücher, 2008.

Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998. 148 p.

GARDNER, Robert. *Ace your math and measuring science project: great science fair idea, s/p*, 1929.

SILVA, Irineu da. *História dos Pesos e Medidas*. EdUFSCar – São Carlos SP. 2004.

Gasperi, Wlasta N.H. De; Pacheco, Edilson Roberto. *A história da matemática como instrumento para a interdisciplinaridade na educação básica*. Disponível em <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/701-4.pdf>> Acesso em 22 ago. 2018

Instituto Português da Qualidade. *História dos pesos e medidas*. Museu Metrologia, 2016. Disponível em <<http://www1.ipq.pt/PT/Metrologia/Materiais%20Historia/Livro%20-%20Historia%20dos%20Pesos%20e%20Medidas%20em%20Portugal.pdf>> Acesso em 22 ago. 2018.

Lara, Isabel Cristina Machado de. *A história da matemática como recurso pedagógico: percepções dos estudantes da educação básica*. REnCiMa, v.7 , n.2, p. 1-12, 2016.

National Physics Laboratory. *History of length measurement*. Disponível em <http://www.npl.co.uk/educate-explore/factsheets/history-of-length-measurement/> Acesso em 22 ago. 2018.

Rosa, Giane de Oliveira. *Plano de aula – Geometria Plana*. 16 de junho de 2013. Disponível em: <<http://educacaomatematicadequalidade.blogspot.com/2013/06/plano-de-aula-geometria-plana.html>>. Acessado em 22 ago. 2018.

*A convenção do metro*. Disponível em: <https://metrologiaemedicoes.wordpress.com/2016/08/08/1-3-a-convencao-do-metro/>. Acessado em 22 ago. 2018.

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

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina\\_principal](https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina_principal)