

SISTEMAS DE MEDIDA ANGULAR

Angular measurement systems

Luiz Carlos Pitzer¹
Jéferson Deleon Fávero¹

Resumo: Sabe-se que medir ângulos é uma prática muito comum em várias áreas do conhecimento. Este trabalho tem como objetivo apresentar, de forma clara e objetiva, os componentes mais relevantes de alguns sistemas de medida angular. Na construção de uma obra, na busca pelo melhor desempenho de um atleta ou em uma simples aula de geometria, aprende-se os termos grau ou radiano. Será que essas são as únicas formas de se medir um ângulo? De fato, essas são as mais utilizadas, porém não são as únicas. Este estudo mostra que, apesar dos métodos terem um objetivo em comum, cada um deles é totalmente independente do outro, sendo todos objetos criados por uma necessidade de época, assim como todos os outros conhecimentos da matemática. Além da pergunta mencionada, quem estuda matemática pergunta-se o porquê de se estudar a medida dos ângulos e o porquê de existirem diferentes métodos para isso. Nesta pesquisa, utilizou-se a busca bibliográfica, por meio de livros e artigos, bem como percebeu-se a relevância da construção de diferentes medidas angulares e o seu real surgimento na passagem histórica.

Palavras-chave: Geometria. Ângulos. Unidades.

Abstract: It is known that measuring angles is a very common practice in many areas of knowledge. This paper aims to present clearly and objectively the most relevant components of some angular measurement systems. In the construction of a work, in the search for the best performance of an athlete or in a simple geometric class, one learns the terms degree or radian. Are these the only ways to measure an angle? In fact, these are the most used, but they are not the only ones. This study shows that although the methods have one goal in common, each of them is totally independent of the other, all being objects created by a necessity of the time, as well as all other knowledge of mathematics. Besides the question mentioned, those who study mathematics ask themselves why they study the measurement of angles and why there are different methods for this. In this research, bibliographical search was used, through books and articles, as well as the relevance of the construction of different angular measures and their actual arising in the historical passage.

Keywords: Geometry. Angles. Units.

Introdução

Apesar de não ser tão intuitiva quanto a medida de uma linha reta, a medida angular se faz necessária a partir do momento em que temos duas linhas retas concorrentes. Evidentemente, observa-se padrões entre os ângulos e conseqüentemente surgem os métodos utilizados para medi-los.

Este trabalho tem como objetivo apresentar, de forma clara e objetiva, os componentes mais relevantes de alguns sistemas de medida angular. Diante disso, faz-se um recorte histórico de cada medida, bem como de algumas das relações que podem ser observadas entre estes sistemas.

Além disso, serão mencionadas aplicações justificadas destes sistemas, como topografia, orientação geográfica e geometria plana. Salienta-se que os métodos estudados, apesar de suas peculiaridades, apresentam aplicações que traduzem a relevância da utilização de cada um deles.

A fim de organizar este estudo, além da parte introdutória, a pesquisa apoia-se em mais quatro interseções. O sistema sexagesimal, com o sistema contador; o sistema centesimal, abordando o sistema de medida grado; os radianos, sobre a medida angular; e por fim, as considerações finais do trabalho.

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 E-mail: luiz.pitzer@uniasselvi.com.br; jeferson.favero@uniasselvi.com.br

Sistema Sexagesimal (o grau)

A origem do Sistema Sexagesimal ainda apresenta incertezas. Para Eves (2004, p. 36), “os babilônios antigos desenvolveram, em algum momento entre 3000 e 2000 a.C., um sistema sexagesimal que empregava o princípio posicional”.

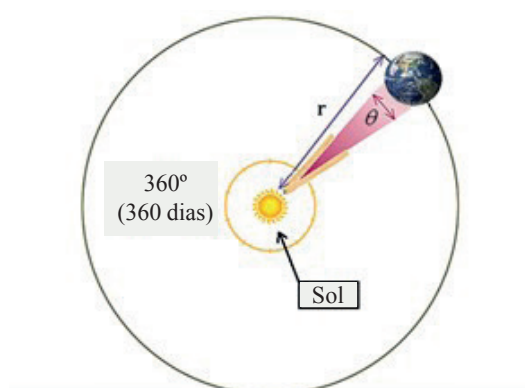
Assim como o sistema duodecimal, a numeração com base 60 tem suas origens desconhecidas. “Não há, tampouco, explicações para uma escolha de base tão elevada, mas, mesmo assim, os sumérios e babilônios além de outros povos, a adotaram” (CONTADOR, 2012, p. 43).

Boyer (1996) cita, em seu livro “História da Matemática”, sobre a origem do sistema sexagesimal no Capítulo 3 – Mesopotâmia, dando a entender que outras civilizações usavam outros sistemas de contagem, como exemplo o decimal, e que os babilônios, e suas escritas cuneiformes, usavam o sistema de base sessenta.

Qualquer que tenha sido a origem, o sistema sexagesimal de numeração teve vida notavelmente longa, pois até hoje restos permanecem, infelizmente para a consistência, nas unidades de tempo e medida dos ângulos, apesar da forma fundamentalmente decimal de nossa sociedade (BOYER, 1996, p. 17).

Este sistema de medidas angulares consiste em uma divisão da circunferência em 360 partes iguais. A cada uma dessas partes é atribuída a medida de 1° . Portanto, no sistema de medidas angulares sexagesimal, uma volta completa na circunferência possui 360° . Além disso, ocorrem as seguintes divisões, acompanhe a Figura 1:

Figura 1. Noção do Grau



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

- $1^\circ = 60'$ – denominamos 60 minutos.
- $1' = 60''$ – denominamos 60 segundos.
- Portanto, segue que $1^\circ = 3600''$.

Algumas medidas têm relevância nesse sistema, como o ângulo reto que mede 90° (divisão da circunferência em quatro partes iguais), e o ângulo raso que mede 180° (divisão da circunferência em duas partes iguais). O primeiro representa o ângulo de interseção de duas retas perpendiculares, além de ser o ângulo oposto à hipotenusa em um triângulo retângulo. O ângulo de 180° é o resultado da soma dos ângulos internos de um triângulo qualquer, o que serve de base para determinar a soma dos ângulos internos de qualquer polígono convexo.

Sistema Centesimal (o grau)

Outro sistema de medidas angulares que, apesar de ser menos comum, também é utilizado, é o grau. Este sistema divide a circunferência em 400 partes (arcos) iguais, sendo cada uma dessas partes denominada grau (^g). A partir de então, percebe-se a relação entre este sistema e o sistema métrico, pois um quarto da circunferência, o que corresponde ao ângulo reto, mede 100^g, mesma quantidade de centímetros em um metro. Para tal, observa-se a relação entre grau e graus na Tabela 1:

Tabela 1. Grau x Grados

Grau	Grado
0°	0 ^g
90°	100 ^g
180°	200 ^g
270°	300 ^g
360°	400 ^g

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Percebe-se que os submúltiplos são utilizados neste sistema como o centígrado (100 centígrados correspondem a 1 grau) e decimilígrado (10.000 decimilígrados correspondem a 1 grau).

Um fato curioso é o uso frequente do termo centígrado para se referir à determinada temperatura na escala Celsius. A confusão até tem fundamento, mas “na 9ª Conferência Geral de Pesos e Medidas de 1948” foi formalmente adaptado o “grau Celsius” (símbolo °C) em substituição do “grau centígrado” (FERREIRA, 2010).

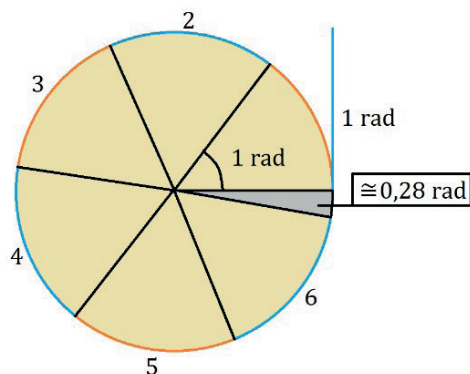
Houve épocas em que foram realizadas tentativas de generalizar como unidade padrão para ângulos, o grau. Alguns países o adotaram, porém, sua real utilização foi concentrada na topografia e na artilharia. A escolha desta unidade tornava simples o cálculo mental, pois para mudar seu posicionamento de um ângulo oposto ou reto, bastava somar ou subtrair 200 ou 100, respectivamente ao posicionamento.

Radianos

Em 5 de junho de 1873, o termo radiano (rad) apareceu pela primeira vez em uma publicação feita pelo físico irlandês James Thomson (1822-1892), na faculdade de Queens (EUA). Apesar de Thomson ser o primeiro a publicar algo, Thomas Muir, da Universidade de Andrew (EUA), em 1871, já propusera a nomenclatura de radiano para medição de arcos. Kupková (2008, p. 30) comenta que, “embora o conceito de radiano apareça com Thomson e Muir (1871 e 1873), a medida de radiano (não com esse nome) em substituição ao grau para medir ângulos é creditado a Roger Cotes, em 1714, que reconheceu sua naturalidade como medida angular”.

O termo radiano provém da palavra em latim *radius*, que significa raio. Sendo assim, a unidade radiano tem como base a medida do raio da circunferência o qual está sendo relacionado, para então estabelecer as medidas dos arcos e cordas (e meia corda). Como uma circunferência possui um contorno de 2π multiplicado pelo raio, a relação do raio como unidade de medida está apresentada na Figura 2:

Figura 2. Ideia do radiano sobre a circunferência

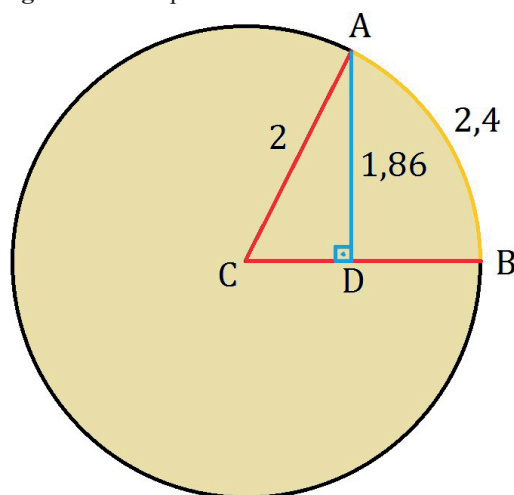


Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Como o valor de π (quantidade de vezes que o diâmetro da própria circunferência a contorna) equivale a aproximadamente 3,14, a quantidade de raios que comporta uma volta completa em uma circunferência é de 6,28. Essa unidade surgiu para unificar as medidas de arco e corda, como definição de medida angular e medida linear, porém ambas como medidas comuns de comprimento.

Ao se trabalhar com o raio como sendo a unidade de medida, relaciona-se a trigonometria aos comprimentos de arcos e cordas. Nesse sentido, exemplifica-se na Figura 3:

Figura 3. Exemplo de arco



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

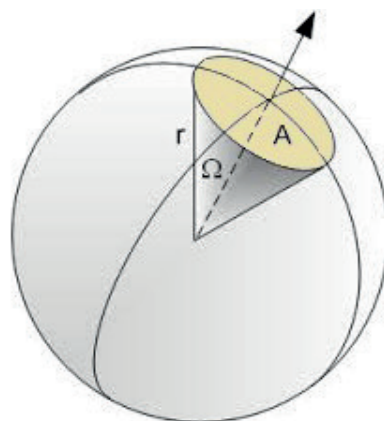
Note que o segmento AC corresponde ao raio da circunferência, o arco AB e o segmento perpendicular AD (meia corda). Ao deixar os valores em função do raio tem-se:

- O arco AC fica: $\frac{2,4}{2} = 1,2$ raios
- O segmento AD: $\frac{1,86}{2} = 0,93$ raios

Os valores 1,2 e 0,93 indicam, respectivamente, a abscissa e ordenada de um ponto da função seno, o que nos remete à grande utilização de radianos na trigonometria, estabelecendo as relações trigonométricas que antes eram inseridas nos triângulos. Em consequência, adotou-se para estudo da função trigonométrica da circunferência, sendo ela sempre idealizada com o raio de tamanho 1 unidade, facilitando assim os resultados e observações.

Outra contribuição da unidade radiano é na medição de ângulos sólidos (Ω corresponde ao ângulo, na imagem abaixo). Estes ângulos sólidos são medidos em esterradianos ou esferoradianos.

Figura 4. Ângulo em sólidos



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Conforme a Figura 4, tem-se que 1 esferorradiano corresponde ao ângulo formado pelo cone com vértice no centro da esfera “enxerga” uma casca esférica de área (A) igual ao quadrado do raio (r) da esfera. O esferorradiano é a medida do Sistema Internacional de medidas e é aplicado em várias situações do campo da física, como por exemplo, a intensidade de radiação.

Considerações

Relatou-se sistemas de medidas angulares que, por si só, demonstram a necessidade histórica do homem em ter uma grandeza, diferente das outras, que permite medir o giro entre duas retas imaginárias concorrentes. A relevância do uso destes sistemas aparece nas diversas áreas do conhecimento, que se utiliza de ferramentas matemáticas para o seu desenvolvimento.

Como objetivo desta pesquisa, apresentou-se de forma clara e objetiva os componentes mais relevantes de alguns sistemas de medida angular.

A maneira como pode-se relacionar matematicamente estes sistemas de medidas é surpreendente, porque a transformação de unidades de um sistema para outro se faz de forma clara e direta, tendo a proporcionalidade um papel importante nessa relação matemática.

Entre os sistemas de medidas angulares mencionados destaca-se o radiano como unidade padrão de medida angular, e as características como a de ser adimensional, ou a aproximação da reta real, faz com que ele tenha sua utilização em diversas áreas da matemática. Então, as demais unidades de medida se fazem relevantes no decorrer da história, bem como atualmente, com suas aplicações nas mais diferentes áreas do conhecimento.

Referências

BOYER, C. B. **História da Matemática**. Tradução de Elza F. Gomide. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1996.

CONTADOR, P. R. M. **Matemática, uma breve história**. V. 1. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Tradução: Hygino H. Domingues. Campinas: Unicamp, 2004.

FERREIRA, M. Celsius e a Temperatura. **Superinteressante** - Revista eletrônica. 2010. Disponível em: <<http://www.superinteressante.pt/images/stories/si151/si151-1415.jpg>>. Acesso em: 1 ago. 2016.

KUPKOVÁ, E. **Developing the Radian Concept Understanding and the Historical Point of View**. Itália: Scienze Matematiche, 2008.

Artigo recebido em 30/05/17. Aceito em 10/07/17.