

UM ESTUDO PRELIMINAR DE DOIS INSTRUMENTOS MATEMÁTICOS RADIO LATINO (1586) E SETOR TRIGONAL (1650)

Ana Rebeca Miranda Castillo e Nara Di Beo
anacastillo@ig.com.br, e nara.sinpro@uol.com.br
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – Brasil

Tema: Aspectos Socioculturales de la Educación Matemática

Modalidad: Comunicación Breve (CB)

Nivel educativo: Formación y actualización docente

Palabras clave: Radio Latino, Setor Trigonal, história e ensino da matemática, instrumento matemático

Resumen:

O presente trabalho é parte do projeto de pesquisa em História da Matemática, desenvolvido pelo grupo Heema, junto ao programa de educação matemática que tem como objetivo analisar e refletir acerca das possibilidades de construção de interfaces entre história da matemática e seu ensino. Nele apresentaremos dois documentos dos séculos XVI e XVII que tratam de instrumentos matemáticos. O primeiro intitulado Trattato del Radio Latino, atribuído a Latino Orsini (1530-1580), traz a descrição da construção e uso de um instrumento matemático que, conforme Egnatio Danti, além de sua precisão, é útil para resolver problemas relativos tanto à geometria quanto à astronomia. O segundo denominado The Trigonal Sector, atribuído a John Chatfeilde (?), traz a descrição de sua constituição, bem como as possibilidades de uso. Este instrumento, diferentemente do outro, era utilizado para resolver problemas relativos a diferentes tipos triângulos retângulos. Uma primeira análise desses documentos apontou para a possibilidade de articulação entre o processo de construção e uso do instrumento e a compreensão da gênese das ideias científicas e matemáticas para assim entendermos os processos e convenções estabelecidos na educação matemática.

Introdução

O desenvolvimento da ciência foi um fator determinante no processo de construção do conhecimento matemático. A partir do século XV, com a redescoberta da cultura clássica, surgiu o interesse por novas formas de conhecer a natureza o que levou a uma valorização do conhecimento técnico e, nesse sentido, a demanda por novos métodos matemáticos e experimentais resultou no surgimento de novos instrumentos.

O desenvolvimento da Ciência Moderna gerou a necessidade da fabricação de instrumentos capazes de detectar, revelar e/ou confirmar experiências e deduções de fenômenos físicos. Como Caraça (2000, p. 187) destaca:

Os problemas da navegação, por exemplo, levam a uma investigação cada vez mais cuidadosa dos movimentos dos astros e, duma maneira geral, exigem um estudo mais rigoroso do movimento, um estudo quantitativo, que permita *medir e prever*. (grifo do autor)

Este trabalho é parte do projeto de pesquisa em História da Matemática, desenvolvido pelo grupo HEEMa, junto ao programa de educação matemática que tem como objetivo

analisar e refletir acerca das possibilidades de construção de interfaces entre história da matemática e seu ensino. Neste trabalho buscamos construir essas interfaces por meio de estudos iniciais sobre dois documentos que tratam da construção e uso de instrumentos matemáticos: um deles, do século XVI, intitulado *Trattato del Radio Latino*, atribuído a Latino Orsini (1530 – 1580) e o outro, do século XVII, denominado *The Trigonal Sector*, atribuído a John Chatfeilde (?).

Inicialmente apresentaremos o conteúdo dos tratados. Em seguida mostraremos para cada instrumento, uma situação na qual eram utilizados e que conhecimentos matemáticos eram mobilizados nesse uso, juntamente com possíveis potencialidades didático pedagógicas.

O Radio Latino e o Setor Trigonal

O contato com textos da antiguidade tardia, a descoberta de terras além-mar, as mudanças nos métodos da arte militar promoveram a atenção para aspectos práticos da geometria, sobretudo entre os governantes (Saito; Dias, 2011). Assim, surgia nesse contexto, também, a preocupação com a precisão, a quantificação dos fenômenos e com a matemática (Crosby, 1999). Neste sentido, diversos instrumentos matemáticos foram concebidos e destinavam-se a medir alturas e distâncias, planificar cidades, determinar a relação entre o ângulo de elevação dos canhões e seu alcance, entre outros.

O *Trattato del Radio Latino*, inserido nesse contexto, apresenta a descrição da construção e uso de um instrumento matemático, cuja precisão e facilidade de uso, tal como descrito no frontispício (Fig. 1) da obra, permite que se determinem medidas e posições de lugares tanto no céu quanto na Terra.



Figura 1 – Frontispício do Trattato del Radio Latino

Neste sentido, a obra encontra-se estruturada da seguinte forma: dedicatória, apresentação do tratado ao leitor, índice, além das três partes que tratam da construção e

uso do instrumento: a primeira, composta por 8 capítulos, versa sobre sua fabricação; a segunda, trata do uso geométrico e conta com 12 capítulos; a terceira parte apresenta 15 capítulos dedicados ao uso do instrumento em problemas relativos à astronomia. Convém observar que ao final de cada capítulo encontram-se comentários de Egnatio Danti, professor de Teologia e Cosmógrafo do Papa Gregório XII, conforme descrito na apresentação do Tratado ao leitor.

Antes de escrever sobre sua fabricação, o autor, nomeia todas as partes que o compõem: Braço Direito, Braço Esquerdo, Perna Direita, Perna Esquerda, Haste e uma guia que se move ao longo da haste unindo as duas pernas, como podemos observar na figura 2.

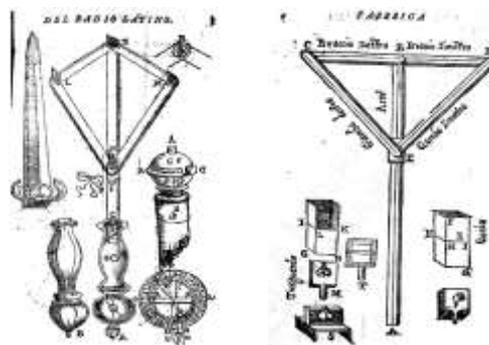


Figura 2 - Páginas 3 e 4 com as partes do instrumento

Em seguida explica como o instrumento deve ser construído, iniciando pelas proporções entre os braços e as pernas e destas com a haste. Explica também como devem ser marcados os noventa graus do quadrante, na perna direita. Assim, entre as páginas 8 e 28, o autor ocupa-se de descrever os procedimentos utilizados para assinalar ângulos; dividir os braços, as pernas e a haste em partes iguais; marcar o diâmetro da bola de artilharia, entre outros.

A segunda parte do Tratado tem início na página 28 e estende-se até a página 80. Ao longo dessas páginas são tratadas questões relativas ao uso geométrico do Radio Latino, por exemplo, como encontrar qualquer medida com a escala altimétrica desenhada na perna esquerda do instrumento; como medir a largura de um rio ou elevar a planta de um local, ou ainda, como determinar quantas libras de bola comporta uma peça de artilharia.

A partir da página 81 até a página 125, encontramos orientações acerca de seu uso em problemas de astronomia, entre eles, como determinar a altura do Sol, a distância entre duas estrelas, a latitude e a longitude aparente dos cometas.

Conforme observa Saito (2012), tratados dos séculos XV e XVI em geral tinham no mínimo duas partes: uma com as instruções para a construção do instrumento e outra para seu uso. Isso também pode ser observado, ainda que de forma implícita, em *The Trigonall Sector*. Publicado na Inglaterra, em 1650, por John Chatfeilde (?), esse tratado é composto pela capa; carta ao leitor destacando que o mesmo encontrará na obra um meio de realizar com maior rapidez e facilidade o que já fazia antes; um desenho do instrumento; 27 páginas e um pós-escrito.

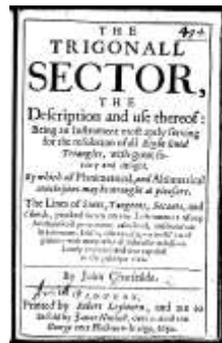


Figura 3 – Frontispício do tratado Trigonall Sector

Inicialmente descreve as partes do instrumento, que consiste em uma placa quadrada de metal ou de madeira, onde em suas extremidades serão fixadas lâminas ou filetes e dois marcadores nos extremos de um dos lados. As inscrições sobre o instrumento (Figura 4) são: três escalas de linhas divididas em 100 partes iguais (nos dois marcadores e sobre a lâmina inferior), uma tangente reversa que contém 45 graus sobre a lâmina do lado esquerdo e mais 45 graus sobre a lâmina da parte superior, o quadrante de um círculo no interior do corpo da placa com centro no marcador do lado esquerdo e semidiâmetro até o centro do marcador direito e na sua superfície são traçadas linhas paralelas entre si, numeradas de 1 a 10, distantes entre si com a mesma medida usada nas escalas de linhas divididas em 100 partes iguais

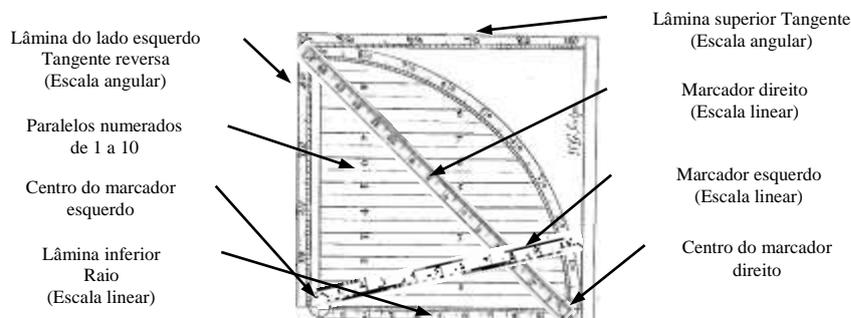


Figura 4 - Setor Trigonometral montado e suas partes

Em seguida à descrição o autor explica que o instrumento se baseia no uso de triângulos retângulos com todas as suas propriedades geométricas, nas proporções aritméticas e na resolução pela Regra de Ouro (Regra de Três). No uso dos triângulos considera: as medidas dos ângulos, as proporções dos lados e suas alturas, as medidas da área correspondentes às partes dos lados e a redução das partes a uma perpendicular e base com outros valores. Por fim, o autor explica os usos para o instrumento.

Concordamos com Saito (2012) quando afirma que obras como essas se alinham àquelas destinadas a um público que, além de conhecimentos práticos relativos a seu ofício possuía também o conhecimento da matemática incorporada nos instrumentos. Em outras palavras, tais tratados não se apresentavam como manuais e, assim sendo, não estavam ao alcance de todos, na medida em que a articulação entre o saber e o fazer era inerente à compreensão dessas obras.

Uso dos instrumentos e conhecimentos mobilizados

Com o objetivo de possibilitar uma análise que não se estenda além do permitido para este texto e considerando-se as diferentes situações nas quais os instrumentos descritos eram utilizados, bem como os conhecimentos matemáticos necessários para a sua construção e uso, optamos pela apresentação de um uso para cada instrumento.

Assim, no *Trattato del Radio Latino*, destacaremos o capítulo II da primeira parte do Tratado, com título, *Come se misure un'altezza senza la scala altimetrica*, cujo procedimento utilizado encontra-se na ilustração de Egnatio Danti (Figura 5).

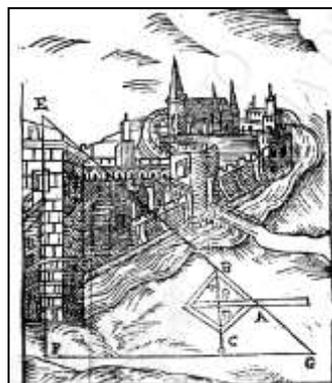


Figura 5 - Uso do Radio Latino

Segundo explica o autor do Tratado, é necessário, antes de qualquer coisa, colocar a haste do instrumento no nível encostando-se o fio de prumo que parte do ponto B, na

metade do ângulo C, conforme indicado na figura 5. Em seguida, ajusta-se a mira da perna direita AB, de forma que através dela, seja vista a parte mais alta da construção. Com a mira ajustada nesse ponto, passa-se o fio de prumo sobre a perna AB, determinando-se em seguida, quantas partes tem sua altura em relação à linha DB, bem como, a parte assinalada entre os pontos A e D, relativos à haste. E assim, a razão entre a base AD e a altura DB, relativas ao triângulo pequeno, será a mesma entre a base GF e altura FE no triângulo grande e medindo a base GF, saberemos quanto mede a referida altura FE.

Observamos, pela figura 6, que o conhecimento utilizado para se determinar a medida procurada foi a semelhança de triângulos, já que os ângulos \hat{D} e \hat{F} possuem medidas iguais (90°), assim como \hat{A} e \hat{G} , que são ângulos correspondentes.

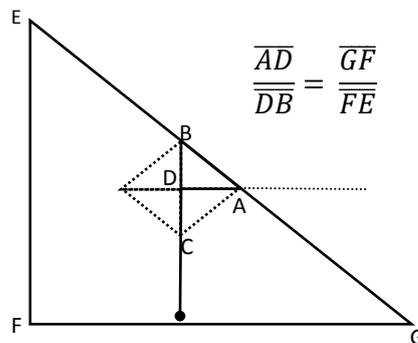


Figura 6 - Representação do uso do Radio Latino

No tratado *The Trigonal Sector*, entre os quatorze usos do instrumento, enumerados pelo autor, selecionamos aquele que explica como encontrar a área de qualquer triângulo, por entender ser o mais ilustrativo quanto ao uso do instrumento.

Inicialmente o autor esclarece que a medida da área será o produto da altura pela base. Cabe ressaltar que antes desse uso o autor já explicou como representar qualquer triângulo no instrumento. Assim, como exemplo, explica duas funções para o instrumento, na primeira supõe que se queira encontrar a área de um triângulo de altura 5 e base 10, cuja metade é 5. Para isso instrui o posicionamento do valor 10 do marcador esquerdo, que pode ser considerada 1, 100 ou 1000, no paralelo de número 5. Feito isso solicita que se procure o 5 na escala do marcador e se confirme o cruzamento com o 25 entre os paralelos que é o valor procurado, conforme figura 7.

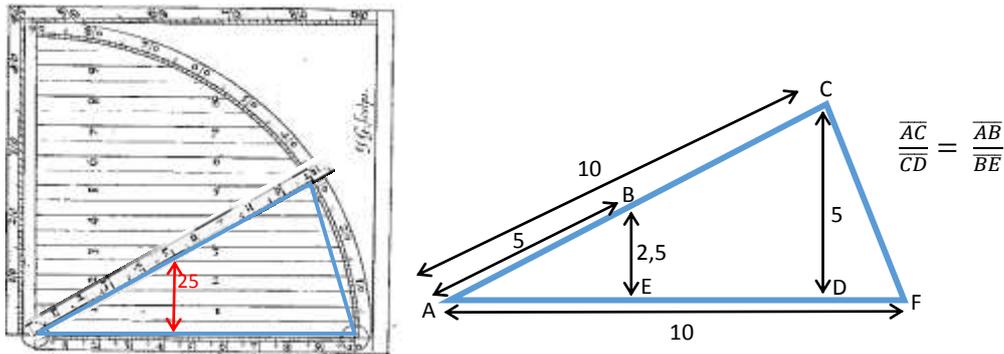


Figura 7 - Área de um triângulo de altura 5 e base 10

O autor adverte que as figuras e divisões estão às vezes por unidades e às vezes por dezenas, 100, 1000, etc. O que se confirma já que se contarmos as divisões dos paralelos utilizando a escala definida na construção do instrumento o resultado seria 2,5 e não 25. Nos procedimentos acima descritos, identificamos que conhecimentos matemáticos são mobilizados. Na figura 7 podemos observar que para calcular a área do triângulo ACF, foi utilizada a semelhança de triângulos, o triângulo ABE é semelhante ao triângulo ACD, pois os ângulos \hat{D} e \hat{E} são congruentes (90°), e possuem o ângulo \hat{A} em comum.

Na segunda explicação o autor escreve: *Assim também funciona pelo caminho contrário, é possível ser dividido*. Entendemos que se refere desta forma por se tratarem de operações inversas, na primeira explicação a área utiliza a multiplicação e agora seguindo um procedimento semelhante fará uma divisão.

Neste caso o autor explica que o divisor deverá ser localizado no marcador e em seguida posicionado no paralelo 1, em seguida com o marcador nessa posição o dividendo deverá ser localizado no marcador, o paralelo que o dividendo “cruzar” indicará o quociente. Assim sugere a divisão de 9 por 3, sendo que o 3 divisor, deverá ser localizado no marcador, e posicionado com o paralelo 1. Feito isso o cruzamento do 9 no marcador com os paralelos recai no paralelo 3 que é o quociente, para entendermos vamos ver a figura 8:

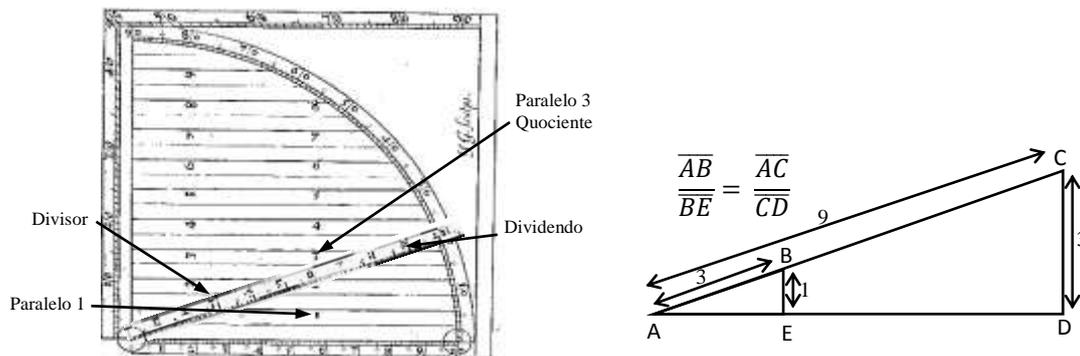


Figura 8 - Divisão de 9 por 3 no instrumento e sua representação matemática

Na figura 8 podemos observar que para calcular a divisão de 9 por 3, também foi utilizada a semelhança de triângulos, o triângulo ABE é semelhante ao triângulo ACD, pois os ângulos \hat{D} e \hat{E} são congruentes (90°), e possuem o ângulo \hat{A} em comum.

A elaboração de atividades a partir da construção e uso desses instrumentos matemáticos, além de possibilitar o desenvolvimento e/ou a aplicação de conceitos com estudantes do Ensino Fundamental II, favorece também, conforme explica Saito e Dias (2011, p. 25), *A apreensão da produção de conhecimento, enquanto processo que é sintetizado nos instrumentos de medida.*

Explorar o Radio Latino a partir de seu uso para determinar alturas, permite ao estudante mobilizar conhecimentos matemáticos já construídos ou em processo de construção, por exemplo, a semelhança de triângulos. Para o Setor Trigonal, sugerimos uma abordagem que contemple tanto sua construção, por meio da representação das escalas angular e linear, quanto seu uso nas questões relativas ao cálculo de área de diversos triângulos, bem como aos cálculos de diferentes divisões.

Referencias bibliográficas

- Caraça, B. de J. *Conceitos fundamentais da matemática*. Lisboa: Gradiva, 2000.
- Chatfeilde, J. (1650) *The Trigonal Sector (...)*. London: Robert Leybourn.
- Crosby, A. W. (1999) *A Mensuração da Realidade*. São Paulo: Unesp
- Orsini, L. *Tratado Del Radio Latino (...)* (1586). Roma: Marco Antonio Moretti & Jacomo Brianzi.
- Saito, F. e Dias M. da S. (2011) *Articulação de entes matemáticos na construção e utilização de instrumento de medida do século XVI*. Natal: Sociedade Brasileira de História da Matemática.
- Saito, F. (2012) "Possíveis fontes para a História da Matemática: Explorando os tratados que versam sobre construção e uso de instrumentos "matemáticos" do século XVII", pp. 1099-1110. In M. R. B. da Silva & T. A. S. Haddad (eds.) *Anais do 13 Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia- FFLCH USP*. São Paulo.