

Os instrumentos matemáticos na interface entre história e ensino¹

SAITO, Fumikazu

PEPG em Educação Matemática/HEEMa/PUCSP

PEPG em História da Ciência/CESIMA/PUCSP

fsaito@pucsp.br

<http://fumikazusaito.com>

Resumo: Este trabalho discorre sobre o significado dos instrumentos e aparatos, em particular os instrumentos matemáticos, no processo da construção do conhecimento científico e matemático desde as origens da ciência moderna com vistas a iluminar propostas de articulação entre história e ensino de matemática. Especial atenção é dada aos instrumentos matemáticos disseminados e outros tantos elaborados a partir do século XVI, sob os quais incidem análises específicas baseadas em atuais tendências historiográficas da História da Ciência. A compreensão historicamente contextualizada dos instrumentos matemáticos pode contribuir para aprimorar as discussões na interface entre história e ensino, visto que conduz o educador a levantar novas questões de ordem epistemológica e/ou matemática.

Conferência

Esta conferência faz parte de pesquisa que venho desenvolvendo há alguns anos cujos primeiros resultados, de ordem teórica, serão ainda publicados em forma de livro provavelmente este ano.

Vou apresentar alguns pressupostos teóricos que têm norteado nossas investigações sobre os instrumentos e os aparatos científicos e matemáticos.² O quadro que vou apresentar pode ajudar a iluminar propostas de articulação entre história e ensino, principalmente aquelas que buscam construir interfaces entre história e ensino e aprendizagem de matemática. Antes, porém, quero me reportar

¹ Esta conferência é parte integrante do projeto CNPq (484784/2013-7).

² Investigação desenvolvida pelo grupo HEEMa (<http://heema.org>). Cabe aqui observar que utilize os termos “aparato” e “instrumento” indistintamente. Vide a esse respeito em: Warner (1990) e Saito (2011, p. 173-174).

a alguns marcos de ordem teórica que norteia esta apresentação. Primeiro, esclarecer o que entendemos por “interfaces” e, segundo, como construí-las com vistas a articular a história da matemática, baseada em atuais tendências historiográficas da história da ciência, com as atuais propostas da didática matemática.

Por interface entendemos um conjunto de ações e de produções que busca promover a reflexão sobre o processo histórico da construção do conhecimento matemático para elaborar outras tantas ações (didáticas e/ou pedagógicas) que busquem articular história e ensino de matemática (SAITO, DIAS, 2013). Desse modo, a sua construção envolve não só considerar aspectos epistemológicos e metodológicos ligados à história da matemática, mas também à educação matemática, visto que tanto a História da Matemática, quanto a Educação Matemática, possuem contornos bem definidos e objetos próprios de investigação³.

A construção de interfaces se faz necessária porque não é papel do educador fazer a pesquisa histórica, uma vez que esta é ofício do historiador. Mas o educador deve considerar e reconhecer as diferentes narrativas históricas e dialogar com os recentes estudos de história da matemática, pois a escolha historiográfica e, portanto, da narrativa histórica, determina um conjunto de ações na própria articulação entre história e ensino.⁴ O que nos leva a considerar o segundo marco teórico.

A articulação entre história e ensino que aqui apresento tem por base a ideia de que “o movimento do pensamento na formação do conceito matemático” e o “contexto no qual os conceitos matemáticos foram desenvolvidos” devem ser considerados no processo da construção de interfaces sem, entretanto, sobrepor temas e propósitos da história e convertê-los em atividades para sala de aula (SAITO, DIAS, 2013). A história da matemática, dessa maneira, não deve ser vista como um repositório fixo de informações matemáticas, mas como um laboratório onde possamos reconhecer o movimento que faz o conhecimento e, a partir daí, desenvolver um conjunto de ações com vistas a promover a articulação entre história e ensino.⁵ Não se trata, portanto, de dar uma aula de história, ou mesmo de pinçar na história conteúdos históricos convenientemente para serem reproduzidos em sala de aula. Mas de levantar questões de ordem epistemológica (e também matemática) que, quando alinhadas com diferentes tendências da didática, possam iluminar novas propostas e estratégias de ensino. É nesse contexto que aqui discorro sobre os instrumentos matemáticos.⁶

³ Cf.: Alfonso-Goldfarb (2003), Beltran (2009), Saito e dias (2013) e Saito (2016a).

⁴ Vide: Beltran, Saito e Trindade (2014) e Saito (2016).

⁵ Cf.: Saito (2013a, 2013b).

⁶ Vide a esse respeito em Willmoth (2009), Saito (2014c).

Esses instrumentos podem ser abordados por diferentes perspectivas. Vou aqui apresentar uma abordagem histórica baseada em tendências historiográficas atualizadas.⁷ Essa via de abordagem propicia-nos levantar interessantes questões de ordem epistemológica e ontológica ligadas ao instrumento que podem ser exploradas pelo educador matemático.

Na perspectiva tradicional de história, esses instrumentos foram deixados à margem, pois eram vistos e compreendidos como ferramentas que serviam de auxílio para medir ou realizar experimentos. Partindo da ideia do que vem a ser os modernos instrumentos científicos, essa forma de escrita histórica abordou os diferentes dispositivos e aparatos sem muita crítica, considerando-os mero artefatos e, portanto, neutros no processo do fazer científico.

A ideia de que os instrumentos são neutros e não problemáticos está ancorada na concepção moderna de que os instrumentos são meras “encarnações” ou “reificações” de uma teoria.⁸ Assim, do ponto de vista epistemológico, ele estaria alocado entre a teoria e o experimento, ou entre as considerações de ordem abstrata e concreta, ou ainda entre critérios racionais e empíricos da validação do conhecimento. Entretanto, estudos recentes em história da ciência, baseados em tendências historiográficas atualizadas, têm revelado que os instrumentos e os aparatos nunca foram neutros no processo da construção do conhecimento.⁹

Nessa concepção, a tríade teoria-instrumento-experimento é relativizada de modo que um instrumento pode estar na origem, no meio ou no fim de um processo.¹⁰ Um instrumento é, assim, compreendido num contexto de produção do saber não só como “construtor” mas também como artefato que veicula e dissemina diferentes formas de conhecimento. Além disso, recentes estudos têm proposto estudar e analisar o instrumento não só em sua caracterização epistemológica, mas também ontológica, uma vez que é por meio da história que acedemos ao real significado de “o que é o instrumento” (no nível ontológico) e de “como ele constrói, veicula e dissemina diferentes conhecimentos” (no nível epistemológico). O instrumento

⁷ Por historiografia, devemos entender a “escrita da história”. Trata-se do estudo crítico do fazer histórico, ou seja, dos pressupostos da “escrita da história”, vide: Saito (2015). Sobre historiografia, vide: Veyne (1971), Burke (1992), Foucault (2000), Kempshall (2011), Canguilhem (2012); especificamente sobre a historiografia da história da ciência, vide: Alfonso-Goldfarb e Beltran (2004), Conner (2005), Golinski (2005), Beltran, Saito e Trindade (2014); sobre a historiografia da história da matemática, consulte: Gavrouglu, Christiandis e Nicolaidis (1994), Alexander (2002, 2006), Bromberg e Saito (2010), Goulding (2010), Gray (2011), Mann (2011), Saito (2012a, 2015, 2016).

⁸ Essa ideia parte do pressuposto de que um aparato ou um instrumento não é nada mais do que uma “peça materializada de um pensamento científico”. Vide Bachelard (1977) e Koyrè (1991); comentários a respeito das implicações das idéias de Koyré e Bachelard no estudo dos “instrumentos científicos”, vide: van Helden e Hankins (1994).

⁹ Vide estudos de: van Helden e Hankins (1993), Hankins e Silverman (1995), Taub (2009).

¹⁰ Cf. Galison (1988) e Saito (2009).

“incorpora” conhecimentos porque ele não é apenas peça materializada de pensamento, mas também suporte que veicula conhecimentos que podem ser apropriados de diferentes formas de modo a produzir outros novos conhecimentos. Daí que ao abordá-los na interface entre história e ensino é preciso considerar os dois movimentos antes mencionados.

Ao lidar com os instrumentos históricos, é preciso compreendê-los antes de se tornarem científicos. A definição funcional que costumamos atribuir a esses instrumentos, ou seja, como uma ferramenta ou aparato utilizados em laboratório para realizar observações e experimentos; ou ainda, como uma ferramenta que nos permite medir comprimento, peso, e outros fenômenos naturais, tais como pressão, temperatura, força etc., não se aplica a esses mesmos dispositivos no seu passado, visto que o instrumento se tornou científico apenas no século XIX.¹¹

Antes do século XVII, o instrumento sempre foi visto com desconfiança porque ainda não era claro para muitos estudiosos da natureza o papel que ele tinha na obtenção de conhecimentos relativos à natureza, uma vez que ainda inexistiam uma convenção para seu uso, nem critérios mediante os quais os resultados pudessem ser validados com sua utilização.¹²

Convém observar que, historicamente, os instrumentos sempre estiveram presentes no processo da construção do conhecimento em geral. Entretanto, sua importância foi enfatizada apenas no início do século XVII, quando “novos instrumentos”, concebidos em virtude da demanda por novos métodos matemáticos e experimentais, exerceram um significativo papel no desenvolvimento da ciência moderna.¹³ Esses instrumentos entraram em uso para facilitar a resolução de problemas matemáticos, observacionais e experimentais.¹⁴

Os instrumentos e aparatos a partir do final do século XVI passaram a ser considerados como ferramentas num sentido muito mais amplo. Num primeiro momento, eles passaram a ser concebidos como processos que imitam a natureza. Num segundo momento, como uma ferramenta para atingir determinado fim. Não vou aqui discorrer sobre os instrumentos científicos em geral, pois foge ao escopo dessa apresentação. Só quero observar que o instrumento, como por exemplo, o destilador, que além de imitar um processo natural, utiliza o próprio processo para “dissecar” a natureza de modo a conhecê-la em seus múltiplos aspectos. Na origem da ciência moderna, esses instrumentos foram importantes (e ainda continuam a ser) porque permitiram manipular a natureza com a própria natureza (SAITO,

¹¹ A definição funcional do instrumento foi dada por J. C. Maxwell no século XIX, vide: Maxwell (1876). Comentários a respeito desta definição funcional, vide: Warner (1990).

¹² A esse respeito, vide: Winkler e van Helden (1992), van Helden (1994).

¹³ Cf.: van Helden (1983), Bennett (1986), Kuhn (1989), Warner (1990, 1994).

¹⁴ Vide estudos de Dumas (1972), Hackmann (1989), Turner (1998).

2014a). Assim, num primeiro momento, o instrumento é extensão da natureza, que permite potencializar os efeitos que, num segundo momento é utilizado para manipular a própria natureza, promovendo, do ponto de vista epistemológico, a transcendência do sujeito em relação à natureza. O instrumento, a partir de então, passa a operar como mediador no processo de construção de conhecimento da natureza na medida em que está entre o homem e a natureza (SAITO, 2014b).

Além de manipular e operar a natureza, o instrumento também quantifica fenômenos. Não vou também entrar em detalhe a esse respeito, mas a ideia de quantificação também não é muito óbvia e estudos atuais têm também apontado para outras questões de ordem epistemológica a esse respeito.¹⁵ Vou aqui tratar apenas dos instrumentos matemáticos, aqueles que foram concebidos para medir aquilo que Aristóteles denominava "quantidades" (distância e ângulos)¹⁶.

A partir do século XVI, vemos proliferar o número de oficinas que desenvolvem e fabricam diferentes tipos de instrumentos. Vemos surgir novos instrumentos, bem como outros aprimoramentos realizados em antigos instrumentos bem conhecidos. Não raro, também são publicados tratados que versam sobre a construção e o uso desses instrumentos. Aqui, cabe observar que não podemos entender esses tratados como um mero manual "faça-voce-mesmo". Isso porque esses tratados não foram escritos para o leitor leigo, uma vez que para construir os instrumentos e utilizá-los requeria do leitor bons conhecimentos matemáticos, que eram transmitidos apenas aos membros que faziam parte das corporações (SAITO, 2012b).

Do ponto de vista histórico, esses instrumentos, bem como os tratados que versam sobre eles, devem ser contextualizados e analisados numa rede de relações. Eles são matemáticos não no sentido que damos ao termo "matemática" nos dias de hoje. Naquela época a matemática ainda inexistia como corpo autônomo e unificado de conhecimentos matemáticos de modo que o as matemáticas (no plural) eram muitas.¹⁷ Assim, um instrumento matemático naquela época era também um instrumento de astronomia, ou de navegação, ou ainda geométrico.

Nesse sentido, o próprio instrumento muitas vezes define as diferentes relações entre os diversos segmentos do saber. É na relação com o instrumento que a geometria medieval, por exemplo, se redefiniria como *practica geometriae* (geometria prática) e estabeleceria um rico diálogo com a geometria euclidiana e a geometria das construções a partir do século XVI.¹⁸

¹⁵ Vide, por exemplo, Saito e Bromberg (2015).

¹⁶ Sobre a definição de instrumentos matemáticos, vide estudos de Bennett (1991, 1998, 2003).

¹⁷ Vide a esse respeito em Roux (2010), Saito (2015).

¹⁸ A esse respeito, cf. Shelby (1972), Gerbino e Johnston (2009), Saito (2014c).

E esse rico diálogo propicia a construção de interfaces entre história e ensino, uma vez que lança luz sobre o saber-fazer matemático de uma época e ao movimento que faz o conhecimento matemático (aqui neste caso o geométrico) no processo da construção da matemática moderna. Entretanto, a compreensão desse processo requer que a análise do instrumento considere dois aspectos indissociáveis ligados aos instrumentos, isto é, o conhecimento teórico e prático que estão na base de sua formulação (SAITO, 2013c).

Os tratados que versam sobre os instrumentos geralmente possuem duas partes: uma em que descreve o instrumento, fornecendo instruções sobre “como construí-lo”, e outra, em que discorre sobre “como utilizá-lo”. Mas o que é importante neles considerar não é somente o conhecimento matemático que está explicitado no seu processo de construção e uso como se fosse um mero artefato. O instrumento torna-se potencialmente rico se passarmos a considerá-lo um artefato que incorpora conhecimento. Mas aceder a esse conhecimento não significa apenas ler o instrumento, ou seja, compreender as relações matemáticas das partes de sua composição, mas entender porque razão essas partes estão lá. O que requer que o instrumento seja manipulado de modo que possamos compreendê-lo no processo de medida, ou seja, na relação entre construção e uso. Vou aqui apresentar apenas alguns poucos exemplos dos tipos de questões que emergem do estudo dos instrumentos matemáticos nessa perspectiva.¹⁹

Referências bibliográficas

ALEXANDER, A. R. *Geometrical Landscape: The Voyages of Discovery and the Transformation of Mathematical Practice*. Stanford: Stanford University Press, 2002.

_____. Introduction - Focus: Mathematical Stories. *Isis*, v. 97, p. 678-682, 2006.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Como se daria a construção de áreas interface do saber. *Kairós*, v. 6, n. 1, p.155-66, 2003.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.). *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: Educ; Ed. Livraria da Física; FAPESP, 2004.

BACHELARD, G. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro, Zahar, 1977.

BELTRAN, M. H. R. História da ciência e ensino: algumas considerações sobre a construção de interfaces. In: WITTER, G. P. & FUJIWARA, R. (orgs.). *Ensino de*

¹⁹ Para tanto, consulte: Dias e Saito (2009, 2010a, 2010b), Saito e Dias (2011, 2013), Monteiro (2012), Monteiro e Saito (2012), Castillo e Di Beo (2013), Saito (2013c, 2014c), Santos (2014), Castillo e Saito (2014, 2016).

II Seminário Cearense de História da Matemática – UECE, 17 e 18 de março de 2016

Fortaleza, CE, Brasil

Conferência proferida em 17 de março de 2016

ciências e matemática: análise de problemas, p. 179-208. São Paulo: Ateliê Editorial, 2009.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F. & TRINDADE, L. S. P. *História da ciência para formação de professores*. São Paulo: Ed. Livraria da Física; CAPES/OBEDUC, 2014.

BENNETT, J. “The Mechanics’ Philosophy and the Mechanical Philosophy”. *History of Science*, v. 24, p. 1-28, 1986.

_____. The challenge of practical mathematics. In: PUMFREY, S.; ROSSI, P. L.; SLAWINSKI, M. (eds.). *Science, Culture and Popular Belief in Renaissance Europe*. p. 176-190. Manchester/New York: Manchester University Press, 1991.

_____. Practical Geometry and Operative Knowledge. *Configurations*, v. 6, p. 195-222, 1998.

_____. Knowing and doing in the sixteenth century: what were instruments for?. *British Journal for the History of Science*, v. 36, n. 2, p. 129-150, 2003.

BROMBERG, C.; SAITO, F. História da Matemática e a História da Ciência. In BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. dos S. P. (Orgs.). *História da Ciência: tópicos atuais*. p. 47-71. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2010.

BURKE, P. Abertura: a nova história, seu passado e seu future. In: BURKE, P. (org.). *A escrita da história: Novas perspectivas*. p. 7-37. São Paulo: Ed. UNESP, 1992.

CANGUILHEM, G. *Estudos de história e de filosofia das ciências concernentes aos vivos e à vida*. Rio de Janeiro: Forense, 2012.

CASTILLO, A. R. M.; DI BEO, N. Um estudo preliminar de dois instrumentos matemáticos: radio latino (1586) e setor trigonal (1650). In: *Actas VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática*. p. 4066-4073. Montevideo: FISEM/SEMUR, 2013.

CASTILLO, A. R. M.; SAITO, F. Reflexões iniciais na esfera contextual do papel dos instrumentos matemáticos do século XVI. *Revista de Produção Discente*, v. 3, n. 2, p. 87-22, 2014.

_____. Algumas considerações sobre o uso do báculo (*baculum*) na elaboração de atividades que articulam história e ensino de matemática. In: *Investigaciones en Educación Matemática: encuentro de investigadores Perú-Brasil*. Lima: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016 [no prelo]

CONNER, C. D. *A People’s History of Science*. New York: Nation Books, 2005.

DAUMAS, M. *Scientific Instruments of the Seventeenth and Eighteenth Centuries*. London: Portman Books, 1989.

II Seminário Cearense de História da Matemática – UECE, 17 e 18 de março de 2016

Fortaleza, CE, Brasil

Conferência proferida em 17 de março de 2016

DIAS, M. S.; SAITO, F. Interface entre História da Matemática e Ensino: uma aproximação entre historiografia e perspectiva lógico-histórica. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. *Anais do IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*. Brasília: SBEM, 2009.

_____. O ensino da matemática por meio de construção de instrumentos de medida do século XVI. In: *Anais do X Encontro Paulista de Educação Matemática: X EPEM*. p. 1-4. São Carlos: SBEM/SBEM-SP, 2010a.

_____. A resolução de situações-problema a partir da construção e uso de instrumentos de medida segundo o tratado *Del modo di misurare* (1564) de Cosimo Bartoli. In: International Conference-Problem-Based Learning and Active Learning Methodologies, *Anais Congresso Internacional – PBL 2010: Aprendizagem baseada em Problemas e Metodologias Ativas de Aprendizagem – Conectando pessoas, idéias e comunidades (8 a 11 de fevereiro de 2010, São Paulo, Brasil)*. São Paulo: Pan American Network of Problem Based Learning/USP, 2010b.

_____. História e ensino de matemática: o báculo e a geometria. In: *Anais do Profmat 2011 e XII SIEM (Seminário de Investigação em Educação Matemática) – Lisboa: 5 a 8 de setembro de 2011.*, pp. 1-11. Lisboa: Associação dos professores de matemática, 2011.

_____. Algumas potencialidades didáticas do “setor trigonal” na interface entre história e ensino de matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 16, n. 4, p. 1227-1253, 2014.

FOUCAUT, M. *A arqueologia do saber*. 6a. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000.

GALISON, P. L. History, Philosophy, and the Central Metaphor. *Science in Context*, v. 2, n. 1, p. 197-212, 1988.

GERBINO, A; JOHNSTON, S. *Compass and rule: architecture as mathematical practice in early modern England, 1500-1750*. Oxford/New Haven/London: Yale University Press/Museum of the History of Science/Yale Center for British Art, 2009.

GOLINSKI, J. *Making Natural Knowledge: Constructivism and The History of Science*. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2005.

GOULDING, R. *Defending Hypatia: Ramus, Saville, and the Renaissance Rediscovery of Mathematical History*. Dordrecht: Springer, 2010.

GAVROUGLU, K.; CHRISTIANIDIS, J.; NICOLAIDIS, E. (Orgs.). *Trends in the Historiography of Science*. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Academic, 1994.

GRAY, History of Mathematics and History of Science Reunited?. *Isis*, v. 102, p. 511-517, 2011.

II Seminário Cearense de História da Matemática – UECE, 17 e 18 de março de 2016

Fortaleza, CE, Brasil

Conferência proferida em 17 de março de 2016

HACKMANN, W. Natural Philosophy and the Craft Techniques of Experimentation. *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, v. 78, p. 35-37, 2003.

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

KEMPSHALL, M. *Rhetoric and the Writing of History, 400-1500*. Manchester; NewYork: Manchester University Press, 2011.

KOYRÉ, A. *Estudos de história do pensamento científico*. 2ª ed. p. 181-196. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1991.

KUHN, T. S. *A tensão essencial*. Lisboa: Edições 70, 1989.

MANN, T. History of Mathematics and History of Science. *Isis*, v. 102, p. 518-526, 2011.

MAXWELL, J. C. General Considerations Concerning Scientific Apparatus. In: SOUTH KENSINGTON MUSEUM. *Handbook to the Special Loan Collection of Scientific Apparatus*. p. 1-21. London: South Kensington Museum, 1876.

MONTEIRO, W. *Alguns elementos que reforçam a importância da história da matemática na formação de professores*. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. São Paulo: PUCSP, 2012.

MONTEIRO, W.; SAITO, F. Atividade de construção do instrumento “quadrante num quarto de círculo” e o Pensamento Matemático Avançado. *Revista de Produção Discente*, v. 1, n. 2, p. 222-229, 2012.

ROUX, S. Forms of Mathematization (14th – 17th Centuries). *Early Science and Medicine*, v. 15, p. 319-337, 2010.

SAITO, F. Algumas considerações historiográficas para a história dos instrumentos e aparatos científicos. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; GOLDFARB, J. L.; FERRAZ, M. H. M.; WAISSE, S. (orgs.). *Centenário Simão Mathias: Documentos, Métodos e Identidade da História da Ciência*. p. 103-122. São Paulo: CESIMA/PUCSP, 2009.

_____. *O telescópio na magia natural de Giambattista della Porta*. São Paulo: EDUC/Ed. Livraria da Física/FAPESP, 2011.

_____. History of Mathematics and History of Science: Some remarks concerning contextual framework. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 14, n. 3, p. 363-385, 2012a.

_____. Possíveis fontes para a História da Matemática: Explorando os tratados que versam sobre construção e uso de instrumentos “matemáticos” do século XVI. In:

II Seminário Cearense de História da Matemática – UECE, 17 e 18 de março de 2016

Fortaleza, CE, Brasil

Conferência proferida em 17 de março de 2016

SILVA, M. R. B. da; HADDAD, T. A. S. (eds.). *Anais do 13 Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia – FFLCH USP – 03 a 06 de setembro de 2012*. p. 1099-1110. São Paulo: EACH/USP, 2012b.

_____. História da Matemática e Educação Matemática: Uma proposta para atualizar o diálogo entre historiadores e educadores. In: *Actas VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática*, p. 3979-3987. Montevideo: FISEM/SEMUR, 2013a.

_____. ‘Continuidade’ e ‘descontinuidade’: o processo da construção do conhecimento científico na História da Ciência”. *Educação e Contemporaneidade. Revista da FAEEBA*, v. 22, n. 39, p. 83-194, 2013b.

_____. Instrumentos e o ‘saber-fazer’ matemático no século XVI. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 18, n. número especial, p. 101-112, 2013c.

_____. Knowing by doing in sixteenth-century natural magic: Giambattista della Porta and the wonders of nature. *Circumscribere: International Journal for the History of Science*, v. 14, p. 17-39, 2014a.

_____. Revelando processos naturais por meio de instrumentos e outros aparatos científicos. In: BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. (orgs.). *História da Ciência: Tópicos atuais 3*. p. 95-115. São Paulo: E/d. Livraria da Física/OBEDUC/CAPES, 2014b.

_____. Instrumentos matemáticos dos séculos XVI e XVII na articulação entre história, ensino e aprendizagem de matemática”. *Rematec*, v. 9, n. 16, p. 25-47, 2014c.

_____. *História da Matemática e suas (re)construções contextuais*. São Paulo: Ed. Livraria da Física; SBHMat, 2015.

_____. Investigaciones en Historia de las Matemáticas. In: *Investigaciones en Educación Matemática: encuentro de investigadores Perú-Brasil*. Lima: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016 [no prelo]

SAITO, F.; BROMBERG, C. Measuring the Invisible: A Process among Arithmetic, Geometry and Music. *Circumscribere: International Journal for the History of Science*, v. 16, p. 17-37, 2015.

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

II Seminário Cearense de História da Matemática – UECE, 17 e 18 de março de 2016

Fortaleza, CE, Brasil

Conferência proferida em 17 de março de 2016

_____. Interface entre história da matemática e ensino: uma atividade desenvolvida com base num documento do século XVI. *Ciência & Educação*, v. 19, n. 1, p. 89-111, 2013.

SANTOS, L. R. *Leon Battista Alberti (1404-1472) e a medida do tempo em sua obra Matemática Lúdica*. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. São Paulo: PUCSP, 2014.

SHELBY, L. R. The Geometrical Knowledge of Medieval Master Masons. *Speculum*, v. 47, p. 395-421, 1972.

TAUB, L. On Scientific Instruments. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 40, n. 4, p. 337-438, 2009.

TURNER, G. L'E. *Scientific Instruments 1500-1900. An Introduction*. Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press, 1998.

VAN HELDEN, A. The Birth of the Modern Scientific Instrument, 1550-1770. In: BURKE, J. C. (ed.). *The Uses of Science in the Age of Newton*. p. 49-84. Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press, 1983.

_____. Telescopes and Authority from Galileo to Cassini". *Osiris*, v. 9, p. 9-29, 1994.

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

VEYNE, P. *Como se escreve a história*. Lisboa: Edições 70, 1971.

WARNER, D. J. What is a Scientific Instrument, When Did It Become One, and Why?. *British Journal for the History of Science*, v. 23, p. 83-93, 1990.

_____. Terrestrial Magnetism: For the Glory of God and the Benefit of Mankind. *Osiris*, v. 9, p. 67-84, 1994.

WILLMOTH, F. "Reconstruction" and interpreting written instructions: what making a seventeenth-century plane table revealed about the independence of readers. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 40, p. 352-359, 2009.

WINKLER, M. G.; VAN HELDEN, A. Representing the Heavens: Galileo and Visual Astronomy. *Isis*, v. 83, p. 195-217, 1992.