

Reflexões iniciais na esfera contextual do papel dos instrumentos matemáticos do século XVI

ANA REBECA MIRANDA CASTILLO¹

FUMIKAZU SAITO²

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar algumas reflexões sobre as leituras realizadas para a revisão bibliográfica de pesquisa de doutorado em andamento que tem como questão norteadora: Como o uso e a construção de instrumentos matemáticos de medida linear e angular durante o século XVI, pode trazer indícios do percurso do pensamento do homem na elaboração e determinação de técnicas de mensuração? Trata-se de uma pesquisa documental. Neste trabalho são apresentadas algumas considerações historiográficas feitas para as leituras realizadas, na sequência são relatadas as leituras realizadas a respeito dos instrumentos matemáticos do século XVI e para finalizar são abordadas as reflexões advindas dessas leituras.

Palavras-chave: instrumentos matemáticos; história da matemática; história da ciência.

Resumen

Este trabajo tiene como meta presentar algunas reflexiones a respecto de lecturas realizadas en la revisión de literatura de la investigación doctoral en curso cuya pregunta guía es: ¿Cómo el uso y la construcción de instrumentos matemáticos con medidas lineales y angulares, durante el siglo XVI, puede aportar pruebas del curso del pensamiento del hombre en la elaboración y determinación de las técnicas de medición? Se trata de una investigación documental. Este trabajo presenta algunas consideraciones historiográficas de lecturas tomadas. En secuencia se hicieron lecturas de tratados sobre los instrumentos matemáticos del siglo XVI y para finalizar reportamos las reflexiones que surgieron de estas lecturas.

Keywords: instrumentos matemáticos; historia de las matemáticas; historia de la ciencia.

Introdução

Na Educação Matemática muito se tem discutido a respeito do discurso histórico em publicações brasileiras destinadas à Matemática escolar. Há várias propostas que articulam a História e a Educação Matemática, dentre as quais se destacam os livros didáticos e paradidáticos e propostas elaboradas por órgãos governamentais. Contudo entendemos que é necessário considerar questões de natureza metodológica para essa

Trabalho apresentado no III Encontro de Produção Discente em Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, realizado em 23 de novembro de 2013 (modalidade comunicação oral) - Apoio: CAPES

¹ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - anacastillo@ig.com.br

² Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - fsaito@pucsp.br

articulação, ou seja, é preciso um estudo aprofundado que analise não somente aplicações em sala de aula segundo uma corrente pedagógica articulada a uma linha historiográfica, como também proponha uma reflexão a respeito das condições que propiciam uma interface entre história e ensino.

O grupo de pesquisa denominado HEEMa (grupo de estudo e pesquisa em História e Epistemologia na Educação Matemática), do qual fazemos parte busca discutir e refletir as potencialidades pedagógicas da História da Matemática por meio de uma investigação das iniciativas de educadores e suas abordagens, na pesquisa em educação matemática e nas práticas docentes. O objetivo dessas discussões é aprofundar o diálogo entre historiadores e educadores matemáticos para desta forma propiciar a construção de interfaces entre história e ensino embasada nas novas tendências historiográficas e metodológicas que buscam na escrita da história não somente os resultados e sim o processo do qual emergiram. Para a realização dos trabalhos sob essa perspectiva o grupo busca articular três esferas de análise, a historiográfica, a contextual e a epistemológica, pois como observa Alfonso-Goldfarb (2008),

Naturalmente qualquer historiador da ciência considera que a interligação (ou interdependência) das três esferas de análise [...] é recomendável para um bom trabalho. Todavia essa interligação nunca foi e continua não sendo trivial. Porque são interligadas, os excessos ou faltas em qualquer uma delas contaminam as demais. Por outro lado, a natureza distinta de cada uma delas obriga a operações dignas de um polímata renascentista, mas que vive, contraditoriamente, em plena época de super especialização dos conhecimentos e de excesso de ruído informacional. (p. 7-8)

Essa abordagem nos permite compreender o processo da construção do conhecimento matemático, que deve ser analisado no contexto social da época em que ocorreu. Entendemos que a construção desse conhecimento teve como fator preponderante para o seu desenvolvimento a própria evolução da ciência e é por meio da História da Ciência que podemos compreender os mecanismos de desenvolvimento da Ciência Moderna, que se iniciou no mundo europeu, como aponta Alfonso-Goldfarb (1994, p. 16),

[...] foi no mundo europeu, cercado por todos os lados, onde começou a fermentar as sementes da Ciência Moderna. Ninguém conseguiu até hoje provar com certeza se essas sementes da Ciência foram o que ajudou os europeus a arrebentarem seus muros e se expandirem por todo o planeta. Ou se, ao contrário, por terem começado a arrebentar os muros, eles puderam trazer, de outras partes para a Europa, as ideias (...) com que regaram e fizeram brotar essas sementes.

A autora ainda destaca que foi no século XV, que essa destruição de muros se inicia com

força. Neste período ocorre a redescoberta da cultura clássica e de novas culturas e prossegue nos séculos XVI e XVII durante os quais vai se formando o que hoje chamamos de ciência moderna.

Com o desenvolvimento dessa ciência moderna surgiu a necessidade da fabricação de instrumentos capazes de detectarem ou de revelarem fenômenos físicos para assim serem usados em experiências que permitissem confirmar deduções. Acreditamos que ao investigar os instrumentos matemáticos sua fabricação, uso e suas consequências no desenvolvimento da ciência a partir do século XV poderemos compreender como ocorreu a construção do conhecimento matemático em alguns de seus aspectos, como a determinação de medidas para algumas grandezas.

Entendemos que os questionamentos que surgem no uso de um instrumento, podem nos levar a compreender esses aspectos, além de nos proporcionar reflexões a respeito de questões atuais como a possibilidade do uso de instrumentos no ensino de matemática.

Em nossa pesquisa os instrumentos matemáticos serão abordados não só como ferramentas, mas também como um objeto que constrói e incorpora conhecimento em uma rede de relações. Desta forma em nossa pesquisa de doutorado buscamos responder a seguinte questão norteadora de pesquisa:

Como o uso e a construção de instrumentos matemáticos de medida linear e angular durante o século XVI, pode trazer indícios do percurso do pensamento do homem na elaboração e determinação de técnicas de mensuração dessa época?

Para responde-la temos como objetivos:

- Analisar documentos originais que tratem da construção e uso de instrumentos de medida linear e angular sob a perspectiva histórica que considere esses processos dentro de um contexto local e temporal (esfera contextual);
- Investigar como no uso e na construção de instrumentos o conhecimento matemático era necessário e que conhecimento era esse no que se refere à ideia de medida e quantidade (esfera epistemológica);
- Verificar como esse conhecimento matemático se relacionou com as outras áreas do conhecimento reformulando as concepções próprias do saber matemático (esfera historiográfica).

Neste trabalho vamos apresentar algumas considerações historiográficas ao nosso ver, pertinentes para entender o desenvolvimento de nossas leituras, em seguida abordaremos as leituras realizadas a respeito dos instrumentos matemáticos do século

XVI e finalmente mostraremos nossas reflexões advindas dessas leituras restritas à esfera contextual de nossa pesquisa de doutorado.

1. Considerações historiográficas

Na busca de atingir nosso objetivo quanto à esfera contextual para entender como ocorreu o desenvolvimento da construção de instrumentos matemáticos, não podemos deixar de considerar que a esfera historiográfica permeia constantemente nossa pesquisa. Isto significa que para investigarmos os instrumentos matemáticos dentro de um contexto local e temporal, não podemos deixar de considerar uma perspectiva historiográfica recente na qual a História da Ciência se embasa, que defende a necessidade de considerar “as matemáticas” (e não a Matemática) em um contexto maior para, desta forma, avaliar a especificidade da disciplina, entender seu papel na fabricação e uso de instrumentos além de sua influência na constituição da ciência moderna. A especialização moderna é um fenômeno recente. A matemática, tal como a entendemos hoje, é fruto de diversos desdobramentos, de idas e vindas, em que o seu papel, bem como o seu estatuto epistemológico e ontológico modificaram-se desde *priscas eras*.

A matemática era conhecida na antiguidade como geometria e harmonia e recebeu vários nomes até o século XIX. No que concerne ao seu papel para Platão (428 a.C.-347 a.C.), por exemplo, “a matemática servia apenas de ‘prelúdio’ para a dialética” (BROMBERG e SAITO, 2010, p. 58-59). Já para Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) juntamente com a física e a metafísica era uma ciência teórica, porém não adequada ao estudo da natureza, já que quem fazia este estudo investigava os corpos naturais e o movimento, ao passo que o matemático estudava o que não tinha movimento. Entretanto, Aristóteles fazia uma ressalva a astronomia e óptica que, segundo ele, pareciam ser naturais e matemáticas ao mesmo tempo.

A partir dessa ideia, estudiosos da Idade Média estabeleceram a ideia de ciências intermediárias ou mistas, que seriam naturais e matemáticas. Assim, foi a partir do século XV que as matemáticas passaram a ser consideradas para o estudo da natureza, como destaca Beltran (1993),

[...] a necessidade de conhecer as leis, as ‘forças’, que agiam no universo também contribuiu para o desenvolvimento do interesse pela matemática. Diversos pensadores consideravam que na matemática

estaria o fundamento de todos os conhecimentos, admitindo como Nicolau de Cusa (1401-1464), por exemplo, que os números permeassem toda a criação, pois Deus teria criado ‘todas as coisas em número, peso e medida’.

Entre os fatores que levaram a esse crescente interesse pelas matemáticas, destacamos a expansão da exploração marítima, o comércio e a colonização que geraram a necessidade de aperfeiçoamento na navegação, cálculos mais sofisticados para o controle das finanças e também a construção de instrumentos que propiciassem esse avanço, a este respeito Bromberg e Saito (2010, p. 66) destacam,

Assim, naquele período, presenciamos também um desenvolvimento impressionante de novos instrumentos desde um simples astrolábio, utilizado por marinheiros, até outros mais sofisticados como réguas de cálculos e outros aparatos utilizados por astrônomos. (BROMBERG, SAITO, 2010, p. 66)

Os estudiosos da natureza dessa época estavam envolvidos com cálculos matemáticos, mas também com preocupações provenientes da filosofia natural. A este respeito Debus (1996, p. 16) explica:

Estes dois séculos [XV e XVI] oferecem um labirinto de interesses quase desconcertantes e raras vez encontraremos neles um indivíduo cuja metodologia científica pudesse parecer de tudo aceitável a um cientista moderno. Para alguns de seus sábios, cuja obra contribuiu em nossa era científica moderna, a magia, a alquimia e a astrologia foram não menos estimulantes que o novo interesse pela abstração matemática, a observação e a experimentação. Em nossos dias pensamos que é fácil – e necessário – separar a ‘ciência’ do gosto pelo ocultismo, mas nessa época muitos não estavam em condições de fazê-lo. (tradução nossa)

Com o desenvolvimento dessa Ciência Moderna ou Filosofia Experimental surgiu a necessidade da fabricação de instrumentos capazes de detectarem ou de revelarem fenômenos físicos para assim serem usados em experiências que permitissem confirmar deduções.

A esse respeito Bennett (1983, p.176) explica que o desenvolvimento da matemática prática, que segundo o autor é a matemática ligada a certos aspectos práticos da vida, ocorreu nesse período juntamente com mudanças sociais, econômicas e políticas, e descreve o envolvimento de Georg Peurbach (1423-1461) e Johannes Regiomontanus (1436-1476) na fabricação de instrumentos, seu estabelecimento em Nuremberg, importante centro para trabalhos em metal e outros ofícios, que teria sido povoado em 1471 especialmente por disponibilizar esses instrumentos.

O autor ainda destaca a navegação como um fator de motivação na construção de

instrumentos e a importância da matemática para essa construção, como percebemos quando escreve:

A infiltração de técnicas matemáticas nas práticas de navegação começou no início do século XV, quando viagens exploratórias fora do Mediterrâneo e distantes das costas conhecidas levantaram problemas para os marinheiros europeus. Encontrar a latitude foi essencial para explorar a costa Africana. Astrônomos há muito familiarizados com as relações entre a latitude geográfica e a aparência dos céus, e tais relações foram construídas nos instrumentos portáteis como a esfera armilar, o astrolábio, o *torquetum* e o ‘velho’ quadrante. (BENNET, 1983, p. 179, grifo do autor)

Desta forma a importância dos instrumentos aumentou de forma acentuada com a invenção do telescópio, microscópio, barômetro, bomba de ar e do relógio de pêndulo. Os investigadores passaram a mostrar interesse sobre determinados instrumentos, porém sem se preocupar em categorizá-los segundo o seu uso para observação e experimentação, o que não impediu segundo Warner (1990, p.83) que:

Cada vez mais, no entanto, estes instrumentos passa[ssem]a ser agrupados, identificados como as ferramentas da filosofia experimental ou natural, e se distinguiram de outros tipos de instrumentos, como musical, médico e matemático. A identidade coletiva foi forjada, em grande parte, por pessoas envolvidas com a organização de coleções: curadores, historiadores, comerciantes, autores dos regulamentos tarifários, e funcionários de exposições e escritórios de patentes. (WARNER, 1990, p 83, tradução nossa)

Podemos dizer que a fabricação de instrumentos para a medição remonta desde o início da história da atividade humana. Essa necessidade de medir quantidades levou ao surgimento da régua, balança, relógios variados, instrumentos para a navegação, agrimensura e astronomia. Todavia, as quantidades nessa época eram entendidas segundo o que Aristóteles categorizava como sendo,

[...] discreta ou contínua. Algumas quantidades, além disso, consistem de partes que possuem posições relativas umas em referência às outras; outras quantidades, ao contrário, são constituídas por partes que não possuem tais posições. Entre as quantidades discretas, podemos citar aqui como exemplos o número e o discurso; entre as quantidades contínuas, a linha, a superfície e o sólido, às quais pode-se acrescentar o tempo e o lugar. (ARISTÓTELES, 2011, p. 43)

Dessa forma os instrumentos que medissem quantidades segundo o que Aristóteles classificava como tal eram chamados de instrumentos matemáticos e eram fabricados e utilizados por matemáticos.

Mesmo com essa distinção, os historiadores reconhecem que o papel dos instrumentos é

muito complexo, visto que, no século XVII, era ainda obscuro como os instrumentos deveriam ser usados, pois não havia uma convenção estabelecida para seu uso, nem para a validação dos resultados. Além disso, muitos destes instrumentos estavam ligados à magia natural, na qual a ênfase era a recreação e não a observação cuidadosa. Van Helden e Hankins (1994, p. 3) reforçam esta ideia quando apontam que:

Não é de estranhar, então, que os instrumentos nem sempre foram aceitos com entusiasmo e que o seu valor e sua confiabilidade teve que ser demonstrada. Instrumentos como o telescópio, que aceitamos como essencialmente científico, eram suspeitos quando eles apareceram pela primeira vez. (tradução nossa)

Assim em nosso trabalho investigaremos esses instrumentos, os denominados matemáticos, especificamente os que tratam de medida linear e angular, e temos como objetivo geral compreender como ocorreu a construção do conhecimento matemático por meio do uso e construção desses instrumentos. A este respeito Hankins e Silverman (1997, p.5) destacam que os historiadores e filósofos da ciência atualmente reconhecem que o papel dos instrumentos na observação, experimentação e teorização da ciência não é simples e sim problemático, já que o instrumento segundo eles tem vida própria, não apenas seguindo uma teoria, mas também determinando-a, o que pode ao nosso ver ser interpretado como uma construção.

Demos início às nossas leituras tendo como foco esses instrumentos matemáticos construídos e utilizados na Inglaterra do século XVI.

2. Instrumentos matemáticos no século XVI

Rossi (1989) em seu livro apresenta brevemente a vida de Bernard Palissy (1510-1590), ceramista francês, que buscou o segredo do esmalte branco para ser aplicado nas cerâmicas além de projetar inúmeras máquinas, porém sem nunca executá-las. Nos seus *Discours admirables* publicado em Paris em 1580. Segundo Rossi,

Nos *Discours*, todos eles constituindo uma invectiva contra a cultura dos professores da Sorbonne, encontramos a identificação da filosofia com a arte de observar a natureza, e a afirmação de que essa arte não é de forma alguma patrimônio dos doutos e filósofos. Ela deve ser difundida entre todos os habitantes da terra, e pode nascer apenas de um 'culto às coisas', que rejeita violentamente a cultura livresca e a tradição filosófica. (grifo do autor, p. 21)

Além de Palissy, Rossi (1989, p. 25) cita outros estudiosos que como o primeiro valorizavam um saber [...] em que a observação dos fenômenos, a atenção às obras, a pesquisa empírica fossem mais importantes do que as evasões retóricas, as

complacências verbais, as sutilezas lógicas, as construções apriorísticas.

Ou seja, nesse período na cultura europeia prevalecia a tendência a substituir uma educação com predomínio nos livros e na retórica por uma com enfoque principal senão o único na preparação técnica e na formação profissional. Os procedimentos realizados pelos artesãos, engenheiros e técnicos eram valorizados como contribuições para o progresso do saber. O que segundo Rossi (1989, p.28) podia ser verificado em uma afirmação amplamente difundida e valorizada na era da nova ciência:

[...] alguns dos procedimentos utilizados pelos homens para produzir objetos de uso ou construir máquinas, para modificar e alterar a natureza através do trabalho das mãos, favorecem o efetivo conhecimento da realidade muito mais do que aquelas construções intelectuais ou aqueles sistemas filosóficos que acabam por impedir ou limitar a exploração ativa das coisas naturais por parte do homem. (ROSSI, 1989, p. 28)

Essa afirmação confrontava o conceito de ciência que perdurou por séculos e que defendia que a ciência nasce somente depois de serem preparadas as coisas necessárias à vida humana, ou seja, tem como objetivo uma busca e contemplação sem interesses da verdade. Segundo o autor o termo “*mécanique*” significava na época *o que é contrário a liberal e honroso: tem o sentido de baixo, grosseiro e pouco digno de uma pessoa honesta.* (ROSSI, 1989, p. 29). Rossi ainda explica que para Aristóteles os operários mecânicos eram diferentes dos escravos, apenas porque serviam a muitas pessoas enquanto os outros serviam a apenas uma.

Desta forma nessa época proliferaram tratados de caráter técnico, que por vezes eram verdadeiros manuais e às vezes não passavam de considerações gerais sobre um trabalho específico. Estas obras mostravam o contato entre o saber científico e o saber técnico artesanal e refletiam a contribuição mútua na época entre essas áreas de conhecimento.

Muitas traduções dos clássicos se dirigiam aos artesãos que passaram a se apropriar de conhecimentos que antes estavam restritos a poucos, passando assim a deter um conhecimento técnico guardado cuidadosamente por se tratar de seu ofício. Por esse sigilo mantido nas corporações de ofício entre os séculos XVI e XVIII, a disseminação do conhecimento dependida principalmente da migração desses artesãos que passaram a se espalhar por toda a Europa.

Sobre isto Belfanti (2004, p. 570-571) destaca:

A consciência da importância da criatividade técnica para o crescimento do desempenho econômico, levou os estados a implementar políticas destinadas a atrair artesãos que eram fontes de atividade industrial inovadora. A ferramenta fundamental dessa política foi a concessão de prioridades. Assim, não apenas as cidades, mas também um grande número de cidades industriais se tornou uma encruzilhada estratégica para a transmissão de know-how técnico durante o período moderno. (tradução nossa)

Com a disseminação de conhecimento técnico, surgiram as cidades de Paris e Londres como centros de produtos inovadores. Londres devia sua ascensão por sua localização como o mais importante cruzamento comercial do mundo. A este respeito Harkness (2007, p. 98) destaca:

Durante o reinado de Elizabeth, Londres era o centro da educação matemática vernácula na Inglaterra, bem como o centro da publicação matemática e feitiço de instrumentos. Londrinos compravam livros sobre matemática, frequentavam as lojas de fabricantes de instrumentos, e reuniam-se para demonstrações de novos objetos mecânicos na cidade. Em Londres, homens e mulheres estavam usando matemática em toda parte: os lojistas fazendo trocas, um aprendiz utilizando um ábaco, um carpinteiro cortando um pedaço de madeira, um relojoeiro reparando um dos perpetuamente mecanismos quebrados que enfeitam as igrejas de Londres, mercadores estrangeiros a trabalhar as taxas de câmbio de moeda, e agrimensores medindo um lote de terra para um nova casa. (tradução nossa)

A autora ainda explica que na Inglaterra a matemática era estudada pelas elites e artesãos, mas que ao trabalhá-la somente com caneta e papel exigia cálculos longos em que um único erro poderia levar à perda total do trabalho. Com isso os londrinos passaram a ser atraídos por objetos mecânicos e instrumentos matemáticos que os ajudassem na resolução de problemas que aplicavam a matemática e com isso a demanda por manuais de instrumentos cresceu como a autora destaca:

[...] uma crescente demanda por manuais de instrumentos e tratados de navegação desempenharam um papel no aumento gradual dos títulos matemáticos disponíveis nas livrarias de 1588 a 1597, bem como o pico no mercado em 1596, quando 10 dos 16 títulos disponíveis para leitores matemáticos estavam preocupados principalmente com o uso de instrumentos, incluindo sua função na navegação e topografia. (HARKNESS, 2007, p. 104)

Segundo Turner (2003) o ano de 1547 na história da fabricação de instrumentos ingleses é visto como um marco pois foi nessa data que John Dee (1527-1609), astrônomo, geógrafo e conselheiro da rainha Elizabeth I, estudou por alguns meses em Louvain (cidade da Bélgica) com o fabricante de instrumentos matemáticos Gemma Frisius (1508-1555) e outros matemáticos e retornou à Inglaterra com diversos instrumentos. Segundo o autor alguns historiadores veem esta importação de Dee como fundamental

para o desenvolvimento inglês na fabricação de instrumentos.

Na análise das notas de Dee, Turner (2003, p. 67) destaca que essa passagem deve ser analisada cuidadosamente, pois

A fabricação de instrumentos na Inglaterra até o fim do século XVI, tem de ser buscada dentro de uma ampla gama de diferentes atividades artesanais já que não havia, até então uma demanda suficiente e concordância entre os vários tipos de dispositivos que hoje se agrupam como instrumentos matemáticos, para permitir que oficinas especializadas se sustentassem. (tradução nossa)

E ainda ressalta que em meados do século XVI os instrumentos de Gemma Frisius se espalharam pela Espanha e Inglaterra, e que nesta encontraram alguma produção local, John Dee em suas anotações fornece o nome de dois fabricantes Richard Chancellor (c. 1525-1556) e Dibley (?). Sobre o primeiro, o autor destaca que é relativamente conhecido, já o segundo é totalmente desconhecido.

Turner destaca que os instrumentos e seus fabricantes dessa época pertenciam a um contexto erudito, mas não acadêmico e as preocupações para a fabricação eram das mais variadas, desde a navegação até relojoeiros fabricantes de instrumentos para a corte do rei. Podiam ser estrangeiros ou ingleses nativos e um dos principais problemas dos historiadores é identificá-los dentre outros comércios, como por exemplo, dentre os fabricantes de relógios ou como gravadores em placas de cobre.

Dentre os instrumentos desenvolvidos no século XVI optamos por nos deter nos instrumentos que medem distâncias, para assim tentar compreender o que significa “medir” no século XVI. Esta ideia na época não detinha uma natureza matemática, como Saito & Dias (2011, p. 54) explicam:

A atribuição de um número a um comprimento não era óbvia e evidente para muitas pessoas daquela época. Sabemos que a geometria e a aritmética, duas áreas de conhecimento matemático por excelência, eram campos de conhecimentos distintos com objetos e objetivos definidos.

Ainda segundo os autores quem costumava atribuir um número à uma magnitude era quem praticava a matemática e como eles estabeleciam essa relação não se sabe ao certo. Uma hipótese é que as técnicas de mensuração fossem um segredo de ofício já que as mesmas não eram explicitadas nos tratados da época, ou seja, as técnicas não eram descritas detalhadamente. Em geral o público alvo ao qual se destinavam muitas vezes já devia possuir um conhecimento para emprega-las, o que nos leva a presumir

que os leitores provavelmente fossem aprendizes do mesmo ofício.

Além das técnicas de mensuração havia a questão dos padrões de medida que no século XVI eram praticamente inexistentes. Na Inglaterra houve uma primeira tentativa de padronização nas medidas utilizadas na agrimensura no reinado de Eduardo I (1272-1307). Foram fixadas por exemplo as medidas de uma *vara inglesa* fixada em 16 e $\frac{1}{2}$ pés (medida do pé do rei) e o *acre* foi fixado em 160 varas quadradas, medidos com a vara inglesa. Essa preocupação em parte se devia ao aumento do nível econômico na Inglaterra que provocou um aumento no valor da terra arável o que levou a uma maior exigência quanto aos conhecimentos do agrimensor e os instrumentos que ele utilizava.

Richeson (1966) explica que até o final do século XIV a construção de instrumentos tinha progredido em relação aos instrumentos utilizados pelos romanos para medir suas terras. Ele explica:

Para o nivelamento, os Romanos desenvolveram instrumentos de dois tipos: aqueles que dependiam do princípio de que a superfície de um líquido em repouso é horizontal, e aqueles que dependiam do princípio de que as linhas perpendiculares a uma linha vertical são horizontais. Instrumentos do primeiro tipo foram chamados de chorobates e consistiam de uma calha parcialmente cheia com um líquido, geralmente água. Instrumentos do segundo tipo foram frequentemente construídos com um fio de prumo e foram desenvolvidos como dioptras modificados. (p. 5, tradução nossa)

Segundo o autor, muitos desses instrumentos foram aperfeiçoados durante os séculos XIV e XV pelos fabricantes de instrumentos e profissionais matemáticos da Europa continental e tiveram um papel importante na agrimensura inglesa durante o século XVI, que teve seu início pelo processo de cercar faixas de terrenos que antes eram campos abertos.

Essa mudança na reorganização das terras trouxe muitas reclamações sobre títulos, direitos sobre quantidades de terras envolvidas o que gerou muita confusão, para Richeson (1966),

Esta confusão trouxe a percepção de que era necessária uma determinação mais exata das quantidades de terra e uma localização definitiva das fronteiras. Apelos foram feitos ao agrimensor para a correção dessas falhas. (p. 29-30, tradução nossa)

Eram então instaurados tribunais senhoriais presididos por um agrimensor ou pelo proprietário da terra e todos os arrendatários, inquilinos que eram convocados e tinham que fornecer com detalhes todas as informações sobre suas participações, colheitas e propriedades. A partir delas o agrimensor elaborava um inventário por escrito, muitas

vezes em latim, com decorações e enfeites e um mapa ou esboço do terreno.

Esses inventários segundo o autor podiam ser classificados de duas formas, aqueles preocupados principalmente em dar instruções ao senhor da terra sobre as leis relativas à propriedade da terra, sobre as relações entre proprietário e arrendatário com observações sobre os respectivos direitos morais e obrigações mútuas entre si. Richeson, fornece como exemplo deste tipo de inventário o texto de Anthony Fitzherbert, *O livro da agricultura*, publicado em 1523 e o texto *Agricultura*, editado por Thomas Barthelet, impresso em 1534.

Richeson (1966) explica que Fitzherbert não fornece regras para encontrar a área dos terrenos, segundo ele,

[...] é possível que o autor esperou o agrimensor estimar as áreas dos campos por ‘visualização’, isto é, indo para um lugar elevado na área e estimar a área olhando. Este método de determinação da área de uma parcela de terreno foi usado por muitos agrimensores durante os séculos XVI e início do XVII. Além disso o autor não dá quaisquer instruções para traçar as dimensões dos campos. (RICHESON, 1966, p. 34-35, tradução nossa)

O outro tipo de inventário se preocupava principalmente com a medição e o loteamento do terreno e como exemplo deste tipo de inventário Richeson dá como exemplo o tratado de agrimensura de Richard Benese publicado em 1537 e o texto de Cipriano Lucar publicado em 1590, intitulado *A Treatise Named Lucar Sola*.

Segundo o autor Benese fornece um tratado simples e prático sobre agrimensura, as explicações são claras e diretas e evidencia de que foi escrito por uma pessoa familiarizada com a prática de medição de terras, o que podemos perceber quando destaca:

Após as unidades de comprimento e medidas de terra serem definidas e discutidas, o autor dá métodos de encontrar as áreas de certas figuras geométricas simples, principalmente triângulos, retângulos, trapézios e círculos. Benese não dá um método geral de encontrar a área de qualquer destes, mas descreve cada tipo de figura como um caso especial. (RICHESON, 1966, p. 37, tradução nossa)

O método de agrimensura usado por Benese é típico do século XVI, pois utiliza apenas vara e linha em suas medições. Embora os textos fornecessem um delineamento da prática do agrimensor, não havia uma preocupação diretamente ligada à matemática usada. Os livros adequados de aritmética e geometria eram difíceis de obter.

Um dos primeiros estudiosos a se preocupar e reconhecer as necessidades dos artesãos e

agrimensores quanto ao acesso ao conhecimento matemático foi Leonard Digges (1520-1559). Escreveu *Tectonicon*, no qual tentava mostrar para o agrimensor e artesão, de uma forma simples, como construir e utilizar instrumentos. Nesta obra, porém, Richeson (1966) destaca:

Além das regras gerais de áreas, o texto fornece pouca informação para o agrimensor, com exceção de um guia para a construção e uso de três instrumentos para determinar distâncias. Estes instrumentos são o quadrado geométrico ao lado de uma régua, o quadrado do carpinteiro e o báculo que Digges chama de ‘bastão útil’. Em sua discussão sobre medições de terra Digges menciona dois outros instrumentos, a estaca e a corda para medição de distâncias, mas não menciona nenhum instrumento para medir a direção. (p. 53-54, tradução nossa)

Em *Pantometria*, escrito por Leonard, mas publicado por seu filho Thomas Digges (1546-1595), o autor ensina os princípios geométricos corretos de mensuração. Na primeira seção denominada *Longimetria* estão as medições de distância com os instrumentos já citados no *Tectonicon* além das instruções para a construção do *theodelitus* e o “instrumento topográfico”. Somente as instruções para a construção do quadrado geométrico são um pouco diferentes das dadas na obra anterior.

Os instrumentos apresentados nesses textos não foram imediatamente adotados pelos agrimensores da época. Ainda surgiram textos de Valentine Leigh (?) e Edward Worsop (?). Valentine, em sua obra aponta situações nas quais o agrimensor não tem dados suficientes para efetuar as medições e o que ele deve fornecer ao proprietário da terra, ou seja, ele define a função do agrimensor. Já Worsop em sua obra faz uma discussão sobre os erros e deficiências do agrimensor. Segundo Richeson:

A crítica dirigida por Worsop ao agrimensor do século XVI é a sua ignorância sobre os princípios fundamentais de aritmética e geometria. No início da discussão ele afirma que não tentará dar provas de teoremas geométricos, mas as demonstrações e ilustrações dos erros, bem como os procedimentos corretos para trabalhar os vários problemas. (p. 76, tradução nossa)

A partir das obras de Digges juntamente com os textos de Leigh e Worsop temos como objetivo nos deter nos conhecimentos matemáticos trabalhados e dirigidos para a agrimensura e para a construção dos instrumentos citados, para desta forma iniciar nossa entrada na esfera epistemológica de nossos estudos.

As obras lidas até o momento nos permitiram inferir reflexões que deverão ser ampliadas e nos guiarão nessa nova etapa de investigação o que não significa que nossa revisão bibliográfica se detenha, ela apenas caminhará concomitantemente com a etapa

que se inicia.

3. Reflexões

Neste trabalho apresentamos considerações a respeito de leituras que fazem parte de nossa revisão bibliográfica, não nos detivemos em detalhar algumas traduções de tratados da época que fazem parte de nossos estudos por entender que podem ser tratadas em outro trabalho que tenha como objetivo apresentar uma análise detalhada do conteúdo desses tratados com as inferências pertinentes à nossa investigação de doutorado. Porém cabe ressaltar que ao analisar essas traduções e com a leitura de Richeson (1966) percebemos que os tratados não se tratam de manuais técnicos ou considerações gerais sobre um trabalho específico, como afirma Rossi (1989), e sim são trabalhos destinados a um público que deveria já possuir algum conhecimento matemático ou para construir o instrumento e/ou para utilizá-lo, ou seja, há um conhecimento matemático tácito nessas obras que pode ser explorado. Assim em nossas análises futuras buscaremos evidências que corroborem com esse apontamento inicial.

Outra questão que surge quando observamos a preocupação de Digges em escrever um trabalho dirigido aos praticantes de matemática, os que chamamos de agrimensores, é entender que matemática era essa? Ou seja, como já dissemos anteriormente não podemos considerar a matemática como a conhecemos hoje, devemos sim ter em mente “as matemáticas” naquela época. A matemática nas obras de Digges era a mesma trabalhada em geometria e aritmética do *Quadrivium*?

Intimamente ligada a essa questão está também a ideia de como a matemática se apropriou dos conhecimentos de uma época e que influência esses conhecimentos sofreram dos praticantes da matemática, já que havia uma valorização dos procedimentos de artesãos, engenheiros e técnicos. Quais eram esses conhecimentos? Nos trabalhos de Digges, podemos identificá-los? As técnicas de mensuração aparecem nesses tratados?

Assim como a matemática não se restringia a uma área de conhecimento, sua aplicação também não se limitava a uma atividade artesanal, os fabricantes de instrumentos fabricavam desde instrumentos de agrimensura a relógios, também podiam ser especialistas de gravação em metal, desta forma é importante entender quais conhecimentos eram valorizados dependendo dessas ocupações para assim buscar

compreender como se estabeleciam as relações entre os conceitos matemáticos da época.

Ao entender essas relações acreditamos que poderemos inferir o que significava medir no século XVI, ou seja, entender como se deu o percurso do pensamento do homem que praticava a matemática, quer seja construindo instrumentos de medida ou usando-os, na elaboração e determinação de técnicas de mensuração. Vamos focar nossos estudos nos textos voltados para a agrimensura e ampliar nossa investigação na preocupação ligada à matemática usada, especificamente nos trabalhos de Leonard Digges.

Referências

ALFONSO-GOLDFARB A. M.. *O que é História da Ciência*. São Paulo: Brasiliense, 1994 (Col. Primeiros Passos, Vol. 286)

_____. et al. Centenário Simão Mathias: Documentos, métodos e identidade da História da Ciência. *Circumscribere: International Journal for the History of Science*, v. 4, 2008, pp. 7-8.

ARISTÓTELES. *Categorias*. Trad., textos adicionais e notas de Edson Bini. São Paulo, Edipro, 2011(Série Edipro de bolso)

BELFANTI, C. M. Guilds, Patents and the Circulation of Technical Knowledge: Northern Italy during the Early Modern Age, *Technology and Culture*, 2004, v. 45. p. 569-589

BELTRAN, M. H. R. Matemática, Magia e Técnica: algumas concepções de John Dee.. In SBHC 10 anos. *IV Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. Anais*, org. J. L. Goldfarb. São Paulo: FAPEMIG; Anna Blume; Nova Stella, (1993).

BENNETT, J. A. *The challenge of practical mathematics*. In *Cultura popolare e cultura dotta nel Seicento. Atti del Convegno di Studio di Genova*, org. ROSSI, P.; L. Borselli; C. Poli & G. Carabelli, 176-190. Milão, Franco Angeli, 1983.

BROMBERG C.&SAITO F. *A História da Matemática e a História da Ciência*. In *História da ciência: tópicos atuais*, org. Maria H. R. Beltran, Fumikazu Saito & Laís S. P. Trindade. São Paulo: Ed. Livraria da Física; 2010

DEBUS A. G. *El hombre y la naturaleza em el renacimiento*. México: Fondo de Cultura Económica, 1996.

HANKINS, T. L. & SILVERMAN R. J. *Instruments and the Imagination*. Princeton, Princeton University Press, 1997.

HARKNESS, D. E. *The Jewel House: Elizabethan London and the scientific revolution*. England: Yale University Press, 2007

RICHESON, A. W. *English Land Measuring to 1800: Instruments and Practices*. Cambridge/London: The Society for the History of Technology/The MIT Press, 1966

ROSSI, P. *Os filósofos e as máquinas 1400-1700*. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

SAITO F. & DIAS M. *Articulação de entes matemáticos na construção e utilização de instrumento de medida do século XVI*. Natal: Sociedade Brasileira de História da Matemática, 2011.

TURNER, A. John Dee, Louvain an the Origins of English Instrument Making. In *Musa Musaei: Studies in Scientific Instrument in Honour of Mara Miniati*, org. BERETTA, M., GALLUZZI, P., TRIARICO, C., 63-78. Florence, 2003.

VAN HELDEN, A. & HANKINS T. L. Introduction: Instruments in the History of Science. *Osiris*, Chicago, 1994, v. 9, p.1-6.

WARNER, D. J. What is a scientific Instrument, When dis it become one, and why? *British Journal for the History of Science*, Oxford, 1990, v. 23, p. 83-93.