
A AVALIAÇÃO DE WILKINS SOBRE O SUPOSTO CONFLITO ENTRE AS MECÂNICAS DE ARISTÓTELES E ARQUIMEDES

Ana Maria Alfonso-Goldfarb
PUC-SP
São Paulo -SP

1. Introdução

Os séculos XVI e XVII foram palco de um grande debate que engendraria novas visões sobre o conceito de movimento e forneceria as bases de uma teoria mecânica a ganhar seu lugar na então nascente "filosofia natural". Fazia parte desse debate a acalorada discussão sobre qual das interpretações dos princípios mecânicos seria a mais pertinente e, portanto, digna de ser seguida: a de Arquimedes ou a de Aristóteles. John Wilkins (1614-1672), estudioso, divulgador, professor da nova "filosofia natural", fundador da Royal Society e responsável, em grande parte, pelo estabelecimento desta nova filosofia na Inglaterra, será tomado no presente estudo como um exemplo de como o problema era tratado naquela época por uma corrente que, quer nos parecer, ainda que minoritária, tenha sido a que prevaleceu. Seu método era o seguinte: tomava-se parte dos estudos de um ou de outro dos ilustres gregos, conforme interessasse a montagem da nova teoria, num movimento conciliatório que esvaziava a disputa então criada entre o estagirita e o siracusano. Na prática, isto foi seguido pela imensa maioria dos "filósofos naturais" no século XVI, muito embora isso fosse feito veladamente, mantendo-se o discurso desses pensadores abertamente partidário de um ou do outro lado do debate. Em seu *Mathematical Magick*, obra escrita visando introduzir seus conterrâneos na nova ciência mecânica que vinha sendo desenvolvida na parte continental da Europa, J. Wilkins demonstra claramente a necessidade dessa conciliação. Este livro, publicado em 1648, e escrito de forma a atingir um público mais amplo do que aquele da academia, foi avidamente lido e anotado, servindo como base inicial das idéias sobre mecânica do então jovem Newton. A propósito, ainda em 1680, estudantes de Cambridge consideravam esse tratado como fundamental para a iniciação dos estudos nessa área¹. Portanto, por seu poder de divulgação dessas idéias, parece-nos ser o trabalho de J. Wilkins pertinente à nossa pesquisa.

2. Arquimedes x Aristóteles: um debate efetivo?

a. Arquimedes

R. Westfall sublinha a predominância do chamado princípio das máquinas simples sobre a mecânica, até esta assumir sua nova forma no tempo de Newton:

"Associadas às máquinas simples, as ambigüidades derivavam da tentativa quase universal de estender a lei da alavanca à dinâmica. Não foi meramente o nascimento da "filosofia mecânica" o que removeu as dificuldades conceituais internas da mecânica racional"².

Assim, antes da mecânica ter se tornado uma ciência baseada em princípios fundamentais coerentes com a nova cosmologia, tais como a força newtoniana, a maioria dos "filósofos naturais" concebia os princípios da mecânica como sendo aqueles elaborados a partir da compreensão do funcionamento das máquinas simples.

Uma vez que o trabalho de J. Wilkins não era mais original do que o de seus contemporâneos, ele também concebia a força mecânica em termos de máquinas simples:

"1. a balança 2. a alavanca 3. a roda 4. a polia 5. a cunha 6. o parafuso, as quais a força e todas invenções mecânicas devem necessariamente ser reduzidas"³.

Isto posto, não acreditamos ser necessário insistir sobre aquilo que a maioria já sabe: essa idéia provém da Grécia antiga. A própria origem da palavra mecânica tem suas raízes no termo que, no grego antigo, servia para denominar máquina ou instrumento. Por outro lado, é também conhecido o preconceito dos antigos gregos em relação às artes mecânicas, o que, possui por seu turno, fizera com que essa área do conhecimento não tivesse tido um tratamento matemático adequado. Desta forma, ao mesmo tempo em que aceita as máquinas simples como princípio fundamental da mecânica, Wilkins lavra seu protesto contra a falta de interesse característica dos grandes matemáticos da antiguidade para com a mecânica. Logo na primeira parte de seu *Mathematical Magick*, ele nos diz:

"Os antigos matemáticos colocaram todo seu conhecimento em especulações abstratas, recusando-se a discutir os Princípios de tão nobre profissão em termos de experimentos mecânicos"⁴.

E, a seguir, passa a criticar diretamente pensadores como Arquimedes e Dadalo, sendo que, curiosamente, cada um deles foi usado para nomear as duas partes de sua obra ("*Archimedes or Mechanical Power*" e "*Dedalus or Mechanical Motion*"):

"Dedalo, Arquita, Arquimedes... foram entretanto tão infectados com essa superstição cega, que não deixaram nada escrito a respeito das bases e modos dessas operações (experimentos mecânicos)"⁵.

Ao que tudo indica, Wilkins estava correto. Embora, aparentemente, Arquimedes tenha trabalhado com sucesso no que hoje convencionaríamos chamar "engenharia mecânica", Plutarco nos diz que o prodigioso homem de Siracusa considerou esses engenhos "um subproduto do jogo geométrico" e teria textualmente dito ser "a construção de instrumentos e, em geral, toda técnica desenvolvida para fins práticos, sórdida e ignóbil", sendo que ele (Arquimedes) somente "preocupava-se com as coisas que, em sua excelência e beleza, se mantém acima de todo o contato com as necessidades comuns da vida"⁶.

Muito embora se deva levar em consideração que a redescoberta dos tratados arquimedianos⁷ no original tenha aberto novas direções para a evolução dos conceitos matemáticos, nenhum tratado que lidasse com a operação e a construção das pretensas máquinas feitas por Arquimedes para o rei Hiero foi encontrado até o momento⁸. A lenda sobre os "engenhos milagrosos" de Arquimedes foi sempre contada por seus sucessores sem que fossem dadas maiores explicações sobre as quais teriam sido os princípios usados no funcionamento da parafernália.

É interessante, entretanto, notarmos como essa lenda permaneceu no imaginário dos pensadores ainda por muitos séculos depois do advento da ciência moderna, pois ainda René Dugas, em sua destacada *História da Mecânica*, comenta que Arquimedes:

"... fez da estática uma ciência racional e autônoma, fundada sobre postulados de origem experimental e apoiada em seguida por demonstrações matemáticas rigorosas"⁹.

Dugas baseia suas afirmações em uma passagem da obra de Arquimedes sobre o equilíbrio dos Planos, onde ele faz uma demonstração matemática engenhosa do centro de gravidade de figuras geométricas, o que, no entanto, está muito distante de referir-se ao mundo real e muito menos de ser "origem experimental".

Na verdade, essa pretensão da ciência moderna não ganharia corpo até que E. Torricelli criasse uma ponte entre as proposições matemáticas de Arquimedes e a ciência mecânica envolvida nos fenômenos da física¹⁰. A esse respeito, E.J. Dijksterhuion lança um longo esclarecimento em seu clássico *The Mechanization of the World Picture*, ao discutir como, no *De Motu Gravium*, Torricelli discute a posição nova a ser ocupada pela mecânica no sistema das

ciências, frente à ligação dessa ciência, por um lado, com a física e, por outro, com a matemática, que ele observará como não sendo conflitante. Uma vez que, através dessa ligação, a mecânica poderia se desprender de sua origem pouco nobre para servir como forma de estudar "os corpos nobres que não tinham peso". E, assim, o vice-versa tornou-se também verdadeiro, a saber: poder-se-ia atribuir peso às figuras geométricas. Ainda segundo Dijksterhuis, teria sido impossível ao Arquimedes do *Sobre o Equilíbrio dos Planos*, ou de qualquer outra de suas obras em geometria, admitir que suas figuras etéreas e perfeitas pudessem vir a ser "pesadas" nos pratos de uma balança, já que a própria noção de peso significava a tendência dos corpos terrestres a buscarem o lugar natural na sua esfera, ou seja, o centro da terra. O mundo físico e o matemático ficariam, desta forma, separados por barreiras intransponíveis até que os "filósofos naturais" dos séculos XVI e XVII iniciassem um novo esquema cosmológico¹¹. De fato, o uso dos postulados matemáticos de Arquimedes para dar apoio à nova mecânica necessitaria não somente a desmontagem do velho modelo de mundo, como também o início da construção do novo, além de uma grande quantidade de detalhes que só começam a ser de fato elucidados a partir do *De Motu Gravium* de E. Torricelli¹².

De qualquer forma, tratava-se este de um trabalho a lidar com conceitos recém-elaborados e que ainda percorreria um bom caminho antes de se firmar. Sua publicação coincidiria com período em que Wilkins estava produzindo sua obra, que, como já dissemos, dirigia-se a um público não iniciado na nova mecânica, o que queria dizer naquela época quase toda a população das Ilhas Britânicas!¹³ Não seria, portanto, dedicada nenhuma atenção à filigrana elaborada pelo discípulo de Galileo em sua tentativa de fazer uma releitura física da geometria de Arquimedes. Outros seriam os recortes no pensamento do matemático de Siracusa a aflorar na obra de Wilkins, mais em consonância com a maioria dos filósofos mecânicos de sua época e ainda distante da discussão específica levantada por Torricelli, cujo insight seria retomado mais tarde naquele século.

Assim, apesar de sua crítica aos matemáticos gregos por não terem aplicado seu conhecimento no estudo do mundo físico, Wilkins permanece como quase todos os "filósofos mecânicos" até a metade do século XVII -fiel à idéia de que o modelo geométrico de Arquimedes, aparentemente limpo de qualquer traço teleológico, constituía-se na melhor forma de abordar e quantificar a natureza. Pensadores tão diversos quanto Galileo Galilei e Simon Stevin declaravam-se discípulos de Arquimedes¹⁴ por parecer-lhes que a precisão geométrica deste significava a refutação do mundo qualitativo e de

tendência imprecisáveis de Aristóteles. E, neste ponto, J. Wilkins concorda com eles, apesar das objeções levantadas ao completo patriarcado dos geômetras gregos sobre a nova "filosofia mecânica":

"Em nosso questionamento sobre a natureza em busca das causas eficientes das coisas, quando nosso raciocínio deve estar de pé, podemos acabar encontrando um lugar onde sentar e nos satisfazer, distraíndo-nos com a noção de qualidades ocultas. E, portanto, melhor seria que fôssemos ignorantes das causas finais das coisas, já que estas são mais profundas e obscuras do que qualquer outra".¹⁵

E, de fato, para Wilkins, a mecânica necessitaria de "palavras suaves e argumentos potentes"¹⁶, que só lhe poderiam ser fornecidos pela matemática.

Ao lado da adoção do universo matemático grego como instrumental para a nova mecânica, Wilkins retorna também à lenda de Arquimedes engenheiro. Mas, segundo ele, não para continuar a longa tradição de filósofos e estudiosos que, por séculos a fio, nutriram o lado fantástico de tal lenda. Ao contrário, Wilkins afirma que deseja tentar provar que essa lenda pode ser muito útil à ciência mecânica se se tentar fundamentá-la, e não apenas usá-la para entretenimento. Partindo da famosa, suposta, declaração de Arquimedes, dê-me um ponto fixo e eu moverei o mundo, Wilkins nos diz:

"É fácil demonstrar a verdade geométrica nessa estranha asserção, examinando-a de acordo com cada uma das anteriormente referidas Faculdades Mecânicas (princípios mecânicos), sendo cada um dos quais possuidor de potência infinita"¹⁷.

Cada uma destas máquinas simples, por sua vez, poderiam ser consideradas, segundo Wilkins, como tendo "infinita capacidade, quando fosse adequadamente aplicada à devida desproporção entre peso e força (potência)".¹⁸

E nessa seqüência ele explica uma máquina feita da combinação de rodas ou engrenagens, chamada Glossocomus, que teria belo"¹⁹. Seguem-se a descrição do Trespatum (combinação de polias) e do Carestion (ou aquela máquina que exponenciava a capacidade do parafuso), com a qual Arquimedes teria conseguido colocar o maior barco do rei Hiero no mar-, sem nenhuma outra ajuda.²⁰ Finalmente, Wilkins apresenta aquela que seria a combinação de todas as máquinas anteriores e que, assim, teria uma força (capacidade) infinita para mover as coisas. Em suas próprias palavras: "Esta é uma máquina que pode puxar a raiz de um carvalho de 1000 pés quadrados e que esteja a 40 pés de profundidade, com a força de um cabelo ou um sopro".²¹

A descrição detalhada e quantitativa de Wilkins dá contornos quase reais ao que durante séculos havia sido uma lenda.

"Toda a Potência do Engenho é constituída por duas polias duplas, doze engrenagens e uma vela. Uma dessas polias na parte inferior deve diminuir metade do peso, que passará a ser de 2000 000 000 libras, e a outra polia abaterá $\frac{3}{4}$ do mesmo, que passará para 1 000 000 000".²²

Já cada uma das engrenagens dividiria o peso por dez, até chegar a vela, onde a força "de uma palha, cabelo ou sopro igual a um milésimo de libra, bastaria para arrancar o carvalho".²³

No fundo, estas máquinas, onde nenhuma força dissipativa é levada em consideração, são tão ideais e lendárias como o foram aquelas que povoaram a imaginação de épocas anteriores. O lugar que estas ocupam na nova cosmologia -que estava então se constituindo faz com que a teoria mecânica que elas implicavam também tivesse outra dimensão, a dimensão própria do modelo de mundo que elas passariam a representar. Wilkins, um exímio experimentador, devia saber em parte que tais exemplos apenas serviam para inflamar a imaginação de seus leitores e, com isso pensava atraí-los para o que de fato o interessava: o estudo de uma teoria que fundamentasse essa máquina - a maior de todas - que é o universo!

Se Arquimedes não pensava dessa maneira, e Wilkins, pelo que já vimos anteriormente, já havia reconhecido esse fato, então, apoiar-se nas antigas lendas do pensador- de Siracusa é, na verdade, chamar a atenção para a necessidade de dar-lhes o tratamento matemático adequado que a época de Wilkins pedia. E, com isso transformar a mecânica de técnica em ciência, algo que decididamente não estivera nos propósitos dos matemáticos gregos.

b. Aristóteles, figura importante nessa transformação

A imagem de um Arquimedes triunfante, defensor da ciência mecânica, é, portanto, mais obra do entusiasmo daqueles que estavam redescobrando o conhecimento clássico da matemática, do que algo próximo da realidade histórica. .

A mecânica enquanto "arte" ou "techne" existia desde quando "um macaco inteligente usou uma vareta como alavanca".²⁴ E o primeiro tratado grego conhecido a teorizar nessa área é sobre os Problemas da Mecânica, atribuído a Aristóteles, mas, talvez, escrito por Stratus (c. 287 a.C.), que se acredita ter sido o terceiro filósofo a assumir o Liceu. Por motivos óbvios, máquinas simples, e não conceitos matemáticos, são os princípios tratados nesta obra, que, como veremos, irá tornar-se de fundamental importância ao tratamento da mecânica daí por diante.²⁵

Devido ao interesse aristotélico em explicar as causas do movimento, este tratado assume uma visão dinâmica das chamadas máquinas simples²⁶. Apesar desta característica aberrante, aos nossos olhos modernos, é sabido que este livro serviu como guia a todos os helênicos interessados na arte da maquinaria, bem como a vários estudiosos medievais que trabalharam na área. Mas será durante o Renascimento, esse espaço de tempo ainda mal definido em termos de periodização, esse tempo prenhe de buscas dos mais variados instrumentais para abordar a natureza, onde mais o uso se fez das idéias contidas no *Sobre os Problemas da Mecânica*²⁷.

Sabe-se que homens como Cardano e Tartaglia usaram essa obra aristotélica como uma das bases para seu trabalho. De qualquer forma, as idéias desse tratado devem ter impregnado o pensamento da época, pois mesmo entre autores como Leonardo da Vinci, já bastante afastados do pensamento aristotélico, observa-se a presença de rastros desse tratado, embora tenhamos quase certeza de que não se deu por contato direto com a obra em si²⁸.

Quando, ao longo do século XVI, a dinâmica aristotélica vai sendo substituída pela cinemática - com a causa final entrando para a "lista negra" entre os "filósofos naturais" - ainda assim, o pequeno tratado de pseudo-Aristóteles continua deixando seus vestígios. A esse respeito comenta S. Drake:

"Frequentemente se diz que o trabalho de Galileo representava a retomada e a continuação do de Arquimedes, enquanto ele (Galileo) estaria constantemente combatendo a influência de Aristóteles sobre os estudiosos da época. Em muitas áreas de disputa é certamente verdade, por exemplo, em hidrostática, mas isto está longe de acontecer no domínio representado pela mecânica. De fato quase o reverso acontece aí: não uma escolha, por um ou outro, mas uma reconciliação entre as duas tradições para poder lidar com os problemas da mecânica se fez necessária".²⁹

Em Wilkins, como já mencionamos, isto fica ainda mais claro. Assim, apesar de ter "dado um basta a Aristóteles",³⁰ em alguns de seus trabalhos dedicados à nova astronomia, Wilkins reconhece no *Mathematical Magick*, por ser este dedicado à mecânica, o grande valor das idéias aristotélicas a esse respeito. Ao concluir com Platão a lista dos matemáticos que não deram a atenção devida às questões mecânicas, nosso autor coloca como contra-exemplo os trabalhos aristotélicos:

"Mas seu discípulo, Aristóteles (em outros aspectos tão semelhante a ele [Platão]), se opôs a este e transformou-se em um dos primeiros autores a escrever metodicamente sobre as artes (mecânicas); [...] como um sábio Steward, o judicioso Aristóteles [...] preferiu a Realidade e o Benefício

Público, ao invés das sombras de alguma especulação periférica ou do senso comum".³¹

Entretanto, assumir o modelo do tratado aristotélico sobre mecânica era admitir a visão de mundo nele implícita, essa mesma visão tão duramente combatida em outras áreas pelos "filósofos naturais". O não reconhecimento desse fato lançaria uma pequena armadilha sobre o desenvolvimento da nova "filosofia mecânica" naqueles primeiros decênios do século XVII, armadilha está presente no trabalho de Wilkins, apesar de seus recortes certos e bem arrazoados. Analisemos primeiramente um trecho do próprio tratado aristotélico e, em seguida, vejamos como ele se desdobra no trabalho de Wilkins, para melhor comprovar a hipótese acima. Diz-nos o autor sobre a "dinâmica" das máquinas simples:

"Pois aquele mesmo peso, que um homem não pode mover sem uma alavanca, move-o rapidamente pela aplicação do peso na alavanca. Ora, a causa original de todos esses fenômenos é círculo; e isso é natural, pois não é de nenhuma maneira estranho que algo notável deva resultar de algo mais ainda notável, e o fato mais notável é a combinação dos opostos entre si. O círculo é feito de tais opostos, pois, para começar, ele é composto tanto do que se move como do estacionário, que são por natureza opostos entre si [...] Portanto, como foi dito antes, não existe nada de estranho no círculo ser a primeira de todas as maravilhas. Os fatos sobre a balança dependem do círculo, e aqueles sobre a alavanca dependem da balança, enquanto que quase todos os outros problemas do movimento dependem da alavanca"³²

O círculo, como todos sabem, era para os gregos a imagem do movimento perfeito. Conseqüentemente, uma vez que o círculo é o princípio que subjaz aqui à explicação das máquinas simples, estas se transformarão nas premissas de onde o movimento mecânico será derivado. Este é um argumento - e um forte argumento - pensado em termos dinâmicos.

Sobre os Problemas da Mecânica é um tratado escrito de um ponto de vista aristotélico e, sem dúvida, difícil de ser utilizado parcialmente sem considerar-se a implicação de todo seu esquema. Uma rede de silogismos bem montados apontam para a causa final do movimento. As máquinas simples movem-se e será neste movem-se e será neste movimento que a escola aristotélica estará interessada³³. Por exemplo, para os aristotélicos, uma balança com pesos iguais em seus pratos – para nós, hoje, um caso de equilíbrio – seria um caso de movimento virtual, já que cada um dos pesos estaria lutando para atingir seu lugar natural.³⁴ E Wilkins, à moda de seus contemporâneos

preocupados com a nova mecânica, dispensava a causa final do argumento aristotélico:

"Pois peso não é aqui considerado como sendo uma qualidade natural pela qual os corpos densos tendem a cair; mas, outrossim, como uma característica por meio da qual esses corpos podem ser medidos"³⁵.

Seria ainda importante mencionarmos o contra-argumento de Wilkins à visão aristotélica sobre o movimento do corpo humano, descrito pelo inglês em termos dos movimentos da alavanca, numa nítida associação entre as partes do corpo e as partes de uma máquina. Mas, por outro lado, Wilkins - como de resto Galileo em seu *Sobre a Mecânica* - irá reter as máquinas simples como modelo de movimento, sem nunca enfatizar seu equilíbrio e, portanto, um possível tratamento estático das mesmas.³⁶ S. Stevin foi o primeiro, nessa época crucial para o desenvolvimento da nova mecânica, a chamar a atenção para o equívoco encerrado na utilização das máquinas simples como modelo que não fosse da ciência da estática:

"Aquilo que se mantém estático quando pendurado não descreve círculos. Duas gravidades de igual peso aparente equilibram-se permanecendo paradas, portanto, duas gravidades de igual peso aparente não descrevem círculos"³⁷.

Por outra parte, se o estudo do movimento desapareceu da teoria de Stevin, com esta teria desaparecido também a possibilidade de uma relação correta entre a ciência do equilíbrio e da "ação". No mais, resta-nos a discussão dos historiadores da mecânica: a assimilação imediata da teoria de Stevin, com as máquinas simples colocadas como modelo restrito dos estudos da estática, teria acelerado o processo de busca de um novo modelo para o movimento? E, portanto, ter-se-ia chegado mais rapidamente também ao conceito moderno de força e, conseqüentemente, à nova dinâmica? Ou a orfandade de um modelo para o movimento teria gerado exatamente o mesmo espaço confuso entre a dinâmica aristotélica e aquela construída em torno do conceito newtoniano de força? Teria sido então a cinemática uma dinâmica aristotélica sem a causa final que explica a força, mas ainda muito próxima a esta por manter as máquinas simples como modelo?³⁸

Enfim, é fato que a busca de uma nova conceituação para força continuava assombrada pela noção advinda do movimento das máquinas simples. Nem mesmo Galileo, o introdutor da lei dos corpos em queda livre, conseguia equiparar a força proveniente daí com aquela da pressão e tração retirada do modelo das máquinas simples, já que a conseqüência de uma e outra eram distintas: aceleração no primeiro caso e velocidade no segundo.³⁹ Na

verdade parece que, até Newton, a queda livre era uma espécie de anomalia instigante mas indômita por não caber no marco em formação da mecânica. Nesse sentido, R. Hooke, no início de 1660, teria colocado que: "o movimento uniformemente acelerado da queda livre era um modelo mais frutífero para a dinâmica do que o movimento limitado das máquinas simples".⁴⁰ Todavia, poucos anos depois, Hooke não hesitou em retornar ao princípio da alavanca quando, ao ler um trabalho para a Royal Society, voltou a colocar a força como proporcional à velocidade.⁴¹

Hooke e Wilkins foram colaboradores próximos e trabalharam juntos, por exemplo, na elaboração de algumas das peças de maquinaria descritas no *Mathematical Magick*. Daí que seja razoável imaginar que, uma vez Hooke mantendo as idéias de 1660, Wilkins teria ao menos mencionado o fato nas novas edições de seu livro, pois houve muitas.⁴² Leva-nos a essa crença a mentalidade aberta a novas idéias de Wilkins e sua busca de outros portos seguros de onde surgiria a ciência mecânica que ele sabia estar ainda em gestação. De fato, Wilkins decidiu nem ao menos perturbar seus leitores com essas idas em voltas. Na edição de 1708, que temos em mãos, e que saiu à luz já depois da morte do "filósofo natural" inglês, ainda encontra-se o conceito que alternativamente chama força, potência, robustez e energia - como vemos, conceito e nome eram igualmente confusos - colocado da seguinte forma:

"Pois deve ser observado como regra geral que o Espaço de Tempo ou Lugar em que se move o peso.. em comparação com aquele em que a Potência se move, está na mesma Proporção em que eles estão entre si"⁴³.

Um sem-número de outros exemplos semelhantes percorrem a obra de Wilkins. Esse problema, lembra-nos R. Westfall, só seria solucionado nos moldes da ciência moderna quando:

"Com uma concepção dinâmica satisfatória de força, Newton se sentiu liberado da tirania que as máquinas simples haviam exercido sobre o pensamento dinâmico, e a estática passou a representar para ele meramente um caso especial no qual as forças impressas num corpo acontecem de estar em equilíbrio"⁴⁴.

E até que isso ocorresse, J. Wilkins, como a maioria dos "filósofos naturais" de sua época, irá manter do projeto arquimediano o sonho de uma matemática que quantificasse os fenômenos mecânicos; e, a partir destes, todos os fenômenos naturais; enquanto o fenômeno do movimento mantinha ainda para eles o gosto forte do argumento lógico aristotélico ...ainda que desprezado de seu vetar teleológico.

A montagem proporcionada por Wilkins (ou como poderíamos chamá-lo: a maneira de explicar em forma mecânica o que antes parecia sobrenatural...), é, antes de tudo, interessante como foco de investigação por sua forma clara de colocar o que veladamente ocorria em sua época: partes da lenda e das idéias do pensador de Siracusa embecendo a ainda presente racionalização aristotélica do movimento... No mais, nada de estranho em se tratando de um puritano que, parente de Cromwell, continuará sendo um ponto de referência importante alavanca da nova ciência britânica - durante a Restauração. Nem Torricelli, nem Stevin, nem Huygens, Wilkins foi autor de um trabalho que não avançou na conexão entre a velha e a nova dinâmica. Mas porque escrito para um público que pretendia cativar e tornar novos guerreiros da ciência mecânica - foi o caso concreto de Newton - sua obra nos coloca com clareza os meandros do que parece de fato ter ocorrido nesse interregno.

Notas e Referências Bibliográficas

1. SHAPIRO, B. J. Wilkins, an Intellectual Biography. Berkeley, Univer. of California Press, 1969, p. 45.
2. WESTFALL, R. Force in Newton's Physics, the Science of Dynamics in the Seventeenth Century. New York, American Elsevier, 1971, p. 44.
3. WILKINS, J. Mathematical Magick, em The Mathematical and Philosophical Works of J. Wilkins. Londres, J. Nicholson, 1708, p. 8.
4. Ibid., p.8.
5. Ibid., p.2.
6. DIBJKSTERHUIS, E. J. The Mechanization of the World Picture. Trad. de C. Dikshoorn, Oxford, Oxford Univ. Press, 1961.
7. MACH, E. The Science of Mechanics. Trad. de T. McCormack, 4^a ed., Chicago, The Open Court Publ. Co., 1919, p.
8. GALILEI, G. On Motion & on Mechanics. Trad. de S. Drake, Madison, University of Wisconsin Press, 1960, p. 142.

9. DUGAS, R. Histoire de la Mécanique. Neuchâtel, Editions du Griffon, 1950, p. 24.
10. No seu livro De moto gravium (libri duo), in Opera geometrica. Florença, A. Masse & L. de Landis, 1644.
11. DIJKSTERHUIS, op. cit., p. 360. Os grandes geômetras gregos, entre eles Platão, acreditavam que, para se falar da "physis" (ou o que se refere à existência das coisas no mundo material), deveria ser usada a "doxa" (uma espécie de raciocínio opinativo), e nunca a precisão ordenada e perfeita da geometria, que pertencia ao "nomos" (domínio superior da lei e da convenção do qual o mundo material era apenas uma corruptela. Foi, portanto, uma ilusão dos iniciadores da ciência moderna pensar que estavam sendo fiéis seguidores dos geômetras gregos. Seus pretensos ancestrais devem ter se "revirado nas tumbas" ao vê-ias usar o "nomos" para descrever a "physis".
12. As controvérsias sobre a mecânica seriam solucionadas apenas em fins do século XVII. O próprio Torricelli teria tentado dar uma espécie de tratamento dinâmico às idéias cinemáticas de Galileo, num trabalho não publicado e que R. Westfall sugere ter sido mal compreendido nessa época. Vide R. Westfall, op. Cit., pp. 123-25.
13. AARSLEFF, H. "Wilkins", Dictionary of Scientific Bibliography. Nova York, Scribner's Sons, 1976, vol. XIV, p. 366
14. STEVIN, S. "The Elements of the Art of Weighting", em General Instruction Mechanics. Ed. por E. J. Dijksterhuis, Amsterdam, C. V. Swets & Zeitlinger, 1955, p. 18; sobre Galileo, veja W. Shea, Galileo's Intellectual Revolution, 2ª ed., Nova York, Science History publications, 1977, p. 6.
15. WILKINS, J. Discourse Concerning the Beauty of Providence. Londres, Print. Gellinbrand, 1649, p. 71. A teleologia era o estudo da causa final aristotélica. Para Aristóteles, quatro eram as causas que trabalhavam na natureza, e o conhecimento desta dependia do conhecimento das causas. Duas delas faziam parte da própria constituição das coisas, que eram a causa material e a causa formal. E duas diziam respeito aos processos das coisas,

que eram a causa eficiente e a causa final. A modernidade limpou do estudo sobre a natureza as causas aristotélicas, deixando apenas a causa eficiente, ou seja, aquela onde se explica como se desenvolve um processo. Mas é fácil compreender que, enquanto perdurou o cosmo aristotélico, o estudo da causa final fosse preponderante. Tratava-se de um mundo fechado e ordenado, onde tudo que se movia o fazia com a finalidade de buscar seu lugar natural.

16. WILKINS, J. A Discourse concerning a New Planet. Em The Mathematical and Philosophical Works of J. Wilkins. Londres, J. Nicholson, 1708, pp. 134-36.
17. WILKINS. Mathematical Magick, p. 46.
18. Ibid., pp. 53-8.
19. Ibid., p. 50.
20. Ibid., p. 55.
21. Ibid., pp. 57-8.
22. Ibid., pp. 57-8.
23. Ibid., pp. 57~8.
24. SINGER, C. A Short History of Scientific Ideas to 1900. 3ª ed., Oxford, Clarendon Press, 1959, p. 71.
25. HALL, A. R. & HALL, M. B. A Brief History of Science. Nova York, New American Library, 1964, pp. 49-50.
26. S. Drake em G. Galilei, op. cit., p. 141.
27. Sobre o longo uso feito do tratado, vide Stevin, op. cit., p.141; sobre os helenos, vide, por exemplo, o trabalho de Philo Byzantium e Hero de Alexandria; sobre os medievais, veja-se A Escola de Jordanus; sobre o Renascimento, veja-se Dijksterhuis, op. cito , p. 251.

28. Stevin, op. cit., p. 37.
29. Por exemplo, Galilei, op. cit., p. 141. Num de seus primeiros trabalhos, escrito para seus discípulos de Pádua (Sobre a Mecânica), Galileo usa com freqüência os ensinamentos contidos no opúsculo de Stratus; veja Shea, op. cit., p. 9.
30. SHAPIRO, B. John Wilkins, an Intellectual Biography. Berkeley, University of California Press, 1969.
31. Wilkins. Mathematical Magick, p. 4.
32. Nota do tradutor: isto é, uma roda em movimento possui uma circunferência que se movimenta mas um centro estacionário. Aristóteles, Mechanical Problems, em Minor Works, trad. de W. S. Hett, Cambridge, Harvard Univ. Press, 1936, pp. 333-35.
33. ROSS, D. Aristotle. 5ª ed., New York, Barnes & Noble, 1964, p. 43. Mecânica é a arte das máquinas; portanto, deve-se entender máquinas conforme a interpretação aristotélica.
34. ROSS, D. op. cit., p. 67.
35. Wilkins, Mathematical Magick, p. 7; estas idéias foram tiradas de Galileo, On Mechanics, p. 151.
36. DIJKSTERHUIS, op. cit., p. 366: "Todavia, que o efeito de uma força não devesse ser velocidade mas aceleração, permanece um paradoxo, e não poderia ter existido nas primeiras décadas do século XVII qualquer dúvida sobre seu estabelecimento como um axioma."
37. STEVIN, op. cit., p. 509.
38. DIJKSTERHUIS, op. cit., pp. 324-29. Para um bom exemplo, veja-se Westfall, op. cit., p. 122.
39. DIJKSTERHUIS, op. cit., pp. 338-42.

40. WESTFALL, op. cit., p. 206.

41. Ibid, p. 275.

42. Este fato não poderia ter ocorrido por ocasião da primeira edição de Mathematical Magick porque ela foi publicada em 1648.

43. Wilkins, Mathematical Magick, p. 61.

44. WESTFALL, op. cit., p. 468.

45. SHAPIRO, B. op. cit., pp. 2-5.