

ORIGENS DA CIÊNCIA MODERNA UMA NOVA INTERPRETAÇÃO

O autor neste capítulo aborda a tese de A. C. Crombie, partindo de todos os filósofos da Idade Média até os de nosso tempo, para concluir que a metodologia científica representa, em relação ao seu arcabouço da Idade Média, uma revolução e não uma evolução.

Isto porque ocorreu alteração estrutural não só dos métodos (substituição do método *quantitativo* pelo *qualitativo*) como também da matemática e da própria ciência e a sistematização da ciência experimental. Fato que em determinado período não representou típica revolução.

No princípio há duas teorias relativamente à origem das ciências, uma que propugna pela “*evolução contínua*” e outra pela “*revolução*”. Na linha de defesa da primeira encontra-se Crombie, autor abordado neste capítulo.

Vigia, ainda a filosofia segundo a qual aquilo que não poderia ser aferido pela experiência concreta, ou método experimental não convalidaria a teoria, caindo, portanto, no mundo da “*verificação*” e da “*falsificação*”, conforme houvesse ou não a constatação empírica da tese. Havia um mundo físico fora do alcance da matemática, ou seja, não poderia ser reduzido a explicações e demonstrações matemáticas (Aristóteles).

Por isso, tem-se: “*os problemas mais importantes aos quais se aplica a metodologia científica referem-se à relação entre as teorias e os fatos. Seu objetivo é fixar as condições que a teoria deve satisfazer para ser aceita ou estabelecer os diversos métodos que nos permitem decidir se uma dada teoria é válida ou não*”.

Partindo-se desta concepção de *conteúdo* e *fim* da metodologia, fica claro a relação teoria-fato, teoria-realidade, teoria-mundo natural, que esta ciência procura dar efetividade.

Para Crombie, defensor da teoria evolucionista, o método da “*verificação*” ultrapassou a base indutiva de Aristóteles, tendo os filósofos do século XIII firmando a estrutura fundamental do “*método experimental*” da ciência moderna. Para o autor eles foram mais longe, “*descobriram o verdadeiro sentido e a verdadeira função de uma teoria científica, bem como reconheceram que uma tal teoria ‘jamais poderia estar certa’ e, portanto, não poderia pretender ser necessária, isto é, ser única e definitiva*”.

Até então, as discussões dos filósofos medievais estão presas aos modelos fixados pelos gregos e ligadas ao método aristotélico de simples observação como base indutiva.

Robert Grossetestes que pensara ser “a ótica a chave para compreensão do mundo físico”, fez exsurgir o pensamento de que a luz teria “informado” a “matéria informe e, por expansão, gerou a própria extensão do espaço”. Dessa maneira, “a metafísica da luz faz da ótica a base da física que, desse modo, se torna – ou pelo menos, se pode tornar – uma física matemática”, já que os filósofos da Idade Média não tinham uma física matemática.

Tudo, era visto e “conceituado” segundo a ótica da Idade Média, fruto da metafísica neoplatônica.

E foi mais na ótica que na física que Crombie trata a “verificação” de sua teoria. Isto porque não se poderia explicar “matematicamente” as ciências naturais; havia, pois o dualismo que não permitia a interdisciplinariedade a que chegaram os filósofos de nosso tempo.

A concepção científica estava voltada para a vida espiritual e o mundo vindouro, não importando muito o mundo físico, de sorte que, houve avanços significativos no campo da ciência astronômica, inclusive com desenvolvimento de aparelhos específicos – necessidade científica –, inter-relacionando-se, portanto, a *teoria* e *prática*, a procura de métodos mais precisos de observação do espaço, sem contudo, refletir na ciência experimental. Esta é assim revelada como a associação entre a teoria e à *praxis*.

“Nas matemáticas, a progressão do mais simples e do melhor conhecido ao complexo era chamada ‘síntese’ pelos gregos e a progressão do mais complexo ao mais simples, ‘análise’” (*Segundas Analíticas* de Aristóteles); o sentido etimológico atual destes termos não estão totalmente distantes desta assertiva, podendo dizer que a *síntese* seria a expansão do conhecimento vendo-o em todas as suas realizações e interações (efeitos) e *análise* seria a visão da influência das complexidades sobre a vida unitária de um único ser ou fato.

A aplicação da análise e da síntese resultou no método da “*resolução e da composição*”, com isto Grosseteste asseverou que “*um processo de verificação e de falsificação devia ocorrer no fim da composição*”.

Aparece, então, a metafísica como base de todo método científico, axiologicamente fixado em dois princípios: o da *uniformidade da natureza* e o da *economia* (herdados dos gregos, cf. o autor), para o primeiro, “*as formas são sempre idênticas em seu funcionamento*”, razão pela qual, “*a mesma causa, nas mesmas condições, só pode produzir o mesmo efeito* (*Idem similiter se habens non est natum facere nisi idem* – de Aristóteles)”; o segundo governava não só a ciência mas a própria natureza, daí sua razão pragmática (também de Aristóteles), cujo fim era explicar ou demonstrar os fenômenos através de métodos simples – aplicação pragmática do princípio da economia (Crombie).

E assim, passam a explicar (ou tentar explicar) os fenômenos naturais os fatos reais, através de métodos de exclusão de teorias contrárias e estabelecidas e experiências verificadas, aplicando as teorias (mesmo rivais) verificadas pela experiência (Grosseteste).

Roger Bacon, discípulo de Grosseteste, acentua os aspectos matemáticos e experimentais da ciência, mas, ainda, não é uma matemática física. Declarou ele: *“...a luz não era o fluxo de um corpo, mas uma pulsação. (...) As matemáticas são a porta e a chave das ciências e das coisas deste mundo, das quais permitem um conhecimento certo. (...) se nas outras ciências desejamos chegar a uma certeza em que não reste nenhuma dúvida e a uma verdade sem erro possível, devemos fundamentar os conhecimentos nas matemáticas”*.

Foi Roger Bacon quem atribuiu à ciência experimental a capacidade de convalidar ou invalidar – *verificação* ou *falsificação* – o raciocínio dedutivo, elevando-a à *“fonte de verdades novas e importantes que não podem ser descobertas por outros métodos”*.

Suge, destarte, a idéia de interação entre a teórica e a prática, entre o raciocínio e o trabalho manual, abre-se caminho para solapar o mundo do “mais-ou-menos” e partir para o “universo da precisão”, permitindo-nos construir instrumentos e máquinas mais precisas, permitindo-nos alcançar o *“conhecimento e o poder”*.

Voltando a Crombie, ele resume Grosseteste dizendo que este sustentou que as matemáticas são apenas ciência experimental, elucidativas da interação entre os fenômenos ocorridos: *“a função das matemáticas era apenas a de descrever e de pôr em correlação os fatos e os acontecimentos”*. A justificativa repousava na ausência de verificação, pela matemática, das causas produtoras de mudanças na natureza, sendo ela abstrata relativamente a estas causas, até porque a pesquisa destas era atribuição da ciência da natureza, pois, *“na ciência, o único ‘critério de verdade’ era a coerência lógica e a verificação experimental”*.

Crombie Ao dizer: *“A pergunta metafísica sobre o porquê das coisas, foi progressivamente substituída pela pergunta científica sobre o como das coisas”*, cuja resposta, não importa o meio, lógico ou matemático, desde que conduzisse ao fim almejado, era dada *“colocando-se fatos em correlação”*.

Abandona-se, pois, o rigorismo metodológico para então adotar a correlação dos fatos, denotando-se o afastamento da metafísica, partindo-se em direção ao conhecimento científico ou mundo físico.

Muito disto se deveu a Guilherme de Occam o qual instigava os filósofos naturalistas a conhecerem a natureza pelo processo experimental, pois, experimentador *“reduzia o conhecimento a simples observação das seqüências de fatos e acontecimentos”*, pode-se dizer a teoria científica não passaria de uma ciência descritiva e analítica dos fenômenos naturais.

Occam explica então a teoria do movimento, rejeitando as teorias de Aristóteles e do *impetus*, talvez aqui, parte-se para a formação de uma matemática física, ou de uma ciência física e não mais metafísica, diz ele: “*a coisa que se move num tal movimento, depois que o corpo movido se separou do primeiro propulsor, é a própria coisa movida, não porque haveria nela uma força qualquer: pois essa coisa que se move e a coisa movida não podem ser distinguidas. Se disserdes que todo efeito novo implica uma causa própria e que um movimento local é um efeito novo, eu digo que um movimento local não é um efeito novo... porque ele nada mais é que o fato de que o corpo que se move está nas diferentes partes do espaço, de tal maneira que ele nunca se acha somente numa única dessas partes, pois duas coisas contraditórias não podem, ambas, ser verdadeiras*”.

Reaparece a concepção do trabalho manual, positivado na Bíblia, servindo como modelo e contribuição para o desenvolvimento da indústria “*e mesmo do comércio*”. Parece, então, superado o dualismo, a ciência experimental exsurge com nova roupagem, deixando de ser mera expectativa de resultados teóricos em si mesmos – declaração de *validade* ou *invalidade* – para se tornar parte da própria ciência ou uma ciência interagida.

“*A cristandade medieval se achava muito mais preocupada com o outro mundo do que com este, e que o desenvolvimento do interesse dedicado à tecnologia está muito estreitamente associado à secularização da civilização ocidental e ao fato de que o interesse se desviou da vida futura para a vida no mundo*”, diz o autor.

Embora, frisa não concordar que o desenvolvimento científico se deve ao fato de que “*o espírito se tenha desviado da teoria para a praxis*”, reconhece a existência de pessoas – número bastante grande – na Idade Média que se interessaram pela técnica. Este, quiçá, o primeiro e derradeiro passo (irretroativo) na direção da ciência moderna, do desenvolvimento científico-tecnológico.

Abrem-se, dessa feita, as portas para a visão do mundo ao qual integramos e vivemos, opondo-se à ciência “*industrial*” de Francis Bacon e Descartes para os quais o homem era “*senhor e dono da natureza*”.

Koyré assevera ainda, a fim de demonstrar a inexistência de avanço científico ou mesmo progresso científico ou tecnológico, criticando Crombie, Grosseteste, Roger Bacon, Witeliusz, Teodorico de Freiberg e suas teorias evolucionistas, que as invenções do arado, da biela, da manivela, da luneta, os vitrais, o fuso dos relógios, não representaram desenvolvimento científico algum, porque todas eram desprovidas de “*considerações teóricas*”. Para Koyré, assim, o desenvolvimento da ciência ou o marco divisor entre as ciências medievais e as ciências modernas, deveria decorrer da interdependência entre a teoria e a técnica, a teoria e a *praxis*.

Dita ele, como marco a invenção do telescópio no século XVII, porque “*resultado de um desenvolvimento da teoria, tendo sido seguido pelo progresso da técnica*”. Com isto se pode dizer que a ciência da Idade Média

sofreu uma revolução enquanto alteração estrutural no pensamento e nos métodos experimentais – metodologia –, aparecendo a teoria da revolução e não mera evolução contínua, eis que não houve um prefácio de desenvolvimento, o qual era inspirado mais na necessidade dos filósofos-cientistas que na seqüência lógica de aplicações teóricas, técnicas e metodológicas. Talvez por isso, justifica-se que “*o progresso real do pensamento científico para ter sido, em boa medida, independente do progresso da metodologia. Mesmo no campo da ótica, os reais progressos dessa ciência nos trabalhos de Bacon, de Witeliusz e de Teodorico de Freiberg são determinados, não por considerações metodológicas, mas por novas contribuições, em primeiro lugar da Ótica de Alhazen que, por razões evidentes, não podia ser influenciada pela ‘revolução metodológica’ do Ocidente*”, diz o autor.

Este rompimento temporal das teorias científicas e da própria técnica em relação a algo que se “pensava” a pouco tempo, em diferentes lugares, é a característica marcante da *revolução*.

Contudo, o autor deixa claro a existência de um continuismo científico ao afirmar inexistir “*revolução metodológica*” na ciência cartesiana (Descartes), nem na galileiana (Galileu), o qual não se inspirou na ótica, nem na redução da física à ótica, que sequer desempenhou papel determinante na formação da física do século XVII, tudo não passou de “*desenvolvimento do pensamento lógico: desde Aritóteles e seus comentadores gregos – e árabes – até Robert Grosseteste, Duns Scoto e Guilherme de Occam, até os grandes lógicos italianos e espanhóis... e até John Stuart Mill, há uma ininterrupta cadeia, da qual o bispo de Lincoln é um dos elos mais importantes, pois ele ressucitou essa tradição e a implantou no Ocidente*”.

A metodologia representaria, portanto, o “elo” de ligação entre a ciência e a técnica como desenvolvimento técnico-científico, na medida que no fim da Idade Média ainda se caminhava sob a visão do “*desenvolvimento contínuo das discussões metodológicas*”. Presos a esta celuma filosófica, a ciência ficou esquecida não acompanhando o desenvolvimento daquelas discussões, divorciando a *metodologia* e a *teoria*, prejudicando-a consideravelmente, sem no entanto, prejudicar aquela.

A metafísica de Grosseteste, metafísica neoplatônica, aponta a influência sobre o pensamento científico da filosofia, da metafísica e não somente da lógica ou da metodologia. Pode-se dizer que o pensamento científico começou a se abrir para a *interdisciplinariedade*, a qual ensinará a compreensão da própria metodologia.

Revela-se, portanto, a saída da metodologia de mero expectador de acontecimentos e fatos naturais, atribuindo-se-lha valor como ciência: “*o platonismo e o neoplatonismo sempre tenderam, pelo menos em princípio, a dar um tratamento matemático aos fenômenos naturais e, assim, a conferir às matemáticas um papel muito mais importante no sistema das ciências do que o que lhes atribuía o aristotelismo*”.

Com isto, a teoria moderna, para Crombie, é devido muito mais ao empirismo da tradição *nominalista* e *positivista* que ao matematismo platônico. Ponto de vista não aceito pelo autor; duvida ele que a concepção aristotélica tenha sido “*alguma vez um fator positivo no desenvolvimento científico*”.

O *nominalismo* surgiu com a rejeição por Guilherme de Occam da teoria do *impetus*. O nominalismo traz a idéia de movimento e, partindo-se de que o “*movimento é essencialmente um estado oposto ao estado de repouso*”, diz o autor se não contaminarmos nem impregnarmos de deduções e propósitos o texto de Occam ter-se-á que não se lhe poderá atribuir a descoberta do princípio da inércia, embora reconhece que poderia chegar à concepção do movimento como estado. Só mais tarde, com Galileu, segundo Crombie a teoria da inércia seria elaborada.

Conclui, por isso: “*o método nominalista conduz ao ceticismo e não à renovação da ciência*”.

Koyré trata o *positivismo* como filho do fracasso e da renúncia. Isto se deve ao fato de que os astrônomos gregos (não os filósofos do séc. XIII) ao olharem para os corpos celestes, viram-se incapazes de “*analisarem*” o movimento destes corpos e, por isso, resignaram-se a um “*tratamento puramente formal dos dados da observação*”, que os levaram a elaboração e aperfeiçoamento do método do pensamento científico: “*observação, teoria hipotética, dedução e finalmente, verificação através de novas observações*”, fato que “*lhes permitia fazer predições válidas, mas cujo preço era a aceitação de um divórcio definitivo entre a teoria matemática e a realidade subjacente*”.

Trata-se, portanto, e nitidamente de um retrocesso, na medida em que firma o dualismo entre metodologia e ciência, já a caminho da inter-relação. O *positivismo*, portanto, consistiu na explicação “*dos motivos das aparências dos corpos celestes*” (Crombie).

Para Galileu não prosperava o sistema de Ptolomeu – *positivismo* – (teoria da aparência dos corpos celestes): “*se satisfazia um astrônomo apenas aritmético, não satisfazia nem contentava um astrônomo filósofo*”.

E foi justamente contra esta resignação, contra a renúncia que se levantou a revolução científica moderna, de “*Copérnico a Galileu e a Newton, conduzindo sua revolução contra o empirismo estéril dos aristotélicos, revolução que se fundamenta na convicção profunda de que as matemáticas são mais do que um meio formal de ordenar os fatos, constituindo a própria chave da compreensão da Natureza*”.

Emerge, assim, da própria natureza a estrutura matemática, que exteriorizada explica as próprias forças da natureza. Seria uma espécie de força natural expressada, capaz, por isso, de explicar a própria natureza.

Ocorre, assim, um passo para libertar a metodologia da impregnação excessivamente empírica. Averte, porém, o autor para não se cair em excesso metodológico: *“um excesso de metodologia é perigoso e, muitas vezes, senão na maior parte do tempo, conduz à esterilidade, do que temos exemplos suficientes em nossa época”*.

Abstraiu-se, destarte, as teorias matemáticas de verificações práticas, sem no entanto, encontrar a *“falsificação”*, subsistindo conceitos independentes de exemplos observados. O primeiro a assim proceder foi Galileu. Para ele bastava apenas a potencialidade de realização e/ou observação prática dos conceitos teóricos elaborados. Desenvolveu, então, *“em primeira mão”*, a teoria da inércia do século XVII.

Conseqüência lógica, há uma substituição, uma inversão de valores, onde a teoria ou a razão ascende a mera experiência, os modelos ideais (matematicamente – pode-se arriscar ideológico) substituíram a realidade empírica: *“A primazia da teoria sobre os fatos. Um método no qual a teoria matemática determina a própria estrutura da pesquisa experimental, ou... que utiliza a linguagem matemática (geométrica) para formular suas indagações à natureza e para interpretar as respostas que ela dá”* (Crombie, citando Galileu).

A teoria matemática passa a regulamentar, por assim dizer, o sistema metodológico experimental, a fim de que os resultados sejam obtidos na conformidade das indagações feitas e de modo a compreender as respostas. Representa, a estruturação matemática da metodologia a saída do *“mais-ou-menos”* para o *“mundo da precisão”* ou ao menos a *“luz no fim do túnel”*. Opera-se, a *“revolução”* da ciência, rompendo com a tese da *“evolução contínua”*, para desaguar a ciência moderna: *“a transformação radical que a nova ontologia trouxe às ciências físicas e mesmo o sentido muito especial das célebres afirmações, aparentemente positivistas, do grande Florentino”*.

Rompem-se com as teorias descritivas das aparências da realidade, transfiguradas por Galileu ao identificá-las através da matemática: *“identificar a substância do mundo real às entidades matemáticas contidas nas teorias utilizadas para descrever as aparências”*, diz Crombie, foi a *“mudança capital”* feita por Galileu, cujo resultado foi o distanciamento da teoria aristotélica, ilimitando o uso das matemáticas pelo mundo físico.

Não obstante esta *“revolução”* científica, Crombie, reconhece identidade fundamental entre a ciência da Idade Média e a ciência moderna. Crombie justifica sua posição em Newton, atento ao fenômeno e sua manifestação na realidade, sem se ater às suas causas.

Koyré combate a atribuição *positivista* de Crombie à ciência moderna e afirma que *“o realismo brutal de Newton combina com a crença em que as causas reais dos fenômenos ora sejam desconhecidas, ora pertençam a um domínio do ser que ultrapassa o ser físico”*. E mais, que ao tratarmos matematicamente destas forças *“não nos devemos ocupar de sua*

natureza real. Devemos tê-las em conta, pois elas são todas reais, e sua determinação constitui um objetivo essencial da pesquisa científica”.

Com isto, Koyré conclui dizendo que a ciência moderna tem sua origem “revolucionista” e não “evolucionista” positivista declarada por Crombie, sendo cético quanto à prova de sua tese porque diferente totalmente do desenvolvimento da ciência medieval: “*As grandes revoluções científicas do século XX, tanto quanto as do século XVII ou do século XIX, embora naturalmente assentadas na descoberta de fatos novos – ou na impossibilidade de verificá-los –, são fundamentalmente revoluções teóricas, cujo resultado não foi a melhoria da conexão entre elas e os ‘dados da experiência’, mas a aquisição de uma nova concepção da realidade profunda subjacente àqueles ‘dados’*”.

A aceitação da verificação prática dos enunciados científicos como ciência, de um período evolucionista de progressão de métodos e formas, ficou suplantado no passado quando do aparecimento de teorias “revolucionárias” quer quanto às causas dos fenômenos, quer quanto à estrutura mesmo do método de pesquisa. A criação de instrumentos com base no conhecimento, representou um desenvolvimento técnico, causado pela necessidade dos cientistas-filósofos. Ao voltar-se para o mundo real – física – a par do celestial – metafísica – contribuiu sobremaneira para uma nova perspectiva da natureza e seus fenômenos – fatos e acontecimentos –, exurgindo a ciência física. A quebra de estruturas matemáticas abriu as portas para que a física pudesse utilizar *ilimitadamente* as matemáticas de modo a explicar não só os fenômenos verificados mas a “*realidade subjacente*” a eles, representando, dessarte, a revolução dita por Koyré.

Posto isto, a metodologia compreende então, ou é a ciência através da qual se compreende e tem-se a percepção ordenada e quase-exaustiva dos fenômenos descritos pelas teorias científicas, não tendo qualquer relação de dependência com as teorias a que se propõe demonstrar ou observar.

As teorias matemáticas estruturaram o método e a forma do trabalho experimental, confirmando a cientificidade da metodologia, pois a estrutura cientificamente de sorte a tornar-se em metodologia como ciência própria dos métodos de verificação e observação prática – física – das teorias fenomenísticas – metafísica –, demonstrando a inter-relação entre as ciências.

O que se pode concluir também é que esta revolução metodológica da ciência pela aplicação matemática aberta e ilimitada trouxe uma nova concepção da idéia da natureza e, tornou-se um marco inspirador da “*revolução industrial*” não mais atrelada ao desenvolvimento prático ou empírico, mas ao conhecimento científico, desenvolvendo imprevistos conforme a prescrição deste, a atender uma necessidade com vistas ao desenvolvimento tecnológico, uma vez que a teoria científica subsiste independente de sua “*verificação*” *in concreto*.

DO MUNDO DO “MAIS-OU-MENOS” AO UNIVERSO DA PRECISÃO.

Neste capítulo Koyré traz uma abordagem histórica da evolução dos métodos de medições do passado até os métodos de precisão e seu reflexo como elemento da “*revolução*” científica da época, tornando-se marco decisivo para o desenvolvimento tecnológico.

Como já verificamos em boa parte da história antiga o homem, sob a influência das pregações religiosas, atentaram – não sem razão – mais para o mundo vindouro que para o mundo físico, por esta razão, a natureza se explicava por si mesma, sem qualquer concepção ou sem se poder elaborar qualquer concepção que não apenas aquela descritiva dos fenômenos verificados, a ausência da física era total sobretudo entre os gregos. Por isso, *“a ciência grega não podia dar origem a uma tecnológica verdadeira. Isto porque, na ausência de uma física, tal tecnologia é reigorosamente inconcebível”*.

Não é de se estranhar porque Koyré afirma, no capítulo: AS ORIGENS DA CIÊNCIA MODERNA, que o invento da manivela, do arado, dentre outros não configura desenvolvimento tecnológico.

Pensava-se em matemática como ciência abstrata; não havia como matematizar a natureza através de círculos, retas, etc., porque tais nela inexistem. O mundo no qual vivemos é um corpo em movimento de constante oscilação para cima ou para baixo, para o mais ou para o menos, conforme as circunstâncias, impossível, portanto, de ser equacionado matematicamente; vivia-se, pois, o mundo do “mais-ou-menos”.

Sob a égide do “mais-ou-menos” vivia o homem em todas as suas relações de tempo, comprimento, medida e peso, fato que variava de região para região, de negócio para negócio, de pessoa para pessoa, conforme se tratasse. Havia, pois, um dualismo entre a “observação” celeste e a “observação” da natureza, p. e., enquanto o tempo celeste era rigorosamente igual, cujo dia sideral *“tem uma duração perfeitamente constante”*, o tempo terrestre, dividido em dia e noite e estes em horas, é totalmente variado conforme as estações do ano para mais ou menos longo, chegando em certa época do ano a noite ter as exatas doze horas do dia ou vice-versa.

O mundo do mais-ou-menos seria apenas a realização prática e idealizada pela avaliação do homem relativamente às coisas e à natureza, não por cálculos e projeções precisos.

Os feitos desta época – idealizados ou reais –, apesar de trazerem mensurações precisas, diz o autor, *“nunca são calculadas”*, por isso o fato de terem sido bem sucedidas ou não, não corresponde a uma diferenciação de cálculos. Não porque o homem daquela época não os sabia fazer, pois, executava *“cálculos astronômicos”*, mas porque não sabia *“executar cálculos numéricos”*.

Porém, examinando o movimento das estrelas, dos astros, os astrônomos passaram a admitir e a idéia era aceita, que *“os movimentos absoluta e perfeitamente regulares das esferas e dos astros estivessem de acordo com as leis da mais estrita e rígida geometria”* (observação repetida de um mesmo fenômeno – teoria das aparências). Surge, então, um paradoxo: poderia explicar os fatos e acontecimentos celestes pela matemática, mas não poderia, pela matemática, explicar os fenômenos da natureza: *“a astronomia matemática é possível, mas a física matemática não é”*.

Ao fazerem isto os astrônomos gregos mediram os céus com muita exatidão, constituindo uma *“cinemática celeste”*, via de consequência, trouxeram a idéia de exatidão, aferida pelos instrumentos de medidas criados para aquele fim.

Esta idéia foi tomando forma e impregnando o pensamento da época, abrindo as portas para o novo mundo: o da precisão. O pensamento grego ocupava-se mais com a vontade de acabar com dualidade entre os mundos celeste e terrestre que com *“sua incapacidade para conceber uma medida unitária de tempo”*.

Koyré justifica que a ciência grega, mesmo a de Arquimedes, não conseguiu fundar uma dinâmica, porque aplicaram *“à terra a exatidão do céu”*. Mas, não descarta, a despeito disto, a possibilidade do tecnicismo, fundado no senso comum, de *“criar obras perfeitas e belas”* que *“ultrapassam de longe os produtos da técnica científica”*. É o nível de que fala.

A história mostrou que as construções, o transporte, a mecânica e umas outras tantas atividades mecânicas, evidencia que *“numa época assim seria ridículo negar, em bloco e sem discernimento, o espírito de observação e o espírito de inovação”* (L. Febvre). Não deixa de ser, portanto, um avanço do pensamento da época.

“São esses progressos, sobretudo os que se referem à construção das máquinas que, como sabemos, servem de fundamento ao otimismo teórico de Descartes; e mais ainda: servem de fundamento à sua concepção do mundo, à sua doutrina do mecanismo universal”.

E com isto, Descartes contribuiu, diversamente de Bacon, para a revolução anteriormente citada, ao possibilitar que a teoria seja verificada na prática, deixando de ser mera descrição e observação de fatos naturais, é a penetração da teoria na ação, *“a conversão da inteligência teórica ao real, da possibilidade ao mesmo tempo, de uma tecnologia e de uma física”*.

Descartes acreditava na realização prática das teorias. Esta capacidade de tornar “real” o pensamento científico, tendo-o como “causa” da criação, de fato representa o maior significativo avanço tecnológico, hoje perceptível por todos, inferido ao olhar para o desenvolvimento da ciência médica, da manipulação dos genes, das viagens siderais, etc.

O preciosismo tomado como a preocupação em desenvolver instrumentos capazes de medir não apenas o tempo, mas de mensurar as coisas, conforme sua natureza, dos números arábico-indianos aos romanos até às réguas de calcular ou *échiquiers* ou *jetons*, não se mostraram eficazes na prestação da função de precisar medidas.

Mesmo após Pitágoras ter afirmado que Deus “*fundara o mundo sobre o ‘número, o peso, a medida’*”, ninguém, diz o autor, ousou ultrapassar o uso prático dos números para além do “mais-ou-menos” da vida cotidiana. Discordando de L. Febvre, o autor diz que não faltaram apenas utensílios mentais e materiais para a construção, pelos homens da Idade Média, de instrumentos de precisão, porque o homem da idade média não tinha “*insuficiência científica*”; para ele não faltavam só instrumentos, “*faltava também a linguagem que pudesse servir para expressar seus resultados*”. Cite-se: “*não foi a impossibilidade material para executar as medidas o que deteve o alquimista; ele não se serve delas mesmo quando estão ao seu alcance. Não é o termômetro que lhe falta, é a idéia de que o calor seja susceptível de uma medida exata*”. É o contentamento, a resignação ao mundo do senso comum ou do mais-ou-menos. A razão deste alcance do alquimista de instrumentos que poderiam corroborar seu trabalho não ter sido observado é por que, diz Koyré: “*Se a utilizasse, seria um químico*”.

Contudo, foi a alquimia que construiu um vocabulário – linguagem – capaz de expressar os resultados da experiência, o qual até hoje é conservado pela química.

O acesso a instrumentos sem efetivar criação outra a partir deles como base, quer pelos práticos (técnicos-fabricantes) quer pelos teóricos (cientistas-usuários), explica a existência dos óculos, da lupa, do espelho côncavo na antigüidade, sem no entanto, ocorrer a criação do microscópio e do telescópio, criados somente no século XVII, corroborando a ausência da idéia como o principal elemento à ausência de desenvolvimento tecnológico.

Não quer isto dizer, evidentemente, como frisa o autor que os predecessores eram menos inteligentes que seus sucessores, porque àqueles faltou apenas a *idéia*, se a tivessem concebido teriam “*sido capazes de realizá-la*”.

Pode-se extrair deste pensamento, ainda que dentro de um subjetivismo, a idéia de necessidade da correlação entre o pensamento científico e realização empírica ou prática da vida cotidiana.

Daí porque os construtores não faziam instrumentos mas utensílios. Sua atividade era atersã e não técnico-científica, por isso, a declaração do autor de que o arado, a manivela, etc., não constituem desenvolvimento técnico. De outro lado, o senso comum auxiliava esta inércia imaginativa, porque o próprio usuário da criação não a via senão como utensílio, um prolongamento de suas ações e sentidos. Uma utilização mais por necessidade que por outra razão.

A necessidade teórica e puramente teórica levou Galileu a construir o telescópio e depois o microscópio. Com isto ele aproximou a teoria da prática, dando ao trabalho manual um toque de relevo científico, porque estruturado pela ciência, pela matemática. Nasce a técnica moderna, abre-se o caminho para a técnica de precisão. Possibilita-se o rompimento com o senso comum, com o mundo do “*mais-ou-menos*”.

Volta-se a preocupação com a qualidade dos vidros dentro da ótica, para isto imperava a utilização de cálculos para estruturar seus ângulos e precisar-lhe geometriamente a forma. Esta necessidade determinou a construção de máquinas mais precisas, “*máquinas matemáticas*”.

Os instrumentos óticos foram os correlacionadores entre o senso comum e a precisão – o mundo celeste e o mundo terrestre –, porém, o que fixou a noção de precisão no seio da sociedade da época, incorporando-a nas relações sociais, foi o cronômetro.

Foi na medida do tempo, ou na preocupação de medir o tempo, abstraindo-se do “*mais-ou-menos*” cedo, tarde, noite, madrugada, alvorecer, que o homem encontrou a precisão. Mesmo os relógios já existentes – seja na Grécia seja em Roma –, difundidos no dia-a-dia dos homens pelos monges por necessidade do culto, substituindo o tempo vivido pelo tempo medido, não serviam para o desiderato engendrado da medida exata do tempo, por serem imprecisos ou menos precisos que os relógios a água da antigüidade. E por isso, sob a existência destes “*utensílios*” perpetuou-se o mundo da imprecisão, até porque a frase: “*as horas são feitas para o homem e não o homem para as horas*” (Thélème) (só para registrar: Jesus Cristo disse: o sábado nasceu para o homem, não o homem para o sábado), esclarece a revolta do senso comum à imposição de horas precisas.

Nesta seara de imprecisões surgem os relógios atronômicos e relógios com figuras (sec. XV e XVI) – clepsidras –, igualmente o relógio portátil de mola, por Pedro Henlein, de Nuremberg, todos constituindo objetos de luxo somente, não de uso prático.

Na segunda metade do século XVI ocorre o segundo passo para o preciosismo, pela criação de um relógio fruto da teoria, fruto do conhecimento científico: o relógio cronométrico. Koyré o aponta como resultado da teoria e como tal perpetua-se, independentemente do uso que se faz dele ou de quem o utiliza, dizendo que por esta razão é que as grandes invenções deste tempo foram atribuídas a Galileu, Huygens e Robert Hooke e não aos “*técnicos*”, aos joalheiros. Ele nos apresenta o valor da pesquisa, da teoria, do conhecimento sobre a técnica, embora nos séculos seguintes, a situação foi “*às vezes invertida*”.

Diante do contetamento social relativo à medição do tempo, ainda que aproximadamente, os cientistas (sábios) da época com isto não contentavam principalmente para tratar de física e astronomia. Acreditavam ser impotentes os experimentos empíricos e, por isso, eles mesmos se lançaram à realização prática de suas teorias, confirmando, ainda mais a

supremacia teórica e sua existência independente. Denota-se, pois, a coexistência do pensamento científico de um lado e da prática ou técnica de outro, sem que esta pudesse conferir autenticidade – “verificação” – ou falsidade – “falsificação” – àquela.

A necessidade dos sábios em medir o tempo e a necessidade da navegação de instrumentos capazes de medir as longitudes, instigaram o desenvolvimento teórico, o qual não deixou de observar os fatos práticos. Resumido, a prática e as necessidades próprias e dos navegantes influenciaram o pensamento dos cientistas. As soluções vieram com Galileu e Huygens através do pêndulo para o tempo; e com Huygens através do “*balancim-espiral*” para a longitude.

A partir daí a preocupação estava voltada para o aperfeiçoamento das invenções dos grandes teóricos, razão porque os técnicos ou a técnica ultrapassou por assim dizer a teoria, em outros termos, teve seu maior relevo como acima apontado.

A conclusão do autor quanto aos problemas da medida do tempo e da longitude, dos experimentos de Galileu e Ctesibios, dos resultados falsos do primeiro em razão do uso de “clepsidra” a água, “*mais primitiva na sua estrutura do que a de Ctesibios*” ao “*relógio humano*” de Riccioli em 1647, é de que os relógios foram impróprios para solucionar a questão científica da medição do tempo e da velocidade, pois, faltava-lhes o instrumento capaz de medi-los, faltava-lhes “*o instrumento de medida que justamente a constância do escoamento (da água na clepsidra), ou o isocronismo (reprodução idêntica do fenômeno) do pêndulo permitiam realizar*”.

Foi então Galileu ao estudar, matematicamente, as leis do movimento acelerado, quem estabelecendo a queda dos corpos pesados ao longo das cordas de um círculo colocado verticalmente, a fim de descobrir como se dava esta queda e como os pêndulos se comportariam não no mundo teórico da física mas no mundo real, permitiu buscar a construção de um instrumento utilizando a mecânica do movimento pendular.

Huygens apontou erro na teoria de Galileu afirmando que o “*isocronismo se realiza não no círculo, mas no cicloide*”. Solucionada a questão pela geometria – teoria do movimento cicloidal, eis que surge o problema (tecnológico) para eles, da realização prática da teoria, pois, cercados de meros técnicos, era preciso ensinar-lhes. Pioneiramente, lançaram-se à realização do modelo idealizado, ensinando os técnicos, – marca da imerção da ciência no método, na técnica, avançando, pois, em *revolução*, para a metodologia –, gravando “*no ofício, na arte, na , as novas regras, as regras de precisão da*”.

Desse modo, a influência da teoria, sua supremacia em relação à prática, resulta em métodos técnicos de construção de instrumentos, gerando a tecnologia, alvancada pela cronometria que exigiu a construção de máquinas precisas e, portanto, aquela intervenção da ciência. Estava, assim, aplicada a ciência à prática mecânica (indústria), retirando-a do praxismo

mecânico do fazer e levando-a ao como e porquê fazer, segundo o método estabelecido pela primeira. *“É pela sua fusão (ciência e técnica) que se caracteriza a época contemporânea, época dos instrumentos que têm dimensão de usinas e usinas que possuem toda a precisão dos instrumentos”*.

Neste capítulo denota-se o avanço científico através das idéias, dos pensamentos em descompasso com a técnica, nitidamente artesã ou da praticidade mecânica de um ofício desprovido de qualquer conhecimento do como e do porque; em conseqüência, os ofícios técnicos não satisfaziam as necessidades quer da ciência, quer da sociedade, desencadeando uma onda em busca de soluções concretas, já que o homem havia tomado consciência do mundo em que vive, da natureza, não bastando apenas os atos, havia-lhe incendiado a pretensão de ser “o senhor e dono da natureza”. Dessa ordem, as necessidades foram o marco importante no progresso científico e logicamente na criação da tecnologia quando a ciência penetrou a prática ensinando-lha métodos, formas, o como e o porquê. E com isto abriram-se as portas para as “revoluções industriais”; não havia mais mera “técnica”, mas tecnologia, marcada pela cronometria. O homem se afasta, assim, do mundo do aproximativo, do “mais-ou-menos” e emerge num novo mundo, o mundo do exato, da “precisão”, sem dúvida, um passo importante em direção à metodologia.

Importante frisar, que a simples leitura de dois capítulos do pensamento de Koyré é insuficiente para uma conclusão melhor e uma visão mais profunda e ampla das origens da ciência moderna.

TELMO ARISTIDES DOS SANTOS

05.05.2002