

Antônio de Pádua Magalhães

**Matéria Elétrica e Forma Magnética: Experimentos e concepções de
William Gilbert no *De Magnete***

PUC-SP
São Paulo - SP
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Antônio de Pádua Magalhães

**Matéria Elétrica e Forma Magnética: Experimentos e concepções de
William Gilbert no *De Magnete***

Tese apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para a obtenção do título de DOUTOR em História da Ciência, sob a orientação da Professora Doutora Maria Helena Roxo Beltran.

PUC-SP

São Paulo - SP

2007

Banca Examinadora

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese por processos fotocopiadores ou eletrônicos

Assinatura _____ São, Paulo,

AGRADECIMENTOS

À Professora Maria Helena Roxo Beltran pela incansável orientação, carinho e paciência em uma caminhada que se iniciou há alguns anos atrás.

À minha esposa Eunice e meus filhos André e Eduardo pela compreensão em relação às constantes ausências e pelo apóio e muito amor nos momentos de angústias e dificuldades.

À minha mãe, à Elisa, Jaqueline e Waldemar e aos amigos, em especial, José Inácio e seu filho Vinicius, pelas demonstrações de carinho, pelo socorro nas horas de pânico e pelas sugestões nas diversas etapas desta caminhada.

À FUNEC, na pessoa de seus diretores, professores Antônio Fonseca e Celso Simões Caldeira, que me proporcionou a realização de mais uma etapa de minha carreira acadêmica.

A todos os professores(as) do Programa de Estudos Pós-Graduados em História da ciência pelas excelentes aulas e apoio continuado nas inúmeras pesquisas que me permitiram iniciar a carreira de Historiador da Ciência.

RESUMO

William Gilbert de Colchester (1544-1603), um dos muitos médicos pessoais da Rainha Elizabeth I, foi uma das mais destacadas figuras no que diz respeito aos estudos sobre os fenômenos elétrico e magnético entre o final do século XVI e início do século XVII. Em sua tentativa de reformular a abordagem dada ao conhecimento sobre a natureza desses fenômenos, em seus dias, bem como a própria maneira de elaborá-lo, William Gilbert desenvolveria trabalhos em muitos pontos originais e influentes, que seriam publicados, no ano de 1600, em seu livro *De Magnete*. Seu objetivo declarado seria estabelecer uma nova Filosofia baseada em argumentos e observações verdadeiros, demonstrados por experimentos e experiências. Assim, ele criaria novos conceitos e concepções sobre a natureza da matéria elétrica e magnética.

O presente trabalho propõe-se a aprofundar a análise dessa obra, retomando inicialmente alguns aspectos de sua estruturação, edições e repercussões, bem como os raros dados biográficos de seu autor. Em seguida, busca-se investigar relações dessa obra com algumas das fontes sugeridas pelo autor, particularmente aquelas concernentes a experimentos relacionados ao fenômeno magnético, em especial a *Epistola* atribuída ao pensador medieval Petrus Peregrinus, o *The New attractiue* (1581), escrito pelo artesão náutico Robert Norman e também as críticas que William Gilbert desferiu contra o livro VII do *Magia Naturalis* (1558) escrito pelo mago renascentista, Giambattista della Porta.

Por fim abordam-se as concepções de matéria elétrica e forma magnética propostas por William Gilbert. O estudo das atrações exigia-lhe separar os corpos elétricos, imperfeitos por atuarem através da matéria, dos corpos magnéticos, perfeitos por atuarem através da form

ABSTRACT

William Gilbert of Colchester (1544-1603), one of the many personal physicians of Queen Elizabeth the First, was a prominent figure regarding the studies of electric and magnetic phenomena between the end of the XVI century and the beginning of the XVII century. In his attempt to reformulate the approach given to knowledge about the nature of these phenomena in his days, as well as the appropriate way to elaborate such process, William Gilbert would then develop various original and influent works, which would be published in the year of 1600 in his book *De Magnete*. His declared purpose would be to establish a new philosophy based on arguments and true observations, demonstrated by experiments and experiences. Consequently, he would then create new concepts and conceptions about the nature of electric and magnetic matter.

The present work aims to go further in the analysis of this specific book, undertaking initially some aspects of its structure, editions and repercussions, as well as the rare biographical data on the author. Next, we investigate the relationship between '*De Magnete*' and some of the sources suggested by the author. Particularly those concerning the experiments regarding the magnetic phenomenon, specially the *Epistola* attributed to the medieval thinker Petrus Peregrinus, *The New attractive* (1581), written by the navigation craftsman Robert Norman. We also take into consideration, William Gilbert's criticism of book VII of *Magia Naturalis* (1558) written by the renaissance magician, Giambattista della Porta.

We finally deal with the conceptions of electric matter and magnetic form proposed by William Gilbert. The study of the attractions would force him to separate electric bodies, imperfect for acting through matter, from magnetic bodies, perfect for acting through form. Therefore, form should present similarity with a superior soul and a resemblance with the skies.

SUMÁRIO

Introdução

Capítulo II William Gilbert e o *De Magnete*

I.1. William Gilbert de Colchester..... 11

I.2. O *De Magnete* de William Gilbert: A proposta de uma nova Filosofia... 18

Capítulo II: *O De Magnete e algumas de suas fontes*..... 38

Capítulo III: Matéria Elétrica e forma magnética

III.1. Abordagens Experimentais: aspectos gerais..... 77

III.2. A pedra-ímã e o ferro: aspectos gerais de composição e formação..... 88

III.3. A matéria elétrica..... 95

III.4. A forma magnética..... 102

Considerações finais..... 125

Bibliografia..... 129

Anexo: Páginas de rosto das edições *De Magnete*.

INTRODUÇÃO

O complexo, e ao mesmo tempo intrigante, livro do médico inglês William Gilbert (1544-1603), publicado em latim no ano de 1600 e intitulado *De Magnete*, tem sido lembrado freqüentemente pelas argumentações baseadas em experimentos e observações “verdadeiras”, sobre a Eletricidade e o Magnetismo, apresentadas pelo autor.

Antes de 1600, o ano em que publicou seu único livro, *De Magnete – Sobre a pedra-ímã*, poucos fora do círculo médico de Londres ouviram falar de William Gilbert. Entretanto, o *De Magnete* viria a desfrutar de boa reputação mesmo no continente. Seu impacto não seria apenas em função de suas concepções e aplicações. Essa obra traria um “novo” aspecto na descrição e realização dos experimentos e nas argumentações para a comprovação dos fatos relacionados aos fenômenos naturais.

Entretanto, poucos historiadores da ciência se voltaram para um estudo abrangente e mais integrado em busca das idéias que teriam fundamentado as concepções de William Gilbert sobre a “nova forma de filosofar” que propôs em sua obra. O que encontramos, na maioria das vezes, são estudos voltados a apreciar seus aspectos “positivos” ou “negativos”, julgando as concepções de William Gilbert em comparação aos conhecimentos atuais sobre eletromagnetismo.

Com isso, evidencia-se a necessidade de um tratamento que integre as várias dimensões do pensamento de William Gilbert para uma melhor compreensão de seu

papel nas origens da ciência moderna.

Assim, neste trabalho, a partir de uma contextualização do panorama em que William Gilbert se inseria, localizamos sua obra em uma época em que os estudos sobre os fenômenos elétrico e magnético eram raros e ainda envoltos em uma série de interpretações não tão bem estabelecidas. Nesse aspecto, o *De Magnete* poderia ser caracterizado como um livro, escrito por um erudito de Cambridge, tratando de tópicos da filosofia natural, baseado quase que exclusivamente em observações e experimentos, conforme abordaremos no primeiro capítulo.

Com relação aos dados bibliográficos sobre William Gilbert, também considerados no primeiro capítulo, a tarefa apresentaria dificuldades tendo em vista a pouca documentação sobre sua vida. Muitas vezes seriam encontrados apenas indícios de fatos e acontecimentos. Desta maneira, lançamos mão de fontes secundárias que se apresentavam como as mais confiáveis.¹ Além disso, efetuamos um levantamento das publicações do *De Magnete* e uma descrição resumida dos conteúdos dos vários capítulos que compunham os seis livros. A leitura da obra nos mostraria o médico inglês estabelecendo o plano geral pretendido demonstrando características originais para a apresentação de suas idéias. Um outro aspecto que nos preocupamos em abordar diz respeito às opiniões de estudiosos e historiadores da ciência em torno da aceitação do que fora exposto por William Gilbert.

No segundo capítulo focamos sobre algumas das fontes do *De Magnete*

¹ Destaque deve ser feito a: Duane H. D. Roller, *The De Magnete of William Gilbert*, Amsterdã, Menno Hertzberger, 1959; Paul F. Mottelay, “Biographical Memoir”, in William Gilbert, *De Magnete*, Nova Iorque, Dover, 1958 e Silvanus P. Thompson, “Notes on the Magnete of Dr. William Gilbert” in William Gilbert, *On the Magnet*, Londres, Basic Books, 1958.

analisando suas possíveis influências no pensamento e atitudes de William Gilbert. Como alguns estudos apontam para uma complexidade em torno deste aspecto e para a inclusão das artes mecânicas, artes da navegação e magia como influentes no pensamento de William Gilbert, selecionamos para análise as referências a idéias atribuídas ao pensador medieval, Petrus Peregrinus, encontradas no *De Magnete*, bem como aos instrumentos que teriam sido construídos pelo artesão das bússolas Robert Norman e finalmente as críticas que William Gilbert desferiu contra o livro VII do *Magia Naturalis* escrito pelo mago renascentista, Giambattista della Porta. Em termos de bibliografia os vários levantamentos foram realizados junto ao Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência (CESIMA / PUC-SP), de cujo acervo fazem parte os originais consultados.

De início, pode-se identificar que as investigações de William Gilbert estariam focadas quase que exclusivamente nas propriedades da matéria que serviriam de base ao estudo dos fenômenos elétrico e magnético e estabelecimento de sua visão cosmológica. Entretanto, uma série de problemas em termos das concepções difundidas na época causaria dificuldades à sua hipótese magnética.

Dessa forma, no terceiro e último capítulo centramos e aprofundamos no empenho de William Gilbert em estabelecer uma nova concepção de matéria a partir de argumentações, observações, conclusões e analogias, extraídas a partir de seu “modelo” da Terra, a *terrella* e de seu “viajante” o *versorium*. Através das interpretações e análises que desenvolvíamos em nossas pesquisas verificamos que deveríamos estar centrados na proposta de separação dos fenômenos elétrico e

magnético – matéria e forma – e na busca de identidade entre a pedra-ímã e o ferro, amplamente discutidas nas inúmeras páginas do *De Magnete* e que se apresentavam como suporte para uma cosmologia enquadrada em uma “Nova Filosofia”, a tão proclamada “Filosofia Magnética”.

Assim, este trabalho propõe-se a dar continuidade e aprofundar a análise dessa obra de William Gilbert, já iniciada em nossa dissertação de mestrado com estudos das concepções desse pensador sobre o fenômeno elétrico e sua idealização dos experimentos com os corpos “elétricos” e “magnéticos”.²

² A dissertação foi apresentada sob o título: Concepções sobre o magnetismo entre os séculos XVI e XVII: um estudo sobre o *De Magnete* de William Gilbert.

Capítulo I

William Gilbert e o *De Magnete*

I.1. William Gilbert de Colchester

Entre os séculos XV e XVI a Europa vivenciaria um intenso processo de transformação na sociedade, na cultura, nas possibilidades de conhecimento da natureza e das artes.

Ainda envolvidos pelo passado clássico, mas empenhados em buscar novas formas de investigar a natureza, estudiosos renascentistas manifestariam tendência a enfatizar a observação e descrição dos fenômenos e a reconsiderar o estatuto das artes mecânicas.¹

A ciência passaria a buscar novos procedimentos para o controle da natureza a partir dos trabalhos envolvidos com a experimentação, invenções técnicas e outros elementos importantes para um entendimento racional da Natureza.

Pela primeira vez os estudiosos se interessavam pelas obras dos artesãos. Isso pode ser interpretado, em parte, como uma rebelião contra a autoridade dos antigos, pois, muitas vezes, na Antigüidade e na Idade Média, os estudos da natureza estiveram divorciados dos procedimentos empregados pelos trabalhos manuais.²

¹ Allen G. Debus, *El hombre y la Naturaleza en el Renacimiento*, pp.16-18.

² *Ibid.*, p.32.

Naquele mesmo período um interesse cada vez maior pelas grandes navegações conduziria alguns estudiosos nos desenvolvimentos de seus trabalhos.

De uma ou de outra rota vão jorrar inúmeras novidades diante dos olhos surpresos dos europeus. Para explorar esse mundo que se abria, cheio de novas fronteiras, outros povos e tantas novidades, era também preciso uma outra forma de conhecimento: uma nova ciência. Acontece que, para alguns, essa ciência deveria nascer dos conhecimentos clássicos, da ciência dos antigos [...] Para outros, porém, as novidades de um mundo com o qual os antigos não haviam nem sonhado deveriam ser conhecidas de uma forma também inteiramente nova.³

Essas navegações motivariam uma concentração nos estudos em torno da bússola, com a orientação de sua agulha sendo explicada pelo alinhamento dos pólos magnéticos com os pólos da esfera celeste.

A observação dos fenômenos naturais e relatos de experimentos passaram a ser discutidos em textos que, especialmente a partir do século XIV, circulavam em manuscritos que registravam conhecimentos práticos envolvidos nas diversas artes.⁴

Assim, o contraste entre os tempos passado e presente se acentuava. Nas obras dos artistas e experimentadores do século XV, nos livros sobre máquinas e nos tratados dos engenheiros e técnicos do século XVI, ganharia corpo uma nova

³ Ana Maria Alfonso-Goldfarb, *O que é História da Ciência*, p.18.

⁴ Maria Helena Roxo Beltran, "Receitas, experimentos e segredos" in Ana Maria Alfonso-Goldfarb & Maria Helena Roxo Beltran, orgs., *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*, pp.65-91.

apreciação sobre o trabalho, a função do saber técnico, o significado dos processos artificiais de alteração e a transformação da natureza.⁵

A partir da segunda metade do século XVI os ataques aos escolásticos e aos humanistas aumentariam, novos corpos de idéias começariam a ser formulados, num desafio àqueles tradicionalmente aceitos.⁶

As atividades, situadas principalmente nos campos da metalurgia e da navegação, mostrariam que alguns ramos das artes mecânicas se tornavam economicamente importantes e despertariam os interesses de alguns eruditos.

Foi nesse quadro de mudanças que o médico inglês William Gilbert escreveria o *De Magnete*, uma obra dedicada ao estudo do fenômeno magnético e que envolveria a descrição de vários experimentos que o autor teria realizado com a pedra-ímã.

William Gilbert nasceu no ano de 1544⁷, em Colchester, condado de Essex, na Inglaterra, filho do primeiro casamento de Jerome Gilbert com Elizabeth Coggeshall.⁸

⁵ Paolo Rossi, *O nascimento da ciência moderna na Europa*, p.44.

⁶ Christopher Hill, *Origens intelectuais da revolução inglesa*, p.15; Allen G. Debus, *El hombre y la Naturaleza en el Renacimiento* pp.18-21.

⁷ Duane H. D. Roller, *The De Magnete of William Gilbert*, p. 64: “Existem algumas dificuldades sobre esta data de nascimento. William Gilbert, cujos dados relativos a sua educação são bem estabelecidos, ingressou no *S. John’s College* em maio de 1558. Assim, a hipótese de que ele teria nascido em 1540 levaria a concluir que ele se matriculara com a idade de dezoito anos, que, para o período, é considerado tardio. Além disso, em um retrato de William Gilbert, a inscrição ‘1591; *aetatis* 48’ fornece indícios de que ele nasceria entre março de 1543 e março de 1545. Finalmente, entre os manuscritos Ashmolean, encontrados na Biblioteca Bodleian, um documento sobre o nascimento de *Dominus Gilbertus Medicus* indica 24 de maio de 1544 como data de seu nascimento.”

⁸ *Ibid.*, p.51: “[...] A família de William Gilbert foi estabelecida pelo casamento de John Gilbert e Joan Tricklove, a filha única de um rico mercador de Clare em Suffolk, na segunda metade do século XV. Seu filho, William Gilbert de Clare, era o pai de Jerome o qual se mudaria para Colchester, em Essex, onde se casaria com Elizabeth Coggeshall. Deste casamento nasceram cinco crianças o mais velho deles era William Gilbert de Colchester.”



Ilustração 1: Retrato de William Gilbert (1544-1603).

As imagens de William Gilbert são raras, assim como uma série de dados relativos a sua vida. Esta gravura do século XVIII foi feita a partir de um original que atualmente está perdido. A mão de William Gilbert repousando sobre um globo, simboliza seu interesse pela Terra e navegação.

Fonte: Duane H. D. Roller, *The De Magnete of William Gilbert*, p.2.



Ilustração 2: Arthur Ackland Hunt utilizou o retrato de William Gilbert, mostrado anteriormente, para elaborar sua conhecida pintura onde William Gilbert mostrava seus experimentos para a Rainha Elizabeth e sua corte. Esta pintura foi apresentada pela *Institution of Electrical Engineers* à corporação de Colchester em 10 de Dezembro de 1903, no trecentésimo aniversário da morte de William Gilbert.

Fonte: E. C. Watson, "Portrait of William Gilbert", *American Journal of Physics*, p.303.

Em relação a sua educação universitária, pesquisadores em história dos trabalhos acadêmicos, com base nos registros da Universidade de Cambridge, confirmaram que a educação de William Gilbert ocorrera naquela universidade. Ingressado no *S. John's College* no ano de 1558, William Gilbert receberia o título de Bacharel em artes entre 1560-1, o de Mestre em Artes em 1564 e

finalmente o de Doutor em Medicina em 1569. No ano de 1565 foi eleito membro daquela instituição, tendo sido apontado como examinador em matemática nos anos de 1565 e 1566 e como tesoureiro no período de 1569-70.⁹

Há indicações de que os estudos desenvolvidos e publicados por William Gilbert no *De Magnete* tiveram início cerca de dezessete anos antes de sua publicação em 1600, ou seja, aproximadamente em 1583, quando William Gilbert já estaria desenvolvendo, com êxito, seus trabalhos como médico em Londres. Esses trabalhos o conduziram a ser admitido como censor¹⁰ do *Royal College of Physicians* no ano de 1581, cargo que ocuparia por um período de nove anos. Nessa organização ainda ocuparia o cargo de tesoureiro nos períodos de 1587–1594 e de 1597–1599 e assumiria a presidência no ano de 1600.¹¹

Próximo ao final do ano de 1600, depois de publicar seu trabalho o *De Magnete*, William Gilbert se tornaria um dos médicos da rainha Elizabeth e posteriormente do rei James I, posto no qual permaneceria até sua morte em 30 de novembro de 1603.

Os dados relativos à vida de William Gilbert são poucos e muitas vezes imprecisos tendo em vista os motivos apresentados por Duane H. D. Roller em seu estudo *The De Magnete of William Gilbert*:

⁹ *Ibid.*, p.66.

¹⁰ Os censores eram responsáveis pela fiscalização em termos de padrões e qualificações relativas às práticas médicas em Londres.

¹¹ Paul F. Mottelay, “Biographical Memoir”, in William Gilbert, *De Magnete*, p.x.

O livro de William Gilbert e as opiniões expressas sobre seus trabalhos de investigação, por contemporâneos e sucessores do século XVII, lhe asseguram um lugar em praticamente todas as histórias da eletricidade e do magnetismo, na história da ciência geral e em dicionários e compilações bibliográficas. Entretanto, poucas informações bibliográficas encontram-se disponíveis por dois motivos: a destruição de parte de Colchester durante o cerco desta cidade na Segunda Guerra Civil e das instalações do *Royal College of Physicians* bem como da casa de William Gilbert – *Wingfield House* – pelo grande incêndio de Londres.¹²

Mesmo assim, é possível perceber que William Gilbert foi um estudioso reconhecido em sua época e envolvido com a sociedade em que vivia.

¹² Duane H. D. Roller, *op. cit.*, p.84.

I.2. O *De Magnete* de William Gilbert: A proposta de uma nova filosofia.

No ano de 1600, dez anos antes da primeira publicação da obra de Galileu *De Moto Gravium* e cinco anos antes da publicação da obra de Francis Bacon, *Advancement of Learning*, William Gilbert publicaria, em Londres, sua obra *De Magnete Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure; Physiologia Nova, Plurimis & Argumentis, & Experimentis Demonstrata*, baseada, segundo o próprio autor, em observações reais e experimentos. Desde então, o *De Magnete* seria publicado por onze vezes sendo quatro edições em latim, seis edições em tradução para a língua inglesa e uma edição em tradução para o russo.¹³

A primeira edição, em latim, seria publicada em Londres no ano de 1600.¹⁴ Nos anos de 1628 e 1633, na cidade de Stettin, apareceriam mais duas edições, também em latim.¹⁵

Uma outra edição do *De Magnete*, ainda em latim, só seria publicada no final do século XIX, em Berlim no ano de 1892, apresentando algumas semelhanças com a primeira edição, exceto pelas correções à tinta, que foram

¹³ Duane H. D. Roller, *op. cit.*, p.174; Silvanus P. Thompson, “Notes on the Magnete of Dr. William Gilbert”, in William Gilbert, *On the Magnet*, pp. iii-iv.

¹⁴ Silvanus P. Thompson, *op. cit.*, p.iii: No verso da folha de rosto apareceria o brasão de William Gilbert, seguiriam os prefácios de William Gilbert e Edward Wright, o glossário e o índice. As cópias conhecidas apresentam correções à tinta com o texto desenvolvido em duzentas e quarenta páginas.

¹⁵ S. P. Thompson, *op. cit.*, pp. iii-iv; Duane H. D. Roller, *op. cit.*, pp.175-176: a edição de 1628 apresentaria uma página de rosto mais elaborada do que aquela de 1600 com ilustrações indicando experimentos, instrumentos e aparatos utilizados por William Gilbert. A essa página de rosto se seguiriam os prefácios do autor e de Edward Wright, o glossário e o texto desenvolvido em duzentas e trinta e duas páginas. Na edição de 1633, o espaço entre letras seria diferente e a folha de rosto não apresentaria as ilustrações da edição de 1628, mas a paginação seria a mesma.

removidas, e pelo fato de que alguns asteriscos colocados à margem foram omitidos.¹⁶

A primeira tradução para a língua inglesa viria a ser publicada em Nova Iorque em 1893 que, de acordo com Silvanus P. Thompson, tratava-se de uma “tradução americana”.¹⁷

Outra tradução, também para a língua inglesa, seria publicada em Londres no ano de 1901, devido ao grande interesse em torno de William Gilbert demonstrado por Silvanus P. Thompson e Conrad W. Cooke, responsáveis pela fundação do “*Gilbert Club*”.¹⁸ Mas, ao que tudo indica, ao editar o *On the Magnet* idêntico, em aparência, ao *De Magnete*, o *Gilbert Club* buscava transportar o autor, um médico londrino do século XVI, para o mundo do século XX e ao mesmo tempo localizar as origens de sua ciência elétrica e magnética. A tradução literária do texto foi também o deslocamento do homem, do livro e da ciência através de três séculos, uma transformação de William Gilbert de um filósofo antiaristotélico da Renascença para o experimentador inglês.¹⁹

O desejo por uma tradução para o vernáculo inglês já havia sido demonstrado por William Barlowe no ano de 1616 no prefácio de sua obra *Magneticall aduertisements*:

¹⁶ Duane H. D. Roller, *op. cit.*, p. 176.

¹⁷ *Ibid.*, p.177. Ao prefácio do tradutor seguem as ‘memórias biográficas de William Gilbert’ escritas por Mottelay, o índice, os prefácios de Edward Wright e William Gilbert e o glossário. O desenvolvimento do texto foi feito em trezentas e cinquenta e oito páginas. No pós-texto foram acrescentadas as reproduções das páginas de rosto das edições de 1628 e 1633 e do outro trabalho de William Gilbert, o *De Mundo*.

¹⁸ *Ibid.*, p.178.

¹⁹ Brian C Shipley, “Gilbert, Translated: Silvanus P. Thompson, the Gilbert Club, and the Tercentenary Edition of *De Magnete*”, *Canadian Journal of History*, pp.262-266.

Muitos de nossa nação, cavalheiros e entusiastas em torno destes conhecimentos, não estando aptos para ler o livro do Doutor Gilbert em latim, têm (desde a primeira publicação) grande desejo por uma tradução para a língua inglesa, entretanto, até agora, ninguém o fez... Uma das principais causas se relaciona ao fato de existirem poucos que entendam o seu livro, uma vez que não possuem pedras-ímãs de vários formatos, em especial uma pedra-ímã esférica.²⁰

No século XX seriam publicadas três reedições e uma tradução para o russo.²¹

O *De Magnete* se organizaria em seis livros subdivididos em vários capítulos. No livro I, William Gilbert relataria uma história do magnetismo, desde as antigas fábulas sobre a pedra-ímã até fatos e concepções conhecidas por seus contemporâneos, explicaria a natureza das pedras-ímãs e argumentaria sobre a metalurgia do ferro. No último capítulo, intitulado “Que o globo da Terra é magnético e um magneto e como em nossas mãos a pedra magnética tem todas os poderes primários da Terra, também a Terra pelos mesmos poderes permanece constante em uma direção fixa no universo”, revelaria seu propósito de explicar o fenômeno terrestre em termos de sua concepção de que a Terra seria uma pedra-ímã gigante. Ao terminar este capítulo William Gilbert se empenharia em tornar claro ao leitor que a camada da verdadeira substância da Terra que emergiria e

²⁰ William Barlowe, *Magnetical advertisements*, sig. B2.

²¹ Duane H. D. Roller, *op. cit.*, pp. 178-182: A reedição da tradução inglesa de 1893, em Chicago no ano de 1952, compondo o volume 28 da coleção *Great books of the Western World*, contendo uma biografia de William Gilbert, o índice e o prefácio do autor. Os prefácios do tradutor e de Edward Wright, o glossário e as memórias biográficas de Motellay seriam omitidos; a reedição da tradução do *Gilbert Club*, utilizando processo fotográfico, em Nova York no ano de 1958. Nessa, foram incluídas as notas de Silvanus P. Thompson e a introdução seria desenvolvida pelo editor Derek J. de S. Price; e a reedição, pelo processo fotográfico, da tradução de Paul F. Mottelay, em Nova York no ano de 1958. A tradução para o russo, realizada por A. I. Dovatur com comentários de A. G. Kalashnikov seria impressa em Moscou no ano de 1956, com o texto sendo desenvolvido em trezentas e oito páginas, acrescentado-se o índice, o fac-símile da página de rosto da primeira edição do *De Magnete* e uma discussão de Kalashnikov sobre as idéias e trabalhos de William Gilbert.

poderia ser vista pelo homem seria pequena devido à dificuldade de se penetrar em suas mais profundas entranhas.²²

No início do livro II, após uma breve exposição sobre a rejeição das qualidades aristotélicas relacionadas ao peso e à leveza, William Gilbert apresentaria o principal plano de seu trabalho:

Agora nossas investigações devem ser sobre as causas dos outros movimentos que dependem de suas verdadeiras formas, claramente manifestas e observadas em nossos corpos magnéticos e presentes na própria terra com todas suas partes homogêneas. Temos notado que elas harmonizam com a Terra e são unidas a seus poderes. Cinco movimentos, ou diferenças de movimentos, são por nós observados: A cópula (comumente denominada atração) o estímulo à união magnética; a direção em relação aos pólos da Terra, a verticidade e permanência da Terra em relação a determinados pólos do mundo; a variação, uma deflexão do meridiano que denominamos um movimento desvirtuado; a declinação, um declive do pólo magnético abaixo do horizonte; e um movimento circular ou revolução.²³

O livro II seria dedicado à atração magnética que William Gilbert denominaria cópula magnética. No capítulo II ele apresentaria suas concepções, com vários experimentos relativos ao efeito âmbar, buscando uma separação entre os fenômenos elétrico e magnético. No capítulo III faria uma extensa revisão sobre o minério de ferro que o levaria a discordar das opiniões de outros sobre a cópula magnética, introduzida no capítulo IV: “Sobre o poder magnético e a forma, o que é, e sobre as causas da cópula”. Nos capítulos de V a XV descreveria elementos básicos necessários à apresentação do conceito do orbe de

²² William Gilbert, *On the Magnet*, p.40. Esta e todas as traduções para o português, constantes deste trabalho, são de responsabilidade do presente autor. No presente trabalho utilizou-se, como referência às citações de William Gilbert, a paginação da reedição da tradução do *Gilbert Club*, publicada em Nova Iorque em 1958.

²³ *Ibid.*, pp. 45-46.

virtude. Nos capítulos de XVI a XXXVII seriam apresentados e analisados experimentos e demonstrações – pedras-ímãs com armaduras, interferência da interposição de corpos entre os corpos magnéticos e magnetização do ferro – vinculados à natureza do poder magnético de atração. Finalmente nos capítulos XXXVIII e XXXIX consideraria atração e repulsão, simpatias e antipatias, discutindo várias opiniões dos antigos e de seus contemporâneos.

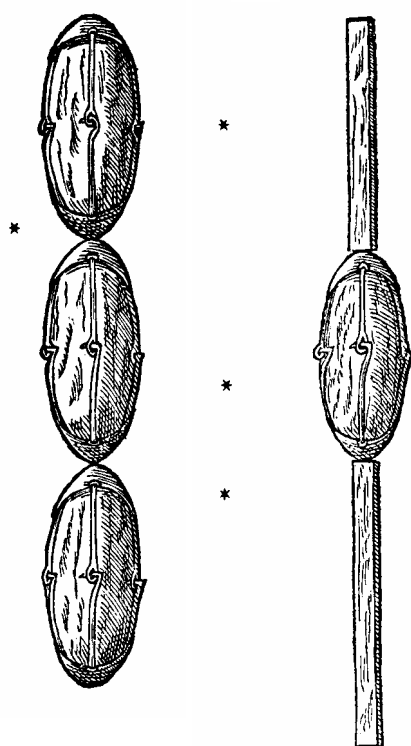


Ilustração 3: a utilização de armaduras de ferro produzindo uma ampliação na capacidade de erguer maiores pesos. William Gilbert declarava que apesar dessa capacidade ser ampliada a cópula entre as pedras-ímãs não seria mais forte, mas sim ligeiramente mais fraca. Entretanto, uma pedra-ímã com armadura seria mais fortemente unida ao ferro.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, pp. 88, 90.

O livro III trataria do movimento da direção que corresponderia aos fundamentos de suas concepções sobre as alterações nas indicações das bússolas: a orientação da agulha sendo concebida como seu alinhamento com a direção norte-sul da Terra. Os capítulos I e II estariam relacionados à natureza do poder

diretivo, com experimentos e demonstrações específicos para explicar e introduzir o conceito de verticidade²⁴, tão importante em suas análises posteriores. Nos capítulos de III a IX discutiria sobre o poder diretivo – em termos dos efeitos na agulha de uma bússola ou no *versorium* –, a natureza e as propriedades da atração entre as pedras-ímãs. Nos demais capítulos a prioridade seria dada ao tratamento das propriedades da verticidade e como a mesma seria afetada pelo arranjo e localização das pedras-ímãs e do ferro: um fato importante para o desenvolvimento de suas concepções sobre a variação.

O livro IV estaria relacionado às variações das bússolas aplicadas à navegação, com as concepções sendo desenvolvidas a partir das variações dos meridianos magnéticos em relação aos meridianos geográficos. O capítulo I corresponderia a uma introdução dos fatos conhecidos e opiniões sobre a variação. No capítulo II William Gilbert apresentaria sua explicação, a partir de experimentos em uma *terrella* defeituosa, sobre a distorção dos meridianos magnéticos tendo em vista a não uniformidade de partes da Terra que se estendem acima da superfície. Com isso ele notaria que se seus “modelos” magnéticos da Terra não fossem esferas perfeitas e compostos com material de mesmo poder, a agulha de uma bússola experimentaria uma variação em sua orientação norte-sul. O capítulo III estaria relacionado à afirmação de que a

²⁴ Harry H. Ricker, “A History of Magnetism: Petrus Peregrinus and his Letter, *The general Science Journal*, p.22: O conceito de verticidade se apresentava como um dos mais difíceis. Em muitas situações ele utilizaria como indicando o poder dos pólos, por exemplo, se um pedaço de ferro fosse dividido em duas partes cada uma delas teria uma verticidade em suas extremidades. Uma outra utilização dada à verticidade seria aquela referente à medida descritiva do poder magnético ou virtude de um corpo magnético: a habilidade de se erguer verticalmente seria uma medida do poder magnético. Todas estas idéias parecem seguir as observações de que o poder ou vigor para a cópula é maior nos pólos.

variação seria constante em todos os locais há muito tempo. Nos capítulos de IV a VII William Gilbert destacaria os argumentos e demonstrações relativas à variação. O capítulo IX constituiria em sua proposta de determinar a longitude a partir da variação e nos capítulos de X a XXI discutiria os vários aspectos da variação magnética e sua medida.

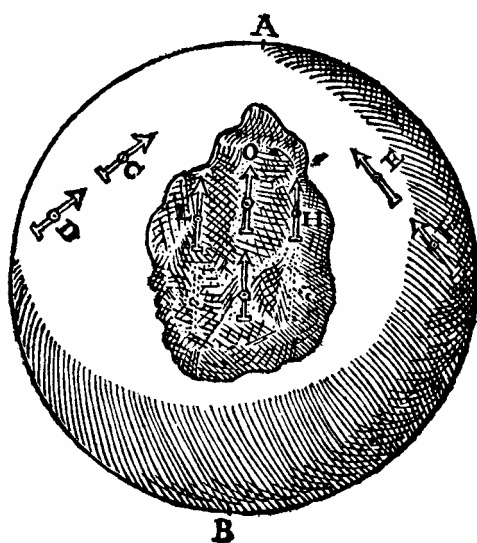


Ilustração 4: A incorporação de imperfeições na *terrella*. William Gilbert explicava que os meridianos magnéticos se apresentavam distorcidos pela desigualdade de partes da Terra que se estendiam acima da superfície e experimentos em uma *terrella* defeituosa seriam realizados.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.155.

William Gilbert, no livro V analisaria o declive magnético em termos do poder diretivo e da verticidade. Nos capítulos de I a IV ele definiria a natureza do declive e as maneiras de efetuar sua medida a partir de várias demonstrações. Um resultado importante seria apresentado no capítulo V: a variação não ocorre devido à atração, com sua concepção sobre o declive baseada na observação de

que a agulha de uma bússola colocada sobre uma *terrella* divergia da horizontal. Nos capítulos VI a XI forneceria uma análise do declive em termos da latitude e dos procedimentos para suas medidas e respectivos cálculos. O capítulo XII se constituiria em uma das últimas explicações relacionadas a suas concepções sobre o fenômeno magnético, onde destacaria e discutiria sua idéia de um poder magnético imaterial e animado.

Finalmente, no livro VI seria discutida a rotação magnética e a concepção da Terra como uma pedra-ímã gigante. No capítulo I, William Gilbert argumentaria que a Terra seria uma pedra-ímã gigante utilizando uma analogia com os experimentos realizados em seu “modelo” magnético, a *terrella*. No capítulo II os pólos magnéticos seriam considerados invariáveis e idênticos aos pólos geográficos. No capítulo III ele viria a afirmar que a Terra executava uma rotação diária. Suas concepções em termos do movimento circular da Terra e o argumento que refutaria as posições daqueles que negavam o movimento diário da mesma seriam constituiriam nos tópicos abordados nos capítulos IV e V. Nos demais capítulos William Gilbert forneceria argumentos técnicos mais detalhados baseados em princípios astronômicos que poderiam representar a fundamentação para sua concepção cosmológica em termos do magnetismo.

Na apresentação de suas idéias, William Gilbert buscava confrontar as várias “superstições” que cercavam o fenômeno magnético com experimentos que permitissem revelar as propriedades da pedra-ímã que, segundo ele,

permaneciam escondidas. Assim ele se concentraria em sugerir novas perspectivas para a explicação satisfatória do fenômeno magnético:

Na descoberta dos segredos e na investigação das causas escondidas das coisas, as provas obtidas por experimentos dignos de confiança e argumentos demonstrados se apresentam mais claras do que prováveis suposições e opiniões dos professores de filosofia: assim, para que a nobre substância do grande magneto, nossa mãe comum (a Terra), com seus evidentes e nobres poderes, possa ser melhor entendida propomos começar com a pedra-ímã, os corpos magnéticos e as partes mais próximas da terra que podemos alcançar com nossas mãos e perceber através de nossos sentidos. Assim, a partir de experimentos magnéticos demonstráveis, podemos penetrar, pela primeira vez, nas partes mais íntimas da Terra.²⁵

Aos experimentos realizados William Gilbert procuraria incorporar procedimentos às vezes engenhosos e meticulosos.

Apesar das investigações cuidadosas, quanto ao comportamento dos objetos em relação à atração, William Gilbert estaria interessado em problemas mais amplos. Isto pode ser ilustrado através de sua primeira grande conclusão: A Terra como uma pedra-ímã.²⁶

Para William Gilbert, as pedras-ímãs seriam minérios de ferro magnetizados que permaneceriam em uma determinada orientação em relação aos pólos magnéticos da Terra. Concentrando sua atenção em uma pedra-ímã de forma esférica William Gilbert pressentiria a conexão com uma Terra magnetizada avaliando que, próximo aos pólos terrestres, as bússolas não mais funcionariam como indicadoras de direção, pois ali apontariam em linha reta para

²⁵William Gilbert, *op. cit.*, Prefácio ao leitor, sig.*ij r

²⁶ Stephen Pumfrey, *Latitude & the magnetic earth*, p.45.

baixo. William Gilbert denominaria as pedras-ímã esféricas, utilizadas em seus experimentos, de *terrella*, que lançaria seus poderes em um orbe de virtude proporcionalmente a seu vigor e qualidade.²⁷



Ilustração 5: Detalhe da *terrella* e do *versorium* utilizados na exploração dos poderes dos corpos magnéticos.
Fonte: *On the Magnet*, p.13.

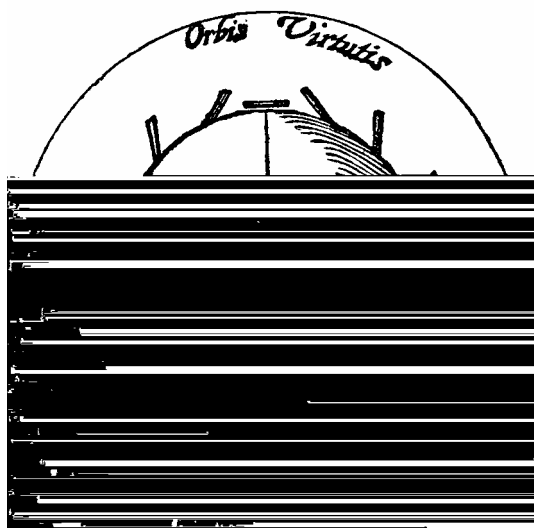


Ilustração 6: A *terrella* lançaria seus poderes em um *orbe* de virtude – *orbis virtutis*.
Fonte: *On the Magnet*, p.76.

²⁷ Gerrit L. Verschuur, *Hidden Attraction: The History and Mystery of Magnetism*, p. 28.

A busca de respostas no confronto direto com a natureza e a atenção dada aos verdadeiros fatos revelados pela experimentação caracterizariam a via que William Gilbert pretendia seguir em seus estudos. Em seus pressupostos, esta via se mostraria diferente em relação a procedimentos baseados em argumentos verbais, que ignoravam as mensagens encontradas nos fenômenos naturais e não confiavam nos resultados obtidos a partir de experimentos.

Assim, William Gilbert procuraria mostrar uma nova maneira de proceder na busca da revelação dos segredos da natureza, anunciando que não pediria auxílio aos escritores antigos, pois “nenhuma argumentação dos gregos poderia contribuir na busca da verdade”.²⁸ Além disso, prometeria não utilizar a retórica ou o adorno verbal, decidindo filosofar livremente como faziam os gregos, egípcios e latinos, acrescentando:

[...] Algumas vezes empregaremos palavras novas e desconhecidas, não com o objetivo de ocultar fatos com sobras e mistérios por meio de insensatos disfarces de vocabulários (como os alquimistas estão habituados a fazer), mas sim pelo fato de que as coisas ocultas que não têm nomes e que nunca foram percebidas possam ser plena e corretamente enunciadas.²⁹

Seus ataques aos que acreditavam em autoridades e palavras, bem como o destaque que daria à novidade de suas idéias parecem ser característicos do período. A menção de gramáticos, palavras gregas e eloquência sugerem que o ataque de William Gilbert estaria direcionado ao declínio do humanismo. A despeito dos esforços de muitos homens de boas intenções, William Gilbert

²⁸ William Gilbert, *op. cit.*, Prefácio ao leitor, sig.*ijj r

²⁹ *Ibid.*, sig.*ijj v

afirmaria que estes haviam fracassado na busca de uma explicação para o comportamento da pedra-ímã, pois não praticaram nas matérias da natureza, sendo conduzidos por certos sistemas físicos que adotaram como seus, a partir dos livros, sem a realização de experimentos e com inferências baseadas em vãs opiniões e em muitas coisas que não existiam.³⁰

De fato, o *De Magnete* apresentaria uma série de experimentos cujos procedimentos seriam descritos de forma detalhada. Para indicar as novas descobertas e os experimentos de maiores méritos, William Gilbert lançaria mão de uma prática que parecia não ser usual na época, ou seja, a utilização de pequenos e grandes asteriscos nas margens das páginas.³¹ Conforme William Gilbert:

À nossas próprias descobertas e experimentos afixamos asteriscos, grandes e pequenos, de acordo com a importância e sutileza do assunto. Aquele que desejar fazer o julgamento dos [experimentos] deve proceder como está indicado, manipulando as substâncias, não negligente e descuidadamente, mas prudente e habilmente. Quando o sucesso não for alcançado não denuncie nossas descobertas de maneira ignorante: pois tudo que colocamos nestes livros foi explorado e muitas vezes realizado repetidas vezes entre nós.³²

Analisando os cento e setenta e oito trechos assinalados com asteriscos pequenos e as vinte e uma passagens marcadas com asteriscos maiores pode-se notar que os asteriscos maiores, quase sempre inseridos no início dos capítulos,

³⁰ Gerrit L. Vershuur, *op. cit.*, p. 22.

³¹ Segundo Carlos Arthur do Nascimento, em comentários à nossa monografia elaborada na disciplina Estudos em História da Ciência Antiga e Medieval, este foi um procedimento utilizado por Roger Bacon

indicariam a importância do experimento, ou da concepção, que forneceria sustentação à sua idéia principal de que a Terra se comportaria como uma pedrã gigante.

140 G V I L I E L . G I L B E R T I
 conferuar verticitatem, aut vndè deriuatur? Hoc sic habeto primùm
 ex præcedenti ferrariâ officinâ. Ferri massam duarû vel trium vnciarum
 ignitam extendat faber ferrarius super incidem, in obelum ferreum,
 longitudinis spithamæ aut dodrantis. Sit faber vultu in septentriones,
 * tergo in meridiem compositus, ita vt ferrum ignitum verberatum,
 motum habeat extensionis in septentrionem; & ita perficiat opus suum vnâ
 aut alterâ ferri ignitione (si illa requiratur) semper tamen dirigat ferri
 idem punctum dum verberat, & extendit, in septentrionem; & versus
 septentrionem finem illum reponat Duo, tria vel plura sic perficiat
 ferramenta. imò centum aut quadringenta

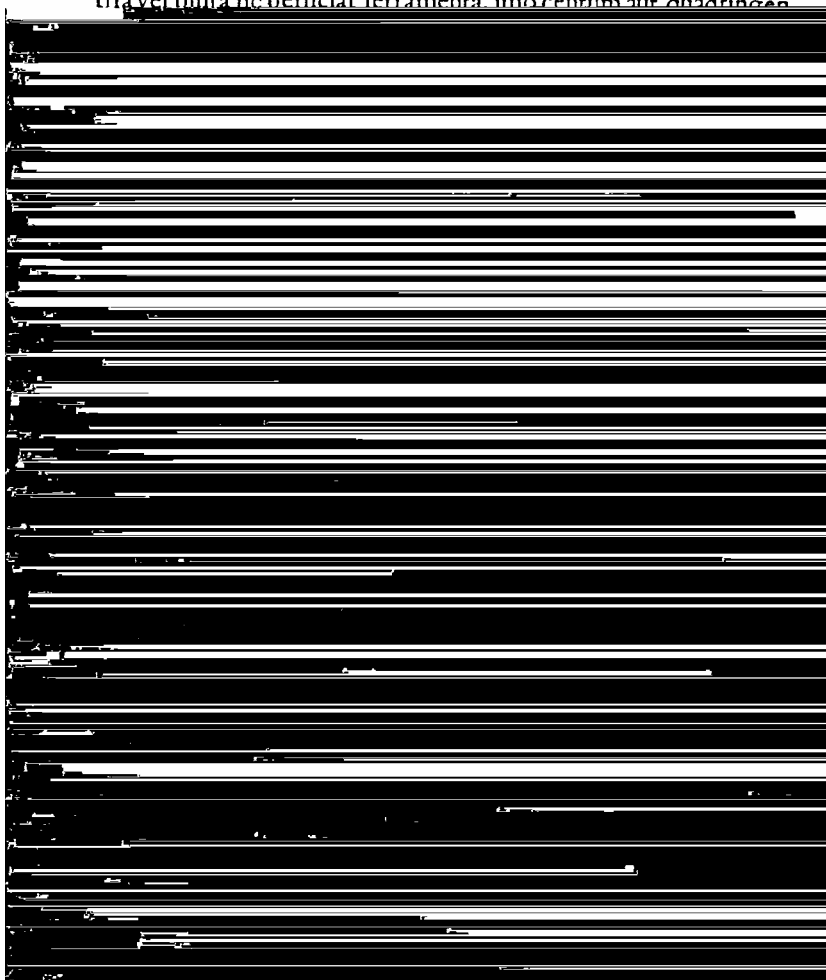


Ilustração 7: Detalhe de uma das páginas em que os asteriscos, destacados por William Gilbert, são incorporados à margem do texto.

Fonte: William Gilbert, *De Magnete*, edição de 1600 (fac-simile), p.140.

Apesar da aceitação e admiração do trabalho de William Gilbert por alguns pensadores europeus, como foi o caso de Galileu Galilei (1564-1642), em seu país ele seria muito pouco apreciado. Francis Bacon (1561-1626), apesar de o elogiar como um filósofo, parece não ter aprovado a via de elaboração de sua filosofia, como sugere o seguinte trecho do *Novum Organum*:

[...] E mesmo os que se dedicam aos experimentos com mais seriedade, tenacidade e esforço acabam restringindo o seu trabalho a um experimento particular. Assim fez Gilbert com a pedra-ímã, e os alquimistas com o ouro. Tal modo de proceder é tão inexperiente quanto superficial, pois ninguém investiga a natureza de uma coisa apenas naquela própria coisa: é necessário ampliar a investigação até as coisas mais gerais.
[...]³³

Suas concepções sobre a natureza do magnetismo e da eletricidade seriam contestadas por Niccolo Cabeo (1586-1650) que em 1629 publicaria em Ferrara a obra *Philosophia Magnetica* contendo numerosos experimentos e uma lista de novos elétricos analisados de forma sistemática. Entretanto, ao estabelecer as distinções entre os fenômenos elétricos e magnéticos ele seguiria o esquema traçado por William Gilbert e Girolamo Cardano (1501-1576), acrescentando dois itens: A pedra-ímã transmite o seu poder ao ferro em virtude do contato entre ambos, mas um elétrico não pode comunicar sua faculdade a outros corpos por contato; em certas condições as pedras-ímãs se repelem e se afastam umas das outras enquanto os elétricos se unem a todas as substâncias

³³ Francis Bacon, *Novum Organum*, aforismo LXX, p.39.

indiscriminadamente.³⁴ Outro importante estudioso, Athanasius Kircher (1602-1680), em sua obra, *Magnes sive de arte magnetica*, publicada em Roma no ano de 1641, também criticaria as concepções sobre o magnetismo, estabelecidas por William Gilbert, no *De Magnete*.³⁵

Entre os apreciadores do trabalho de William Gilbert encontraríamos William Barlowe (1544-1625) que, em sua obra *Magneticall aduertisements* publicada em 1616, o elogiaria por apresentar a descoberta de diversos segredos concernentes à pedra-ímã:

Aquela maravilhosa propriedade do corpo da Terra como um todo, denominada virtude magnética – admiravelmente tratada e demonstrada de maneira culta pelo Doutor Gilbert, médico de nossa renomada rainha Elizabeth, é a fonte verdadeira de todo o conhecimento magnético... e embora muitos ainda não entendam tal propriedade eu não tenho qualquer dúvida pois li seu trabalho e realizei meus próprios experimentos...³⁶

Além disso, na introdução à sua tradução da obra de William Gilbert, tanto Silvanus P. Thompson, quanto Paul F. Mottelay destacariam uma série representativa de estudiosos que analisaram e discutiram o trabalho do médico

34 A partir de J. L. Heilbron, *Electricity in the 17th and 18th Centuries: A Study in Early Modern Physics*, pp.180-182, pode-se apresentar uma síntese das argumentações de Niccolo Cabeo: “Na obra *Philosophia magnetica*, publicada em 1629, Niccolo Cabeo examinaria as causas do magnetismo da Terra a partir de estudos sobre o trabalho de William Gilbert. Niccolo Cabeo imaginaria uma Terra imóvel e não aceitaria a explicação de seu movimento a partir de uma causa magnética. A atração elétrica seria descrita em termos de eflúvios liberados a partir do atrito. Estes eflúvios empurrariam o ar adjacente, deslocando-o. Quando o ar retornasse a seu local original ele transportaria os corpos leves e os conduziriam aos corpos atritados. [...] A filosofia magnética atraía amplamente sua atenção, embora modelada a partir do *De Magnete*, ele alteraria a visão de William Gilbert sobre as causas naturais dos fenômenos magnético e elétrico.”

³⁵ *Ibid.*, pp.184-188.

³⁶ William Barlowe, *op. cit.*, sig. B1.

inglês. Entre eles, William Whewell (1794-1866) comentaria que os trabalhos de William Gilbert, “continham todos os fatos fundamentais da ciência do magnetismo examinados em sua totalidade.”³⁷

Conrad W. Cooke (1843-1926), um dos membros do “*Gilbert club*”, apontaria para o fato de que William Gilbert mereceria maiores créditos, pois seu trabalho constituiria o ponto de partida da ciência da eletricidade, e para a existência de inúmeros testemunhos de que o *De Magnete* produzira uma grande sensação, não somente na Inglaterra, mas em todo o mundo civilizado. Também consideraria surpreendente que o brilho de tão grande reputação tenha sido desprezado nas gerações seguintes e que um livro clássico, notável em sua originalidade e a única idéia sobre o magnetismo durante os períodos imediatamente após sua publicação, não tenha sido traduzido para o inglês.³⁸

John Robison (1739-1805) ao fazer uma análise geral do trabalho de William Gilbert consideraria o autor como sendo dotado de um grande espírito de criatividade e imbuído de um propósito em torno das opiniões gerais das coisas. Ele nos informaria que seria um milagre se todas as inferências gerais de William Gilbert fossem apropriadas, ou todos os experimentos por ele realizados precisos. Entretanto, no conjunto, esta apresentação conteria mais informações concretas

³⁷ William Whewell, *History of the Inductive Sciences*, p.217; sobre algumas idéias de W. Whewell, vide Allen G. Debus, “Ciência e História: o nascimento de uma nova área”, in Ana Maria Alfonso-Goldfarb & Maria Helena Roxo Beltran, orgs., *Escrevendo a História da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*, p.24.

³⁸ C. W. Cooke, “William Gilbert of Colchester”. *Engineering*, p.730.

do que qualquer escrito da época em que ele viveu e raramente sobrepujado por alguém que surgiria depois.³⁹

Ainda conforme Paul F. Mottelay, pela obra de William Gilbert, Sir Kenelm Digby (1603-1665) teria expressado sua admiração considerando que através da construção de um pequeno imã no formato da Terra ele obteve um maravilhoso projeto: tornar todo o globo da Terra capaz de ser manipulado, uma vez que encontrou as propriedades de toda a Terra naquele pequeno corpo por ele denominado *terrella*, o qual seria utilizado em diversos experimentos.⁴⁰

Entre os trabalhos mais recentes sobre o debate em torno da aceitação do pensamento de William Gilbert, expresso no *De Magnete*, encontramos os que o colocam em destaque no desenvolvimento das teorias sobre o magnetismo e outros que julgam sua inserção de pouca importância.

Allen G. Debus destacou William Gilbert como sendo um filósofo que teria ido “além dos limites da ciência tal como nós a entendemos e sua obra continua sendo um clássico quando se trata de trabalhos relacionados à experimentação.”⁴¹

Em sua análise sobre o progresso da experimentação, A. Rupert Hall caracterizaria que, apesar do trabalho científico, na primeira metade do século XVII, não ser considerado como essencialmente experimental, houvera a

³⁹ R. M. Yost, “Pondering the imponderable: John Robison and magnetic theory in Britain (c. 1775-1805)” *Annals of science*, p.156.

⁴⁰ Paul F. Mottelay, *op. cit.*, p. xviii.

⁴¹ Allen G. Debus, *El Hombre y la naturaleza en el Renacimiento*, p.162.

realização de experiências. Entretanto, afirmaria que o *De Magnete* de William Gilbert, publicado em 1600:

[...] contém muitas experiências com a pedra-ímã e o ferro, vários instrumentos especialmente inventados para os fins de William Gilbert e muitas confrontações factuais de crenças errôneas como, por exemplo, a possibilidade de se obter movimento perpétuo a partir de um certo tipo de máquina magnética. Mas, em sua interpretação, à medida que William Gilbert alarga o tratamento que dá ao globo terrestre e ao princípio universal do fenômeno magnético, vai deixando a experiência para trás.⁴²

Ao considerar o estilo de William Gilbert, J. L. Heilbron destacaria o *De Magnete* como uma das “primeiras monografias” devotada a um ramo particular da física terrestre e um dos primeiros relatos publicados de uma extensiva série de experimentos desencadeados e verificados. Entretanto, colocaria a linguagem utilizada por ele como sendo a de um peripatético.⁴³

Como acabamos de relatar existe uma grande controvérsia entre as várias opiniões sobre William Gilbert e sua obra. Entretanto, não devemos nos esquecer do momento e cenário em que autor e obra se inseriram. William Gilbert mostraria que a experimentação poderia ser bem sucedida mesmo que mantivesse a tradição em muitas de suas operações.

Assim, podemos avaliar a importância dos trabalhos desenvolvidos e apresentados no *De Magnete* tendo como base a idéia da descoberta de um novo fato ou fenômeno da natureza. No caso de William Gilbert existiram descobertas:

⁴² A. Rupert Hall, *A Revolução na Ciência: 1500 – 1750*, p.354.

⁴³ J. L. Heilbron, *op. cit.*, p.160.

uma pedra-ímã armada com ferro em seus pólos pode erguer massas maiores de ferro; ímãs maiores, cortados da mesma pedra têm maiores poderes; a magnetização do ferro sem que fosse necessário o contato entre este e a pedra-ímã – o que parece ser a base para sua descoberta de que as pedras-ímãs derivam seu magnetismo diretamente da Terra; o ferro aquecido não seria atraído pela pedra-ímã; a utilidade do *versorium* como um instrumento de investigação da atração elétrica e magnética.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito à criação de novos procedimentos na interpretação dos fenômenos: a utilização de instrumentos para demonstrar fatos que seriam significativos parece ser um indicativo da importância do trabalho de William Gilbert.

Assim, uma questão se insere: onde William Gilbert buscou inspiração para a sua via de acesso pela experimentação?

Uma análise em torno das citações de algumas das fontes, diretas e indiretas, utilizadas no desenvolvimento do seu *De Magnete*, se faz necessária objetivando um maior entendimento da novidade conduzida por ele em torno dos fenômenos magnético e elétrico.

No capítulo que se segue consideraremos, a princípio, algumas das características de seus procedimentos e posteriormente buscaremos reconstituir os vestígios de algumas de suas fontes em um panorama que contemple a relação

entre rupturas e permanências, mas tendo em mente a complexidade dos documentos em História da ciência.⁴⁴

⁴⁴ Ana Maria Alfonso-Goldfarb, Maria Helena Roxo Beltran e Márcia Helena Mendes Ferraz, “a historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços”, in Ana Maria Alfonso-Goldfarb & Maria Helena Roxo Beltran, orgs., *Escrevendo a História da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*, p.60.

Capítulo II

O *De Magnete* e algumas de suas fontes

Focalizando o *De Magnete* poderíamos argumentar que William Gilbert desenvolvia seus trabalhos levando também em conta as atividades dos artesãos dedicados à navegação, mineração, fundição, forja, construção de bússolas e outras relacionadas ao manuseio do ferro e das pedras-ímãs.⁴⁵

Entretanto, a consideração das contribuições na apresentação e realização de experimentos concernentes aos fenômenos magnético e elétrico, por parte de William Gilbert, levaria a uma série de desdobramentos relacionados à análise das várias idéias desenvolvidas por ele no que diz respeito ao comportamento da pedra-ímã e do ferro.

Uma das perspectivas de análise aponta para as atitudes assumidas por William Gilbert, quando das interpretações e demonstrações dos fenômenos, mostrando que as mesmas poderiam ser encontradas em escritos anteriores em que estudos sobre as pedras-ímãs teriam sido apresentados. Tais atitudes apareceriam na obra *Epistola de magnete*, escrita por Petrus Peregrinus em 1259, mas desconhecida, mesmo durante o século XVI até impressão por Achilles P.

⁴⁵ Edgard Zilsel, “The Origins of William Gilbert's Scientific Method”. *Journal of the History of Ideas*, pp. 1-3. Christopher Hill, *Origens intelectuais da Revolução inglesa*, p.37: “A ciência do reinado de Elizabeth foi obra de mercadores e artesãos, não de doutores, praticada em Londres, não em Oxford e Cambridge, em vernáculo, não em latim.”

Glasser em Augsburg em 1558⁴⁶, ou na obra *The New Attractiue*, um trabalho sobre bússolas, escrito por Robert Norman que seria publicado pela primeira vez no ano de 1581 e reimpressa por três vezes antes de 1600.⁴⁷

Uma outra perspectiva de abordagem poderia sugerir que as atitudes adotadas por William Gilbert, em torno dos experimentos, teriam sido inspiradas nos trabalhos dos mineradores e artesão metalurgistas, ou naqueles dos navegadores e construtores de instrumentos.⁴⁸

Seria tendencioso sustentar que William Gilbert teria descido a uma mina para verificar a hipótese de que os pólos de uma pedra-ímã se relacionariam com a Terra utilizando como base um único experimento:

Tínhamos uma grande pedra-ímã, com vinte libras de peso, extraída de seu veio. Tomamos o cuidado de observar e marcar suas extremidades. Após ter sido retirada de seu local natural, [a pedra] foi colocada em uma tina de madeira com água de modo que ela pudesse girar livremente; a extremidade que apontava para o norte na mina, imediatamente começou a girar para o norte vindo a se fixar em direção àquele ponto. Pois, aquela face que apontava em direção ao norte na mina é do pólo sul sendo, portanto, atraída pelas partes do norte da Terra, adquirindo sua verticidade da Terra da mesma maneira que pedaços de ferro. A respeito deste fato pretendemos falar quando estivermos tratando sobre a mudança de verticidade.⁴⁹

Não existe, no *De Magnete*, uma indicação sobre o fato de que William Gilbert possa ter visto os mineradores fazendo este tipo de experimento e não

⁴⁶ Harry H. Ricker, *op. cit.*, pp. 76-77.

⁴⁷ Robert Norman, *The New Attractiue Containing a short discourse of the Magnes or Loadstone: and amongst other his virtue, of a new discovered secret and subtil properties, concerning the declination of the Needle, touched therewith vnder the plaine the Horizon*, Londres, Richard Ballard, 1581. Esta obra foi reimpressa em 1585, 1592 e 1596. Na folha de rosto, abaixo do título ainda se pode ler: “contendo certas regras necessárias para a Arte da Navegação: pelo mesmo R. N.”

⁴⁸ John Henry, “Animism and empiricism: Copernican physics and the origins of William Gilbert’s experimental method”, *Journal of the History of Ideas*, p.100.

⁴⁹ William Gilbert, *op. cit.*, pp.119-120.

fica claro que o contato com os mineradores o teria induzido na realização do experimento citado.⁵⁰

A sugestão de que os mineradores pudessem ter tomado em suas mãos uma pedra-ímã, extraída da mina, para verificar se sua orientação ocorreria de maneira semelhante àquela apresentada no interior da mina é pouco provável, sendo difícil concordar com a idéia de que o possível julgamento dos mineradores tenha influenciado William Gilbert.⁵¹

Na tentativa de manter a posição apresentada, se argumenta que em alguns casos os experimentos de William Gilbert repetiam os processos de manufatura do ferro utilizados na época em que ele escreveu sua obra, com a sustentação de que parte de seu laboratório seria semelhante a uma oficina de ferreiro, uma vez que o mesmo afirmava ter aquecido o minério em uma fornalha por horas e o fundido, martelando o produto e colocando-o dentro de uma segunda fornalha e assim sucessivamente.⁵² Aqui podemos verificar a presença de uma combinação de duas partes distintas das narrativas de William Gilbert. No capítulo IX do livro I: “o minério de ferro atrai o minério de ferro”, ele relataria aos leitores que se tivesse colocado alguns pedaços de minério de ferro em um fogo moderado

⁵⁰ Neste caso, de acordo com o texto de Ana Maria Alfonso-Goldfarb & Márcia Helena Mendes Ferraz. “‘Experiências’ e ‘Experimentos’ alquímicos e a experimentação de Hermann Boerhaave”, in Ana Maria Alfonso-Goldfarb e Maria Helena Roxo Beltran, orgs., *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*: poderia não se tratar de um ‘experimento’ mas sim de uma ‘experiência’ onde o autor estaria narrando o que teria visto ou repassando informações recebidas de outros.

⁵¹ John Henry, *op. cit.*, p.101.

⁵² Edgar Zilsel, *op. cit.*, p.15, com o seguinte acréscimo: “não podemos duvidar que muitos dos [mineradores e fundidores] do período estimulados pela competição econômica estavam convencidos de que deveriam buscar melhoramentos com o desenvolvimento de novas técnicas e com uma observação dos processos naturais mais apurada... embora tivessem apenas objetivos práticos e poucos conhecimentos teóricos.”

por dez ou doze horas e posteriormente os deixasse esfriar em uma direção norte-sul, os pedaços de ferro seriam atraídos por uma pedra-ímã, o que antes não era verificado.

Os minérios de ferro pedregosos, foscos, vermelhos e de outras cores, cobertos de cinzas, não se atraem mutuamente, nem são atraídos por uma pedra-ímã, como acontece com a madeira, chumbo, ouro e prata, mesmo que a pedra-ímã tenha um grande poder. Pegue esses minérios e os aqueça em um fogo moderado de modo que eles não se dividam repentinamente e se façam em pedaços, mantendo o fogo dez ou doze horas aumentando-o gradativamente. Então, deixe-os esfriar, acompanhando com cuidado a direção em que foram colocados: estes minérios, assim preparados, serão agora atraídos pela pedra-ímã e exibem uma simpatia mútua e, quando arranjados habilmente, se dirigem para a união devido a seus próprios poderes.⁵³

No capítulo XI, do livro I: “O ferro manufaturado, não excitado por uma pedra-ímã, atrai o ferro”, William Gilbert descreveria a maneira de obter o ferro batido que seria atraído por uma pedra-ímã. Entretanto, ele não sugeria que tivesse executado a operação de forjar o ferro:

Durante a fundição o metal flui e forma uma grande e longa massa que é transformada em pedaços por golpes de um grande martelo: destes pedaços, após sua redução em outra fornalha e colocação em uma bigorna, o ferreiro obtém blocos retangulares que são vendidos aos mercadores e ferreiros. Destes blocos são feitos, em todas as oficinas de ferreiros, vários utensílios. A este ferro denominamos *ferro batido* e sua atração pela pedra-ímã se manifesta plenamente...⁵⁴

Nesta passagem, William Gilbert poderia estar revelando sua leitura de publicações que descreviam como seria obtido o ferro batido. Não há sugestão de

⁵³ William Gilbert, *op. cit.*, p.27.

⁵⁴ *Ibid.*, p. 29.

que ele tenha realizado tais procedimentos: uma coisa seria queimar algumas pedras em um fogo moderado e outra, bem diferente, seria ter uma fornalha capaz de aquecer minério de ferro em um calor elevado por oito ou doze horas sendo, então, produzido um metal que formaria uma grande massa.⁵⁵



Ilustração 8: Operação de obtenção do ferro batido e sua localização de acordo com a orientação norte-sul.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.139.

⁵⁵ John Henry, *op. cit.*, p.102.

Examinando a perspectiva em que muitas vezes se considera a influência de Petrus Peregrinus e Robert Norman, podemos analisar alguns aspectos.

Não existe dúvida quanto à influência da obra *Epistola de magnete* nos trabalhos de William Gilbert. Os procedimentos, apresentados no *De Magnete*, para a determinação dos pólos de uma pedra-ímã e a maneira de utilizá-la, colocando-a sobre uma cortiça que permitiria sua flutuação em uma tina de madeira com água, seriam idênticos aos adotados por Petrus Peregrinus.⁵⁶

Na primeira parte de sua carta Petrus Peregrinus apresentaria, com detalhes, as instruções que buscavam conduzir o leitor para as maneiras de construir os instrumentos que estaria utilizando.⁵⁷ Embora o tratado enfatizasse o papel da demonstração por meio de um experimento, seu objetivo seria relacionar a virtude magnética com os céus:

Há mais de duzentos anos existiu um pequeno livro, razoavelmente culto para a época, sob o nome de Peter Peregrinus [...] que alguns consideram ter origem nas observações realizadas por Roger Bacon, o inglês de Oxford: neste livro as causas para a direção magnética são associadas aos pólos do céu. Deste Petrus Peregrinus, Johannes Taisner extraiu material para um pequeno livro e o publicou como uma novidade. [...] Entretanto, pode ser entendido que o poder de uma pedra-ímã não emana de um ponto matemático, mas de suas próprias partes e, enquanto todas essas partes permanecem unidas, quanto mais próximas se encontram dos pólos, mais forte são os poderes adquiridos e derramados sobre outros corpos: estes pólos são relacionados aos pólos da Terra e se orientam em direção aos mesmos [...]⁵⁹

Em seguida Petrus Peregrinus descreveria duas maneiras para o reconhecimento ou descoberta dos pólos. A primeira seria utilizada para a localização dos pólos:

Uma agulha é colocada no topo de uma pedra-ímã. Uma linha traçada na direção da agulha dividirá a pedra em duas partes iguais. A agulha é colocada em outra parte da pedra sendo traçada uma segunda mediana. Se desejares, esta operação pode ser repetida em diferentes partes e, sem dúvida, todas estas linhas se interceptarão em dois pontos, com todos os meridianos ou círculos azimutais se encontrando em dois pólos opostos do globo. Um destes é o pólo norte e o outro é o pólo sul.⁶⁰

A segunda maneira se apresentaria mais simples, mas dependeria da identificação dos pólos como descrevera anteriormente:

⁵⁹ William Gilbert, *op. cit.*, p.5, 12.

⁶⁰ Petrus Peregrinus Maricurtensis, *op. cit.*, pp.9-10.

Quebre um pequeno pedaço de ferro [...] então o coloque naquele mesmo local que foi definido, na operação anterior, como sendo o pólo. Se o fragmento permanecer perpendicular à pedra, então, sem dúvida, ele buscou o pólo; se não, mude o fragmento de local até que ele se erga na perpendicular, marque este ponto com cuidado. Na extremidade oposta um outro ponto poderá ser determinado de maneira semelhante. Se tudo for realizado corretamente e se a pedra, da espécie escolhida, for homogênea em todas as partes, estes dois pontos estarão diametralmente opostos, como os pólos de uma esfera.⁶¹

A justificativa da operação seria dada a partir de um experimento: a pedra-ímã, com a localização dos pólos identificada, seria colocada sobre um disco de madeira que flutuaria em uma vasilha contendo água. O conjunto “disco-pedra-ímã” giraria até que os pólos norte e sul da pedra-ímã atingissem, respectivamente, a direção dos pólos norte e sul dos céus.⁶² Assim, o procedimento de Petrus Peregrinus estaria baseado na observação de que haveria uma similaridade entre a maneira de definir os pólos dos céus – pela interseção dos meridianos celestes – com as linhas traçadas na pedra-ímã esférica. Nos dois casos os pólos seriam definidos pela interseção de meridianos. Contudo, a segunda maneira adotada por Petrus Peregrinus, localizaria o poder da pedra-ímã em um determinado ponto, tendo em vista o fato de que um pequeno pedaço de ferro se ergueria na perpendicular no ponto de máximo poder – sempre um pólo.⁶³

William Gilbert, no capítulo III do livro I: “opiniões de outros sobre a cópula magnética, que eles chamam de atração”, estenderia estas duas maneiras, justificando as correções que incorporava:

⁶¹ *Ibid.*, p.10.

⁶² *Ibid.*, p.11.

⁶³ Harry H. Ricker, *op. cit.*, p.81.

A pedra-ímã apresenta muitas qualidades que, embora sejam conhecidas, ainda não foram bem investigadas e aqui são indicadas para que os estudiosos possam entender os poderes dela e do ferro [...] Nos céus os astrônomos assinalam um par de pólos para cada esfera que se move: dessa mesma maneira encontramos, no globo terrestre natural, pólos nobres em virtudes que permanecem constantes em suas posições [...] Igualmente a pedra-ímã tem seus pólos, por natureza norte e sul, sendo pontos definidos, representando as fronteiras primárias dos movimentos e efeitos, limitando e regulando muitas das ações e virtudes.⁶⁴

Retomando os procedimentos adotados por Petrus Peregrinus, pode-se verificar que existem algumas suposições que ele não mencionaria ou definiria. Primeiro, aquela em que os pólos dos céus apresentariam uma atração pelos pólos da pedra-ímã. Em seguida, o fato de que uma pedra-ímã esférica refletiria em si as similaridades dos céus, fornecendo uma analogia adequada para a esfera celeste e suas propriedades magnéticas. A justificativa seria providenciada pelos experimentos descritos no capítulo VI, onde Petrus Peregrinus mostraria que o pólo norte atraía o pólo sul e vice-versa:

Saiba que isto é a lei: o pólo norte de uma pedra-ímã atrai o pólo sul da outra, enquanto o pólo sul atrai o pólo norte. Você poderia proceder de outra maneira trazendo o pólo norte de uma pedra-ímã para as proximidades do pólo norte de outra. Aquela que você mantém em sua mão dará a impressão de estar flutuando. Assim também, se o pólo sul de uma pedra-ímã for conduzido para as proximidades do pólo sul de outra, o mesmo acontecerá.⁶⁵

⁶⁴ William Gilbert, *op. cit.*, p.12.

⁶⁵ Petrus Peregrinus Maricurtensis, *op. cit.*, p. 15.

No capítulo VII Petrus Peregrinus mostraria através de um experimento que uma agulha de ferro tocada por uma pedra-ímã giraria em direção aos pólos da Terra:

Todos que fizeram o experimento sabem que se um pedaço de ferro alongado, tocado por uma pedra-ímã, for fixado a um bloco de madeira leve e colocado para flutuar em água, uma das extremidades gira para a estrela denominada Estrela do Marinheiro que está próxima ao pólo; porém, a verdade é que aquela extremidade não aponta para a Estrela, mas sim para o próprio pólo [...] você poderá observar que a parte do ferro que tocou o pólo sul da pedra-ímã gira para o norte e reciprocamente aquela parte que esteve em contato com o pólo norte gira para o sul.⁶⁶

No Capítulo X, Petrus Peregrinus apresentaria a evidência de que uma pedra-ímã adquiria sua virtude dos pólos dos céus, com um argumento dividido em duas partes. A primeira parte demonstraria que a virtude não poderia ter origem nos depósitos de minerais do norte ou do sul, pois esses poderiam estar uniformemente distribuídos em torno da Terra e não concentrados nas regiões norte ou sul.⁶⁷ Na segunda parte, ele diria:

[...] Onde quer que um homem possa estar, ele observará que a pedra aponta para os céus, conforme a posição do meridiano; mas todos os meridianos se encontram nos pólos do mundo; assim é evidente que é dos pólos do mundo – dos pólos dos céus – que os pólos da pedra-ímã recebem sua virtude [...]⁶⁸

Esta consideração seria seguida por uma passagem onde Petrus Peregrinus desenvolveria um experimento envolvendo a construção de uma máquina de movimento perpétuo, obtida a partir da montagem de uma pedra-ímã em apoios,

⁶⁶ *Ibid.*, p.16.

⁶⁷ *Ibid.*, p.16.

⁶⁸ *Ibid.*, p.21.

sem atrito, através de um eixo magnético, de maneira que fosse possível à mesma girar livremente sobre esse eixo. A idéia básica seria: como a esfera divina girava em seu ciclo diário, a virtude magnética dos céus conduziria a pedra-ímã em um giro comum a ambos – céus e pedra-ímã. Petrus Peregrinus parecia estar convencido do funcionamento de sua máquina:

Agora, uma vez que a pedra se move de acordo com o movimento dos céus, regozije-se, pois você chegou a uma maravilha secreta. Mas se não, deixe-a ser atribuída à necessidade e habilidade em lugar de defeitos da Natureza. Pois, nesta maneira de me expressar, eu julgo que as virtudes da pedra são conservadas corretamente. Acredito que em outras posições ou partes dos céus sua virtude está entorpecida, mais do que preservada.⁶⁹

Ilustração 9: a máquina de movimento perpétuo descrita por Petrus Peregrinus em sua carta *Epistola de magnete*.
Fonte: *JLN Labs* - Jean-Louis Naudin, p.1.

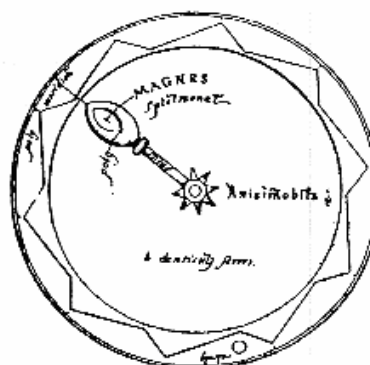


FIG. 4.—PERPETUAL MOTION WHEEL

Os destaques que muitas vezes são dados aos trabalhos de Petrus Peregrinus não são devidos à sua concepção em torno dos pólos das pedras-ímãs relacionados aos pólos dos céus e de sua máquina de movimento perpétuo, mas aos experimentos magnéticos que ele teria realizado. Estes experimentos parecem

⁶⁹ *Ibid.*, p.25.

ter sido utilizados por William Gilbert em seus trabalhos para demonstrar fatos relativos ao magnetismo. Entretanto, no *De Magnete* não foram mencionados e o reconhecimento ao trabalho Petrus Peregrinus não está implícito.⁷⁰

A carta de Petrus Peregrinus é muitas vezes descrita como um trabalho enigmático: utilizava os experimentos como demonstrações de afirmações, estabelecia descrições técnicas para a construção de aparatos e diagramas, mas seria finalizada com uma proposta de construção de uma máquina de movimento perpétuo. Entretanto, parece ter circulado pela Europa, após sua publicação, como um livro, sendo considerada representativa do conhecimento do século XIII e da influência que exerceria sobre o pensamento em torno dos fenômenos magnéticos.⁷¹

Uma outra possível fonte dos trabalhos de William Gilbert seria o livro do navegador Robert Norman. Isso poderia dar a impressão de representar o caso relativo àqueles peritos que realizavam experimentos em busca do entendimento do comportamento das pedras-ímãs.

Como Petrus Peregrinus, Robert Norman faria flutuar pedras-ímãs em vasilhas com água, ou suspendendo-as por meio de fios, relataria ter pesado o ferro, antes e depois de magnetizá-lo, para a verificação da imponderabilidade da virtude magnética e apresentaria observações sobre o fato de uma pedra-ímã flutuante girar em direção ao pólo.⁷²

⁷⁰ Harry H. Ricker, *op. cit.*, p.83.

⁷¹ Duane H. D. Roller, *op. cit.*, p.42.

⁷² Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.75.

William Gilbert repetiria esses experimentos reconhecendo a autoria de Robert Norman, uma vez que claramente conhecia o *The New Attractiue*, tendo destacado seu autor, no capítulo de abertura do *De Magnete*, como sendo um perito navegador e engenhoso artesão que descobrira a inclinação da agulha magnética.⁷³

Uma vez que o fenômeno da inclinação magnética viria representar um grande papel nas concepções sobre magnetismo de William Gilbert, seria adequado que ele reconhecesse o trabalho de Robert Norman. Assim, quando analisamos as duas obras, verificamos que William Gilbert adotaria muitas das demonstrações e experimentos de Robert Norman como também as descrições e os instrumentos de navegação.

As investigações e demonstrações realizadas e apresentadas no *The New Attractiue* se situavam além da rotina de qualquer construtor de bússolas ou navegador. Entretanto, a fonte dos estímulos recebidos para a realização de experimentos seria informada pelo próprio Robert Norman. Tais estímulos tiveram origem nas observações relativas ao fenômeno da inclinação magnética:

Ao construir diversas bússolas... eu deparava com o fato de que após ter tocado a agulha de ferro com a pedra-ímã, a [agulha] logo apontava para o norte, entretanto para baixo, ou seja, declinava abaixo do horizonte: com alguma quantidade que a agulha da bússola, que antes estava igualmente equilibrada, me obrigava a colocar alguns pequenos pedaços de ferro na parte sul para contrapor este desequilíbrio.⁷⁴

⁷³ William Gilbert, *op. cit.*, p.15.

⁷⁴ Robert Norman, *The New Attractiue*, sig. B2.

Isto significaria que uma agulha de ferro cuidadosamente balanceada, confeccionada para utilização em bússolas, não giraria em torno do pivô após ser magnetizada por uma pedra-ímã. Robert Norman nos falaria que, por um longo tempo, não dera especial atenção a este efeito:

Tal efeito passou muitas vezes pelas minhas mãos sem que eu tivesse estabelecido qualquer consideração a respeito, tendo em vista minha ignorância em relação às propriedades da pedra-ímã e por não ter lido ou escutado algo sobre tal assunto antes.⁷⁵

Sua atenção em relação a tal fato ocorreria quando lhe teria sido solicitado a construção de bússolas com agulhas mais longas do que as costumeiras – com seis polegadas de comprimento. Ele tentou corrigir o desequilíbrio cortando pedaços da extremidade norte da agulha, mas cortou tanto que danificou a agulha. Assim, Robert Norman decidiu tentar entender o efeito:

Eu me apliquei na procura das causas deste efeito e me inteirando sobre o assunto com certos homens cultos e peritos, meus amigos, eles me recomendaram a construção de um instrumento para realizar experimentos exatos relacionados à declinação da agulha magnetizada pela pedra-ímã e ao maior ângulo de desvio em relação ao plano do horizonte. Então realizei diligentes provas [...] ⁷⁶

Portanto, Robert Norman teria realizado alguns experimentos, dos quais extrairia uma série de observações, porque alguns homens cultos – dois desses poderiam ser William Gilbert e Edward Wright – e práticos lhe sugeriram ser o caminho correto a ser percorrido.

⁷⁵ *Ibid.*, sig. B2.

⁷⁶ *Ibid.*, sig. B2.

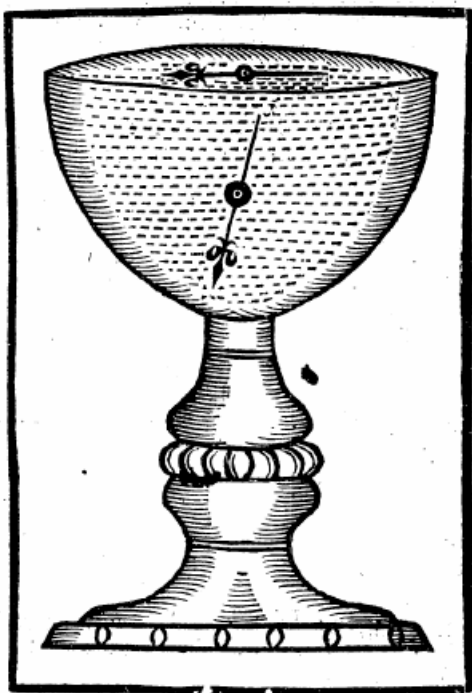


Ilustração 10: Aparato utilizado por Robert Norman em sua análise do declive em uma agulha flutuando em água.

Fonte: Robert Norman, *The New Attractiue*, sig. B4.

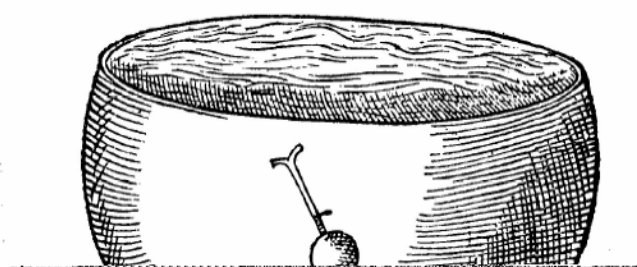


Ilustração 11: Aparato utilizado por William Gilbert, quando no capítulo IX, do livro V analisaria a demonstração da direção ou variação da verdadeira direção por meio de um simples movimento na água.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.203.

Instrument of the Declination



Ilustração 12: Instrumento idealizado por William Gilbert para efetuar a medida da declinação.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.185. .

Ilustração 13: Instrumento idealizado por Robert Norman para efetuar a medida da declinação.

Fonte: Robert Norman, *The New Attractive*, sig. B4.

Se aceitássemos o fato de que a realização de experimentos foi impulsionada com a destruição da barreira entre os artesãos e os eruditos, William Gilbert poderia ser visto como o erudito, academicamente treinado, que buscava utilizar os procedimentos do artesão e comunicar os resultados em um livro, não para os timoneiros e mecânicos, mas para um público culto.⁷⁷

Entretanto, o propósito do livro de William Gilbert seria explicado detalhadamente pelo próprio título: *Sobre o magneto e os corpos magnéticos e sobre o grande magneto a Terra*. O argumento do *De Magnete* seria apresentado no livro VI em que o primeiro capítulo é intitulado Sobre o globo da Terra, o grande magneto.

Embora o Livro I fosse semelhante a uma típica enciclopédia de história natural sobre a pedra-ímã e o ferro, ele seria encerrado com um capítulo que declarava: “Que o globo da Terra é magnético e um magneto e como em nossas mãos a pedra magnética tem todas os poderes primários da Terra, também a Terra pelos mesmos poderes permanece constante em uma direção fixa no universo.”⁷⁸

O livro II começaria com uma série de capítulos sobre os movimentos magnéticos, mas prontamente se estabeleceria uma comparação entre a Terra e as pedras-ímãs como nos capítulos sobre os meridianos magnéticos da Terra, o horizonte magnético, os eixos e pólos magnéticos e assim por diante. Neste livro o motivo que determinaria a escolha de William Gilbert para a utilização das

⁷⁷ M. B. Hesse, “Gilbert and Historians I, II”, *British Journal for the Philosophy of Science*, p.134.

⁷⁸ William Gilbert, *op. cit.*, p.39.

pedras-ímãs esféricas em seus experimentos se tornaria aparente. Ao examinar o comportamento de uma pedra-ímã e aquele do *versorium* em relação à superfície esférica de uma dada pedra-ímã, William Gilbert estaria apto a esboçar várias analogias com a Terra, uma pedra-ímã gigante. Dessa forma, os livros I e II do *De Magnete* tornariam claro que seu maior interesse seria extrair uma analogia entre a pedra-ímã e a Terra.⁷⁹

Grande parte dos experimentos e argumentos apresentados no *De Magnete* seria conduzida em torno das concepções de William Gilbert. Essas concepções não apenas guiariam os experimentos, mas também controlariam os esboços de seus instrumentos, sendo que a peça chave seria a pedra-ímã esférica: todas as pedras-ímãs têm pólos, mas a forma esférica é a mais perfeita.

William Gilbert sabia que as pedras-ímãs esféricas seriam de uso mais complicado, sem falar na dificuldade de conseguí-las, se comparado com aquelas na forma de barra ou ovais. Além disso, os pólos e o eixo de uma pequena Terra, ou *terrella*, não se apresentavam como óbvios e os poderes magnéticos eram menores do que nas pedras-ímãs em forma de barra.⁸⁰

Quase tão importante quanto a *terrella* de William Gilbert seria seu *versorium*: um detector de rotação.⁸¹

Ele o utilizaria para explicar suas argumentações de que a matéria magnética não movia em linha reta, como a terra elementar, mas em círculos reservados aos corpos celestes.⁸²

O outro empreendimento de William Gilbert seria mostrar que a *terrella* poderia representar um “modelo” da Terra. Suas principais demonstrações consistiriam em mover o *versorium* através do orbe de virtude de uma *terrella* e registrar suas orientações:

Muito do *De magnete* foi dedicado para demonstrar o ajuste de dados obtidos, a partir dos instrumentos, às observações terrestres. William Gilbert raciocinava que a Terra poderia se comportar como a *terrella*, mas também que esta era um modelo seguro da própria Terra. Dessa maneira, ele poderia circunavegar o globo, o *versorium* poderia ser deslocado para todos os pontos – mesmo para as regiões polares.⁸³

O conjunto de experimentos realizados com o *versorium* e a *terrella* se tornariam convincentes tendo em vista o princípio central da ‘filosofia magnética’ de William Gilbert – o princípio da analogia: uma pedra-ímã esférica torneada e moldada seria efetivamente uma pequena Terra. Assim, as propriedades das partes (*terrella*) especialmente seus movimentos circulares seriam também propriedades do todo, a Terra.⁸⁴

⁸² Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.114.

⁸³ *Ibid.*, p.116.

⁸⁴ *Ibid.*, pp. 115-116.

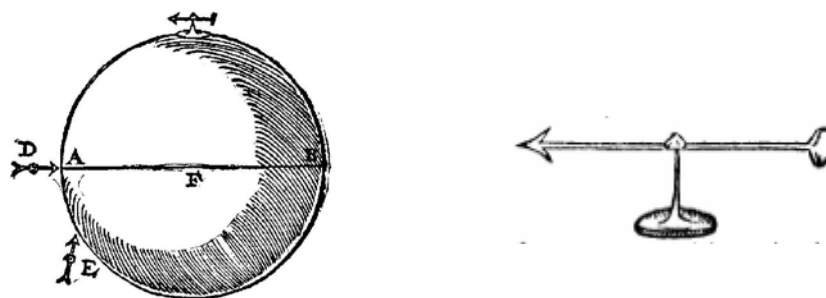


Ilustração 14: a apresentação da *terrella* e detalhamento do *versorium*: um instrumento provavelmente inventado por William Gilbert

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.13, 49.

Dessa forma, o livro III começaria com a consideração das causas dos movimentos magnéticos:

A Terra, a mãe de tudo, tem estas causas aprisionadas em suas reentrâncias: todos os movimentos magnéticos devem ser considerados em relação a suas leis: a posição, constituição, verticidade, pólos, equador, horizonte, meridianos, centro, periferia, diâmetro e forma de sua substância interior como um todo.⁸⁵

Já o livro IV estaria relacionado à ‘variação’ magnética, ou seja, à discussão do comportamento da agulha de uma bússola em diferentes partes do globo, enquanto que o livro V trataria do declive magnético, o fenômeno discutido por Robert Norman.

O livro VI finalmente explicaria a inevitável conclusão dos livros anteriores – que a Terra seria uma pedra-ímã gigante, e como as pedras-ímãs,

⁸⁵ William Gilbert, *op. cit.*, pp.179-180.

seria capaz de um movimento circular em torno de seu eixo e de se manter em uma orientação particular.

Em vários aspectos é o material encontrado no livro V, explicando o fenômeno do declive magnético, que completaria o argumento de William Gilbert de que a Terra seria uma pedra-ímã gigante. É também a área onde William Gilbert se aproximaria mais do trabalho de Robert Norman.

Não há dúvida da importância do declive magnético para a filosofia de William Gilbert:

Obtemos a partir daquele excelente experimento relacionado aos movimentos dos corpos magnéticos, a maneira como eles se desviam abaixo do horizonte em virtude de sua verticalidade natural. Após dominarmos este fato, a maravilhosa combinação, harmonia e interação entre a Terra e a pedra-ímã se tornarão manifestas através da revelação de nossas concepções e opiniões.⁸⁶

No *De Magnete*, William Gilbert daria a impressão de ter criado uma ciência mantendo a matemática e a filosofia natural separadas. Este fato poderia nos levar a deduzir que, em parte, o *De Magnete* seria resultado do esforço cooperativo entre o filósofo Natural William Gilbert e o matemático Edward Wright (1558?-1615), pois há indícios de que este último teria escrito várias partes do *De Magnete* e não apenas seu ‘discurso laudatório’.⁸⁷ Entretanto, em nossas pesquisas ainda não foi possível uma segura interpretação deste fato. Muitas questões poderiam ser estabelecidas em torno deste relacionamento, o que

⁸⁶ *Ibid.*, p. 275.

⁸⁷ Stephen Pumfrey, *op. cit.*, pp.178-180.

implicaria em reavaliar o uso que William Gilbert fazia dos procedimentos adotados pelos artesãos e “matemáticos”.

Uma outra análise importante em termos das fontes é a relação entre a obra de William Gilbert e aquela de Giambatista della Porta (1540-1615), *Magia Naturalis*, publicada em duas edições – em 1558 e 1559 – principalmente em relação ao Livro VII, dividido em cinquenta e seis capítulos dedicados às maravilhosas aplicações da pedra-ímã. Tal análise se deve ao fato da incidência de citações feita por William Gilbert, que, muitas vezes, ocorriam em termos de uma crítica às observações relatadas.

Os procedimentos adotados pelos dois autores apresentariam algumas semelhanças, embora seja de notar que a riqueza dos detalhes apresentados nos experimentos fosse mais acentuada na obra de William Gilbert.⁸⁸

Já nas primeiras páginas do livro I: “escritos de autores antigos e modernos concernentes à pedra-ímã: várias opiniões e enganos”, William Gilbert faria um comentário sobre Della Porta e sua obra *Magia Naturalis*:

[...] Recentemente Baptista Porta, um filósofo não inferior, elaborou o sétimo livro de sua *Magia Naturalis* como um guardião e divulgador de maravilhas da pedra-ímã; mas pouco ele conhecia ou via dos movimentos magnéticos; algumas coisas que ele observou [...] através de seus próprios estudos, não é cuidadosamente discutido; o livro é repleto de experimentos falsos como deixarei claro em um momento oportuno.⁸⁹

Tais citações fizeram com que Della Porta, na tradução italiana de 1611, declarasse William Gilbert como um inglês de maneiras grosseiras:

[...] que tomou o livro VII de minha *Magia Naturalis* e o separou em muitos livros, efetuando algumas mudanças; o material que ele acrescentou como sendo devido a suas próprias observações é falso, perverso e melancólico [...].⁹⁰

Della Porta, ao buscar uma separação entre seu trabalho e aquele de William Gilbert, afirmaria que a magia natural era uma ciência do extraordinário, ao contrário da filosofia natural cujo objetivo seria explicar os aspectos cotidianos da natureza.⁹¹

Dessa maneira, a magia natural explicaria o excepcional, o incomum e o “milagroso”. O objetivo do trabalho de Della Porta seria desenvolver explicações para os fenômenos supostamente “maravilhosos”, registrados na enciclopédia dos segredos e reduzindo todos aqueles segredos a seus próprios lugares.⁹²

Visando interpretar as possíveis influências nos trabalhos de William Gilbert causadas por sua leitura de *Magia Naturalis*, busca-se, a partir desse parágrafo um acompanhamento das inúmeras citações diretas que seriam feitas nos diversos capítulos que compõem o *De Magnete*.

⁹⁰ Derek J. Price, comenta na introdução da tradução inglesa *Natural Magick*, p.viii.

⁹¹ Em Maria Helena Roxo Beltran, “Receitas, Experimentos e Segredos”, in Ana Maria Alfonso-Goldfarb & Maria Helena Roxo Beltran, orgs., *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*, p. 87: “De fato, para Della Porta, a busca de analogias na observação da natureza e os conhecimentos médicos seriam fundamentais para se conhecer as causas dos eventos – o que era o propósito da filosofia natural e de sua parte operativa, a magia natural.”

⁹² Derek J. Price, “Giambattista della Porta and his *Natural Magick*”, *Smithsonian Institution*, p.11.

Assim, no livro II do *De Magnete*, capítulo III: “opiniões de outros sobre a cópula magnética que eles denominam atração”, William Gilbert, após ter tratado dos fenômenos relacionados aos corpos elétricos, discutiria as opiniões de vários filósofos – Epicuro, Tales, Anaxágoras, Platão, Lucrecio, Galeno e Girolamo Cardano – sobre a cópula magnética. Em suas argumentações ele destacaria a opinião de Della Porta:

Para Baptista a pedra-ímã parece uma espécie de mistura de pedra e ferro de tal modo que é um ferro-pedra ou pedra-ferro. ‘Mas eu penso’,(ele diz) ‘a pedra-ímã é uma mistura de pedra e ferro, como um ferro-pedra ou uma pedra de ferro. Também não penso que a pedra seja alterada pelo ferro, como se perdesse sua própria natureza, nem que o ferro seja fundido na pedra, mas ele se preserva; do esforço e empenho de um para obter a vitória sobre o outro a atração é realizada pelo combates entre ambos. Naquele corpo há mais pedra do que ferro; por isso o ferro que não pode ser subjugado pela pedra deseja o poder e companhia do ferro; aquele não estando apto a resistir sozinho pode necessitar de mais ajuda para se defender... A pedra-ímã não atrai pedras porque ela não, pois existe pedra suficiente em seu corpo. Se uma pedra-ímã atrai outra, isto não se deve à pedra, mas sim ao ferro que há nela.’ Como se na pedra-ímã o ferro fosse um corpo distinto e não misturado como os outros metais em seus minérios!⁹³

O questionamento de William Gilbert estaria ligado ao fato de Della Porta imaginar o ferro, em uma pedra-ímã, como um corpo distinto e não uma mistura como todos os outros metais em seus minérios.⁹⁴

[...] o ferro quando excitado por uma pedra-ímã atrai outros pedaços de ferro com um poder igual ao da própria pedra-ímã. Portanto, essas contendas, rebeliões e conspirações na pedra, como se estimulassem perpétuas disputas e a partir daí evocar por poderes auxiliares, não podem ser invenções de tão distinto mago.⁹⁵

Em relação às causas da cópula magnética, William Gilbert descartaria a possibilidade da emissão de eflúvios magnéticos, quer fossem materiais ou imateriais, o que se apresentaria contrário à opinião de Della Porta:

[...] Por isso não existe tal concepção e origem dos poderes magnéticos, como também não existem as diminutas partículas agregadas à pedra, o que foi erroneamente imaginado por Baptista Porta... Os eflúvios elétricos não são impedidos apenas por uma matéria densa, mas também por chamas, ou seja, uma pequena chama impede a atração. Mas, como o ferro não é impedido de receber o poder da pedra por qualquer obstáculo ou por uma chama ele adere à pedra [...] ⁹⁶

Para comprovar suas afirmativas, William Gilbert utilizaria experimentos e observações relacionados aos eflúvios elétricos, avaliando os efeitos provocados pela interposição de corpos densos e presença de uma chama de fogo que poderiam impedir a atração de pequenos corpos por aqueles que foram eletrizados, o que, segundo ele, não se verificaria quando da atração do ferro pela pedra-ímã:

⁹⁵ *Ibid.*, pp.63-64.

⁹⁶ *Ibid.*, p.66. Ver também G. della Porta, *op. cit.*, p. 192.

Tome um pequeno pedaço de fio de ferro. Aproximando-o da pedra-ímã ele será atraído em direção a esta através da chama. Uma agulha magnética se move não menos rápida e avidamente. Uma chama, em relação aos efeitos da pedra-ímã, intervém como se apenas o ar existisse entre esta e o fio de ferro. Assim, uma chama interposta não impede a cópula magnética.⁹⁷

A partir destes experimentos, William Gilbert apresentaria o fato do ferro e da pedra-ímã perderem seus poderes de atração quando expostos por longo tempo ao fogo.

Se o ferro for aquecido, ele certamente não será atraído. Aproxime uma haste de ferro aquecida de uma agulha magnetizada: a agulha permanecerá imóvel, não girando em direção à haste. No entanto, com o resfriamento o giro da agulha passa a ser percebido. Um pedaço de ferro magnetizado, se for exposto a um fogo forte, até que se torne rubro, perderá seu poder magnético. [...] Embora alguns minérios magnéticos, quando aquecidos, emitam um vapor fétido e sulfuroso, tais vapores não são a alma da pedra-ímã; nem a causa da atração do ferro, como Porta supõe [...] o fogo destrói as qualidades magnéticas da pedra-ímã, não porque arranca desta qualquer partícula de peculiar poder de atração, mas porque a rápida penetração da chama a deforma quebrando sua matéria.⁹⁸

Ao analisar a maneira pela qual o poder de atração de uma pedra-ímã se incorporaria à mesma, William Gilbert lançaria mão de novos experimentos buscando contrapor o que era exposto em *Magia Naturalis*. Suas demonstrações

⁹⁷ William Gilbert, *op. cit.*, p.67.

⁹⁸ William Gilbert, *op. cit.*, p.68. G. della Porta, *op. cit.*, p.212: “Eu descobri, que este é o único e verdadeiro modo entre muitos que são expostos por escritores sobre a colocação de uma grande quantidade de carvão aquecido sobre uma pedra-ímã. Uma vez aquecida ao rubro, [a pedra] logo perde sua virtude. Um vapor azulado como o enxofre, com cheiro forte como aquele do carvão, é exalado dela. Quando a chama se apaga e o vapor deixa de ser exalado, se você tirar a pedra-ímã do fogo, todo o poder desaparece. Eu sempre pensei que a causa da atração do ferro se tratasse da alma da pedra-ímã. Visto que o ferro é feito de enxofre imperfeito, como eu li em Geber e outros escritores que tratam dos metais, o qual é a causa que faz [o ferro] ser atraído tão rapidamente pela pedra-ímã e desejar ser envolvido por ela. Quando aquele vapor sai da pedra, ela perde toda sua virtude. Então, [a pedra] será apenas uma carcaça morta e será em vão o esforço tentar revivê-la.”

se concentrariam no fato da pedra-ímã apresentar um poder mais notável nos pólos:

Que a pedra-ímã atrai outra pedra-ímã, o ferro e outros corpos metálicos, já mostramos no livro anterior. Também esclarecemos sobre o poder que coloca em ordem a cópula magnética. Agora devemos investigar como esse poder é estabelecido em uma substância magnética. [...] Uma pedra-ímã não atrai o ferro com o mesmo vigor em todos os pontos; ou uma substância magnética não se aproxima igualmente de cada parte da pedra-ímã, pois esta apresenta pontos, os verdadeiros pólos, em que uma excepcional virtude se sobressai.⁹⁹

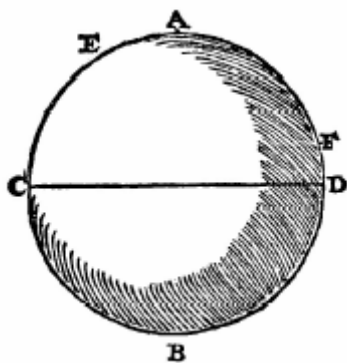


Ilustração 15: Demarcação de pontos específicos na *terrella* para estudo do poder de atração da pedra-ímã. A determinação dos pontos onde este poder se apresentaria com maior virtude.

Fonte: *On the Magnet*, p. 72.

William Gilbert marcaria na *terrella* – conforme ilustração 15 – os pontos A e B como sendo os pólos, e CD a linha equinocial. De acordo com suas observações, o poder de atração se manifestaria mais intenso nos pontos A e B, enquanto que em C e D não se detectaria um poder que fosse capaz de atrair para si objetos magnéticos, pois o poder tenderia para os pólos. No ponto E o poder de

⁹⁹ William Gilbert, *op. cit.*, p.71.

atração se apresentaria mais intenso do que em F, uma vez que E estaria mais próximo de um dos pólos:

[...] Isto não ocorre porque há maior virtude no pólo, mas, uma vez que todas as partes são unidas no todo, elas direcionam seus poderes em direção ao pólo. Assim, do plano equinocial em direção aos pólos o poder aumenta. Há uma verticidade no pólo desde que a pedra-ímã permaneça inteira.¹⁰⁰

Isso era contrário ao pensamento de Della Porta, que afirmaria: “Não devemos pensar que a pedra-ímã atrai o ferro em todas as partes, mas apenas em um determinado e certo ponto. Isso deve ser investigado com grande empenho, cuidado e diligência.”¹⁰¹

Quanto aos poderes das pedras-ímãs, William Gilbert se concentraria nas alterações decorrentes da divisão da *terrella* em várias partes, destacando o “erro” cometido por Della Porta em relação à alteração de verticidade: “[...] Se a *terrella* for dividida ou quebrada, nas partes resultantes a verticidade encontrará um outro lugar permanente, pois a mudança de massa implica na mudança de verticidade.”¹⁰²

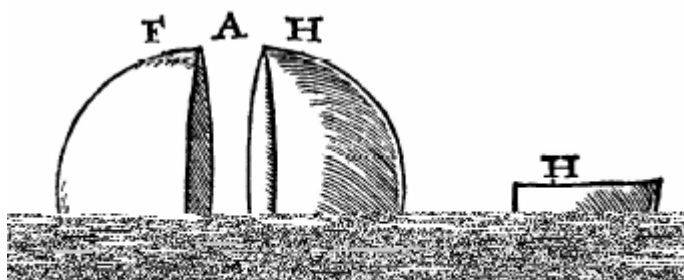


Ilustração 16: A mudança de verticidade quando a *terrella* é dividida em várias partes.
Fonte: *On the Magnet*, p. 72.

¹⁰⁰ *Ibid.*, p.72.

¹⁰¹ G. della Porta, *op. cit.*, pp. 201-202.

¹⁰² William Gilbert, *op. cit.*, p.72.

Para esclarecer seu ponto de vista, William Gilbert apresentaria um experimento detalhado. A *terrella* seria dividida ao longo da linha AB – como na ilustração 16 – resultando duas novas pedras, sendo os pólos nas partes não mais A e B, mas sim F e G, H e I. William Gilbert afirmaria que:

[...] Embora as duas partes estejam em concordância, F não tende para H. Entretanto, se antes da divisão A era um pólo norte F igualmente o será, o mesmo acontecendo em relação a H. Pois, a verticidade não é invertida (como Baptista Porta incorretamente afirma no capítulo IV de seu livro VII), apesar de F e H não mais se atraírem mutuamente, ainda assim as duas partes giram para o mesmo ponto do horizonte.¹⁰³

Della Porta ao apresentar suas observações relativas ao mesmo fato, afirmaria que o poder exercido pela pedra-ímã seria enviado em linha reta, do pólo norte ao pólo sul, ao longo de seu comprimento. Com a divisão da pedra resultariam partes com outras propriedades e virtudes.

[...] os dois pontos dos quais falamos são as extremidades de uma linha reta que se dirige de norte a sul pelo meio da pedra. Se qualquer homem quebrar a pedra ao longo desta linha, aquelas extremidades resultantes da divisão apresentarão outras propriedades e virtudes, inimigas uma da outra, o que é uma grande maravilha.¹⁰⁴

William Gilbert ampliaria suas demonstrações ao analisar os efeitos em um fio de ferro, suspenso no ar e aproximado de uma pedra-ímã. Ao comentar uma declaração de Fracastorio destacaria um experimento que teria sido

¹⁰³ *Ibid.*, p.73.

¹⁰⁴ G. della Porta, *op. cit.*, p.193.

realizado por Della Porta para a verificação das influências exercidas no fio colocado dentro do orbe da pedra-ímã:

Dentro do orbe magnético um pedaço de ferro se move em direção aos pontos de maiores poderes da pedra-ímã se não for impedido por um artifício qualquer, ou pelo material de um corpo colocado entre eles;[...] Mas, se não for possível o ferro alcançar a pedra devido a algum obstáculo, ele se separa dela e assim permanece com uma conexão menos firme e constante, uma vez que a grandes distâncias a aliança é menos amigável. Fracastorio, no oitavo capítulo de sua obra *De Sympathia*, diz que ao se aproximar uma pedra-ímã acima de um pedaço de ferro, suspenso no ar, ele será puxado para cima com um vigor igual àquele que o move para baixo: assim o ferro permaneceria suspenso no ar, o que é um absurdo. [...] Baptista Porta suspende no ar um pedaço de ferro (com a pedra-ímã fixada acima) e, por meio de um procedimento não muito sutil, o ferro é preso por uma linha delgada em sua parte inferior de modo que não é possível ao mesmo erguer-se em direção à pedra-ímã.¹⁰⁵

Assim, William Gilbert avaliaria a diminuição do poder da pedra-ímã com a distância e eliminaria a “linha fina” que manteria o pedaço de ferro separado da pedra-ímã. Além disso, afirmaria que, devido à maior proximidade, a cópula ocorreria com maior intensidade.¹⁰⁶

No capítulo seguinte, ainda tratando do poder de uma pedra-ímã, William Gilbert relataria um experimento que novamente o conduziria a discordar de Della Porta que, buscando esclarecer “mitos” quanto à “nutrição” de uma pedra-

¹⁰⁵ William Gilbert, *op. cit.*, pp. 91-92. G. della Porta, *op. cit.*, p. 204: “Eu tenho tentado e me empenhado por muito tempo em fazer o ferro pender no ar sem tocar a pedra-ímã ou se fixar à mesma. Assim, eu imaginava ser quase impossível obter tal efeito... Entretanto, após várias tentativas, finalmente consegui atingir o esperado. O ferro deveria ser preso, por sua parte inferior, em um ponto, por uma fina linha de modo que não fosse possível para o mesmo erguer-se. Então, ao aproximar a pedra-ímã, acima do ferro, esse se empenhando em acoplar à pedra-ímã ergue-se no ar”

¹⁰⁶ William Gilbert, *op. cit.*, p.92.

ímã por limalhas de ferro, teria testado e apresentado uma conclusão sem avaliar todas as circunstâncias envolvidas:

Uma determinada pedra-ímã pode apresentar um poder maior do que outra, pois pode arrastar uma quantidade de ferro com peso igual ao seu próprio, enquanto outra dificilmente pode agitar algumas limalhas de ferro. Quaisquer coisas, dotadas de vida, necessitam de alguma espécie de alimento através do qual sua energia não apenas persiste, mas se desenvolve firme e vigorosamente. Mas, o ferro, como afirma Cardano, não é atraído pela pedra-ímã de modo que essa possa se nutrir de suas limalhas adquirindo seu vigor pela adição de ferro [...] Porta, tendo dúvidas sobre o aumento do poder de uma pedra-ímã resolveu testar. Ele tomou uma pedra-ímã de determinado peso e a enterrou em limalhas de ferro de peso total conhecido; após ter deixado nessa situação por um período de alguns meses ele verificou que a pedra-ímã apresentava um peso maior e as limalhas de ferro um peso menor. Entretanto, a diferença era tão reduzida que ele estava em dúvida em relação à verdade. O experimento não caracterizava a voracidade da pedra-ímã [...] ¹⁰⁷

Na avaliação de William Gilbert o experimento nada mostraria em termos de “nutrição”, afirmando que as dúvidas de Della Porta, quanto ao aspecto da atração do ferro pela pedra-ímã, em termos de material nutritivo, dificilmente poderiam ser resolvidas pelo experimento imaginado, pois algumas limalhas poderiam facilmente ser perdidas ou penetrarem em poros existentes na pedra. Uma ampliação do poder de uma pedra-ímã poderia ser obtida a partir do atrito e polimento com aço, ou colocando-a em um recipiente contendo o melhor ferro, ou o mais puro aço. Algumas vezes também, uma boa e forte pedra-ímã, ganharia

¹⁰⁷ William Gilbert, *op. cit.*, p.93. G. della Porta, *op. cit.*, p.212: “[...] Quando tentei verificar tal fato, tomei uma pedra-ímã de um certo peso e a enterrei em um amontoado de limalhas de ferro de peso conhecido. Após alguns meses, ao desenterrar a pedra-ímã notei um aumento de peso da mesma e uma diminuição no peso das limalhas de ferro. Mas a diferença era tão pequena que não me foi possível observar uma sensível declinação da balança.”

algum poder se fosse atritada sobre o pólo de outra.¹⁰⁸ William Gilbert finalizaria seus comentários propondo um experimento (ver ilustração 17), detalhado e por ele considerado como de grande importância para o esclarecimento das leis magnéticas:

Uma pedra-ímã, um tanto quanto poderosa e razoavelmente grande, aumenta o poder de outra, bem como do ferro. Quando uma pedra-ímã é colocada sobre o pólo boreal de outra, este pólo se torna mais forte e uma haste de ferro (como uma flecha) se fixa a ele no ponto **a**, mas não completamente no ponto **b**. O pólo **a** também, quando está na extremidade de uma linha reta que passa pelo eixo das pedras unidas de acordo com as leis magnéticas, ergue a haste para a perpendicular, o que não faria se a pedra-ímã maior fosse removida, pois seu poder seria enfraquecido. Um pequeno globo de ferro colocado sobre o pólo de uma *terrella* ergue a haste para a perpendicular. Entretanto, quando o mesmo globo é colocado lateralmente, a haste não é direcionada para o centro do globo, mas é erguida obliquamente, pois o pólo, em um pedaço de ferro é o ponto que é unido firmemente ao pólo da *terrella*. As partes da Terra, assim como aquelas de todos os corpos magnéticos, estão em concordância e se deleitam com a proximidade mútua; quando colocadas em seus mais elevados poderes, elas não causam danos às partes inferiores, nem as menospreza; há um mútuo amor entre todas elas, um eterno afeto.¹⁰⁹

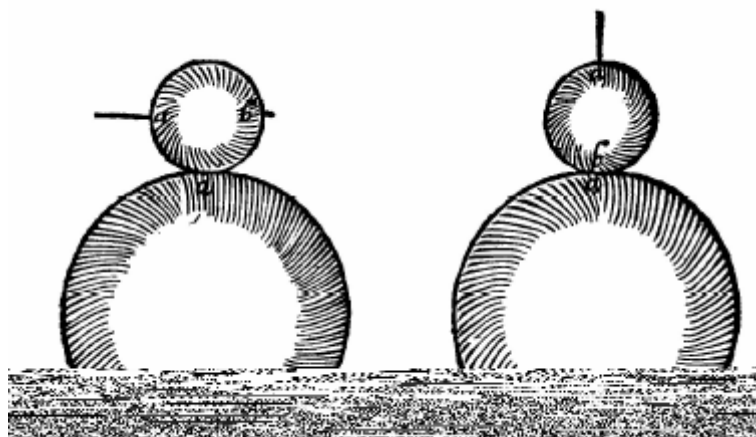


Ilustração 17: O aumento do poder de uma pedra-ímã pequena colocada no pólo boreal de uma pedra-ímã maior.

Fonte: William Gilbert, *On The Magnet*, p.94.

¹⁰⁸ William Gilbert, *op. cit.*, p.93.

¹⁰⁹ *Ibid.*, pp. 93-94.

Ao tratar da definição do centro dos poderes magnéticos, William Gilbert discordaria das proposições apresentadas por Della Porta:

“[...] Os raios da virtude magnética se estendem em todas as direções em um orbe. O centro deste orbe não está no pólo (como Baptista Porta supõe no capítulo 22), mas sim no centro da pedra ou da *terrella*. Assim também, o centro da Terra é o centro de seus movimentos magnéticos. Contudo, os corpos magnéticos não são direcionados diretamente para o centro do movimento magnético, exceto quando são atraídos pelo pólo verdadeiro. Pois, uma vez que o poder formal da pedra ou da Terra proporciona a unidade e conformidade dos corpos separados, este se espalha em todos os lugares a distâncias iguais do centro ou da circunferência.”¹¹⁰

Argumentando a partir do esquematizado na ilustração 18, William Gilbert explicaria e apresentaria suas conclusões:

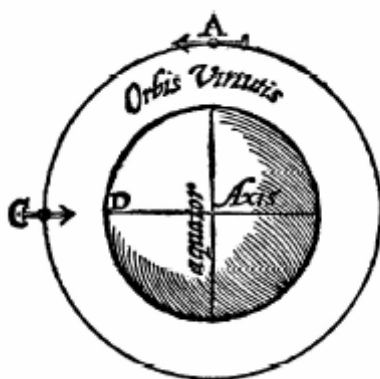


Ilustração 18: A circunferência da esfera de influência da *terrella* com as virtudes magnéticas se estendendo a iguais distâncias, em todas as direções.
Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.96.

¹¹⁰ William Gilbert, *op. cit.*, pp. 95-96. G. della Porta, *op. cit.*, pp. 201-202: “[...] Aproxime uma pedrã de um pequeno pedaço de ferro, quando perceberes o pedaço de ferro tremer e se dirigir para a pedrã, tocando-a, esse é o ponto de atração e os raios de sua virtude são enviados a partir do mesmo.”

[...] se no ponto C, a uma certa distância do ponto D, a pedra está apta a atrair um *versorium*, no ponto A, a uma distância igual e acima do equador, a pedra pode direcionar e girar um *versorium*. Assim, o centro e meio da *terrella* é o centro de suas virtudes magnéticas que são emitidas para a circunferência do orbe (em intervalos iguais de cada lado).¹¹¹

Sempre buscando uma nova caracterização para a denominada cópula magnética, no capítulo com o título: “Certos Problemas e Experimentos magnéticos sobre a cópula, separação e o movimento regular dos corpos magnéticos”, William Gilbert destacaria e discutiria outro “erro” cometido por Della Porta:

[...] Uma haste atritada no pólo de uma pedra-ímã se empenha em obter o mesmo pólo e o segue. Entretanto, Baptista Porta erra quando, no capítulo 40, diz que ‘se você colocar aquela parte próxima da extremidade da qual recebe seu poder esta não a seguirá, mas sim se afastará e se arrastará para a parte contrária e oposta’. Mas, afirmamos que os princípios de girar e inclinar são os mesmos nos casos envolvendo a cópula entre duas pedras-ímãs, entre uma pedra-ímã e um pedaço de ferro e entre dois pedaços de ferro. Quando partes que resultaram da divisão de substâncias magnéticas são aproximadas, elas se arrastam na busca de uma verdadeira união, se conectam e passam a constituir um único corpo com uma única virtude, não apresentando extremidades diferentes.¹¹²

Conduzido por análises em torno da verticidade, William Gilbert trataria dos corpos não magnéticos atritados com uma pedra-ímã. Os corpos como a madeira, ouro, prata, cobre, zinco, chumbo ou vidro quando colocados sobre cortiças para flutuarem na água, não se orientariam em uma direção fixa. Assim, se fossem atritados com uma pedra-ímã não exibiriam pólos. Nestes corpos,

¹¹¹ William Gilbert, *op. cit.*, p.96.

¹¹² William Gilbert, *op. cit.*, p.102. G. della Porta, *op. cit.*, p.209: “Quando um pedaço de ferro, tocado pelo ponto norte da pedra-ímã e suspenso por um fio, se aproxima daquela parte da qual recebeu seu poder, ele não a deseja, mas se afasta e se arrasta para a parte contrária e oposta.”

segundo William Gilbert, não existiriam as qualidades primárias, como aquelas do ferro, que lhes permitiriam adquirir uma verticidade. Com o objetivo de reforçar esse ponto de vista ele citaria Della Porta:

Aqui alguns podem se maravilhar com um demonstrável erro de B. Porta, que, embora estabelecesse oposições a uma velha falsidade sobre o diamante, ao falar de um poder contrário àquele da pedra-ímã, introduz uma opinião ainda pior; ou seja, aquele ferro, quando tocado por um diamante, giraria para o norte. ‘Se’, ele diz, ‘você atritar uma agulha de ferro em um diamante, colocando-a para flutuar na água, ou suspendendo-a por meio de uma linha, ela logo gira para o Norte, como se tivesse tocado em uma pedra-ímã, porém com um giro ligeiramente mais fraco. Ainda seria adequado verificar se a parte contrária faria a agulha girar para o Sul: Eu tentei este fato com muitas agulhas, mas verifiquei que, quando colocadas para flutuar em água, todas permaneciam equidistantes e apontando para o norte.’¹¹³

Essas opiniões seriam contrárias às regras magnéticas, complementarmente a William Gilbert, afirmando que teria realizado vários experimentos utilizando setenta pedaços de excelentes diamantes, várias barras e pedaços de fios de ferro, todos manipulados e observados com o máximo cuidado. Entretanto, em nenhum momento poderia confirmar aquilo que fora exposto por Della Porta:

Ele [Della Porta] foi iludido pela verticidade adquirida da Terra pelo cravo ou fio de ferro (como afirmé acima), pois o ferro se desvia naturalmente para seu pólo definitivo. Ignorando tal fato ele imaginava que o diamante fosse o responsável pelos efeitos. [...] O diamante é algumas vezes designado pelo nome de *Sideritis*, não por ser feito de ferro ou por atrair o ferro, mas por causa de seu brilho parecido com o aço cintilante; [...] conseqüentemente muitos escritores atribuem inúmeras qualidades ao diamante, mas que realmente pertencem à pedra-ímã siderita.¹¹⁴

¹¹³ William Gilbert, *op. cit.*, p.143. Ver também G. della Porta, *op. cit.*, p.214.

¹¹⁴ William Gilbert, *op. cit.*, p.143.

Analisando o conteúdo dos demais livros que compõem a obra *De Magnete* encontraremos mais duas referências diretas ao conteúdo de *Magia Naturalis*.

Primeiro, ao interpretar as alterações provocadas na verticidade e no poder dos corpos magnéticos, William Gilbert utilizaria o fato de não ter verificado qualquer alteração em relação a essas propriedades quando colocava uma pedra-ímã acima ou abaixo de corpos magnéticos suspensos e em equilíbrio:

Passar sobre isto silenciosamente seria inconveniente, porque um recente erro, provocado por uma observação defeituosa de Baptista Porta, deve ser corrigido; [...] Pois, se uma pedra-ímã ou pedaço de ferro magnético, mantidos em equilíbrio ou flutuando em água, são atraídos e dispostos em direção a certos pontos, quando você coloca acima ou abaixo dos mesmos um pedaço de ferro ou outra pedra-ímã, eles não giram para partes contrárias. As mesmas extremidades dos corpos suspensos estarão sempre direcionadas à mesma extremidade daquela pedra que foi aproximada [...]¹¹⁵

William Gilbert afirmaria que Della Porta teria sido enganado pela forma irregular de algumas das pedras utilizadas e por não ter planejado o experimento adequadamente e complementarmente:

Portanto ele é induzido ao erro por opiniões sem sentido e pensa poder supor que do mesmo modo que uma pedra-ímã tem um pólo ártico e um antártico ela também tem um pólo oeste e um leste, um pólo superior e outro inferior. Assim de idéias tolas, concebidas e admitidas, surgem outras errôneas.¹¹⁶

¹¹⁵ *Ibid.*, p.144. William Gilbert mencionaria três capítulos de *Magia Naturalis* intitulados: capítulo XVII: “A situação torna a virtude da pedra contrária; capítulo XXXI: “A posição do ferro mudará o poder” e capítulo XLII: “O poder do ferro que atrai desaparecerá pelas diversidades de posições”.

¹¹⁶ *Ibid.*, p.144.

A próxima referência direta se fundamentaria na determinação da longitude terrestre a partir da variação, o que poderia se transformar em um grande serviço aos marinheiros e produzir grandes avanços do ponto de vista geográfico:

[...] Entretanto, B. Porta, no capítulo 38 do livro 7, é enganado por uma esperança vã e opiniões infrutíferas. Pois, ele supôs que a agulha magnética manteria uma regularidade e proporcionalidade ao se mover ao longo dos meridianos, de modo que ‘quanto mais próxima ela estiver do leste mais se declinará da linha do meridiano em direção ao leste; quanto mais próxima estiver do oeste, mais se declinará para o oeste’ (o que é totalmente falso). Ele pensa que descobriu um verdadeiro índice da longitude. Mas, ele está equivocado. Entretanto, admitindo e assumindo tais coisas (com se fossem perfeitamente verdadeiras) ele constrói um grande compasso indicando graus e minutos, através do qual estas mudanças proporcionais do *versorium* poderiam ser observadas. Mas, estes princípios são falsos, mal concebidos e considerados, pois o *versorium* não gira mais para o leste por que uma viagem é realizada para o leste [...] a variação experimentada pelas agulhas é provocada pelas grandes extensões de terra e também por causa das elevações deformadas na superfície da terra.”¹¹⁷

Nos demais livros que compõem a obra *De Magnete* as citações envolvendo o conteúdo de *Magia Naturalis* não aparecem. Muitos dos experimentos e análises posteriores não apresentam correspondências diretas e em alguns trechos são apontados apenas os “erros” e equívocos cometidos por Della Porta sem uma explicação ou discussão.

No entanto, existem indícios de que em termos de concepção da matéria, algumas das idéias de William Gilbert e Della Porta apresentariam uma certa semelhança. Derik J. Price descreveria em seu artigo que, embora Della Porta

¹¹⁷ *Ibid.*, pp. 166-167.

manteria um debate mais profundo seria Aristóteles, como se pode verificar no capítulo seguinte: matéria elétrica e forma magnética.

Capítulo III

Matéria elétrica e forma magnética

III.1. Abordagens Experimentais: aspectos gerais

O

A aparente contradição entre estas duas considerações sobre William Gilbert é uma característica do período em que autor e obra se inseriam:

Do mesmo modo – apesar das várias transformações radicais e palpáveis durante os séculos XVI e XVII –, foi possível verificar em textos de vários estudiosos considerados iniciadores da ciência moderna uma composição dos saberes formando um desenho à moda antiga, onde permanecem, mesmo sem querer, velhas concepções qualitativas.¹²¹

No *De Magnete* foram relatados fatos que não seriam simples especulações, ou seja, muito de suas conclusões extraídas de experimentos não admitiam concepções já estabelecidas. Uma terceira concepção, “onde permanência e descontinuidade conviveram lado a lado”¹²² parece ser aquela em que os vários aspectos da ciência de William Gilbert se revelariam mais integrados.

William Gilbert professaria a realização de experimentos como sendo a base para o estabelecimento de uma filosofia natural:

Para vocês, verdadeiros filósofos, homens honestos, que buscam o conhecimento não apenas dos livros, mas das próprias coisas, dirijo estes princípios magnéticos em uma nova maneira de filosofar... a partir da qual desejo realizar as provas de alguns experimentos, permitindo manusear as substâncias, não com negligência e descuido, mas prudente e habilmente e de maneira própria... pois coloco nestes livros tudo que tenho explorado, executado e repetido inúmeras vezes.¹²³

¹²¹ Ana Maria Alfonso-Goldfarb, Maria Helena Roxo Beltran e Márcia Helena Mendes Ferraz, “a historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços”, in Ana Maria Alfonso-Goldfarb & Maria Helena Roxo Beltran. Beltran, orgs., *Escrevendo a História da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*, p.61.

¹²² *Ibid.*, p.60.

¹²³ William Gilbert, *op.cit.*, sig. *ij v.

É interessante observar que para William Gilbert e alguns de seus contemporâneos a idéia de que experimentos bem detalhados e elaborados seriam necessários na análise dos fenômenos naturais, representaria um dos elementos essenciais na elaboração de suas concepções sobre os fenômenos da natureza.

Porém, o debate entre alguns historiadores da ciência não surge com relação à decisão em confiar em experimentos que pudessem ser repetidos, mas sim da questão que é posterior a isto, ou seja, o status dos relatos verbais destes experimentos.¹²⁴ Alguns mantêm que os relatos poderiam ser feitos de forma que permanecessem invariáveis, tendo em vista as subseqüentes mudanças nas concepções idealizadas para explicar os fatos. Tomando como base essa premissa vamos analisar mais detalhadamente alguns dos experimentos propostos e realizados por William Gilbert.

Em alguns casos o propósito dos experimentos era determinado pela proposta cosmológica de William Gilbert. Não há dúvidas de que ele e seus sucessores imediatos considerariam como seu maior empreendimento a demonstração de que a Terra era uma pedra-ímã gigante. Isto seria evidenciado pelo título de seu livro: *sobre o magneto, corpos magnéticos e sobre o grande*

¹²⁴ Ver Edgard Zilsel, *op. cit.*, pp. 1-32; Peter Dear, *Discipline & Experience*, p.159; Allen G. Debus, *El Hombre y la Naturaleza en el Renacimiento*, p.162; A. Rupert Hall, *A revolução na Ciência: 1500 – 1750*, p.290; Paulo Rossi, *O nascimento da ciência moderna na Europa*, p. 290 – 293; Stephen Pumfrey, *Latitude and the Magnetic Earth*, pp. 42 – 54; John Henry, *A revolução científica e as origens da ciência moderna*, pp. 26, 59-60; J. L. Heilbron, *Electricity in the 17th & 18th Centuries*, p.169; H. E. Le Grand, *Experimental Inquires: Historical, Philosophical and Social Studies of Experimentation in Science*, pp. 35-36.

magneto a Terra, e através de todo seu texto.¹²⁵ Esse aspecto central do pensamento de William Gilbert seria comentado por Galileu:

Salviati – [...] Mas eu não apresentei nenhuma das razões que provam de maneira conclusiva, *de facto*, que este nosso globo é uma pedra-ímã, nem esta é a ocasião para apresentá-las, principalmente porque podeis mais comodamente efetuar a leitura em William Gilbert; mas apenas para incentivar-vos a assim proceder, eu vos quero expor o progresso que ele adota no seu filosofar; que tem certa semelhança com o meu. Sagredo é conduzido a dizer: Todo esse argumento pareceu-me muito conclusivo e estas experiências com a agulha fazem-no pouco inferior a uma demonstração matemática; confesso sinceramente não ter, em toda a filosofia magnética, ouvido ou lido algo que, com uma eficácia similar, dê a razão de algum outro de seus fenômenos tão maravilhosos dos quais, se tivéssemos as causas explicadas com tanta clareza, não sei que outro alimento poderia desejar o nosso intelecto.¹²⁶

A comprovação de William Gilbert consistiria de experimentos realizados com um artefato que reproduziria, tanto quanto possível, a forma da Terra, ou seja, com uma pedra-ímã esférica – a *terrella*, ou pequena Terra. Seria dessa maneira que ele conduziria muitas de suas investigações, demonstrações e concepções sobre o fenômeno magnético relacionado com as pedras-ímãs e os corpos denominados magnéticos.¹²⁷ As investigações seriam determinadas por sua concepção de que o poder magnético e a forma da Terra estariam intimamente conectados e que haveria nesta forma em particular – uma substância magnética esférica – algo elementar e fundamental na estrutura da

¹²⁵ John Henry, *op. cit.*, p.118.

¹²⁶ Galileu Galilei, *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*, pp. 489- 490.

¹²⁷ Antônio de Pádua Magalhães, *op. cit.*, p. 61: “William Gilbert propôs a confecção da *terrella*, uma pedra-ímã esférica que seria utilizada nas diversas análises dos diferentes movimentos magnéticos e que se constituiria no instrumento básico sobre o qual estariam centrados os diversos experimentos que descreveria.” Também encontraremos um detalhamento deste instrumento em Peter Dear, *Discipline & Experience: The Mathematical Way in the Scientific Revolution*, p.159.

natureza. Assim, a Terra era a ativa, primária e poderosa mãe, em cujo ventre cresciam todos materiais secundários:

Para nós, aqueles metais nascem e crescem nas partes mais elevadas do globo terrestre, sendo distinguidos entre si por sua própria forma, como algumas das outras substâncias extraídas do mesmo globo e todos os corpos que nos cercam. O globo da Terra não consiste de cinzas ou pó inerte.¹²⁸

Mas, William Gilbert consideraria o ferro, e não o ouro, como sendo o metal mais nobre: “este é o mais notável dos metais sendo útil para as maiores necessidades dos homens e o mais abundante entre os metais.”¹²⁹ Assim, o ferro e a pedra-ímã seriam corpos primários de mesma natureza da mãe Terra e a esfera se apresentaria como a forma mais perfeita:

Conseqüentemente a forma esférica, que é a mais perfeita, se ajusta melhor à Terra como um globo. Assim é mais apropriada para a utilização nos experimentos e, de acordo com nossas principais demonstrações, a pedra deve ter a forma de um globo magnético sendo esta a mais adaptada a nossos propósitos.¹³⁰

Dos vários relatos experimentais, realizados por William Gilbert, apresentados com cuidadosas descrições, alguns poderiam ser aceitos por aqueles que admitem ser possível, a partir da observação, chegar a leis utilizando apenas o raciocínio e confirmando um enunciado universal através de um certo número

¹²⁸ William Gilbert, *op. cit.*, p.19.

¹²⁹ *Ibid.*, p.24.

¹³⁰ William Gilbert, *op. cit.*, p.12. Um pensamento que se aproxima muito dos critérios de perfeição dos gregos. Ver Ana Maria Alfonso-Goldfarb, *A Magia das Máquinas: John Wilkins e a origem da mecânica moderna*, p.69: “O círculo como é bem sabido, era para os gregos muito mais do que uma figura geométrica. Pois, na verdade, era a divina representação, ou mesmo a própria imagem do movimento perfeito.[...]”

de observações singulares, enquanto outros poderiam ser utilizados com o objetivo de estabelecer uma distorção a partir de outras concepções.¹³¹

Consideremos, então, a distinção feita por William Gilbert entre a cópula e a atração magnética, suas indicações sobre a repulsão, bem como a distinção que ele faria entre a rotação e a cópula.

O único capítulo em que William Gilbert discutiria a atração elétrica seria intitulado: “Sobre a cópula magnética, e primeiro sobre a atração do âmbar, ou mais verdadeiramente sobre o unir dos corpos ao âmbar.” Aqui ele daria início a sua proposta em separar os fenômenos elétrico e magnético, lançando críticas aos eruditos, teólogos e metafísicos por utilizarem a atração, envolvendo a pedra-ímã e o âmbar, na explicação de fatos por ele considerados obscuros:

A fama da pedra-ímã e do âmbar tem sido celebrada por vários eruditos. A pedra-ímã e o âmbar fazem com que alguns filósofos os invoquem quando, ao explicar muitos segredos, suas percepções se tornam obscurecidas e o raciocínio não pode auxiliá-los. Inquisitivos teólogos também buscam explicar os mistérios divinos fora do alcance dos sentidos humanos por meio da pedra-ímã e do âmbar; do mesmo modo os metafísicos quando ensinam sobre inúteis fantasmas recorrem à pedra-ímã como se ela fosse uma espada délfica, uma ilustração aplicada a qualquer coisa.¹³²

Neste e no capítulo “Opiniões sobre a cópula magnética à qual denominam atração”, tomando as opiniões de outros sobre a cópula magnética, William Gilbert cuidadosamente distinguiria entre o poder de atração, ou fascínio, exercido pelos corpos elétricos sobre os corpos leves – atraídos

¹³¹ M. B. Hesse, *op. cit.*, p.130.

¹³² William Gilbert, *op. cit.*, p. 46.

passivamente – e a cópula magnética em que os corpos magnéticos, o ferro ou a pedra-ímã, se dirigiam simultaneamente um para o outro a partir de ações mútuas:

Atualmente, inúmeras discussões têm sido feitas no que diz respeito aos elétricos [e] as causas da cópula magnética podem ser apresentadas. Dizemos cópula e não atração. A palavra atração, infelizmente, se arrasta na filosofia magnética a partir da ignorância dos antigos; pois onde há atração parece existir uma ação aplicada e um *impetus* violento prevalece. Mas, onde quer que tenhamos falado de atração magnética, entendemos como cópula magnética, ou um vir junto primário.¹³³

William Gilbert não ignoraria o fato de que se uma pedra-ímã pesada fosse colocada próxima a outra mais leve esta última seria deslocada mais facilmente.

[...] qualquer substância magnética se liga fortemente com uma pedra-ímã se esta for forte, mas apenas fracamente quando a mesma for imperfeita ou enfraquecida por alguma falha. Uma pedra-ímã não atrai igualmente em todas as partes... pois uma pedra-ímã tem pontos, seus verdadeiros pólos, em que uma excepcional virtude se sobressai.¹³⁴

Tomando estes pressupostos, William Gilbert descreveria um fenômeno similar relacionado à atração de corpos leves por um grande pedaço de âmbar em termos do que se afigurava, para ele, como sendo a indicação de uma diferença fundamental entre os dois casos.¹³⁵ Neste ponto, seria importante para ele distinguir as causas da atração elétrica daquelas relativas ao magnetismo tanto

¹³³ *Ibid.*, p.60.

¹³⁴ *Ibid.*, p.71.

¹³⁵ Duane H. D. Roller, *op. cit.*, p. 110.

quanto possível, porque ele desejava manter a pedra-ímã e o ferro, com suas propriedades, como fundamentais e predominantes no universo.¹³⁶ Sem dúvida, ele imaginava ter encontrado uma cuidadosa distinção entre as duas espécies de fenômenos.

Consideremos a questão da repulsão. William Gilbert, após apresentar e discutir as idéias de vários estudiosos de sua época sobre casos de atração em outros corpos, no capítulo sobre os corpos que se repelem mutuamente, afirmaria não existir a repulsão entre os elétricos:

Autores que têm discutido sobre os poderes envolvidos na atração entre os corpos têm também falado sobre os poderes relacionados aos corpos que se repelem... aqueles autores dizem que do mesmo modo que as coisas semelhantes se atraem com a finalidade da preservação, também as coisas diferentes e contrárias, com o mesmo propósito, se repelem mutuamente... Isto é evidente na reação de muitas coisas, mas está mais presente no caso de plantas e animais que atraem coisas semelhantes e familiares e da mesma maneira rejeitam coisas estranhas e inadequadas; mas em outros corpos não existe o mesmo motivo, assim sendo, quando eles estão separados os mesmos se atraem mutuamente.¹³⁷

Uma vez que William Gilbert descrevia experimentos em que os corpos leves se moviam mais rapidamente quando colocados mais próximos do corpo elétrico, seria difícil acreditar que ele não tenha observado o afastamento dos corpos leves após o contato como o corpo elétrico. Se William Gilbert observou, ele não relatou como repulsão, mesmo que tal possibilidade se ajustasse melhor a suas concepções em torno dos eflúvios emitidos pelo corpo elétrico:

¹³⁶ M. B. Hesse, *op. cit.*, p.139.

¹³⁷ William Gilbert, *op. cit.*, p.113.

[...] os eflúvios são emitidos quando o âmbar atrai; quando um corpo se aproxima, seu movimento é mais rápido, poderes mais fortes o puxam, o mesmo acontecendo no caso dos movimentos magnéticos e naturais, não por atenuação ou expulsão do ar, que permitiria ao corpo ocupar o lugar do ar, pois dessa maneira ele apenas atrairia e não ficaria retido [...] assim um eflúvio é emitido do âmbar devido ao atrito.¹³⁸

No caso das pedras-ímãs William Gilbert relataria que as substâncias magnéticas seriam repelidas mais lentamente do que atraídas ao descrever o comportamento de duas pedras-ímãs flutuantes – colocadas com seus pólos iguais frente a frente – como uma disposição para o vir em harmonia e não como uma repulsão mútua:

A cópula é mais firme e mais rápida do que a separação e repulsão em substâncias magnéticas iguais. Que as substâncias magnéticas são repelidas mais lentamente do que são atraídas é evidente em todos os experimentos magnéticos de pedras flutuando em água e também no caso de fios ou hastes de ferro adaptados em cortiças e excitados por uma pedra-ímã. Pois uma pedra se inclina para a outra; uma gira em torno da outra, a coloca em ordem para o emparelhamento e a conduz para trás na busca da harmonia. Quando, finalmente, elas se aproximam e se acoplam à ordem da natureza, elas se mantêm firmemente unidas.¹³⁹

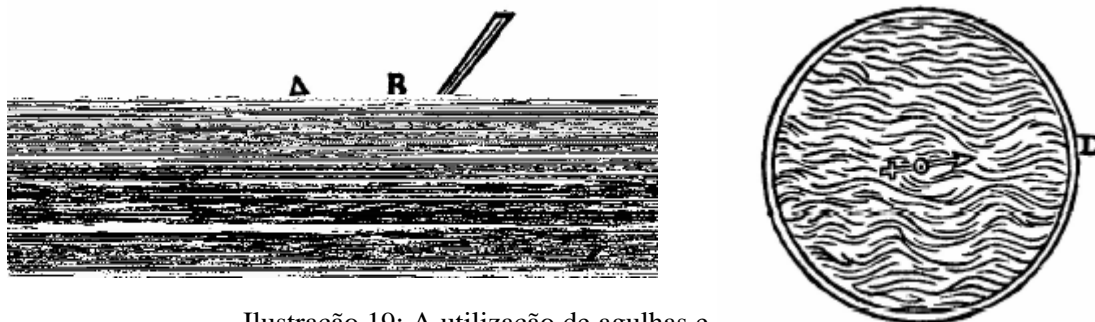


Ilustração 19: A utilização de agulhas e hastes de ferro adaptadas em cortiça flutuando em água
Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.29, 162.

¹³⁸ *Ibid.* p.55.

¹³⁹ *Ibid.*, pp.16, 100.

Dessa forma não haveria propriamente algo como a antipatia magnética. A cópula magnética seria um movimento da pedra-ímã e do ferro, não a ação de apenas um deles: uma ação conjunta, mais do que uma simpatia. A antipatia magnética seria inexistente, pois um giro completo das extremidades ocorreria mediante uma ação conjunta na busca da unidade.¹⁴⁰

É possível que William Gilbert não tenha se adaptado à idéia de uma repulsão porque esta não se ajustava às simpatias e antipatias ocultas postuladas em todas os tipos de processos que ele investigou e relatou no capítulo com o título: “Sobre os casos de atração em outros corpos.” Mas, não há razão para duvidar que ele estivesse sempre fornecendo uma cuidadosa descrição do que observava em seus procedimentos.

William Gilbert viria sugerir que o poder responsável pela cópula e pela disposição para girar, teria diferentes alcances expandindo além do orbe da cópula – aquele espaço através do qual o corpo magnético mais leve seria movido pela pedra-ímã – e do orbe de virtude – aquele espaço através do qual a virtude de qualquer pedra-ímã se estendia.¹⁴¹

Nos parágrafos anteriores selecionamos alguns dos experimentos como uma maneira de exemplificarmos os procedimentos realizados por William Gilbert no desenvolvimento de suas concepções. Novas abordagens e retomadas em relação aos mesmos serão necessárias quando, nas próximas páginas,

¹⁴⁰ *Ibid.*, p.68.

¹⁴¹ *Ibid.*, sig. *vj v. Nesta página seriam apresentadas, por parte de William Gilbert, interpretações de certas palavras utilizadas no desenvolvimento de sua obra. Podemos assim verificar sua preocupação em esclarecer sobre ‘as palavras novas que não tinham aparecido em outro lugar’.

analisarmos as concepções teóricas em termos de matéria elétrica e forma magnética.

Interpretation of certain words.

TErrella, a globular loadstone.

Verticity, polar vigour, not περιδίνησις, but περιδίνεισιος δύναμις: not a vertex or πόλος, but a turning tendency.

Electricks, things which attract in the same manner as amber.

Excited Magnetick, that which has acquired powers from the loadstone.

Magnetick Verforium, a piece of iron upon a pin, excited by a loadstone.

Non-magnetick Verforium, a verforium of any metal, serving for electrical experiments.

Capped loadstone, which is furnished with an iron cap, or snout.

Meridionally, that is, along the projection of the meridian.

Paralleletically, that is, along the projection of a parallel.

Cusp, tip of a verforium excited by the loadstone.

Ilustração 20: A lista de interpretação de certas palavras acrescentada por William Gilbert na página que antecede ao índice dos capítulos.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, sig. *vj v.

III.2. A pedra-ímã e o ferro: aspectos gerais de composição e formação

Para explicar o magnetismo da Terra William Gilbert consideraria como um único elemento¹⁴², a terra verdadeira, homogênea como o globo e dotada de uma influente forma em função da qual conservaria uma verticidade fixa com tendência para girar:

[...] sustentamos que a verdadeira terra é uma substância sólida e homogênea como o globo, rigorosamente coerente, dotada de uma primordial (como nos outros globos do universo) e influente forma, apresentando uma verticidade definida e girando com um movimento necessário a uma tendência inata para girar. É esta constituição, quando verdadeira, natural, não danificada ou desfigurada por defeitos externos, que a pedra-ímã possui, superior a todos os corpos que se mostram visíveis, como se fosse uma parte homogênea extraída da terra. Assim, o ferro nativo, *sui generis* (como os metalurgistas o denominam), é formado quando partes homogêneas da terra crescem em um veio metálico; a pedra-ímã será formada quando estas partes forem alteradas para a pedra metálica, ou a partir de um veio do mais puro ferro: assim em outros veios de ferro a matéria homogênea que vem junto é alguma coisa mais imperfeita.¹⁴³

A verdadeira terra não poderia ser observada, pois o globo estaria envolvido por uma cobertura não magnética, deteriorável e relativamente delgada, produzida por geração e corrupção. Entre os corpos conhecidos, a pedra-ímã e o ferro seriam os mais próximos e similares à verdadeira terra.

¹⁴² Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.94.

¹⁴³ William Gilbert, *op. cit.*, p.42.

[...] embora o globo terrestre, devido aos variados humores e natureza dos solos que surgem da contínua sucessão do crescimento e declínio esteja começando a florescer de sua parte mais profunda até a superfície, ele é circundado com uma cobertura variada e perecível, como se fosse um véu. No entanto, fora de seu ventre surge, em muitos lugares, uma descendência semelhante ao mais perfeito corpo¹⁴⁴

William Gilbert estaria buscando fornecer explicações para o magnetismo da Terra e para os fenômenos magnéticos terrestres. Tais explicações teriam de ser desenvolvidas com a finalidade de enfrentar uma série de objeções, em particular, as questões levantadas em torno da formação das pedras – magnéticas e não magnéticas – e dos metais.

Na filosofia magnética de William Gilbert a pedra-ímã e o ferro seriam considerados os mesmos em espécie, apresentando-se diferentes das demais substâncias. Para explicar esta suposta similaridade ele consideraria que as duas substâncias magnéticas compartilhavam a mesma natureza térrea.

A maioria das pedras-ímãs fornece na fornalha um excelente ferro. Entretanto, o minério de ferro é semelhante à pedra-ímã em todas as qualidades primárias; pois são similares à terra do que os outros corpos conhecidos por nós. A pedra-ímã e o ferro apresentam uma substância magnética que é homogênea, verdadeira e afim com o globo da Terra; menos infectada e prejudicada por defeitos estranhos; menos desordenada com as excrescências da superfície da terra e menos adulterada por produtos corrompidos[...]¹⁴⁵

¹⁴⁴ *Ibid.*, p.11.

¹⁴⁵ *Ibid.*, p.39.

Tal consideração não parece concordar com tradicionais distinções entre pedras e minerais em termos de sua formação:

[...] Produzidas pela ação do sol na superfície da terra ocorrem as ‘exalações de fumaças’ (quente/úmida) quando raios solares incidem em terras secas, e as ‘vaporosas’ (frio/úmido), quando a incidência se dá em terras úmidas. Quando estas ‘exalações’ são aprisionadas na crosta terrestre acabam por condensar-se produzindo os minerais. Tornam-se metais aquelas exalações de origem úmida, e fósseis (ou gemas e pedras), as de origem seca.¹⁴⁶

Entretanto, William Gilbert buscava uma explicação para a propriedade magnética do ferro, atribuindo sua origem material (e da similar pedra-ímã) à verdadeira terra magnética.¹⁴⁷ As propriedades ordinárias do ferro seriam conferidas ao “vapor metálico” que as determinaria do mesmo modo que no demais metais de origem material relacionada à terra adulterada.

O vapor é uma causa remota na geração dos metais; o fluido condensado dos vapores está mais próximo desta causa como o sangue e o sêmen na geração dos animais. Mas, aqueles vapores e sucos passam dentro dos corpos e os modificam, sendo transportados para dentro dos veios que constituem suas matrizes onde são formados. [Os vapores] penetram frequentemente dentro da verdadeira e homogênea substância do globo e com o tempo resultam em um veio de ferro. A pedra-ímã também é assim produzida, pois ela nada mais é do que uma nobre espécie de minério de ferro. [...] Quando aquele vapor ou aqueles sucos encontra, em matrizes adequadas, com erupções deformadas da substância homogênea da terra e com diversos precipitados, são gerados os demais metais.¹⁴⁸

¹⁴⁶ Ana Maria Alfonso-Goldfarb, *Da Alquimia à Química*, p.56.

¹⁴⁷ G. Freudenthal, “The Theory of matter and Cosmology in William Gilbert's *De Magnete*”, *Isis*, p.24.

¹⁴⁸ W. Gilbert, *op. cit.*, pp. 20-21.

Das idéias anteriormente relatadas, William Gilbert adotaria o termo “exalação” com um significado diferente, pois ela não seria a causa material dos metais, mas a causa de suas propriedades metálicas:

A terra emite vários humores que não têm sua origem a partir da água ou da terra seca, nem da mistura dessas, mas da substância da própria terra: estes humores não são diferenciados por qualidades contrárias ou elemento, nem é a terra um elemento simples como os peripatéticos imaginam.¹⁴⁹

Assim, para William Gilbert, existiria a terra verdadeira e seus humores. Quando um humor penetrasse na matéria sólida da verdadeira terra seriam formados o ferro e a pedra-ímã – uma nobre espécie de minério de ferro. Se o humor penetrasse nos sólidos térreos degenerados encontrados na superfície da Terra, ele formaria os metais não-magnéticos e as rochas.¹⁵⁰

Portanto, poderemos entender melhor o que é o ferro quando declararmos quais são as causas e a substância dos metais de uma maneira diferente daquelas que antes de nosso tempo as tinham considerado. Aristóteles tomava a causa material dos metais como sendo o vapor. Os alquimistas afirmam que seus elementos constituintes são o enxofre e o mercúrio. Georgius Agricola os entende como sendo formados por uma mistura de água... Para nós os metais nascem e florescem no topo do globo da Terra sendo distinguidos por sua própria forma como algumas das outras substâncias extraídas da terra e todos os outros corpos ao nosso redor. O globo da terra não consiste de cinzas ou pó inerte. Não é a água doce um elemento, mas uma consistência mais simples dos fluidos evaporados da terra. Os corpos gordurosos, a água doce destituída de propriedades, o mercúrio e o enxofre, nenhum destes são princípios dos metais. Estas últimas coisas são resultados de uma natureza diferente, tampouco são constantes e antecedentes no curso da geração dos metais.¹⁵¹

¹⁴⁹ William Gilbert, *op.cit.*, p.20.

¹⁵⁰ Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.119.

¹⁵¹ William Gilbert, *op. cit.*, pp.19-20.

Ainda em relação à origem da pedra-ímã e do ferro, uma outra idéia em vigor na época de William Gilbert era a concepção em torno da semente metálica. Entretanto, ao admitir a idéia de que a causa dos metais seria semelhante àquela das plantas e animais ele a localizaria na matriz térrea e não na semente.¹⁵²

A matriz assumiria o papel de semente permitindo uma avaliação da causa formal de acordo com a idéia de que os metais surgiam em conseqüência das causas material e formal do elemento terra.¹⁵³

Pois, os elementos primordiais e ocultos dos metais e pedras permanecem escondidos na terra como aqueles das ervas e plantas na crosta exterior. O solo cavado a uma grande profundidade, onde pareceria não existir a suspeita de uma concepção de semente, quando colocado em uma torre mais elevada, produz, pela incubação do sol e do céu, verdes pastagens e ervas que crescem espontaneamente naquela região. Assim, cada região produz suas próprias ervas, plantas e também seus metais.¹⁵⁴

Dessa maneira, William Gilbert parece não ter adotado idéias sobre a composição da matéria mais difundida em sua época.¹⁵⁵

Além disso, em certos trechos de sua obra William Gilbert criticaria algumas tradicionais concepções alquímicas:

¹⁵² Em Ana Maria Alfonso-Goldfarb e Márcia Helena Mendes Ferraz, “‘Experiência’ e ‘experimentos alquímicos’, in Ana Maria Alfonso-Goldfarb & Maria Helena Roxo Beltran, orgs., *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*, p.28, encontraremos uma explicação sobre o princípio seminal dirigindo e transformando toda a matéria original.”

¹⁵³ G. Freudenthal, *op. cit.*, p.28.

¹⁵⁴ William Gilbert, *op. cit.*, pp. 20-21.

¹⁵⁵ Sobre essas idéias vide Ana Maria Alfonso-Goldfarb, *Da Alquimia à Química*, pp.45-50.

O que os alquimistas (como Geber e outros) chamam enxofre térreo fixo no ferro, nada mais é do que a homogênea terra solidificada por seus próprios humores, amalgamada com um fluido duplo: um humor metálico é inserido juntamente com uma pequena quantidade da substância da terra não destituída de humor. Portanto, o dito comum de que no ouro há terra pura e no ferro terra impura está errado.[...]

[...] Aqueles químicos são tolos, pois pensam que a natureza aperfeiçoará todos os metais em ouro que se destaca pelo esplendor, gravidade e densidade, sendo invencível contra toda deterioração; dessa forma a natureza poderia igualmente mudar todas as pedras para diamantes uma que vez esses as supera em esplendor e dureza.¹⁵⁶

Entretanto, William Gilbert, com uma dupla proposta, sustentaria que, de certo modo seria o ferro, e não o ouro ou a prata, o metal perfeito.

Primeiramente ele argumentaria que a idéia de que no ouro haveria terra pura e no ferro terra impura estaria errado. Pois, no ferro, especialmente no melhor ferro, existiria a terra com sua verdadeira e genuína natureza. A matéria dos outros metais, incluindo prata e ouro, seria apenas eflorescência do globo terrestre.¹⁵⁷

Em segundo lugar, William Gilbert sustentaria o ferro como o principal dos metais devido a sua grande utilidade para a espécie humana, superando em centena de vezes a dos outros metais. Para convencer seu leitor apresentaria uma lista de equipamentos e instrumentos confeccionados com o ferro: pregos, canhões, mosquetes, balas de canhões, entre outros que, entretanto, eram as pestes da humanidade. Assim, perfeito seria o ferro comum e útil, em lugar do incorruptível, precioso, mas inútil ouro.

¹⁵⁶ William Gilbert, *op. cit.*, pp.21-24.

¹⁵⁷ G. Freudenthal, *op. cit.*, p.21.

[...] essas coisas que tenho ensaiado com a finalidade explicar satisfatoriamente o quanto é notável o uso do ferro que ultrapassa em centena de vezes aquele dos outros metais. Todos os dias [o ferro] é forjado pelos artesãos metalurgistas em quase todas as vilas. Assim, é o mais importante dos metais e útil às maiores necessidades do homem. Além disso é mais abundante do que os outros metais.¹⁵⁸

Os eventos na primeira metade do século XVI criaram espaço favorável para a aceitação da importância do ferro, pois seu uso se expandia. Além disso, a situação econômica lançava dúvidas sobre a preciosidade dos metais quando a inflação reduzia o poder de compra do ouro e da prata. Na segunda metade do século XVI esforços consideráveis seriam empreendidos para desmembrar a intrincada relação entre a nobreza (alquímica), o valor (econômico) e a raridade dos metais nobres.¹⁵⁹

¹⁵⁸ *Ibid.*, p.24.

¹⁵⁹ Duane H. D. Roller, *op. cit.*, pp.132-133.

III.3. A matéria elétrica

A separação, entre o fenômeno magnético e o efeito âmbar, realizada por William Gilbert, estaria baseada em elementos fundamentais de suas concepções sobre o magnetismo e nos raciocínios que elaboraria para evidenciar a diferença essencial entre os dois fenômenos e seriam, ao mesmo tempo, as bases sobre as quais construiria suas concepções

Após uma exposição dos antigos nomes do âmbar e dos conhecimentos que eram apresentados sobre o mesmo, relatando que outras substâncias também exerceriam a atração sobre corpos leves, William Gilbert renovaria suas concepções sobre tal confusão, mas com uma atenção maior aos autores do que antes:

Muitos são os autores modernos que têm escrito, ou copiado de outros, sobre o âmbar com seu poder de atração e sobre outros fatos desconhecidos. Como resultado de seus trabalhos muitas livrarias estão abarrotadas. Nossa época tem produzido muitos volumes sobre causas escondidas, ocultas e obscuras. Em todos o âmbar é relatado como atraindo a palha. Mas, você não encontra em cada um deles uma prova de experimento ou demonstração. Os escritores lidam apenas com palavras, introduzindo mais escuridão ao assunto, tratando-o de maneira miraculosa, obscura, secreta e oculta. Por isso, tal filosofia não produz frutos, pois muitos filósofos, não realizando suas próprias investigações e sem o suporte de qualquer experiência prática, não fazem qualquer progresso através de seus registros e não vêem os esclarecimentos que podem obter para suas teorias. Assim, sua filosofia se baseia simplesmente no uso de poucos e raros termos gregos...¹⁶²

Ao apresentar sua própria explicação da atração elétrica William Gilbert citaria sua lista dos não-elétricos dirigindo-se ao leitor para relatar que não entendia porque essas substâncias particulares não exerciam sua atração:

¹⁶² *Ibid.*, pp. 47-48.

[...] Mas, muitos elétricos (como pedras preciosas e algumas outras substâncias) não atraem de modo algum, exceto se esfregados. Por outro lado, muitas gemas e outros corpos, mesmo estando polidos e sendo atritados não atraem... Isto será entendido apenas quando tivermos observado mais de perto a origem primária dos corpos. É evidente para todos que a estrutura e a crosta da terra, consistem de um duplo material, ou seja, de uma matéria fluida e úmida e de um material mais consistente e seco. Dessa dupla natureza, ou da simples compactação de uma delas surgem várias substâncias que se apresentam como sendo de maior natureza térrea do que aquosa. Essas substâncias – que surgem da umidade aquosa ou mais densa, adquirem sua forma por uma compactação mais simples, são compactadas destes mesmos materiais por um longo tempo, apresentam uma resistência suficiente e permanecem brilhantes depois de atritadas e polidas – fazem com que todas as coisas que se aproximem em sua direção girem desde que suas massas não impeçam.¹⁶³

William vai além com duas argumentações sobre os elétricos que são produzidos dos não-elétricos e os elétricos que se tornam não-elétricos: O vidro é obtido da areia que não exerce atração devido às impurezas que contém, o mesmo acontecendo com os metais; o aquecimento ou queima dos elétricos produz a destruição de seus humores.¹⁶⁴

Neste ponto William Gilbert lembraria a seu leitor o verdadeiro propósito do trabalho:

Entretanto, aquelas [coisas] que compartilham da verdadeira substância da terra, ou são ligeiramente diferentes da mesma, também atraem, mas por uma razão diferente, ou seja, magneticamente; destas falaremos posteriormente...¹⁶⁵

Assim, o problema seria abordado em dois diferentes aspectos. No primeiro, o mundo deveria ser considerado dividido em magnéticos e não-

¹⁶³ *Ibid.*, p.51.

¹⁶⁴ *Ibid.*, p.52.

¹⁶⁵ *Ibid.*, p.52.

magnéticos, com as substâncias susceptíveis ao atrito divididas em elétricas e não-elétricas.

No outro aspecto, as substâncias magnéticas seriam os puros produtos do ventre da terra e se atrairiam através de uma cópula magnética; as substâncias elétricas seriam fluidos solidificados e exibiriam sua atração apenas quando atritadas.

Entretanto, permanecia um grupo intermediário de substâncias, as não-magnéticas e as não-elétricas:

aquelas que resultam da mistura de água e terra e da degradação de ambos (nas quais o poder magnético da terra é degradado e permanece enterrado, com o humor aquoso contaminado pela combinação com uma grande quantidade de terra não conduzindo a uma solidificação, mas a uma mistura com a terra), não podem de nenhuma maneira atrair ou mover qualquer coisa de seu lugar sem estabelecer um contato.¹⁶⁶

Dessa forma, o sistema de William Gilbert compreenderia a totalidade dos sólidos. Ele daria a impressão de considerar os fenômenos magnético e elétrico como sendo ocultos, ou seja, pensando-os como fenômenos do não-contato.¹⁶⁷

William Gilbert parecia estar ciente da necessidade de uma integração no esquema conceitual contemporâneo uma vez que ele se voltaria para os problemas que tal esquema apresentaria: Quais eram as causas dos fenômenos elétricos e magnéticos? Por que razão a falta de simetria entre ambos seria responsável pela atração por um lado e cópula pelo outro?¹⁶⁸

¹⁶⁶ *Ibid.*, p.52.

¹⁶⁷ Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.127.

¹⁶⁸ *Ibid.*, p.128.

Em todos os corpos do mundo duas causas ou princípios são estabelecidos, dos quais os corpos são produzidos, matéria e forma. Os movimentos elétricos adquirem o poder da matéria, enquanto os magnéticos o adquirem da forma. Estes [movimentos] se diferenciam amplamente. Um é mais efetivo e enobrecido por muitas virtudes; o outro é desprezível, com um poder menor, confinado por certas barreiras e que necessita de estímulos – atrito ou fricção – para a liberação de um eflúvio, após o corpo adquirir um certo grau de polimento.¹⁶⁹

O eflúvio era um termo que poderia ter inúmeros significados e estaria mais próximo de um termo genérico do que qualquer ação oculta: “É provável que a atração exercida pelo âmbar sobre outros corpos seja produzida por algo que lhe é peculiar e não pelo ar das vizinhanças.”¹⁷⁰

A demonstração realizada por William Gilbert, a partir de um experimento, seria dupla: primeiro, uma gota esférica de água colocada acima do âmbar seria atraída em forma de um cone, caracterizando a ação sobre as partículas da gota e não sobre a gota como um todo; segundo, uma chama colocada nas proximidades do âmbar atritado não apresentaria qualquer oscilação, o que seria esperado caso o âmbar afetasse o ar ambiente. Assim:

[...] Um eflúvio exala do âmbar e é emitido por atrito... uma exalação emana do corpo que foi solidificado a partir de um humor ou líquido aquoso alcança o corpo que será atraído e se une ao mesmo. O corpo que atrai e o que é atraído entram em contato pela emissão de eflúvios, estando unidos entram em harmonia. Isso é, muitas vezes, denominado de atração.¹⁷¹

William Gilbert parecia insistir que a ação elétrica não seria uma atração oculta, mas um fenômeno de contato:

¹⁶⁹ William Gilbert, *op. cit.*, pp. 52-53.

¹⁷⁰ *Ibid.*, p.55.

¹⁷¹ *Ibid.*, pp. 55-56.

[...] o contato entre os elétricos não é perceptível. Mas, uma vez que nenhuma ação pode ser executada pela matéria, exceto através do contato, alguma coisa é enviada de um para o outro, alguma coisa que possa estabelecer o início do estímulo para que venha acontecer o contato.¹⁷²

A ação é mecânica, mas surge de uma simpatia. Dessa forma, William Gilbert não descartava inteiramente os antigos pontos de vista na formulação da “nova forma de filosofar” que propôs. Isto é aceitável para o período onde idéias ‘antigas’ e ‘modernas’ se misturavam. Entretanto, já se estabeleciam contatos com a nova cosmologia e as novas idéias que viriam substituir o antigo projeto enciclopédico do saber.¹⁷³

Complementando suas idéias sobre os eflúvios elétricos William Gilbert apresentaria a diferença entre os corpos elétricos e os magnéticos, com a ação dos elétricos excitados sendo avaliada como uma atração que não produziria alteração no corpo atraído devida à infusão de eflúvios.

[os eflúvios] são especiais, peculiares e únicos, diferentes do ar comum, são produzidos de humores, excitados pela ação do calor, atrito e extenso refino. Eles são como hastes materiais que atraem firmemente e erguem pedaços de palhas, fenos e gravetos miúdos até que sejam extintos. A diferença entre magnéticos e elétricos é que todos os corpos magnéticos se dirigem uns para os outros por poderes mútuos; apenas os corpos elétricos atraem. Aquele que é atraído não é alterado pelo poder incorporado, apenas se empenha pela lei da matéria. Os corpos são atraídos para um elétrico em linha reta em direção ao centro do elétrico. Uma pedra-ímã arrasta outra pedra-ímã diretamente aos pólos, em outras partes oblíqua e transversalmente... O movimento elétrico é um movimento de acúmulo de matéria; o movimento magnético é de disposição e agregação.¹⁷⁴

¹⁷² *Ibid.*, p.57.

¹⁷³ Ana Maria Alfonso-Goldfarb, *O que História da Ciência*, p.20.

¹⁷⁴ William Gilbert, *op. cit.*, p.60.

Assim, William Gilbert começaria o livro II com uma investigação utilizando experimentos relacionados ao fenômeno elétrico e sua explicação em torno dos eflúvios para estabelecer que o fenômeno magnético seria o mais nobre. O fenômeno magnético seria uma manifestação imaterial da alma da Terra, enquanto o fenômeno elétrico apresentaria uma causa material. O fenômeno magnético representaria uma permanente ação à distância, mas o fenômeno elétrico seria efêmero e afetado por muitos fatores.¹⁷⁵

William Gilbert para distinguir as atrações magnéticas e elétricas introduziria o conceito de ‘cópula magnética’ para fundamentar o poder magnético e a colocaria em oposição à atração elétrica que não seria mútua. Nas páginas seguintes serão abordadas as concepções que ele apresentaria em termos dos corpos magnéticos ao tratarmos das ‘formas magnéticas’.

¹⁷⁵ Duane H. D. Roller, *op. cit.*, pp 126-127.

III.4. A forma magnética

Ao apresentar suas concepções no *De Magnete*, como já destacado anteriormente, William Gilbert se mostraria confiante na possibilidade dos experimentos para demonstrar as causas verdadeiras:

Mas depois da natureza magnética ter sido revelada pelo discurso a seguir e aperfeiçoada por nossos trabalhos e experimentos, as causas obscuras e escondidas de tão grande natureza surgirão, seguras, comprovadas, apresentadas e demonstradas; ao mesmo tempo toda escuridão, com os erros e mentiras, desaparecerá [...] a fundação de uma grande filosofia magnética, que até então permanece subjugada se manifestará de modo que os grandes intelectos não poderão mais se submeter às zombarias [...]¹⁷⁶

Entretanto, esta reivindicação seria feita apenas no caso do magnetismo e não em relação a suas concepções em termos do fenômeno elétrico.

William Gilbert não demonstraria qualquer constrangimento ao dispor de algumas das explicações da atração elétrica e magnética sugeridas pelos filósofos gregos e estudiosos renascentistas. Por exemplo, a atração devida ao calor, uma das espécies de atração existente na natureza, reconhecida por Galeno, seria descartada com a realização de um experimento em que o âmbar e corpos de outras substâncias seriam aquecidos em diferentes graus de calor e aproximados do *versorium*:

¹⁷⁶ William Gilbert, *op. cit.*, p.7.

Galeno reconhecia na natureza três espécies de substâncias que exerceriam a atração: uma primeira classe são aquelas substâncias que atraem por sua qualidade elementar, ou seja, pelo calor; a segunda é a classe daquelas que atraem pela sucessão de um vácuo; a terceira é a classe daquelas que atraem por uma propriedade da substância como um todo, também citada por Avicena e outros. [...] Em ar aberto, objetos aquecidos não podem atrair, nem mesmo os metais e pedras levados à incandescência por um fogo forte. Pois, uma haste de ferro incandescente, uma chama, uma vela acesa, uma tocha flamejante, ou um pedaço de carvão aquecido quando aproximados de pedaços de palha ou do ponteiro de um *vesorium* não os atraem...¹⁷⁷

No caso do fenômeno elétrico, William Gilbert consideraria que o corpo elétrico seria ativo e não mudaria a natureza dos corpos atraídos. Por este motivo, ele concluiria que nos corpos elétricos o poder confinado em certas prisões necessitaria de estímulos, através do atrito, até que fosse atingido um determinado grau de calor e de polimento, gerando a emissão de um eflúvio.¹⁷⁸ Assim, os corpos elétricos se apresentariam como tendo uma natureza aquosa maior do que térrea. O humor emitido seria responsável pela tendência a união e continuidade, tal como a tendência coesiva de gotas de água. Por outro lado, a atração magnética não seria afetada pelo meio:

Mas se realmente essas coisas se apresentam como resultado da entrada de material, então, a colocação de substâncias fortes, densas e espessas entre os corpos, ou a aglutinação da substância magnética no centro de corpos sólidos e densos impedirá que as partículas de ferro experimentem qualquer influência da pedra-ímã. Todavia, elas se empenham para o vir junto e são transformadas [ou seja, são magnetizadas]. Portanto, não há tal concepção e origem dos poderes magnéticos.¹⁷⁹

¹⁷⁷ *Ibid.*, p.49.

¹⁷⁸ Duane H. D. Roller, *op. cit.*, p.128.

¹⁷⁹ William Gilbert, *op. cit.*, p.66.

Esta conclusão conduziria William Gilbert à concepção das formas magnéticas.

No início do *De magnete*, a forma apresentaria um significado aristotélico: seria a qualidade dos corpos, ou a propriedade de uma espécie, sendo acrescentada a suposição de que os corpos que possuíssem a mesma forma, como o ferro e a pedra-ímã, se ajustariam uns aos outros, ou se influenciariam de maneira regular. Mas, ao distinguir os efeitos elétricos dos efeitos magnéticos William Gilbert diria:

Em todos os corpos existentes no mundo duas causas ou princípios têm sido estabelecidos, a partir dos quais os corpos são produzidos, matéria e forma. Os movimentos elétricos se ajustam à matéria, enquanto que os movimentos magnéticos se ajustam principalmente à forma; eles se diferenciariam amplamente uma vez que um é enobrecido por numerosas virtudes e se apresenta influente enquanto o outro é humilde e de menor poder.¹⁸⁰

Assim, a forma magnética não seria uma causa formal, no sentido aristotélico, mas uma causa eficiente dos movimentos magnéticos.¹⁸¹ Os corpos magnéticos atrairiam por meio de formas eficientes, ou por poderes primários:

Esta forma é única e particular, não é a causa formal dos peripatéticos, ou aquela específica em misturas, ou a forma secundária; não é o propagador

Entretanto, além do fato de que William Gilbert manteria esta forma particular como primária e influente, não estava claro que ele pretendia algo mais do que uma propriedade das pedras-ímãs observada em seus movimentos. Assim, William Gilbert imaginaria a existência de cinco movimentos: a cópula, a rotação em direção aos pólos do universo, a variação da bússola em relação aos pólos de rotação da Terra, o declive ou desvio da agulha magnética e a rotação da Terra – imaginada como sendo natural a todas as pedras-ímãs esféricas. Todos estes movimentos seriam causados pela harmonia e conformação dos corpos magnéticos com a Terra e entre si.¹⁸³

Encontram-se várias passagens em que William Gilbert, com descrições cuidadosas, afirmaria ter descoberto cinco maneiras distintas de atuação das pedras-ímãs. Sua principal afirmação seria aquela em que a causa do comportamento das agulhas magnéticas, sobre a superfície da Terra, estaria relacionada ao fato da Terra se comportar como uma grande pedra-ímã. A causa eficiente, ou o agente ativo, seria a Terra, atuando devido à sua forma primária, e não um ponto no céu.¹⁸⁴

Ao discutir o declive William Gilbert destacaria que, a partir de vários experimentos havia estabelecido as razões deste movimento e que nas páginas seguintes demonstraria suas causas de modo que qualquer mente em seu juízo perfeito não se colocaria contra ou desaprovava seus princípios magnéticos:

¹⁸³ Stephen Pumfrey, *op. cit.* p.132.

¹⁸⁴ H. H. Ricker, *op. cit.*, p.87.

No devido tempo devemos estar atentos àquele notável experimento do movimento dos corpos magnéticos que se desviam abaixo do horizonte por sua própria natureza rotatória. Pelo conhecimento deste movimento são reveladas a unidade e a concordância mútua entre o globo terrestre e a pedra-ímã (ou o ferro magnético). Tornamos este movimento conhecido a partir de muitos experimentos admiráveis e pelo estabelecimento de suas leis. Nas páginas seguintes demonstraremos as causas do mesmo de um modo que nenhuma mente, em seu juízo perfeito, possa se colocar contra ou desaprovar nossos princípios magnéticos.¹⁸⁵

Assim, a causa verdadeira apareceria como sendo a conformação da pedra-ímã à Terra – não sua atração pelo pólo mais próximo da Terra – e o fato de que esta seria uma ação da Terra como um todo e não apenas de seu centro.¹⁸⁶

Um diagrama mostrando o ângulo de desvio das agulhas em vários pontos ao redor da *terrella* seria apresentado:

Enquanto alguns nomeiam como as causas dos maravilhosos efeitos magnéticos as virtudes ocultas e escondidas das substâncias, outros uma propriedade da matéria, descobrimos a primária e essencial forma dos globos [...] baseados na verdadeira causa eficiente e em muitas outras demonstrações, como também nos mais corretos diagramas dos poderes magnéticos difundidos pela forma. Embora esta (forma) tenha uma explicação pouco percebida pelo intelecto, ela se apresenta visível aos olhos.¹⁸⁷

O fato da pedra-ímã atuar à distância mostraria que a forma era difundida além dos limites do corpo. Mas, William Gilbert insistiria que não estaria defendendo a existência independente destas formas no espaço:

¹⁸⁵ William Gilbert, *op. cit.*, p.184.

¹⁸⁶ *Ibid.*, p.187.

¹⁸⁷ *Ibid.*, p.207.

[...] não pretendemos que as formas magnéticas e orbe existam no ar, na água ou em qualquer outro meio que não seja magnético, como se o ar e a água fossem susceptíveis às mesmas ou induzidos por elas. As formas são difundidas, e realmente existem, quando as substâncias magnéticas se encontram no local.¹⁸⁸

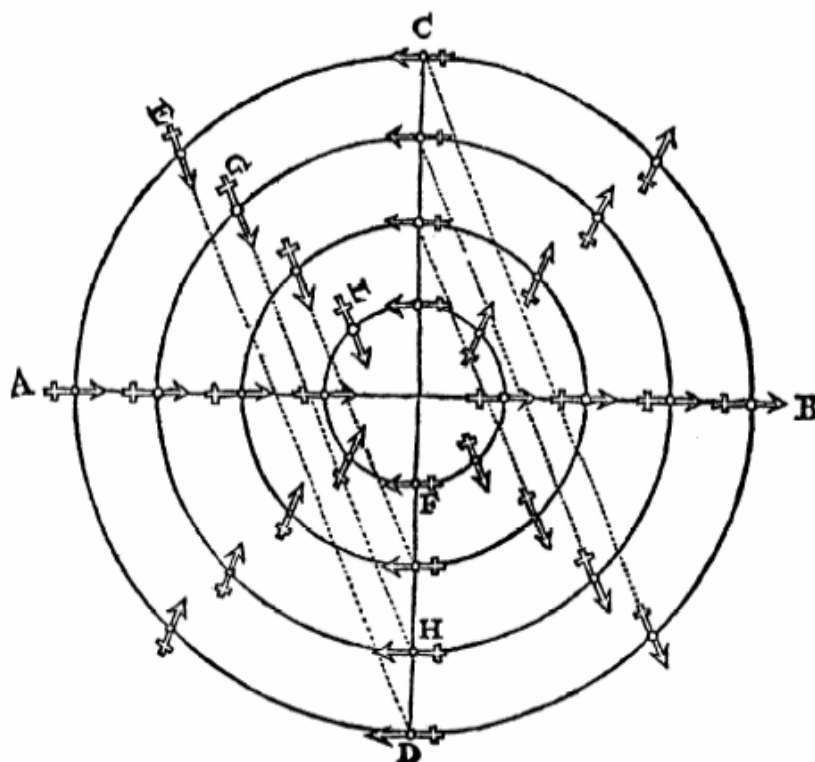


Ilustração 21: Diagrama dos movimentos em orbes magnéticas.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.206.

A descrição:

Seja AB o eixo da *terrella* e dos orbes e CD o equador. Em todas as orbes, na *terrella* e no equador, o *versorium* se dispõe ao longo do plano do horizonte. Em todos os pontos do eixo o [*versorium*] aponta em direção ao centro perpendicularmente. Nos espaços intermediários o *versorium* localizado em E aponta para D, enquanto que aquele colocado em G aponta em direção a H e não em direção a F como o *versorium* colocado em L, sobre a *terrella*. A relação de L para F, na superfície da *terrella* é a mesma que aquela de G para H e de E para D, sobre seus orbes. (William Gilbert, *On the Magnet*, pp. 206-207).

¹⁸⁸ *Ibid.*, p.205

William Gilbert relacionaria a forma magnética com a luz que não permanece no ar e não é refletida a partir dos espaços, exibindo sua ação apenas quando é refletida pelos objetos:

[...] e como a luz surge em um instante (como os ópticos ensinam), mais rápido é o vigor magnético presente nos limites de seus poderes. Em função de sua atividade é muito mais sutil do que a luz, não se ajusta a substâncias não-magnéticas, não tem relação com o ar, a água ou qualquer corpo não-magnético...¹⁸⁹

William Gilbert revelaria que a virtude magnética se manifestaria apenas quando dois corpos estivessem presentes. Esta interpretação resultaria que, em sua concepção, a virtude magnética não seria dependente de um meio para a sua propagação.¹⁹⁰ Assim, para William Gilbert a forma seria a causa dos movimentos observáveis e se tornaria presente e visível através dos mesmos. Entretanto, ao prosseguir com suas observações relativas à forma magnética, quando deparava com uma aparente refutação modificaria a concepção de modo a ajustar o fato inconveniente.

Ao tratar da questão relativa à conformação magnética, William Gilbert criaria uma expectativa em termos do comportamento dos corpos magnéticos com a refutação sendo apresentada pelo experimento que, de maneira resumida, relatamos:

Suponha que uma das extremidades de uma haste de ferro seja tocada pelo pólo norte da *terrella* e, posteriormente, removida a uma pequena distância. Ela

¹⁸⁹ *Ibid.*, p.77.

¹⁹⁰ *Ibid.*, p. 217.

tenderá a oscilar com a extremidade, que foi tocada, apontando para o pólo norte da *terrella*. Mas, se um pedaço da *terrella*, na forma de uma haste, for cortada ao longo do meridiano magnético, removido e colocado a uma pequena distância, não permanecerá em sua orientação original como seria de se esperar em relação a pedaços de um corpo que se conformam a seu corpo de origem, mas oscilará em torno do ponto em direção oposta.¹⁹¹

Isto se apresentava consistente com as regras elaboradas sobre a cópula de pólos diferentes e William Gilbert observaria que estas regras demonstravam a verdadeira e genuína conformação, pois, os corpos magnéticos buscavam a unidade respeitando a forma e não suas massas:

[...] Isto não representa algo contrário, mas a mais elevada concordância, a verdadeira e genuína conformação dos corpos magnéticos ao sistema da natureza caso tivessem sido divididos e separados... as substâncias magnéticas buscam a unidade e se ajustam pela forma não obedecendo suas próprias massas.¹⁹²

Entretanto, com o objetivo de estabelecer uma comparação com um processo mais familiar, a explicação de William Gilbert da atração elétrica se ajustaria a seu propósito.

Mas, tendo isso em mente, poderíamos questionar: a forma magnética de William Gilbert seria uma explicação imparcial? Aquele processo familiar tem suficiente analogia com as ações magnéticas para se qualificar como uma explicação das mesmas?

¹⁹¹ *Ibid.*, pp. 120-121.

¹⁹² *Ibid.*, p.122.

Em relação ao magnetismo, William Gilbert já havia refutado as analogias com a sucção do ar, a atração pelo calor, a propulsão pelas correntes circulares de ar e a ação das emanções úmidas e havia decidido que nenhuma passagem material entre os corpos magnéticos causaria sua atração mútua.¹⁹³ Então, esta ação não aconteceria por meio de matéria: ela seria uma ação à distância, ou uma manifestação de auto-movimento, realizado pelos corpos animados, não sendo exigida uma propulsão externa. William Gilbert, neste ponto, chegaria a sua analogia entre a pedra-ímã e as almas auto-moventes – seu proclamado animismo.¹⁹⁴

A pedra-ímã poderia transmitir sua forma a uma determinada distância sem a presença de um meio material. Isso era a ação à distância, e requeria, conforme William Gilbert, uma alma de elevada ordem, talvez até mesmo maior do que a nossa própria alma.¹⁹⁵ A forma transmitida era o poder do auto-movimento que surgiria quando os corpos magnéticos se conformassem mutuamente para se ajustarem:

[...] a pedra-ímã é estimulada, direcionada e movida em órbita por este poder que é o todo no todo e como se tornará mais claro posteriormente, é o todo em cada parte. Este poder parece ser muito semelhante à alma, pois a capacidade de mover a si próprio parece apontar para a alma; os corpos majestosos que são celestiais e divinos são imaginados, por alguns, como sendo animados porque se movem com admirável ordem.¹⁹⁶

¹⁹³ *Ibid.*, p.57.

¹⁹⁴ M. B. Hesse, *op. cit.*, p.137.

¹⁹⁵ William Gilbert, *op. cit.*, p.210.

¹⁹⁶ *Ibid.*, p.68.

Aqui encontramos uma analogia entre a pedra-ímã e a alma – o poder do auto-movimento, o movimento de acordo com a ordem e a harmonia do sistema como um todo.

William Gilbert introduziria a discussão da alma no Livro V, capítulo XII: “O poder magnético é animado – ou está vivo – ou imita uma alma – *anima* – e em muitas coisas supera a alma humana enquanto esta se apresenta inseparável do corpo orgânico.”¹⁹⁷

William Gilbert continuaria mostrando a analogia entre a pedra-ímã e a alma, embora a utilizasse com o propósito de sustentar o quanto os corpos celestes – incluindo a Terra – seriam mais nobres do que as almas humanas. A analogia seria assim destacada: os globos não apresentam restrições devidas a seus órgãos, são incorruptíveis e perfeitos, estão aptos a emitir formas imateriais difusas além dos limites de seus corpos, tudo isto os distingue das almas humanas que são levadas e arrebatadas pela vida. Por outro lado, os globos não cometem erros em seus movimentos racionais e ordenados:

Mas esses movimentos, nas fontes da natureza, não são causados pelo pensamento, por insignificantes silogismos e teorias, como as ações humanas que são hesitantes, imperfeitas e indecisas. Mas, com a razão, a instrução, o conhecimento e a discriminação têm sua origem em ações definitivas e determinantes dos vários princípios que têm sido colocados...¹⁹⁸

¹⁹⁷ *Ibid.*, p.208.

¹⁹⁸ *Ibid.*, p.210.

Com o objetivo de dar consistência a sua analogia entre o animado e o inanimado William Gilbert apresentaria um experimento que se mostraria relevante em termos de suas concepções e formulações, ou seja, a identidade da Terra com um organismo vivo.¹⁹⁹ O experimento com o salgueiro se enquadraria em suas concepções em que a *terrella* e a grande Terra seriam tratadas em um único esquema.

A descrição do experimento, que optamos por apresentar na íntegra, exibida a relação entre a regeneração de uma pedra-ímã e a de uma planta:

Nos corpos magnéticos a natureza sempre tende à união e não meramente à confluência e à aglomeração, mas à harmonia, de modo que a faculdade de rotação e disposição não possa ser perturbada, como é mostrado de várias maneiras no seguinte exemplo. Considere **CD** um corpo inteiro de alguma substância magnética, em que **C** tende para **B**, o pólo norte da Terra e **D** tende para **A**, o pólo sul. Então o divide ao meio, através de seu equador. Então **E** tenderá para **A** e **F** para **B**. Pois, assim como no todo ou na pedra dividida, a natureza busca a união dos corpos; a extremidade **E** novamente se combina com **F** de maneira harmoniosa e ávida e se mantêm unidas. Entretanto, **E** nunca se une a **D**, nem **F** a **C**, pois, neste caso, **C** teria que girar, em oposição à natureza, para **A**, o pólo sul, ou **D** para **B**, o pólo norte – o que é estranho e incongruente a eles. Separe as metades da pedra no local onde foram cortadas e oriente **D** em direção a **C**: elas se harmonizam e se combinam de maneira excelente. Pois **D** tende para o pólo sul, como antes, e **C** para o pólo norte; as partes **E** e **F** que na mina eram partes cognatas estão agora separadas, pois não se aproximam devido à afinidade material, mas experimentam o movimento e a tendência de sua forma. Assim, as extremidades, quer estejam unidas ou separadas, tendem magneticamente, da mesma maneira, para os pólos da Terra na primeira figura, onde há um todo, ou dividido como na segunda figura; **FE** na segunda figura é uma perfeita junção magnética em um corpo. **CD**, como era produzido originalmente na mina e **FE**, colocada para flutuar, giram para os pólos da Terra e se conformam a estes. Esta harmonia da forma magnética é também exibida nas formas dos vegetais. Considere **AB** um galho de salgueiro ou

¹⁹⁹ Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.52.

outra árvore que brota facilmente; seja **A** a parte superior do galho e **B** a parte inferior, próxima da raiz. Divida-o em **CD**. Eu vi que a extremidade **D**, se habilmente enxertada em **C**, pela arte do podador, começa a crescer, o mesmo ocorrendo caso **B** seja enxertada em **A**. Elas se desenvolvem e germinam. Mas se **D** for enxertada em **A**, ou **C** em **B**, elas estarão em discordância e não se desenvolvem, mas uma delas morre por causa do arranjo invertido e não harmonioso, uma vez que o poder vegetativo que tende em uma direção é agora impelido em direções opostas.²⁰⁰



Primeira figura



Segunda figura



Ilustração 22: O experimento do salgueiro.
 Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*,
 pp.130-131.

William Gilbert não só discutiria sua analogia entre a pedra-ímã e a planta, mas também aquela entre o organismo vivo e a Terra:

²⁰⁰ William Gilbert, *op. cit.*, pp. 130 – 131.

[...] Então Aristóteles está parcialmente correto quando diz que a exalação que condensa nos veios da terra é a causa principal dos metais: pois as exalações são condensadas em locais de menor aquecimento do que aquele de origem, devido à estrutura das terras e das montanhas, elas são condensadas em um determinado tempo, como nos úteros, mudando assim para metais. Mas, não são apenas estas exalações que constituem os veios de minérios; elas fluem e se fundem com a matéria sólida formando os metais. Então, quando esta matéria solidificada se acomoda em cavidades mais temperadas, em locais moderadamente aquecidos, ela toma forma, do mesmo modo que, no útero morno, a semente ou o embrião cresce. . . . Mas o que existe é ouro, prata, cobre ou quaisquer outros metais, não existindo em qualquer quantidade, ou proporção de matéria, nem por qualquer virtude específica de matéria, como os alquimistas ternamente imaginam; mas existem quando, as cavidades da terra e a conformação do solo concorrem com a matéria ajustada e esses metais tomam da natureza universal as formas pelas quais são aperfeiçoados, o mesmo acontecendo no caso de todos os outros minerais, todas as plantas e todos os animais.²⁰¹

Este foi o único experimento sobre matéria viva que William Gilbert reportaria, ou teria executado para fortalecer sua analogia entre o vivo e o não-vivo, que se apresentaria relevante em termos de suas abordagens em que uma alma seria atribuída à Terra, à pedra-ímã e à planta.²⁰²

A analogia de William Gilbert entre a Terra e a pedra-ímã estava relacionada, em sua mente, com aquilo que ele consideraria ser uma identidade da Terra com um organismo vivo, sendo este o significado do experimento com o salgueiro.

Alem disso, a forma seria a causa dos movimentos magnéticos do mesmo modo em que a alma seria a causa dos movimentos dos animais e William Gilbert separaria vários sinais da presença de uma forma animada: auto-

²⁰¹ *Ibid.*, p.20.

²⁰² Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.53.

movimento, ação imaterial, organização interna, e rotação – como aquela dos outros planetas.²⁰³

A propriedade do auto-movimento das almas, era precisamente aquilo que William Gilbert pretendia com sua explicação da cópula. Qualquer que fosse o princípio responsável pelo movimento das pedras-ímãs, misteriosamente e algumas vezes tão maravilhosamente, não seria algo externo. O princípio residiria na própria pedra-ímã. Mas a atração em si não provava a presença da alma, uma vez que o princípio da atração elétrica era material. Sua tarefa seria confirmar que a cópula magnética era imaterial. Assim, William Gilbert faria uma revisão e rejeitaria as concepções prévias da atração: a emissão de partículas magnéticas, outras explicações em torno dos eflúvios, o calor, a simpatia celestial e a forma substancial.²⁰⁴

Alguns estudiosos já haviam coletado evidências que sustentavam uma causa imaterial ao magnetismo. Della Porta já havia mostrado no *Magia Naturalis* que o magnetismo não poderia ser impedido por obstáculos de madeira, pedra ou metal, exceto pelo ferro. As pedras-ímãs magnetizavam o ferro através dos mesmos meios:

²⁰³ *Ibid.*, p.145.

²⁰⁴ *Ibid.*, p.146.

[...] o poder de atração ou repulsão da pedra não pode ser incluído em limites, não pode ser definido por limites. Mas, penetrará invisivelmente. Moverá e excitará as pedras que são simpáticas, como se nada houvesse entre elas. Colocando-se uma pedra-ímã sobre uma placa de madeira, pedra ou metal e abaixo uma outra pedra-ímã, verifica-se que esta última a excita com sua virtude que passa através do corpo como um espírito que penetra na tábua sólida.²⁰⁵

William Gilbert expandiria os experimentos de Della Porta, prestando a devida atenção à influência do ar o que lhe permitiria deduzir os contrastes com a atração elétrica e também mostraria que as pedras-ímãs aquecidas perdiam seu magnetismo: o ferro temporariamente e a pedra-ímã permanentemente.²⁰⁶

Mas o fogo destrói as virtudes magnéticas das pedras-ímãs, não por que arranca quaisquer partículas atrativas, mas porque o poder da chama danifica, pela fragmentação do material, a forma do todo; igualmente no corpo humano as faculdades primárias da alma não são queimadas, embora o corpo queimado permaneça sem faculdades.²⁰⁷

Entretanto, a maior evidência da imaterialidade do magnetismo era sua capacidade de atuar além da fronteira do corpo físico, no limite que William Gilbert denominaria esfera de virtude.

Depois da imaterialidade, a outra propriedade de uma alma era sua capacidade para criar estrutura e organização na matéria. Todas as coisas, exceto a pedra-ímã, davam a impressão de homogeneidade em suas propriedades. O ouro era igualmente brilhante em cada parte. O vidro transmitia a luz em todas as

²⁰⁵ G. della Porta, *op. cit.*, p.199: “Que o poder de atração e repulsão não pode ser impedido por obstáculos.”

²⁰⁶ Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.134.

²⁰⁷ William Gilbert, *op. cit.*, p.67.

direções. Qualquer fragmento de um pedaço de âmbar poderia atrair a palha em qualquer ponto. Mas, as pedras-ímãs tinham pólos, próximo dos quais o ferro era atraído mais fortemente e as agulhas magnéticas giravam mais rapidamente, em maiores arcos. As pedras-ímãs não eram diferentes das plantas: os enxertos de plantas tinham que ser inseridos na direção correta para respeitar a estrutura interna, um sinal seguro da alma organizada na planta. Os pólos das pedras-ímãs se apresentavam de maneira similar: para montar uma cadeia de pedras-ímãs, ou para reagrupar uma pedra-ímã quebrada, os pólos deveriam ter a orientação correta. Além disso, todas as pedras-ímãs exibiam a mesma estrutura: todas apresentavam seus próprios pólos, eixo, centro e equador.²⁰⁸

Do mesmo modo também a Terra, apresentava seus pólos, não mais concebidos, por William Gilbert, como ficções dos céus projetadas por matemáticos sobre a Terra que admitiam como sendo apenas os céus possuidores de pólos físicos reais e um eixo, pois apenas os céus giravam fisicamente. William Gilbert os consideraria como sendo propriedades reais terrestres. Ele buscava mostrar que tais pólos tinham uma causa física, a animada forma magnética da Terra. As propriedades dos pólos estariam presentes nas próprias partes, dependendo da massa como um todo e da forma que organizaria o todo: o poder magnético de todas as partes de uma pedra-ímã, sendo unida no todo, direciona seus poderes para os pólos, devido à direção da forma magnética.²⁰⁹

²⁰⁸ Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p. 156-157.

²⁰⁹ William Gilbert, *op. cit.*, pp. 80 – 81.

Sob certos aspectos a organizada capacidade da forma magnética era mais extraordinária: quando pedras-ímãs eram enfileiradas, a cópula forneceria como resultado um único corpo, uma longa e forte pedra-ímã; a forma convertia pó de ferro em um corpo coeso; quando um pedaço de uma *terrella* era quebrado, ele imediatamente exibia todos os atributos, incluindo fortes pólos, mesmo se este pedaço fosse originário de um equador da *terrella*, ou seja, a forma do fragmento reorganizava a virtude magnética dentro dele.²¹⁰

Com o objetivo de confirmar essa última idéia ele realizaria um experimento, que teria adaptado de Della Porta, cortando algumas *terrellae*.²¹¹

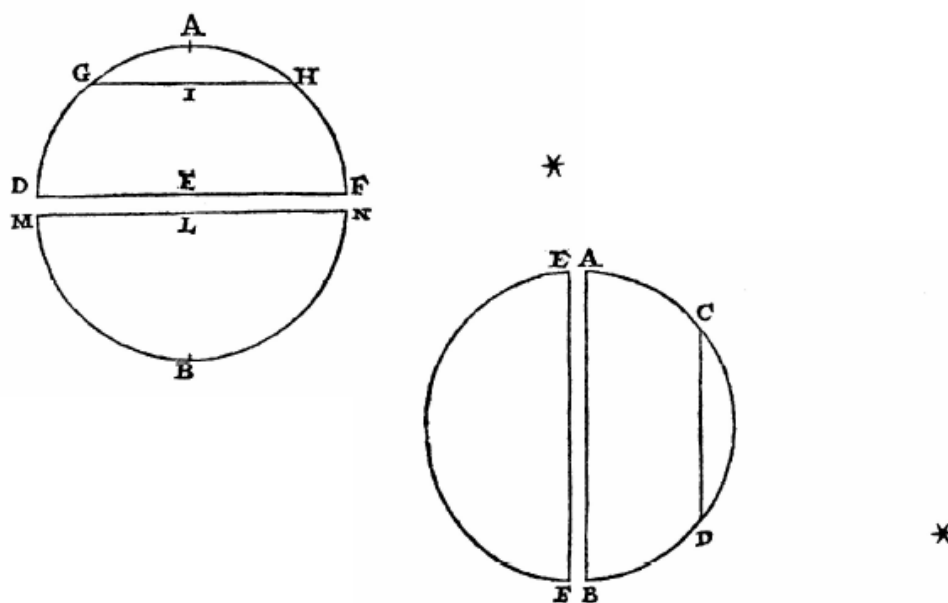


Ilustração 23: “Seja **AB** uma *terrella*, cujo centro é **E** e cujo diâmetro (também seu círculo equinocial) é **DF**. Se você cortar uma porção **GH** (através do círculo Ártico, por exemplo) pode-se demonstrar que o pólo, anteriormente localizado em **A**, muda para a posição **I**. Mas, o centro e o círculo equinocial recuam em direção a **B** de modo que estarão sempre no meio da massa localizada entre o plano do círculo Ártico **GIH** e o pólo Antártico **B**... Mas se a porção for cortada ao longo da linha **CD**, os pólos e o eixo não mais estarão na linha **AB**, mas sim na linha **EF**. O eixo será alterado na mesma proporção que o equador na figura anterior”

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.145.

²¹⁰ *Ibid.*, pp. 88 – 90.

²¹¹ G. della Porta, *op. cit.*, pp. 193-196.

De uma ele removeria tudo acima de seu círculo Ártico. Ainda havia um pólo norte, agora na parte superior. O equador havia mudado ligeiramente para o sul. Da mesma maneira, removendo parte de seu hemisfério leste, os pólos e o eixo mudavam para o oeste. A metade de uma *terrella* dividida de pólo a pólo, ao longo de seu antigo eixo, adquiria novos pólos e eixos. Nenhuma matéria seria produzida, a forma conservava a estrutura do todo.²¹²

William Gilbert, buscando a confirmação de que a atração magnética seria uma cópula – o mútuo movimento de dois corpos comunicado pelo mesmo princípio extraordinário, imaterial, organizado e como uma alma –, utilizaria o livro II que apresentaria inúmeros experimentos – mais de metade dos cento e oitenta asteriscos utilizados para destacar a importância ou a novidade dos experimentos estão localizados neste capítulo: Ele conduziria à cópula pedras-ímãs de vários poderes e ferro de muitas formas; colocaria agulhas de ferro em cópula com os pólos norte e sul, separadamente e juntas; mostraria como pedaços de ferro, quando em cópula com a pedra-ímã, se tornariam magnéticos estendendo a esfera de influência ao seu redor; colocaria armaduras de ferro nos pólos das pedras-ímãs com objetivo de avaliar o aumento do poder.²¹³

Entretanto, o livro V do *De Magnete*, “Do desvio da agulha magnética”, representaria o auge do estudo da forma magnética a partir da experimentação. As evidências da alma da Terra e as várias aplicações da filosofia magnética à navegação seriam destacadas.

²¹² William Gilbert, *op. cit.*, pp. 72-73.

²¹³ Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.135.

No capítulo VII: “Explicação do diagrama de rotação de uma agulha magnética”, William Gilbert explicaria como a inclinação poderia ser determinada, sobre uma pedra-ímã esférica pela construção de uma série de arcos tendo como referência a ilustração 24:

Suponha que **ACDL** seja o corpo da Terra ou da *terrella*, com centro em **M**, equador **AD**, eixo **CL** e **AB** o horizonte, que muda com o local. Do ponto **F**, sobre um horizonte, a uma distância **CM** – o raio da terra ou do *terrella* – do equador **A** um arco é descrito até **H** representando o limite do quadrante de declinação; pois, todos os quadrantes de declinação cobrindo as partes de **A** até **C** começam a partir desse arco e terminam em **M** – o centro da Terra. O raio desse arco é uma corda traçada do equador **A** para o pólo **C**; uma linha igual a essa corda, produzida ao longo do horizonte de **A** até **B**, fornece o início do arco de limites de rotação e revolução que deve ser continuado até encontrar **G**. Pois, assim como um quadrante de círculo sobre o centro da Terra (cujo começo está no horizonte a uma distância do equador igual a raio da Terra) é o limite de todos os quadrantes de declinação, traçados de vários horizontes até o centro, um círculo próximo ao centro de **B** é o início do primeiro arco de rotação e **G** é o limite dos arcos de rotação. Os arcos de rotação e revolução da agulha magnética são intermediários entre os arcos de rotação **BL** e **GL**. O centro do arco é a própria região onde está sendo feita a observação, o início do arco é obtido do círculo que é o limite das rotações com término no pólo oposto; por exemplo, de **O** até **L**, em uma latitude de 45^0 . Divida o arco de rotação em 90 partes iguais do limite dos arcos de rotação em direção aos pólos. Qualquer que seja a medida da latitude do local, a parte do arco de rotação que o pólo magnético executa em sua rotação deve ser numerada de maneira similar. Isto é mostrado pela linha reta no diagrama ampliado.²¹⁴

²¹⁴ William Gilbert, *op. cit.*, pp. 198-199. Em Stephem Pumfrey, *op. cit.*, p.155, encontramos uma síntese deste diagrama: “Os arcos importantes seriam **BOG** e **ODL** e a proposta seria encontrar o ponto **D**. O raio de **BOG** seria **MB**, uma quantidade determinada pela corda **AC** traçada do pólo **C** da *terrella* até o ponto **A** sobre o equador, permanecendo sobre o corpo físico da *terrella*. O raio do arco **ODL** seria **NL**, onde **L** seria o pólo oposto a **C**, começando em **L** e sendo estendido até cortar **BOG**. O arco **ODL** seria então dividido em noventa partes iguais (90^0 de latitude). **D** seria o ponto onde **OD** seria x partes e **DL**, $90-x$, onde x representa a latitude. A linha traçada de **N** até **D** seria supostamente a direção tomada por uma agulha colocada em **N**. Neste exemplo, **D** coincide com o equador magnético apenas porque **N** tem uma latitude de 45^0 .”

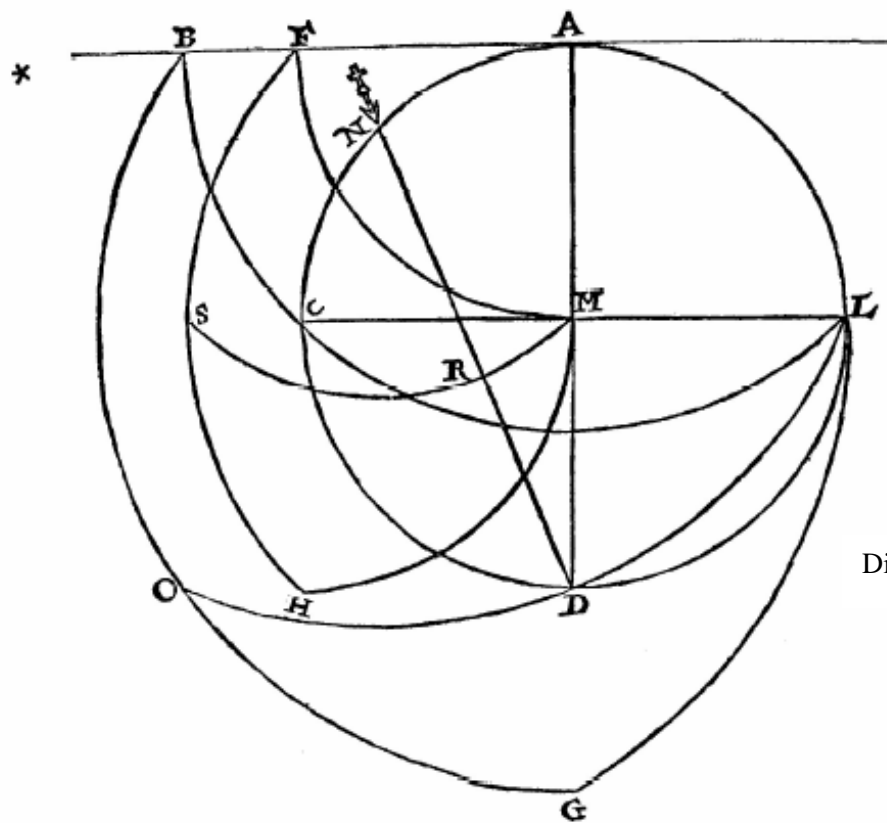


Diagrama ampliado

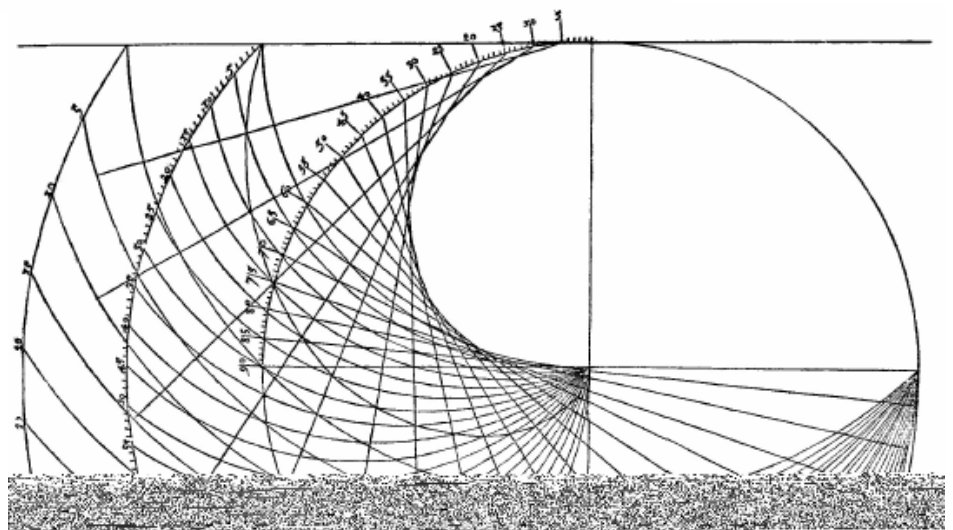


Ilustração 24: Diagramas para determinação da inclinação de um determinado ponto em uma certa latitude.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, p.198.

Além disso, quando William Gilbert movia uma agulha magnética ao redor da *terrella*, a uma certa distância da mesma, os desvios ainda mantinham entre si uma determinada proporção. Mas, agora a agulha magnética se orientava em direção a pontos imateriais na estendida esfera de virtude da *terrella* (conforme ilustração 21, à página 107).²¹⁵

William Gilbert, no capítulo XI, do livro V, intitulado “Da essencial atividade magnética esfericamente emitida”, também seria efusivo ao afirmar:

Tendo trabalhado muito e arduamente para obter a causa deste desvio, descobrimos uma nova e admirável ciência das próprias esferas – uma ciência sobrepujando as maravilhas de todas as virtudes magnéticas. Pois tal é a propriedade das esferas magnéticas que seu poder é derramado e difundido esfericamente além de suas superfícies, a forma sendo exaltada além da fronteira de natureza corpórea; e a mente que tem diligentemente estudado esta filosofia natural descobrirá as causas definitivas dos movimentos e rotações. ... Nestas esferas a agulha magnética respeita a própria esfera – com seu diâmetro, pólos e equador – em que é colocada e não a *terrella*.²¹⁶

William Gilbert havia traduzido o declive magnético como sua melhor prova da alma da Terra. Assim, o que mais seria capaz de existir sem matéria como a esfera magnética? O que mais seria capaz de produzir e dirigir uma rotação tão divina quanto o declive? O que mais poderia organizar todas as partes de um corpo para operar de forma imaterial?

William Gilbert denominaria o capítulo XII, do livro V: “O poder magnético é animado, ou imita uma alma; em muitos aspectos ela ultrapassa a

²¹⁵ Stephen Pumfrey, *op. cit.*, p.156.

²¹⁶ William Gilbert, *op. cit.*, p. 208.

alma humana enquanto estiver unida a um corpo orgânico” e assim acreditaria que havia demonstrado a partir dos experimentos como uma forma animada forneceria à substância magnética as propriedades dos pólos, do eixo e do movimento de rotação:

Embora esta forma não tenha se apresentado a qualquer de nossos sentidos e seja menos perceptível pelo intelecto agora ela se apresenta manifesta.... e aqui pode ser notado que uma agulha magnética que se move sobre o topo da Terra ou de uma *terrella*, ou dos orbes, executa duas rotações completas em torno de seu centro como alguns epiciclos sobre sua órbita.²¹⁷

A conexão entre a Terra e a pedra-ímã estaria estabelecida. Uma concepção de matéria fora discutida amplamente. Faltaria o movimento magnético de rotação que seria tratado com mais detalhes no Livro VI. William Gilbert admitiria o movimento da Terra apenas como sendo provável, mas afirmaria sobre o movimento diurno da Terra:

O movimento diurno é devido a causas que agora podem ser estabelecidas a partir do vigor magnético e dos corpos considerados; ou seja porque o movimento da Terra é realizado no espaço de vinte e quatro horas.²¹⁸

Entretanto, o *De magnete* forneceria apenas alguns vestígios de um universo que apresentaria todos os planetas e estrelas com uma alma de virtudes imateriais estendidas até que ocorresse uma interação entre os mesmos. As almas magnéticas interagiam e operavam em um pacto visando garantir um movimento

²¹⁷ *Ibid.*, p.207.

²¹⁸ *Ibid.*, p.231.

em harmonia. Embora os poderes motores dos planetas fossem produzidos por almas eles seriam governados por leis que a filosofia natural certamente seria capaz de investigar. Assim, para encerrar o livro VI, após uma série de páginas técnicas sobre a precessão, William Gilbert ponderaria que:

[...] todos os pontos relacionados ao movimento desigual da precessão e da obliquidade são incertos e desconhecidos: Por isto não podemos designar qualquer causa natural para eles estabelecendo-os como certo. Por isso também, terminamos aqui nossos argumentos e experimentos magnéticos.

Este teria sido o principal objetivo de William Gilbert, ou seja, teria explicado com certeza as causas naturais para alguns movimentos da Terra. Seus problemas com a precessão podem responder, possivelmente, porque ele nunca discutira o movimento anual da Terra: o movimento anual seria causado primariamente pela virtude solar luminosa, não magnética. Tal virtude não poderia ser investigada por experimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *De magnete* de William Gilbert oferece aos historiadores da Ciência várias possibilidades de leitura e conseqüentes interpretações. Pode-se encontrar idéias que hoje estão listadas em uma área de conhecimento diferente, cabendo ao pesquisador a tarefa de buscar sua coerência interna.

Neste trabalho buscamos integrar as diferentes passagens que encontramos nas várias páginas de uma obra que se apresenta complexa, com um estilo próprio e característico de uma época em que o ‘novo’ e o ‘antigo’ conviviam muitas vezes em constantes conflitos.

Os vários anos de trabalho de William Gilbert culminaram com uma obra que buscava reunir toda a história do magnetismo, até a data de sua publicação, e a partir daí desenvolver uma ‘nova maneira de filosofar’ onde efetivamente estariam presentes a montagem e execução de experimentos, com posterior elaboração de argumentações que levavam em conta as observações verdadeiras gerando conclusões a respeito dos fenômenos estudados.

Em uma avaliação da importância destes trabalhos a questão da descoberta de um novo fato ou fenômeno da natureza pode nos conduzir a apontar alguns elementos em que este novo proceder produziu um efetivo conhecimento. Em suas pesquisas William Gilbert descobriria que: uma pedra-ímã armada com ferro colocado em seus pólos poderia erguer uma quantidade maior de ferro; pedras-ímãs cortadas da mesma pedra apresentariam maiores poderes em função de seu

tamanho; o ferro poderia adquirir poder de uma pedra-ímã sem que o contato fosse necessário; o aquecimento interferiria nos poderes de um corpo magnético e uma série de outros importantes fatos ligados aos fenômenos elétricos e magnéticos.

Para isso, William Gilbert colocaria uma grande confiança em seus instrumentos de laboratório. É claro que muitos deles não foram criados por ele, como foi possível identificar em nossas pesquisas²¹⁹, mas eram adaptados e aprimorados de forma brilhante para suas investigações. A criação de um artefato para estabelecer as várias semelhanças nos apresenta como surpreendente para o período. Sua *terrella* – a pequena Terra – lhe permitiu obter valiosas informações que o conduziu à tão conhecida afirmação: a Terra é uma pedra-ímã gigante e se comporta como tal. Além disso, usando esse artefato, lhe foi possível considerar percursos com o *versorium*, o qual poderia ser deslocado para qualquer parte da ‘Terra-*terrella*’ desde o pólo norte até o pólo sul.

Quanto à criação de novos procedimentos por parte de William Gilbert, a busca dos vestígios das fontes do *De Magnete* nos permite afirmar que, apesar dos vários estudos de historiadores da ciência apontarem para um grupo maior, aquelas que se apresentam como as mais evidentes são a do mago Giambattista Della Porta e do prático inglês Robert Norman. Com respeito à participação de artesãos metalurgistas e navegadores, acreditamos que a influência ocorrera

²¹⁹ Muitos dos instrumentos de análise quantitativa que foram elaborados parecem ter sido propostos pelo prático construtor de bússolas, o inglês Robert Norman. Existem indicações de que os dados relacionados à Astronomia seriam devidos a Edward Wright, entretanto, aqui uma pesquisa mais aprofundada seria o indicado.

apenas no que tange ao que consideramos como ‘experiência’, pois William Gilbert além de demonstrar conhecimento de toda a literatura relacionada estabeleceu vários contatos com peritos da Inglaterra nesses assuntos.

Assim, mesmo que alguns de seus procedimentos já fossem praticados em sua época, ou antes dela, William Gilbert os adotaria com uma perspectiva bem diferente incorporando maiores detalhes quando os apresentava ao seu leitor: para quem tivesse a possibilidade de adquirir uma pedra-ímã esférica e agulhas magnéticas a tarefa de acompanhar suas descrições não seria muito difícil.

Todo o cenário estava montado para o estabelecimento de uma ‘Nova Filosofia’ que substituísse a ‘Filosofia Aristotélica’. Restava para William Gilbert desenvolver uma física que se adaptasse a seus pressupostos e argumentações. Com esta finalidade ele desenvolveu uma concepção de matéria baseada em um único elemento – a verdadeira terra – com o ferro e a pedra-ímã sendo a perfeita indicação desta concepção. O estudo das atrações exigia-lhe separar os corpos elétricos, imperfeitos por atuarem através da matéria, dos corpos magnéticos, perfeitos por atuarem através da forma. Dessa maneira, a forma deveria apresentar a similaridade da alma, a semelhança dos céus. A atuação entre os magnéticos se daria por uma cópula, um vir junto na busca de uma harmonia. Os movimentos magnéticos provocados pela presença de uma pedra-ímã eram os ‘perfeitos’ circulares – para a declinação existiam justificativas que corrigiam a anomalia.

O *De Magnete*, apesar de ser um livro inteiramente dedicado aos experimentos, foi além de meras observações. Sua influência foi póstuma, sendo aceito ou simplesmente criticado, ele conduziria ainda a inúmeros debates na primeira metade do século XVII contribuindo para a complexa formulação da ciência moderna.

Ao terminar este trabalho estamos certos que desdobramentos ainda são necessários para se esgotar os estudos sobre o *De Magnete*. Entretanto, não pretendemos abandonar os vários anos de pesquisas que lhe foram dedicados. Novos trabalhos estão por vir.

BIBLIOGRAFIA

- AGRÍCOLA, G. *De Re Metallica*. Trad. inglesa de H. C. Hoover e L. H. Hoover. Nova Iorque, Dover, 1990.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. *A Magia das Máquinas: John Wilkins e a origem da mecânica moderna*. São Paulo, Experimento, 1994.
- _____. *Da Alquimia à Química: um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo*. 3ª. ed. São Paulo, Landy, 2001.
- _____. *O que é História da Ciência*. São Paulo, Brasiliense, 1994.
- _____. “Questões sobre a hermética: uma reflexão histórica sobre algumas raízes pouco conhecidas da ciência moderna”. *Cultura Vozes*. 4(1994): 13-20.
- _____ & C. A. Maia, orgs. *História da ciência: o mapa do conhecimento*. Rio de Janeiro/São Paulo, Expressão e Cultura/ Edusp, 1995.
- _____ & M. H. R. Beltran, orgs. *O Laboratório, a oficina e o ateliê: a arte de fazer o artificial*. São Paulo, Educ/FAPESP, 2002.
- _____ & M. H. R. Beltran, orgs. *Escrevendo a História da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo, Educ/Livraria Editora da Física/FAPESP, 2004.
- _____ & M. H. R. Beltran, orgs. *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*. São Paulo, Educ/FAPESP, 2006.

- ALVES, I & E. M. Garcia, orgs. *VI Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. Anais*. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de História da Ciência, 1997.
- ARISTÓTELES. *Física*. Trad. espanhola de G. R. de Echandía. Madri, Gredos, 1995. (Biblioteca Clásica Gredos, 203).
- _____. *Acerca Del Cielo e Meteorológicos*. Trad. espanhola M. Candel. Madri, Gredos, 1996. (Biblioteca Clásica Gredos, 229).
- _____. *De Anima*. Trad. inglesa J. A. Smith. Toronto, York University, 2005 (Classics in the History of Psychology).
- BACHELARD, G. *A Formação do Espírito Científico: Contribuição para uma Psicanálise do Conhecimento*. Trad. brasileira de E. dos S. Abreu, Rio de Janeiro, Contraponto, 1996.
- BACON, F. *Novum Organum*. 3^a. ed. Trad. brasileira de J. A. de Andrade. São Paulo, Abril Cultural, 1984. (Coleção Os Pensadores).
- BARLOWE, W. *Magnetical aduertisements, or Diuers pertinent obseruations, and approued experiments, concerning the nature and properties of the loadstone: very pleasant for knowledge, and most needfull for practise, of traouelling, or for the framing of instruments fit for traouelling both by sea and land*. Londres, Sherwood, Gilbert an Piper, 1843.
- BELTRÁN-MARI, A. *Revolución Científica, Renacimiento e historia de la ciencia*. Madri, siglo veintiuno de españa, 1995.

- BELTRAN, M. H. R. *Imagens de Magia e Ciência: entre o simbolismo e os diagramas da razão*. São Paulo, Educ/FAPESP, 2000.
- BIRINGUCCIO, V. *The Pirotechnia of Vanoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Trad. inglesa de C. S. Smith e M. T. Gnudi. Nova Iorque, 1990.
- BOAS, M. "Bacon and Gilbert". *Journal of History Ideas*. 12(1951): 466 – 467.
- _____. *The Scientific Renaissance: 1450-1630*. Nova Iorque, Harper, 1965.
- BONELLI, M. L.R.& W. R. Shea, orgs. *Reason, Experiment, and Mysticism in the Scientific Revolution*. Nova Iorque, Science History, 1975.
- BRAUDEL, F. *Gramática das civilizações*. Trad. brasileira de A. de P. Danese. 3ª. ed. São Paulo, Martins Fontes, 2004 (Coleção Biblioteca Universal).
- B[OROUGH] W. *A Discoverse of the Variation of the compasse, or magneticall needle. Wherein is mathematically shewed, the manner of the obseruation, effects, and applications thereofe made by W. B. and is to bee annexed to the newe attractiue of R.[obert] N.[orman]*. Londres, Hugh Astley, 1596.
- BUTTERFIELD, H. *As Origens da Ciência Moderna*. Lisboa, Edições 70, 1992.
- CANGHILHEM, G. *Ideologia e Racionalidade nas Ciências da Vida*. Trad. portuguesa de E. Piedade. Lisboa, Edições 70, 1977.
- CLAGETT, M. org. *Critical problems in the History of Science*. Madison/ Milwaukee/ Londres, University of Wisconsin Press, 1969.
- COHEN, I. E. *Revolution in Science*. Cambridge, Cambridge University Press, 1985.

COOKE, C. W. "William Gilbert of Colchester". *Engineering*, 48 (1889): 717-718, 729-730.

DEAR, P. *Discipline & Experience: The Mathematical Way in the Scientific Revolution*. Chicago/Londres, University of Chicago Press, 1995.

_____. "Miracles, Experiments, and the Ordinary Course of Nature". *Isis*, 81 (309, dez 1990): 663-83.

DEBUS, A. G. "A Ciência e as Humanidades: a Função Renovadora da Indagação Histórica". Trad. brasileira de V. C. Machline. *Revista da Sociedade Brasileira da História da Ciência*, 5(1991): 3-13.

_____. *El hombre y la Naturaleza en el Renacimiento*. Trad. espanhola de S. L. Rendón. México, Fondo de Cultura Económica, 1996.

_____., org. *Medicine in Seventeenth Century England*. Berkley/Los Angeles, University of California Press, 1974.

_____. *Science, Medicine and Society in the Renaissance: Essays to Honor Walter Pagel*. Nova Iorque, Science History Publications, 1972, 2 vols.

_____. *The Chemical Philosophy*. Nova Iorque, Science History Publications, 1977, 2 vols.

_____ & M. T. Walton, orgs. *Reading the Book of Nature: The Other Side of the Scientific Revolution*. Kirksville, Sixteenth Century Publishers, 1998.

DELLA PORTA, G. *Natural Magick*. Londres, Thomas Young and Samuel Speed, 1658; reimpressão fac-similar. Nova Iorque, Basic Books, 1957.

- DI LORETO, M. D. C. *Alguns Aspectos da visão cosmológica de William Gilbert (1544 – 1603)*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2002.
- EAMON, W. *Science and the Secrets of Nature, Books of Secrets in Medieval and Early Modern Culture*. Princeton, Princeton University Press, 1996.
- ELIADE, M. *Ferreiros e Alquimistas*. Trad. brasileira de C. Pessoa. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1979.
- FOUCAULT, M. *A arqueologia do saber*. 7ª. ed. Trad. brasileira de L. F. B. Neves. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 2004.
- FREUDENTHAL, G. “The Theory of matter and Cosmology in William Gilbert's *De Magnete*.” *Isis*, 74 (1983): 22-37.
- GILBERT, W. *De magnete magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure; physiologia noua, plurimis & argumentis, & experimentis demonstrata*. Londres: Petrus Short, 1600; reimpressão fac-similar.
- _____. *On the Loadstone and magnetic bodies*. Trad. inglesa de P. F. Mottelay. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1971. (Coleção Great Books of the Western World, vol. 28).
- _____. *On the Magnet*. Trad. inglesa de S. P. Thompson. Nova Iorque, Basic Books, 1958.
- _____. *De Magnete*. Trad. inglesa de P. F. Mottelay. Nova Iorque, Dover, 1958.

GOLDFARB, J. L. & M. H. M. Ferraz, orgs. *V Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia e III Reunião da Rede de Intercâmbios para a História e Epistemologia das Ciências Químicas e Biológicas. Anais*. São Paulo, Sociedade Brasileira de História da Ciência, 1998.

_____. *VII Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia e VII Reunião da Rede de Intercâmbios para a História e Epistemologia das Ciências Químicas e Biológicas. Anais*. São Paulo, Imprensa Oficial do Estado/Edusp/Editora Unesp, 2001.

GRANT, E. *Os Fundamentos da Ciência Moderna na Idade Média*. Porto, Porto Editora, 2003.

GUIMARÃES, A. P. “Os quatrocentos anos do *De Magnete*”. *Ciência Hoje*, 28 (167, dez. 2000): 74-77.

HALL, M. B. *Promoting Experimental Learning: Experiment and the Royal Society 1660-1727*. Cambridge/ Nova Iorque, Cambridge University Press, 1991.

HALL, A. R. *A Revolução na Ciência: 1500-1750*. Trad. portuguesa de M. T. L. Pérez. Lisboa, Edições 70, 1988.

HARRADON, H. D. “Some early contributions to the history of geomagnetism, Part I: The letter of Peregrinus de Maricourt to Sygerus Foucaucourt, Soldier, concerning the magnet”. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 48 (1943): 3-17.

HEILBRON, J. L. *Electricity in the 17th and 18th Centuries: A Study in Early Modern Physics*. New York, Dover, 1999.

_____. *Elements of Early Modern Physics*. Los Angeles, University of California Press, 1982.

HENRY, J. *A revolução científica e as origens da ciência moderna*. Trad. brasileira de M. L. X. de A. Borges. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1998.

_____. “Animism and empiricism: Copernican physics and the origins of William Gilbert’s experimental method”. *Journal of the History of Ideas*, 62 (2001): 99-119.

HESSE, M. B. “Gilbert and Historians I, II”. *British Journal for the Philosophy of Science*, 11(1960): 1-10, 130-142.

HESSEN, B. “The social and economic Roots of Newton’s Principia” in *Science at the Cross Roads: Papers Presented to the International Congress of the History of Science and Technology held in London from June 29th to July 3th*, (1931): 149 – 212.

HILL, C. *Origens intelectuais da revolução inglesa*. Trad. brasileira de J. L. Camargo. São Paulo, Martins Fontes, 1992 (Coleção: O homem e a história).

_____. *A bíblia inglesa e as revoluções do século XVII*. Trad. brasileira de C. Marques. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 2003.

ING, J. “A London Shop of the 1850s: The Chiswick Press.” *Papers of the Bibliographical Society of America*. 80 (1986): 153-78.

- JAEGER, W. *Aristóteles*. 4^a. ed. México, Fondo de Cultura Económica, 1997.
- JONES, R. F. *Ancients and Moderns: A Study of the Rise of the Scientific Movement in Seventeenth-Century*. Nova Iorque, Dover, 1982.
- KELLY, S. *The De Mundo of William Gilbert*. Amsterdã, Menno Hertzberger, 1965.
- KING, J. W. “The Natural Philosophy of William Gilbert and his predecessors”. *Bulletin of the United States National Museum*, 218 (1959): 121-139.
- KIRK, G. S., J. E. Raven & M. Schofield. *Os filósofos Pré-Socráticos*. Trad. portuguesa de C. A. L. Fonseca. Lisboa, Calouste Gulbenkian, 1994.
- KOYRÉ, A. *Estudos de História do Pensamento Científico*. 2^a. ed. Trad. brasileira de M. Ramalho. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1991.
- _____. *The Astronomical Revolution: Copernicus, Kepler e Borelli*. Trad. inglesa R. E. W. Maddison. Nova Iorque, Dover, 1992.
- _____. *Estudos Galilaicos*. Trad. portuguesa N. F. da Fonseca. Lisboa, Dom Quixote, 1986.
- _____. *Do mundo fechado ao universo infinito*. 3^a. ed. Trad. brasileira de D. M. Garschagen. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 2001.
- KUHN, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Trad. brasileira de B. V. Boeira e N. Boeira, São Paulo, Perspectiva, 1997.
- _____. *Qué son las Revoluciones Científicas? Y otros Ensayos*. Trad. espanhola de J. R. Feito. Barcelona, Paidós, 1996.

- _____. *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. Chicago/Londres, The University Chicago Press, 1977.
- LE GRAND, H. E, org. *Experimental Inquiries: Historical, Philosophical and Social Studies of Experimentation in Science*. Dordrecht/Boston/Londres, Kluwer Academic Publishers, 1990.
- LOCKER, A. “Peter the Pilgrim”. *IET Communications Engineer*, 4(ago./set. 2006): 44-45.
- MAGALHÃES, A. de P. “concepções sobre o magnetismo entre os séculos XVI e XVII: Um estudo sobre o *De Magnete* de William Gilbert”. Dissertação de mestrado, São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2001.
- MARICURTENSIS, P. P. *The Epistle of Peter Peregrinus de Maricourt to Sygerus de Foucaucourt, Soldier, concerning the Magnet*. Tr.inglesa de S. P. Thompson, Londres, Chiswick Press, 1906.
- MUMBY, A. N. L. *The History and Bibliography of Science in England: the first phase. 1833- 45*, Berkley, [s. ed.], 1968.
- MERTON, R. K. *Ciencia, Tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*. Madri, Alianza Editorial, 1984.
- NASCIMENTO, C. A. R. do. *De Tomás de Aquino a Galileu*. Campinas, IFCH / Universidade de Campinas, 1996. (Coleção trajetória 2).
- NORMAN, R. *The New Attractiue Containing a short discourse of the Magnes or Loadstone:and amongst other his virtue, of a new discovered secret and*

subtil propertie, concerning the declination of the Needle, touched therewith vnder the plaine the Horizont. Londres, Richard Ballard, 1581.

PORCHAT, O. *Ciência e Dialética em Aristóteles.* São Paulo, Editora da UNESP, 2001.

PORTO, P. A. *Van Helmont e o conceito de gás: Química e Medicina no século XVII.* São Paulo, Educ/Edusp, 1995.

PRICE, D. J. “Giambattista della Porta And his Natural Magick”. *Smithsonian Institution*, Washington, 10 (June 1957): 1-15.

PUMFREY, S. *Latitude & Magnetic Earth: The true Story of Queen Elizabeth’s most distinguished Man of Science.* Cambridge, Icon Books, 2003.

RICKER, H. H. “History of Magnetism: Petrus Peregrinus and His Letter”. *The general Science Journal*. 2(1997): 75-87.

ROLLER, D. H. D. *The De Magnete of William Gilbert.* Amsterdã, Menno Hertzberger, 1959.

ROSSI, P. *Os Filósofos e as máquinas: 1400 - 1700.* Trad. portuguesa de F. Carotti. Lisboa, Companhia das Letras, 1989.

_____. *A Ciência e a Filosofia dos Modernos.* Trad. brasileira de A. Lorencini. São Paulo, Companhia das Letras, 1989.

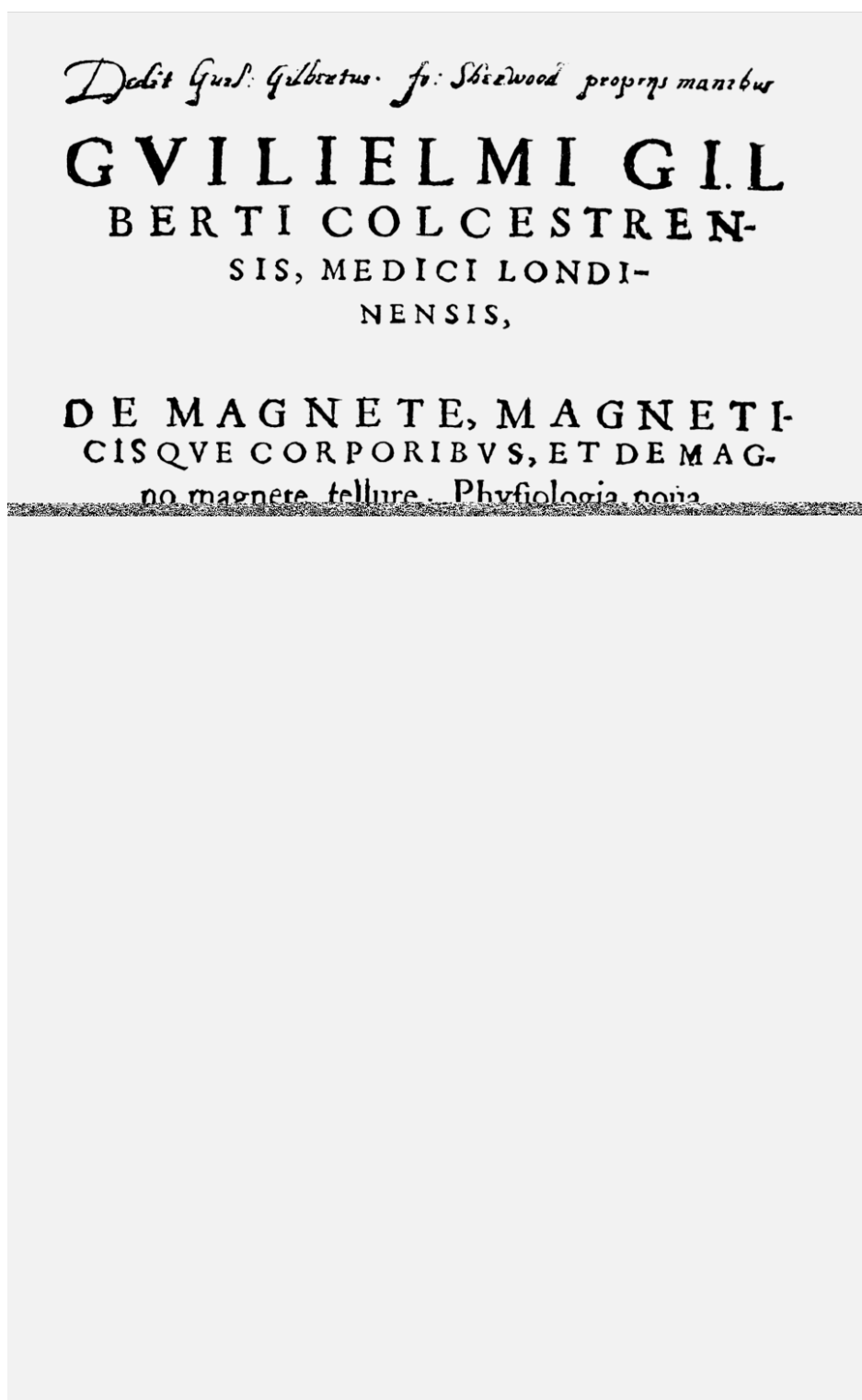
_____. *Naufrações sem espectador: A idéia de progresso.* Trad. brasileira de A. Lorencini. São Paulo, Editora da Unesp, 2000.

_____. *O Nascimento da ciência moderna na Europa.* Trad. brasileira de A. Angonese. Bauru, Edusc, 2001.

- _____. *Francis Bacon: Da magia à ciência*. Trad. brasileira de A. F. Bernardini. Londrina, Editora da UFPR, 2006.
- SHIPLEY, B. C. “Gilbert, Translated: Silvanus P. Thompson, the Gilbert Club, and the Tercentenary Edition of *De Magnete*”. *Canadian Journal of History*, 2 (38, ago. 2003): 259-279.
- STONE, L. *Causas da Revolução Inglesa: 1529-1642*. Trad. brasileira de M. Florenzano. Bauru, Edusc, 2000 (Coleção História).
- VERSCHUUR, G. L. *Hidden Attraction*. Nova Iorque, Oxford University Press, 1993.
- WARD, A. W. *et. alii*, orgs. *The Cambridge Histoty of English and American Literature*, Nova Iorque, Bartleby, 2000, 18 vols.
- WATSON, E. C. “Portrait of William Gilbert”. *American Journal of Physics*, 12(303,1944): 303-304.
- WEBSTER, C. *De Paracelso a Newton: La Magia en la Creación de la Ciencia Moderna*. Trad. espanhola de A. M. e C. Lucotti. México, Fondo de Cultura Económica, 1988.
- WESTMAN, R. S. & J. E. Mcguire. *Hermeticism and the Scientific Revolution*. Los Angeles, University of California/ William Andrews Clark Memorial Library, 1977.
- WHEWELL, W. *History of the Inductive Sciences, History of the Inductive Sciences, from the Earliest to the Present Time*. 2^a. ed. Londres, John W. Parker, 1847, 2 vols.

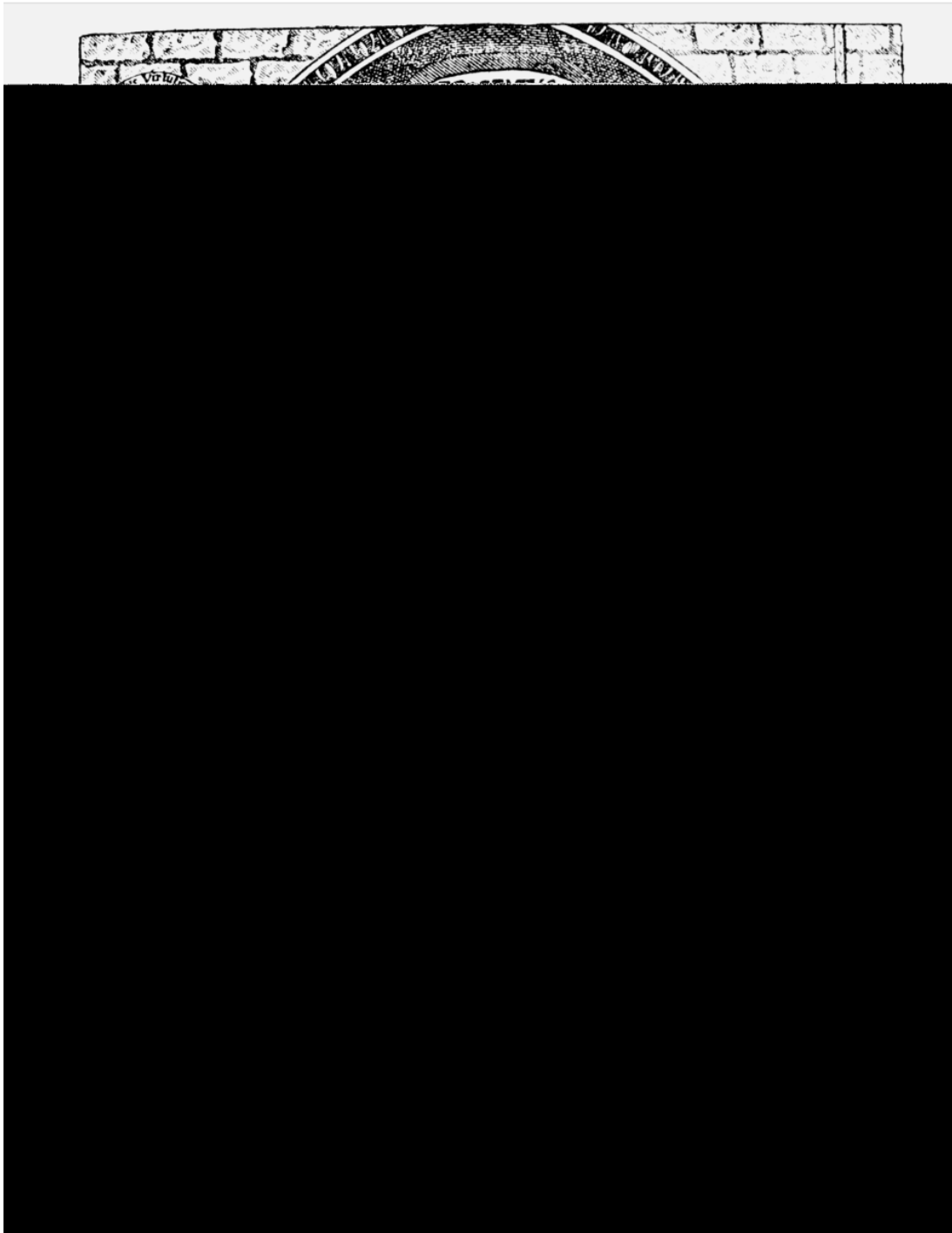
- YATES, F. A. *Ensayos Reunidos I: Lulio e Bruno*. Trad. espanhola de T. Segovia. México, Fondo de Cultura Económica, 1996.
- _____. *Ensayos Reunidos III: Ideas e Ideales del Renacimiento en el Norte de Europa*. Trad. espanhola de T. Segovia. México, Fondo de Cultura Económica, 1993.
- _____. *Giordano Bruno e a tradição hermética*. Trad. brasileira de Y. S. de Toledo. São Paulo, Cultrix, 1987.
- _____. *La Filosofía Oculta en la Epoca Isabelina*. Trad. espanhola de R. G. Ciriza. México, Fondo de Cultura Económica, 1992.
- YOST, R. M. "Pondering the imponderable: John Robison and magnetic theory in Britain (c. 1775-1805)". *Annals of science*, 2 (56, 1999): 143-274.
- ZATERKA, L. *A filosofia experimental na Inglaterra do século XVII. Francis Bacon e Robert Boyle*. São Paulo, Associação Editorial Humanitas/FAPESP, 2004.
- ZILSEL, E. "The Origins of William Gilbert's Scientific Method". *Journal of the History of Ideas*, 2(1941): 1-32.

ANEXOS



A1: Página de rosto da edição em latim publicada em 1600.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*. Trad. inglesa de S. P. Thompson. Nova Iorque, Basic Books, 1958.



A2: Página de rosto da edição em latim publicada em 1628.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*. Trad. inglesa de S. P. Thompson. Nova Iorque, Basic Books, 1958.

Tractatus, sive Physiologia Nova
DE
MAGNETE,
Magnetis, seu Ferri, &c.

A3: Página de rosto da edição em latim publicada em 1633.

Fonte: William Gilbert, *De Magnete*. Trad. inglesa de P. F. Motellay, Nova Iorque, Dover, 1958.

WILLIAM GILBERT
OF COLCHESTER,
PHYSICIAN OF LONDON,

ON THE

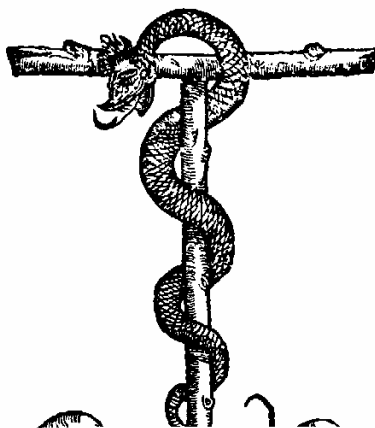
DE MAGNETE

A4: Página de rosto da tradução inglesa de P. F Mottelay, publicada em 1983.

Fonte: Duane H. D. Roller, *The De Magnete of William Gilbert*. Amsterdã, Menno Hertzberger, 1959.

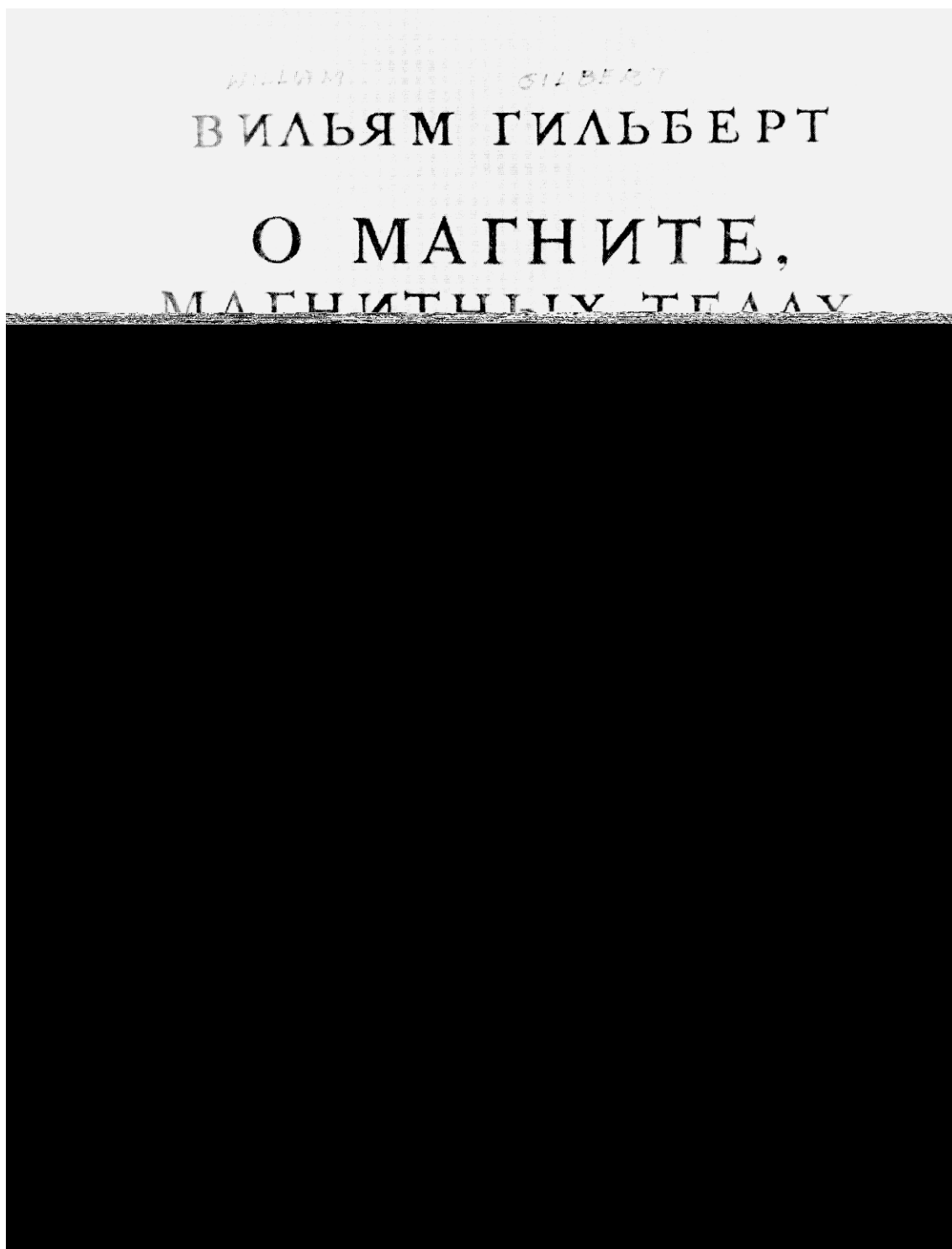
WILLIAM GILBERT
OF COLCHES-
TER, PHYSICIAN OF
LONDON.

ON THE MAGNET, MAGNETIC
BODIES ALSO, AND ON
the great magnet the earth; a new Physi-
ology, demonstrated by many ar-
guments & experiments.



A5: Página de rosto da tradução inglesa de Silvanus P. Thompson, publicada em 1900, Londres.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*. Trad. inglesa de S. P. Thompson. Nova Iorque, Basic Books, 1958.



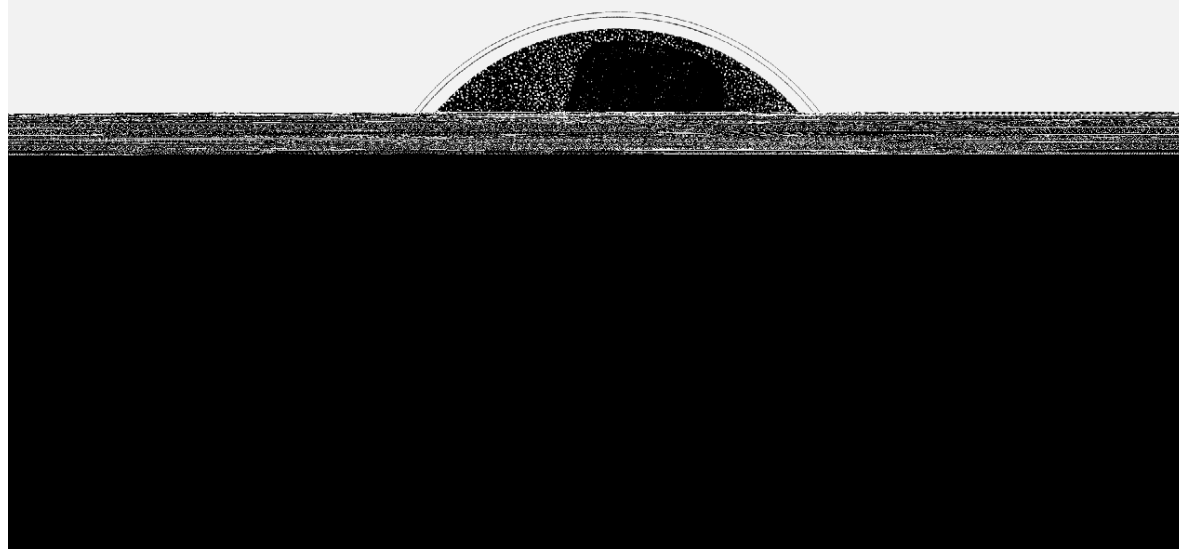
A6: Página de rosto da tradução russa publicada em 1956.

Fonte: Duane H. D. Roller, *The De Magnete of William Gilbert*. Amsterdã, Menno Hertzberger, 1959.

ON THE MAGNET

BY

William Gilbert



A7: Página de rosto da tradução inglesa realizada por S. P. Thompson publicada em 1958.

Fonte: William Gilbert, *On the Magnet*, Trad. inglesa de S. P Thompson. Nova Iorque, Basic Books, 1958

DE MAGNETE

By William Gilbert



A8: Página de rosto da tradução inglesa realizada por P. F. Mottelay publicada em 1958.

Fonte: William Gilbert, *De Magnete*. Trad. inglesa de P. F. Motellay. Nova Iorque, Dover, 1958.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)