

1. Ciência Moderna e Ontologia no pensamento de Alexandre Koyré

1.1 - A matemática como elemento central da revolução científica e a retomada filosófica de Platão

Para Koyré o grande problema filosófico que se instaura com a chamada revolução científica tem como elemento central uma mudança de ontologia cuja nova problemática é a tematização da física, que inaugura a ciência moderna¹.

Existe assim um forte postulado ontológico como fundamento mesmo de suas análises sobre a nova ciência nascente. É a partir dos seus estudos sobre autores como Copérnico, Kepler, Galileu, Descartes que A. Koyré formulará sua posição epistemológica central, segundo a qual, a ciência moderna possui uma forte dimensão ontológica de caráter matemático.

A matemática estaria para Koyré na base das investigações acerca da natureza no período moderno, fornecendo a chave para a própria pesquisa empírica. A finalidade da ciência passa a ser a descrição matemática da natureza que nos rodeia da forma mais simples e rigorosa possível. Para Koyré, Galileu estava imbuído do espírito matemático do platonismo e do neoplatonismo. Um dos traços fundamentais da sua ciência era a concepção da natureza como uma entidade matemática, cuja estrutura se revela em caracteres matemáticos. Eis uma célebre passagem do físico e matemático de Pisa, onde Koyré encontra legitimidade para a formulação de sua concepção epistemológica:

“A filosofia está escrita nesse grande livro do mundo permanentemente aberto diante de nossos olhos, refiro-me ao universo, mas que não podemos compreender sem primeiro conhecer a língua e dominar os símbolos em que está escrito. A linguagem desse livro é a matemática e seus

¹ Convém chamar a atenção para um possível problema terminológico que a palavra ‘ciência moderna’ pode suscitar. Koyré utiliza a expressão ‘ciência moderna’ para a ciência que se constituiu no século XVII e XVIII, isto é, para o período que vai, grosso modo, de Galileu a Einstein. Esta ciência às vezes é chamada de ‘clássica’ por oposição à ciência contemporânea. Koyré não segue este uso e reserva a designação ‘ciência clássica’ à ciência do mundo clássico, principalmente a ciência dos gregos.

símbolos são triângulos, círculos e outras figuras geométricas, sem cuja ajuda é impossível compreender uma única palavra de seu texto; sem cuja ajuda, vagueia-se em vão por um labirinto escuro.”²

Assim os fundamentos dessa nova ciência estariam assentados sobre pilares metafísicos, pois quando falamos de uma estrutura da realidade de matriz matemática, estamos nos inserindo no terreno de uma metafísica da ciência. É o reconhecimento dessa estrutura matemática profunda do próprio universo que leva Koyré a identificar como de natureza ontológica a revolução ocorrida na ciência moderna.

Quando mencionamos o nome de Galileu fazemos automaticamente uma associação entre ele e a ciência moderna. Não é por menos, pois todo o movimento desencadeado com o objetivo de se constituir uma nova ciência da natureza, nós o devemos a Galileu e também a Descartes.

O nome de Galileu muito freqüentemente também está associado com o papel da experiência na ciência moderna, com a razão experimental. A consequência imediata desta visão é de que o caráter experimental da nova ciência forma um dos seus traços característicos. Trata-se de um enorme equívoco segundo Koyré.

A experiência, no sentido de experiência bruta, de observação do senso comum, não desempenhou nenhum papel, a não ser o de obstáculo no nascimento da ciência clássica; e a física dos nominalistas parisienses – e mesmo a de Aristóteles – era com freqüência bem mais próxima da razão experimental do que a física de Galileu. Quanto à experimentação, que Koyré chama de *experimentum* – interrogação metódica da natureza – ela pressupõe uma linguagem na qual ela coloca as questões e um vocabulário permitindo interpretar as respostas.

² GALILEI, 1978. p. 119

Ora, é em uma linguagem matemática, ou mais exatamente geométrica, que a ciência clássica interroga a natureza e essa linguagem, ou mais exatamente, a decisão de empregá-la (decisão que corresponde segundo a concepção de Koyré a uma mudança de atitude metafísica) não poderia por sua vez ser ditada pela experiência que essa linguagem iria condicionar.³

Contudo, para edificar uma nova ciência da natureza, ou como queria Galileu, matematizar a física não foi tarefa nada fácil. Para isto precisou lutar contra a autoridade, contra a tradição, em particular a tradição de Aristóteles. Precisou travar uma verdadeira batalha contra a tradição científica e filosófica que mantinha a Igreja e que ela ensinava nas universidades. Foi preciso lutar contra uma tradição filosófica que havia se solidificado no ocidente durante séculos e, além disto, não reconhecia à matemática a função que lhe atribuía Galileu, isto é, chave para a compreensão da natureza.

Aristóteles exerceu um domínio significativo no pensamento ocidental a partir do século XIII. Isso se explica pelo fato de que ele foi o único filósofo grego cuja obra inteira (pelo menos aquela conhecida da antiguidade) foi traduzida em árabe e depois em latim. O mesmo não ocorre com Platão. O *corpus aristotelicum* forma uma verdadeira enciclopédia do saber humano. Com exceção da medicina e da matemática, encontramos de tudo em suas obras – física, astronomia, metafísica, ciências naturais, psicologia, ética e política. Ademais, Aristóteles é um ganho para o professor. Aristóteles ensina e se ensina; discute e se comenta. Uma vez introduzido nas escolas já não há força humana capaz de arrancá-lo, pois ele lança raízes.

Não se pode arrancar Aristóteles dos professores sem colocar outra coisa em seu lugar. Deste modo, até Descartes, não teremos absolutamente nada para colocar em

³ KOYRÉ, 1966. p. 13

seu lugar. É importante ainda ressaltar que toda esta avalanche de conhecimentos que se dá com a redescoberta de Aristóteles a partir do século XIII não traduz em essência o próprio pensamento de Aristóteles. Pois o aristotelismo de um Averróis, de um Avicena, de Alberto o grande, de um Tomás não é o aristotelismo oriundo de Aristóteles, mas é em geral um Aristóteles islamizado ou cristianizado tem em vista a importância do seu pensamento para a elaboração de uma ciência teológica da qual estes autores fizeram um amplo uso.

Assim os seus escritos nos chegam pelo ocidente (primeiramente pela Espanha, em traduções feitas sobre o árabe, depois em versões feitas diretamente sobre o grego no curso do século XIII).

Mesmo tendo passado por uma interdição sem sucesso, as teses aristotélicas vão se difundir como muita força seja nas escolas, seja nas universidades. Isso nos mostra um fato bastante importante: o meio no qual se propaga o aristotelismo não é o mesmo meio em que se absorvia as doutrinas platônicas. O aristotelismo se propaga nas universidades e endereça-se às pessoas ávidas de saber. Eis o motivo de ouvirmos falar com frequência que Aristóteles é o verdadeiro educador do ocidente

Antes mesmo de ser filosofia, o aristotelismo é ciência, e é por seu valor próprio de saber científico e não por seu parentesco com uma atitude religiosa que ele se impõe.⁴

Platão ao contrário se ensina mal. A sua forma dialógica não é uma forma escolar. Seu pensamento é sinuoso, difícil de apreender e freqüentemente pressupõe um saber científico considerável e por isso bastante pouco difundido. Por que Platão é tão pouco difundido? Talvez porque desde o fim da Antiguidade clássica Platão

⁴ Vale dizer que o aristotelismo é incompatível com a atitude espiritual seja do bom cristão como também do muçulmano. A eternidade do mundo seria um dos maiores problemas de incompatibilidade com a teologia, visto que nas religiões monoteístas admite-se como pressuposto a criação do mundo *ex nihilo*.

não é mais estudado fora da Academia. Aliás, ele é mais interpretado do que estudado, ou seja, transformado. Nesse período o manual substitui o texto. Frente a Aristóteles, Platão é muito menos traduzido.

Em linhas gerais poderíamos dizer que Aristóteles é mais conhecido, pois suas obras foram as mais traduzidas pelos árabes. Platão em contrapartida é menos conhecido e os manuais que transmitem a sua filosofia são bastante ecléticos, inspirados, sobretudo na tradição estoica e neoplatônica. Os árabes o confundem freqüentemente com Plotino, mas também os latinos e mesmo os gregos bizantinos o vêem através dos comentários ou dos manuais neoplatônicos.

Não é por acaso que Koyré ao insistir sobre a retomada da matemática na investigação da natureza no período moderno irá qualificar este período como “a desforra de Platão”.⁵ É a matemática sendo recolocada novamente como o principal pedestal do conhecimento humano e Koyré estava convicto desta importância:

“Se reivindicamos para as matemáticas um estatuto superior, e, além disso, lhe atribuímos um valor real e uma posição decisiva na física, somos platônicos. Se ao contrário, vemos nas matemáticas uma ciência abstrata, e conseqüentemente, de valor menor que o das ciências – física e metafísica – que tratam do ser real; se em particular sustentamos que a física não tem nenhuma outra base que a experiência e deve se edificar diretamente sobre a percepção, que as matemáticas devem se contentar do papel secundário e subsidiário de uma simples auxiliar, somos aristotélicos.”⁶

A concepção aristotélica de ciência não é uma concepção matemática, eis a sua fraqueza e eis também a sua força. Sua física é essencialmente não matemática. A classificação da ciência segundo Aristóteles obedece a diversos tipos de conhecimento dentro de uma hierarquia tripartite: assim para ele, o conhecimento ou é 1) produtivo, isto é, técnico no sentido de que comporta um fazer, ou é 2) prático, isto é, ético no sentido de que comporta uma ação, ou é 3) especulativo, isto é, teórico no sentido de que conduz à contemplação da verdade.

⁵ KOYRÉ, 1971. p. 262

⁶ KOYRÉ, 1973. p. 188

Esta primeira tricotomia básica já é pensada por Aristóteles como constituindo uma hierarquia, segundo a qual o conhecimento de tipo inferior é o produtivo, porque nele o que se produz está inteiramente limitado pela particularidade e contingência; segue-se na hierarquia o conhecimento de tipo prático cuja vinculação à contingência das circunstâncias em que se realiza a ação impede o acesso a um conhecimento de tipo universal e, finalmente, no grau máximo da hierarquia, está o conhecimento especulativo ou teórico, que é o único que tem acesso ao conhecimento efetivamente científico, que é o conhecimento do universal, da necessidade abstraída da contingência e dos particulares.

Por sua vez, este último, isto é, o conhecimento de tipo teórico e propriamente científico, está organizado hierarquicamente segundo a ordem de excelência do objeto numa nova tricotomia composta pela 1) Matemática, 2) Física e 3) Filosofia Primeira ou Teologia. No Livro VI da *Metafísica*, Aristóteles discute o caráter teórico dessas ciências e estabelece claramente a superioridade da teologia com respeito à física e à matemática.⁷

Para a construção e justificação dessa hierarquia, Aristóteles utiliza a noção de excelência do objeto numa dupla dicotomia: a separabilidade ou inseparabilidade entre a matéria e a forma dos objetos das ciências teóricas e a mobilidade ou imobilidade desses mesmos objetos. A caracterização de objeto excelente ou de

⁷ *Metafísica*, VI, 1, 1026a7-23: “A matemática também é teórica; mas se seus objetos são imóveis e separáveis da matéria, não é até o momento claro; está claro, entretanto, que ela considera alguns objetos matemáticos enquanto imóveis e separáveis da matéria. Mas se existe alguma coisa que é eterna e imóvel e separável, claramente o conhecimento dela pertence a uma ciência teórica – contudo, não pertence à física (pois a física trata de certas coisas móveis), nem à matemática, mas a uma ciência anterior a ambas. Pois a física trata de coisas que são inseparáveis da matéria mas não imóveis, e algumas partes da matemática tratam de coisas que são imóveis, mas possivelmente não separáveis, mas incorporadas na matéria; enquanto a ciência primeira trata de coisas que são tanto separáveis quanto imóveis. Ora, todas as causas devem ser eternas, mas especialmente essas; pois elas são as causas de tanto do divino que nos aparece. É necessário portanto que existam três filosofias teóricas, matemática, física e teologia, uma vez que é óbvio que se o divino está presente em tudo, ele está presente em coisas desse tipo. E a ciência superior deve tratar do gênero superior, de modo que as ciências teóricas são superiores às outras ciências, e esta (a teologia) superior às outras ciências teóricas.”

gênero superior supõe, então, a teoria da mudança tal como exposta no Livro I da *Física*. Todas as coisas naturais possuem dois constituintes últimos: um substrato material chamado por Aristóteles de matéria e uma certa figura e conformação que ele denomina de forma. Ambos constituintes aparecem nas coisas naturais inseparavelmente unidos e só podem ser separados por abstração no intelecto. Os conceitos de separabilidade e inseparabilidade aplicam-se, portanto, ao composto matéria-forma. Além disso, se um composto de matéria e forma está sujeito à mudança, então ele possui uma privação. Todas as coisas naturais estão sujeitas à mudança e apresentam, assim, uma privação que se caracteriza basicamente por uma dicotomia entre potência e ato, entre não-ser e ser. O par conceitual imobilidade-mobilidade expressa, assim, a característica de estar sujeito à mudança ou de ser eterno, imutável, etc. Com base nessa caracterização, Aristóteles obtém que o objeto superior é aquele que é separável e imóvel, condição satisfeita pelo primeiro motor imóvel, donde a superioridade da teologia.

Convém ressaltar que apesar de Aristóteles no Livro VI da *Metafísica*, seja muito claro quanto à superioridade da teologia sobre as outras duas ciências teóricas, não é claro quanto à hierarquia entre a matemática e a física. Já de início, Aristóteles formula uma aporia concernente à matemática “se seus objetos são imóveis e separáveis da matéria, não é até o momento claro; entretanto, está claro, que ela considera alguns objetos matemáticos enquanto imóveis e enquanto separáveis da matéria”. Ou seja, a existência de objetos matemáticos enquanto realidades transcendentais, tal como as formas platônicas, é posta em questão como não sendo clara, mas, ainda assim, os matemáticos consideram alguns objetos matemáticos enquanto imóveis e enquanto separáveis da matéria. Aristóteles parece, assim, estar pensando em números e figuras geométricas e, portanto, na aritmética e na

geometria. Desta perspectiva, é como se a matemática estivesse mais próxima da teologia do que a física, pois esta última trata de coisas que inseparáveis da matéria e móveis.

Entretanto, mais adiante, Aristóteles afirma que “... algumas partes da matemática tratam de coisas que são imóveis, mas possivelmente não separáveis, mas incorporadas na matéria.” Aristóteles parece estar pensando na astronomia ou na óptica, que tratam matematicamente de objetos naturais, tais como os corpos celestes ou a iluminação dos corpos pela luz. Desta perspectiva, a matemática parece estar mais afastada da teologia, sendo agora mais difícil discernir uma hierarquia clara entre a matemática e a física.

É verdade que, em outros textos, Aristóteles mostra de modo mais claro a superioridade da física sobre a matemática.⁸ As matemáticas – aritmética, geometria, astronomia, óptica – são consideradas as mais baixas na hierarquia, pois seus objetos são abstratos, isto é, as matemáticas, quando são aplicadas ao estudo dos corpos naturais, como é o caso da astronomia, tratam apenas das formas e figuras desses corpos, desconsiderando a matéria. A física, por outro lado, trata dos corpos naturais sem desconsiderar a união entre matéria e forma, estando desse modo mais apta a produzir explicações dos objetos naturais.

Sem fazer mais longas digressões, importa saber que na teoria da ciência segundo Aristóteles, o pensamento se revela como iniciando pela percepção das coisas materiais (portanto pela percepção sensível) e é o domínio do sensível que é o domínio próprio do conhecimento humano, pois se não há uma sensação, tampouco pode haver ciência.

⁸ *La Physique*, II, 2.

A ciência começa para Aristóteles com a percepção das coisas a nossa volta, sendo os sentidos os responsáveis por capturar os objetos e os trazerem até o nosso intelecto. Como a ênfase de Aristóteles em sua teoria da ciência é sobre a percepção sensível, nada mais natural segundo ele próprio do que vemos corpos pesados caírem sobre a terra. É natural que corpos pesados se dirijam em direção ao centro da terra. Os nossos sentidos nos atestam isso cotidianamente. Peguemos uma pedra e a soltemos de nossas mãos e presenciamos a sua queda. Ficaríamos bastante assustados como também ficaria Aristóteles se ao soltarmos uma pedra de nossas mãos ela subisse livremente no ar. Isso nos pareceria pouco natural e provavelmente buscaríamos a explicação do fenômeno na ação de algum mecanismo oculto. O mesmo acontece, por exemplo, com a chama do fogo, é da sua natureza elevar-se.

Aristóteles explicou todos estes fenômenos físicos, tanto o da queda como o da elevação, introduzindo o conceito de lugar natural em sua filosofia da natureza. Expliquemos melhor esta concepção: segundo Aristóteles é natural aos corpos leves se elevarem como é o caso do fogo e mesmo do ar. Quantos aos corpos pesados eles tendem naturalmente para o centro da terra, pois este é o seu lugar natural. Raciocínio simplista, infantil, nós diremos. Mas a ciência somente começa aí onde busca a explicação do que parece natural.

A física aristotélica não se limita em exprimir em sua linguagem o estudo do senso comum que nós acabamos de mencionar acima. Ela o transpõe e a distinção de movimentos em naturais e violentos se enquadram em uma concepção geral da realidade física, concepção essa, cujas peças mestras parecem ser: a) crença na existência de naturezas bem determinadas e b) crença na existência de um Cosmos, isto é, a crença na existência de princípios de ordem em virtude dos quais o conjunto dos seres reais formam um todo (naturalmente) bem ordenado.

Todo, ordem cósmica: essas noções implicam em dizer que no Universo aristotélico as coisas são (ou devem ser) distribuídas e dispostas de uma maneira bem determinada; que o ser aqui ou ali não lhe é indiferente, mas que ao contrário, cada coisa possui no Universo, um lugar próprio conforme sua natureza. Um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar; a noção de lugar natural traduz esta exigência teórica da física aristotélica.⁹

A noção de lugar natural traduz uma concepção puramente estática de ordem. Na realidade se tudo estivesse em ordem, todas as coisas repousariam em seu lugar natural e aí permaneceriam e jamais mudariam. Com efeito, porque as coisas se deslocariam de seu lugar de origem? De uma maneira oposta essas coisas oporiam uma resistência a tudo o que queira expulsá-las (o que poderia ser feito somente por violência) visando voltar ao seu lugar natural, uma vez que por causa de uma tal violência, essas coisas não se encontrariam em seu lugar de origem.

Na concepção de ciência de Aristóteles, em especial no caso da ciência física, todo movimento implica uma desordem cósmica, uma ruptura de equilíbrio, quer ele mesmo seja efeito imediato de uma tal ruptura, causada pela aplicação de uma força exterior (violência) ou ao contrário, efeito do esforço compensatório do ser para reencontrar seu equilíbrio perdido e violado, para reconduzir as coisas aos seus lugares naturais apropriados onde elas possam repousar e apoiar-se. É este retorno a ordem que constitui justamente o que nós temos chamado de movimento natural.¹⁰

Os eventos da natureza obedecem a uma necessidade natural de voltarem aos seus cursos naturais, aos seus lugares naturais, sobretudo quando há uma ruptura no equilíbrio cósmico. Retorno a ordem, esta idéia parece muito agradar a Aristóteles.

⁹ A noção de ‘lugar natural’ implica a finitude do movimento e, portanto, a finitude do Universo. Ou se preferirmos, a noção de lugar natural traduz a concepção de um Universo limitado.

¹⁰ KOYRÉ, 1966. p. 18-19

Compreende-se bem que a ordem forma um estado estável e que tende a se prolongar indefinidamente.

Não há necessidade de explicar o repouso, pelo menos o repouso natural de um corpo em seu lugar próprio; é sua própria natureza que o explica, que explica, por exemplo, o repouso da terra no centro do mundo. Compreende-se também que o movimento seja necessariamente um estado passageiro; o movimento natural cessa naturalmente quando o seu objetivo é atingido; e quanto ao movimento violento, Aristóteles é muito otimista para poder admitir que este estado anormal possa perdurar; aliás, o movimento violento sendo desordem criando desordem, admitir que ele possa prolongar-se indefinidamente seria abandonar de fato a idéia mesma de Cosmos bem ordenado.

O fato é que o movimento, ainda que ele seja para cada um dos corpos movidos, ou pelo menos, para aqueles do mundo sublunar, para os objetos móveis de nossa experiência, um estado necessariamente transitório e efêmero, ele é para o conjunto do mundo um fenômeno necessariamente eterno e, por conseguinte eternamente necessário (um fenômeno que não podemos explicar sem descobrir a sua origem e sua causa na estrutura física tanto quanto como na estrutura metafísica do Cosmos).

De outro lado, o movimento não é, propriamente falando um estado: é um processo, um fluxo, um vir a ser, na qual e pela qual as coisas se constituem, se atualizam e se realizam. Mover-se é mudar, mudar em si mesmo e mudar por relação aos outros corpos. Tal concepção do movimento implica um termo de referência por relação ao qual a coisa movida muda seu ser ou sua relação, o que implica se examinarmos o movimento local constataremos a existência de um ponto fixo imutável que não pode ser outro senão o centro do mundo.

Por outro lado, o fato de que cada mudança, cada processo tem necessidade de uma causa para sua explicação, implica em dizer que cada movimento tem necessidade de um motor para produzi-lo, motor este que mantém em movimento por tanto tempo que o movimento perdure. O movimento diferentemente do repouso não se mantém por ele mesmo. O repouso (estado de privação) não tem necessidade da ação de uma causa qualquer para explicar sua persistência. O movimento, a mudança, não importa qual processo de atualização ou de deterioração, e mesmo da atualização ou da deterioração contínua, não pode produzir-se sem uma causa que o explique. Pois retirada a causa, todo o movimento cessa imediatamente. O movimento natural seria assim caracterizado como o motor que é a natureza mesma do corpo, sua forma que busca a reconduzir para seu lugar e manter assim o movimento. Já o movimento violento que é *contra naturam* exige durante toda sua duração a ação contínua de um motor externo junto ao corpo. Retirado o motor, o movimento cessará. Desligá-lo do corpo que está em movimento, o movimento também cessará. Aristóteles não admite a ação à distância. Por conseguinte, cada transmissão de movimento implica segundo ele um contato.¹¹ Portanto somente há dois gêneros de uma tal transmissão: pressão e tração. Para fazer um corpo mover-se é preciso empurrá-lo ou puxá-lo. Não existe outro meio.

Encontramos também na teoria da ciência de Aristóteles a negação do vácuo, pois este segundo Aristóteles não permite ao movimento de produzir-se facilmente. Ao contrário, o vácuo torna o movimento completamente impossível. Temos já feito referência sobre a tendência natural dos corpos a voltarem para o seu lugar de origem (a não ser que seja assolado por violência). Esta tendência explica o movimento natural de um corpo: movimento que o leva para seu lugar natural pelo caminho mais

¹¹ KOYRÉ, 1973. p. 177

curto e mais rápido. Todo movimento natural procede em linha reta e cada corpo caminha em direção ao seu lugar de origem tão rápido quanto possível.

Portanto, se nada houvesse para detê-lo, se o meio ambiente não opusesse nenhuma resistência ao movimento que o transpassa (tal seria o caso no vácuo) o corpo caminharia para o seu lugar natural com uma velocidade infinita. A conclusão que chega Aristóteles é que um movimento natural que por sua vez procede em linha reta não pode produzir-se no vácuo. O vácuo não é um meio físico e não pode receber, transmitir e manter um movimento. No vácuo como no espaço da geometria euclidiana não há lugar privilegiado ou direções. Donde a conclusão de que no vácuo não existe lugar natural. Um corpo colocado no vazio não saberia aonde ir. Não teria nenhuma razão de se dirigir em uma direção mais do que em outra e, portanto, nenhuma razão para mover-se. Colocado em movimento no vazio, esse corpo não teria mais razão de parar aqui ou ali e, portanto, não teria nenhuma razão de parar.

Aristóteles tem razão, pois em um espaço vazio como o da geometria euclidiana destrói inteiramente a concepção de uma ordem cósmica. No espaço vazio não somente não existe lugares naturais, mas, sobretudo não existe lugares absolutamente. O vazio é um contra-senso e colocar reais nele é um contra-senso absurdo. Os corpos geométricos somente podem ser colocados em um espaço geométrico. O físico examina coisas reais, o geômetra examina coisas abstratas.

Assim Aristóteles sustenta que nada poderia ser mais perigoso do que misturar geometria e física e de aplicar um método e um raciocínio puramente geométrico ao estudo da realidade física. Corpos reais devem locomover-se em um espaço concreto e não em um espaço geométrico.

O problema de toda esta discussão envolvendo a matemática e o movimento se assentaria basicamente na questão da desconfiança por parte de Aristóteles com

relação à matemática, uma vez que esta segundo ele trata somente das figuras e das formas e, por conseguinte desconsidera a matéria. Acrescente-se a este aspecto que a matemática é considerada a mais baixa na hierarquia, pois seus objetos são abstratos e uma vez que o movimento em sua física traduz essencialmente um estado passageiro, pois cessa naturalmente quando atinge o seu objetivo, resta perguntar: é possível dar um tratamento matemático para o movimento? Eis o empreendimento filosófico de Galileu!

É nesta concepção de uma nova construção do conceito de movimento de agora em diante submetido sempre à lei numérica, passível de um tratamento matemático que o exprima que assentará o edifício filosófico da física moderna. Com efeito, era na construção de um novo conceito de saber o que incluía a própria noção de movimento que estava o desafio das grandes mentes do período moderno como atesta esta passagem de Koyré:

“O que os fundadores da ciência moderna, entre os quais Galileu, tinham de fazer não era criticar e combater certas teorias erradas, para corrigi-las ou substituí-las por outras melhores. Tinham de fazer algo inteiramente diverso. Tinham de destruir um mundo e substituí-lo por outro. Tinham de reformar a estrutura de nossa inteligência, reformular novamente e rever seus conceitos, encarar o Ser de uma nova maneira, elaborar um novo conceito de conhecimento, um novo conceito de ciência, e até substituir um ponto de vista bastante natural, o do senso comum, por outro que, absolutamente não é.”¹²

Galileu estava ciente de que a ciência da natureza precisava passar por uma reforma integral de seu edifício científico, que era preciso formar e desenvolver um conceito novo e original de movimento. Frente as suas primeiras observações astronômicas que revelaram existir montanhas na superfície da Lua, a descoberta das luas de Júpiter, demonstrando ser o Universo muito mais imenso do que até então toda a tradição pressupunha, tudo isto com o respaldo do sistema heliocêntrico proposto por Copérnico, todo o edifício científico e filosófico da cosmologia tradicional estava definitivamente questionado.

¹² *Idem*. p. 171

Uma das atitudes fundamentais que Galileu adotará é que contrariamente a Aristóteles não há a distinção entre mundo sublunar e mundo supra-lunar (os relevos na superfície lunar demonstraram isso), sendo o segundo dotado de excelência por causa de sua imutabilidade e incorruptibilidade. Já o mundo sublunar seria o lugar constante da geração e da corrupção.

Não há assim heterogeneidade no que diz respeito às leis dos corpos físicos e dos corpos celestes. A mesma lei que governa os corpos celestes também governa os corpos físicos. A partir de então todo um projeto científico e filosófico será consagrado à unificação entre física terrestre e física celeste. Kepler será o grande responsável por tal empreendimento.

Hoje conhecemos os princípios e conceitos da mecânica moderna e estamos tão familiarizados com eles que nem nos damos conta das dificuldades que precisou passar um Galileu, um Descartes para estabelecê-los. São princípios tão simples, tão naturais que não observamos os paradoxos que eles implicam. São noções tão claras e tão simples que acabam se tornando extremamente complexas de apreender. Noções capitais na física como movimento e espaço não são tão claras como parecem.

Contudo, para entendermos como estes conceitos emergiram em mentes geniais como as de um Galileu e de um Descartes, não podemos incorrer no erro de fazermos uma leitura anacrônica destes acontecimentos marcantes para a história do espírito humano. É necessário fazer como faz o próprio Koyré penetrar no espírito da época (o que obviamente nos transporta para o domínio além do científico), penetrar no espírito científico daquele período. É preciso esforçar-se em assumir uma atitude mental semelhante àquela atitude assumida por Galileu ao elaborar um novo conceito de movimento.

Em suma, esforçar-se por assumir uma atitude mental sobre o movimento como o próprio Galileu assumiu. Tarefa nada fácil, mas eis uma maneira de se captar o espírito científico de uma época de uma maneira fiel ao se debruçar sobre os textos dos passados.

Para um homem da época de Galileu, ávido de saber, mas que está acostumado com os conceitos da física aristotélica que ele aprendeu de uma longa tradição de pensamento e consciente mesmo das advertências de que o questionamento desta tradição poderia lhe causar sérios problemas, se deparar com o novo conceito de movimento que elabora a física moderna não é nada fácil.

Estar em movimento ou em repouso não faz nenhuma diferença para um corpo em movimento ou em repouso, não lhe traz nenhuma mudança. O corpo enquanto tal é totalmente indiferente para um (movimento) como para o outro (repouso). Daí segue-se que não podemos atribuir o movimento a um corpo determinado considerado em si mesmo. A física moderna diz que um corpo somente está em movimento quando está em relação com algum outro corpo que supomos estar em repouso. Assim todo movimento é relativo.

O movimento parece ser uma relação, mas é ao mesmo tempo um estado, exatamente como o repouso é outro estado, inteiramente e absolutamente oposto ao movimento. Movimento e repouso segundo a concepção dos físicos modernos são estados persistentes. A primeira lei do movimento (lei de inércia) nos ajuda a compreender esta reviravolta que se está operando nas ciências da natureza. O princípio da primeira lei diz expressamente que um corpo abandonado a si mesmo persiste eternamente no seu estado de movimento (no Cosmos aristotélico este corpo se dirigiria para o seu lugar natural) ou de repouso e que devemos aplicar uma força para transformar um estado um estado de movimento em estado de repouso e vice-

versa. Segue-se que a eternidade não pertence a toda espécie de movimento, mas somente ao movimento retilíneo uniforme.

Assim um corpo uma vez colocado em movimento conserva eternamente sua direção e sua velocidade com a condição bem entendida que esse corpo não sofra a ação de alguma força externa. Um aristotélico da época de Galileu se espantará com esta formulação, uma vez que ele conhece o movimento eterno que é o movimento das esferas celestes. Entretanto ele jamais encontrou um movimento retilíneo persistindo. Os contemporâneos de Galileu e ele próprio responderiam a objeção do aristotélico de jamais ter encontrado um movimento retilíneo que um tal movimento é absolutamente impossível e apenas pode ser produzido no vácuo.

Podemos ver que o espanto da parte do aristotélico é enorme, pois com a introdução do conceito de vazio (inadmissível na concepção física de Aristóteles) implicava a destruição de lugar natural, uma vez que no vazio todos os lugares são naturais e ao mesmo tempo nenhum o é.

O aristotélico se sente incapaz de saber e aceitar esta noção estranha, tal como conceber o movimento como uma relação/estado persistente, substancial, conceito que para ele parece tão obscuro e tão impossível quanto parece para nós às desastrosas formas substanciais dos escolásticos.

Portanto, não é estranho que o aristotélico se sinta surpreso e perdido por esse estupefante esforço para explicar o real pelo impossível ou explicar o ser real pelo ser matemático. Pois como já foi dito, os corpos que se movem em linhas retas em um espaço vazio infinito não são corpos reais se deslocando em um espaço real, mas corpos matemáticos se deslocando em um espaço matemático.

A genialidade de Galileu reside justamente neste aspecto que ao contrário de muitos que enfatizam o papel da experiência bruta em seu pensamento como a

lendária experiência de Pisa (que segundo Koyré nunca houve), Galileu estava desenvolvendo uma outra forma de experiência que seria de extrema importância para o desenvolvimento da física, experiência esta chamada por Ernst Mach de “*experiências de pensamento*” ou “*experiências mentais*.”¹³

Quanto ao papel da matemática enquanto mecanismo revolucionário acredito já ter chamado a atenção para a sua relevância. Assim a audácia de Galileu estava assentada sobre a primazia da matemática como mecanismo elucidativo de uma estrutura da realidade. Ao declarar que “a natureza está escrita em caracteres geométricos” estava reivindicando o direito da ciência matemática na explicação da natureza, por oposição àquela ciência não matemática do senso comum e da física aristotélica. Aliás, toda a sua obra é perpassada por essa preocupação.

O Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano estritamente falando não é um livro de ciência, mas um livro sobre a filosofia ou para empregarmos uma palavra em desuso, mais ainda venerável, um livro sobre a filosofia da natureza. Nesta obra encontramos muito mais do que a oposição entre dois sistemas astronômicos distintos. Como consequência a solução do problema astronômico depende estruturalmente da constituição de uma nova física o que implica a solução da questão filosófica do papel que desempenham as matemáticas na constituição da ciência da natureza.

Este problema, todavia não um problema novo. Durante mais de dois mil anos a matemática foi objeto de meditação, de pesquisa e de discussão filosófica. Galileu está consciente disso. Ainda como jovem estudante na Universidade de Pisa onde freqüentou as conferências de seu mestre Francesco Buonamici lhe ensinaram que a

¹³ KOYRÉ, 1973. p. 225

questão do papel e da natureza das matemáticas constitui o principal tópico de oposição entre Aristóteles e Platão.

Portanto, o que está em jogo nesta questão concernente às matemáticas? Não é a certeza, pois nenhum aristotélico jamais colocou em dúvida a certitude das proposições ou demonstrações geométricas. Nem tanto o emprego das matemáticas na física. Nenhum aristotélico jamais negou nosso direito em medir o que é mensurável e em contar o que é contável. O que está em jogo em toda esta discussão sobre a função da matemática é a questão milenar do ser. Assim é a própria estrutura da ciência que está em jogo e, portanto a estrutura do ser.