

A Era pré-cristã – Ciência

Conhecimento antes de Aristóteles

Não existe um equivalente exato em grego para o termo "ciência". O campo semântico da própria palavra em inglês é variado, incluindo não apenas um ramo objetivo do conhecimento, baseado em observações sistemáticas, experimentos e testes e voltado para a compreensão do mundo material – o sentido primário da palavra hoje –, mas também uma série de outras classes de conhecimento sistematizado (como 'ciência política'). Apesar dessa dificuldade de definição e tradução, podemos justificar o uso de 'ciência' - com a devida cautela - como categoria analítica. Aqui, o termo 'ciência' será usado para cobrir uma série de investigações e teorias sobre o funcionamento do mundo material (filosofia natural, distinta das filosofias éticas e políticas). – Graham Shipley¹

Para falar sobre o mundo antigo é necessário rearranjar alguns termos primeiro. Alguns termos como 'alma', 'tempo' e 'ciência' não são compreendidos hoje, como o eram na Grécia antiga. Assim, as palavras de Shipley na citação acima apresentam-se como uma nota prefacial obrigatória para o que temos adiante. No tempo áureo da filosofia helênica não se falava de 'ciência', talvez por isso já no tempo da Academia de Platão aparecia "um grupo que rejeitava o título de filósofos, preferindo o de *matemáticos*", é o que nos conta G. E. R. Lloyd² ao falar sobre a Matemática Helênica, "*o termo ta mathēmata, 'aprender', é aplicado em grego não apenas ao que chamamos de estudos matemáticos, mas genericamente a qualquer ramo do aprendizado*"³.

Como vimos anteriormente, na filosofia pré-socrática o homem passou por um tempo de compreensão dos elementos básicos da formação da matéria, processo intelectual que permitiu a próxima fase do pensamento que se apresentou no platonismo, com a dialética sobre o ser compreendendo a substância não apenas revelada, material, mas sua causa imaterial. Na sequência o Liceu iniciou um trabalho de sistematização do conhecimento, e é aí que podemos encontrar historicamente o nascimento do exercício que corresponde ao que conhecemos hoje como ciência, o método lógico aplicado *no saber*, auxiliando o estudante a alcançar a positivação do processo dialético em experimentos sensitivos, proporcionando mensuras para verificação das teses além da afirmação refinada das causas do invisível – como se dá no clássico *De Anima* com a discussão sobre a origem do movimento.

Após a apresentação do método aristotélico, um número cada vez maior de homens do saber conseguiu transpor a etapa da educação, passando a atuar no trabalho intelectual, ou seja, transformaram o conhecimento em produto, entregando ao mundo o que podemos chamar de "produto do conhecimento" ou, na linguagem aristotélica, a consequência física do mover da alma humana. Vejamos alguns casos práticos.

¹ SHIPLEY. G. *Greek World*. Routledge. New York, 2000.

² Lloyd. G. E. R. *Greek science after Aristotle*. W. W. Norton Company. New York, 1973.

³ Op. Cit. *Hellenistic Mathematics*.

O trabalho intelectual após Aristóteles

Virá uma era em tempos distantes quando o Oceano irá desatar os laços das coisas, quando toda a borda da terra será revelada, então Tétis⁴ anunciará novos mundos e Tule não mais será o limite das terras. – Sêneca, Medea

A constatação de Sêneca (4 a.C – 65 d.C) não é uma profecia, claro; antes é a antevisão baseada na visão abrangente quanto ao alcance da mente humana em seu tempo. No início da Era Cristã, o estoico romano já via o mundo ser movido pela capacidade intelectual do homem por meio de invenções magníficas, como aquelas advindas do trabalho de Arquimedes [de Siracusa] (287 – 212 a.C), sucessor de Aristóteles que atuou na física, matemática, filosofia e engenharia, principalmente relacionada à área militar, onde aplicou grande parte de seu talento de inventor. O “parafuso de Arquimedes”, como é conhecida a solução criada pelo inventor de Siracusa, na Itália, é utilizada ainda hoje na indústria de grãos; a invenção consiste de um parafuso em grande escala que gira dentro de um cilindro, à medida que o parafuso é girado (manual ou mecanicamente), suas hélices conduzem os objetos para cima.

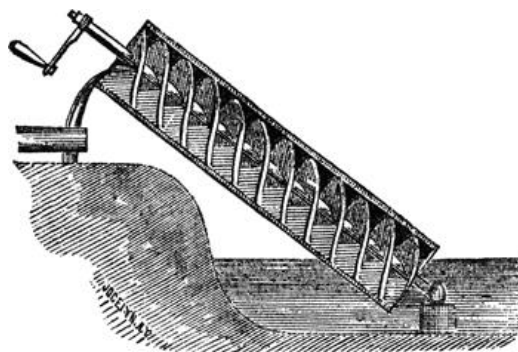


Figura 1 – O parafuso de Arquimedes, utilizado ainda hoje.

Os alunos de Aristóteles foram responsáveis por uma das maiores invenções da mecânica, que ainda hoje literalmente move o mundo dos homens, a alavanca. E o aperfeiçoamento da alavanca foi trabalhado de tal forma por Arquimedes que ele concluiu não haver limites para o levantamento do peso, sendo necessário apenas uma base correspondente, daí sua famosa expressão “Dê-me um ponto de apoio e moverei a Terra”. O engenheiro criou então guindastes que eram posicionados sobre fortalezas à beira-mar, e utilizados na guerra para suspender os navios inimigos, lançando-os ao mar em seguida para afundar com os danos da queda. Em sua obra “Sobre os corpos flutuantes”, Arquimedes conclui que “qualquer corpo total ou parcialmente imerso em um fluido experimenta uma força para cima igual, mas em sentido oposto, ao peso do fluido deslocado”, o princípio de Arquimedes, como ficou conhecida essa definição sobre os fluídos, lançou o mundo em uma nova era de navegação sem limites.

A mecânica passou nesse período por uma fase de criação de máquinas visando objetivos utilitários e, adicionalmente, visava uma nova modalidade, a invenção recreativa. Marcos Vitruvius (80 – 15 a.C), arquiteto romano autor da obra *De Architectura* (10 volumes) descreve um pouco do que foi a invenção nos dois séculos antecedentes à Era Cristã.

Ktesíbios (285 – 222 a.C), após observar que, pela transmissão e expulsão de ar, sons e tons eram produzidos, usou tais princípios e foi o primeiro homem a inventar máquinas hidráulicas. Ele também explicou sobre o processo de expulsão de água e o funcionamento de máquinas automatizadas além de muitos tipos de entretenimentos

⁴ Tétis, na mitologia é uma ninfa do mar, mãe de Aquiles; Thule era a expressão utilizada na grécia antiga para indicar as ilhas que marcavam o fim do mundo (acredita-se que os gregos viam Thule como as terras da Europa Setentrional, onde hoje é a Noruega).

(deliciae), dentre os quais a criação de relógios movidos por água. – Vitruvius, Vol. 9, Cap. 8

É de Papo de Alexandria (290 – 350 a.C), matemático helênico, o escrito “as artes mais necessárias para os propósitos da vida prática”, em sua lista são elencadas como os três primeiros itens “a arte de fazer polias, a arte de fazer máquinas de guerra como catapultas, e a construção de máquinas de bombear água de grandes profundidades”.

Após Aristóteles, o mundo greco-romano já conhecia máquinas de guerra de todos os tipos como catapultas, guindastes, lançadores de projéteis grandes o suficiente para afundar embarcações assim como máquinas de destruição de cercos; máquinas hidráulicas como bombas d’água, relógios, órgãos e outros instrumentos musicais; e por meio de Estratão (sucessor de Teofrasto, diretor do Liceu após a morte de Aristóteles) o mundo conheceu a primeira turbina, criada por meio da inserção de esferas metálicas dentro de um cilindro, que se moviam pelo vapor produzido por uma caldeira posicionada abaixo da turbina.

O que vemos naturalmente ao estudar o resultado da ciência após Aristóteles, é que tudo o que temos hoje no mundo moderno é fruto não do trabalho intelectual ao longo dos recentes séculos, mas apenas o exercício manual sobre o conhecimento descoberto na era pré-cristã, como muito bem escrito por Papo:

A Escola de Herão (Alexandria, séc. III a.C) diz que a mecânica pode ser dividida em teórica (logikon) e manual (cheiourgikon). A teórica é composta pela geometria, aritmética, astronomia e física. A parte manual é composta pelo trabalho com metais, arquitetura, carpintaria, e pintura, e qualquer outra atividade envolvendo habilidades com as mãos. – Papo, Coleções, Vol. 8

A teoria (logikon) clássica é manuseada (cheiourgikon) produzindo as ferramentas do mundo em que vivemos⁵.

A ciência clássica encontra uma barreira

Assim como Hiparco (190 – 120 a.C) declarou a necessidade de instrumentos de precisão mais acurados para que a medição da duração do mês lunar fosse realizada, a medição mais exata da distância entre a Terra e a Lua também não podia ser mais refinada do que já havia sido em Eratóstenes (276 – 194 a.C), diretor da Biblioteca de Alexandria que três séculos antes de Cristo já havia realizado a medição da circunferência da Terra com uma margem de erro irrisória se comparada aos dados do século XXI⁶.

Acontece que a ciência é uma atividade social, para que mostre seus frutos é preciso que seja estressada ao longo do tempo por diferentes indivíduos e contraposta, à medida que outros indivíduos desenvolvem ferramentas de medição cada vez mais precisas. No estudo da ciência clássica, percebe-se uma estagnação após o século II da era pré-cristã, causada “não por um

⁵ *Logikon* em grego refere-se à lógica clássica, ou seja, o trabalho mental antes de ser materializado em experimento; por sua vez, *cheiourgikon* significa literalmente “cirurgião”, o “operar com as mãos”.

⁶ Após observar que o ao meio-dia em Alexandria o sol ficava em seu zênite, Eratóstenes mediu a distância em passos entre Alexandria e Siena, repetindo nesta cidade o mesmo experimento realizado em Alexandria com o sol do meio-dia. Anotada a posição do sol em ambas as cidades e tendo em mãos a medida da distância entre os dois pontos, o matemático usou uma fórmula de trigonometria encontrando o a razão de 252.000 estádios para a circunferência do globo, o que equivale a 39.700 km. Hoje, sabe-se que a circunferência da Terra é de 40.008 km. O erro no cálculo do matemático do séc. III a.C é insignificante.

declínio da própria ciência, mas porque menos homens se engajaram na pesquisa” (SHIPLEY, 2000). E por que esse declínio ocorreu? Façamos algumas constatações.

A atividade científica na Grécia antiga era exclusivamente realizada por reis e homens protegidos das cortes, como por exemplo os membros das três instituições que basicamente centralizaram o saber daquele tempo: a Biblioteca (e o museu) de Alexandria, a Academia (Platão) e o Liceu (Aristóteles). Em Alexandria o rei Ptolomeu financiou a maior escola científica daquele tempo, que inclusive legou ao mundo seus maiores ganhos não na área da ciência, mas da literatura. Esse trabalho, portanto, teve como consequência direta a centralização da atividade intelectual na subsistência pelo patronato: trabalhava-se na área em que o financiador – no caso o Estado – ordenasse. Com as descobertas da engenharia de guerra e o bem-estar (incluindo o do corpo, a medicina), o trabalho científico focou sua atenção nessas duas áreas⁷ e passou a produzir quase que unicamente com esse fim. Outro ponto que não pode ser ignorado é que, sendo a atividade científica não uma atividade comercial, não gerava produtos vendáveis, o que poderia financiar seus praticantes. Fazia-se necessário, nesse tempo de ausência de comércio para o cientista, o financiamento – que, como destacamos acima, acontecia basicamente por parte de reis. Porém, com a chegada da Era Cristã, um novo financiador entrou em cena: a Igreja.

“Enquanto a maioria daqueles que se engajaram na pesquisa científica buscavam objetivos privados, muitos ganharam a vida como doutores e professores. No século VI, o bispo de Anastasiópolis ganhava um salário que era seis vezes maior que o do médico público da cidade, e cinco vezes o do professor de retórica e gramática em Cartago”. – Lloyd.

No texto acima, o autor mostra como após a Igreja estar instalada e ter pacificado a relação com o Estado, trabalhar como sacerdote ou como cientista e pesquisador *para a Igreja* era muito mais lucrativo. Não por outro motivo, foi no meio eclesiástico que, na Era Cristã, a ciência se desenvolveu quase que exclusivamente.

Um terceiro aspecto a ser anotado: as descobertas teóricas (*logikon*) nos três grandes centros de pesquisa ultrapassaram de tal forma a capacidade de reprodução de modelos e experimentos que, a partir do séc. II a.C fazia-se necessário não mais estressar a mente em busca de descobertas matemáticas, sendo a astronomia a única ciência capaz de prosseguir caminhando em conjunto com a teologia na Era da Igreja. O que os homens da ciência fizeram por cerca de um milênio e meio após Aristóteles foi trabalhar na invenção de novas ferramentas de medição e se dedicar à observação dos corpos celestes e a produção teológica.

Questões acerca do estudo da Medicina

A ciência de Hipócrates (460 – 377 a.C) encontrou sua principal barreira quando, ao desenvolver suas técnicas além da epiderme, necessitou intervir dentro do corpo humano. De todos os grandes nomes da Medicina dos séculos V a III a.C, nenhum teve qualquer escrito preservado até nossos tempos, ou seja, tudo o que sabemos sobre a Medicina antiga advém das obras de Celso e Rufo (ambos do séc. I d.C), assim como Sorano e Galeno (ambos do séc. II d.C). É de Celso uma argumentação relacionada à grande barreira que a ciência médica

⁷ Ainda hoje essa é a situação majoritária da ciência, sendo a tecnologia militar a área de ponta no mundo científico, caminhando em conjunto com a indústria do bem-estar.

encontrou em seus primeiros estudos: a questão moral em torno do estudo da anatomia diretamente em corpos humanos.

A discussão inicial girou em torno de um grupo de médicos conhecidos como “dogmatistas”, basicamente o posicionamento desse grupo era o de que, em seu tempo, fazia-se obrigatório o estudo da anatomia não apenas em corpos humanos mortos, mas também vivos.

[...]Como as dores e vários tipos de doenças surgem nas partes internas, eles sustentam que ninguém que é ignorante sobre essas partes pode aplicar remédios a elas. Portanto, é necessário abrir os corpos dos mortos e examinar suas vísceras e intestinos. Herófilo e Erasistrato procederam de longe da melhor maneira: abriram os criminosos vivos que obtiveram da prisão da parte dos reis e observaram, enquanto ainda respiravam, partes que naturalmente estavam ocultas anteriormente, sua posição, cor, forma, tamanho, disposição, dureza, maciez, suavidade, pontos de contato e, finalmente, os processos e recessos de cada um e se alguma parte é inserida em outra ou recebe a parte de outra em si” – Celso, Da Medicina

Não demorou para que a prática da vivissecção fosse combatida dentro da própria medicina por outros pesquisadores que defendiam apenas a dissecação, como o próprio Celso que contrapôs o ponto dogmatista: “*abrir corpos de homens vivos é cruel e supérfluo, abrir os corpos de mortos é necessário para estudantes de medicina, para que conheçam a posição e o arranjo das partes – que corpos mortos exibem ainda melhor que os vivos*”.

Em favor da ciência médica atestaram os resultados práticos, uma vez que os reis e membros das cortes passaram a contar com serviço médico prestado rapidamente, e tendo suas vidas drasticamente alteradas para melhor, financiaram os pais da medicina que atuavam então como médicos e simultaneamente como pesquisadores.

Herófilo (335 – 280 a.C) foi um médico grego nascido na Calcedônia, relevante para a medicina em diferentes aspectos, dentre os quais um que se tornou base do diagnóstico: o desenvolvimento da teoria de diagnóstico pelo pulso. Direcionado por seu professor, Praxagoras (IV a.C), que havia estudado detalhadamente os vasos sanguíneos passando a tratar o pulso como um grupo de estudo específico, “*Herófilo corrigiu seu mestre em diversos pontos importantes, sustentando que o pulso não é uma faculdade inata das artérias, mas derivada do coração, e distinguindo o pulso não meramente sob o aspecto quantitativo, mas também qualitativo em palpitações, tremores e espasmos originalmente musculares*” (SHIPLEY, 2000). O aluno de Praxagoras passou então a classificar o pulso de seus pacientes com relação à magnitude, velocidade, intensidade, ritmo, regularidade e frequência, associando tais características à saúde do corpo.

Olhando para o alto

A teoria vigente com relação aos corpos celestes no quarto século a.C era a de que o cosmos é organizado por esferas concêntricas, divergindo cada astrônomo apenas com relação à quantidade de esferas. Esse pensamento tinha como ponto de partida a necessidade de uma “plataforma” onde os astros se posicionassem, e por isso a quantidade de esferas aumentava à medida que novas descobertas de corpos celestes acontecia. A teoria das esferas começou a ruir no século II a.C, quando Arquimedes (287 – 212 a.C) escreve seu tratado “O contador de areia”, e na introdução apresenta a hipótese de que a Terra não se move em órbita ao redor do Sol, mas move-se em torno de seu próprio eixo completando um ciclo a cada 24 horas, e que o tamanho do universo era de proporções muito maiores do que as imaginadas até então.

Arquimedes foi um dos primeiros cientistas a tentarem entender o conceito de infinito, motivo pelo qual escreveu seu tratado *O contador de areia*, onde partir da proposta de calcular a quantidade máxima de grãos de areia que poderiam caber no universo, e a partir dessa proposta conseguir falar sobre números grandes demais para serem expressos com os números com que os matemáticos trabalhavam até então.

O trabalho de Arquimedes não apresenta um modelo heliocêntrico, a Terra continuava sendo o centro do universo, porém seu trabalho apresentava uma defesa que só tenderia a crescer a cada novo estudo astronômico nos séculos seguintes: as estrelas não se moviam, o Sol não se movia, a Terra girava em torno de si mesma e o esquema de esferas concêntricas era útil porém não correspondia com a realidade. Quase dois mil anos depois, Nicolau Copérnico (1473 – 1543 d.C) desenvolveria a hipótese de Arquimedes e apresentaria ao mundo o Modelo Heliocêntrico do Universo.

Assim como o hiato milenar entre Arquimedes e Copérnico, Aristarco de Samos (310 – 230 a.C) foi separado de outro grande cientista, F. W. Bessel (1784 – 1846 d.C) quando à comprovação de uma observação celeste, quando o astrônomo grego trazia a principal ressalva contra os opositores da teoria heliocêntrica. Diziam os geocêntricos que, se a Terra se move ao redor do Sol então a observação das estrelas mostraria diferença de posição das estrelas ao longo do ano, quando o observador estivesse a cada dia em um ponto de observação diferente. Aristarco apresentou então ao mundo a paralaxe estelar. O astrônomo defendia que, estando Arquimedes correto em sua observação, as estrelas estariam há uma distância relativamente infinita da Terra, e há essa distância, o observador jamais perceberia a diferença de posição da estrela observada. A paralaxe estelar, porém, é tão difícil de ser observada que ainda hoje, com o desenvolvimento da astrometria – uma ciência que lida apenas com medição precisa da posição das estrelas –, há um limite para o cálculo das posições dos corpos celestes. No séc. XVI d.C, Tycho Brahe (1546 – 1601) que inclusive era proprietário de um observatório próximo à Dinamarca, não admitia ainda o modelo heliocêntrico, defendendo que o Sol orbitava em torno da Terra. Há menos de 200 anos Arquimedes foi cientificamente comprovado quanto à paralaxe estelar.

Por fim precisamos anotar aqui o que se produziu no campo da astrologia. Em primeiro lugar é necessário lembrar que o que entendemos hoje como astrologia, na Grécia antiga correspondia tanto ao estudo que hoje chamamos astronômico quanto astrológico (semelhante ao que comentamos acima sobre filosofia e matemática). Um dos cientistas mais importantes da história, Cláudio Ptolemeu (90 – 168 d.C) foi autor de uma obra extensa intitulada Tetrabiblos, onde em quatro volumes utiliza-se do conhecimento astronômico da civilização babilônica para construir tabelas de projeção do movimento dos corpos celestes. Ainda hoje sua obra é bastante consultada, uma vez que a partir do conhecimento quanto ao movimento dos corpos celestes, os filósofos (principalmente) passaram a avaliar que ‘se a posição futura dos corpos celestes pode ser prevista, por que não a posição futura dos homens?’. Assim, a astrologia passou a ser tratada em separada da astronomia, e a ser estudada tanto no campo místico quanto científico⁸.

⁸ No Volume III do Tetrabiblos, Ptolomeu diz “devemos desprezar a ideia supérflua e sem sentido de muitos, a falta de plausibilidade, em favor das causas naturais primárias”, referindo-se ao principal ponto de divergência entre a abordagem mística e astronômica da astrologia: a previsão futura do homem, ser dotado de volição.

Conclusão

Além da astronomia, Ptolomeu fez observações importantes quanto ao conhecimento em geral.

Ele menciona a diferenciação feita por Aristóteles entre estudos teóricos e práticos e subdivide o estudo teórico em três, Teologia – o estudo de Deus (concernente ao invisível e imutável) –, Física, aqui o estudo do mundo mutável na esfera sublunar, e Matemática, incluindo especialmente a teoria astronômica. Mas tanto a Teologia e a Física são, diz ele, matérias de conjecturas ao invés de compreensão científica, a teologia devido à sua obscuridade, e a física devido à sua instabilidade quanto às causas. Apenas a Matemática produz um conhecimento inabalável por meio de cálculos aritméticos e demonstrações geométricas.⁹

Nas páginas anteriores comentamos sobre o declínio da produção científica da era de ouro da ciência grega ao longo (e após) o Império Romano, suas causas podem ser discutidas e pesquisadas, porém jamais desassociadas da relação para com a área do conhecimento (portanto uma ciência em si) constante nos mesmos filósofos gregos e romanos como Platão, Aristóteles e Ptolomeu: a Teologia.

É gritante a falta dos instrumentos de medição que solaparam as grandes descobertas teóricas da ciência na Era pré-cristã, essa verdade se mostra inegável ao vermos a necessidade de dois mil anos de história para a comprovação da paralaxe estelar ou do modelo heliocêntrico, assim como dois mil anos se passaram e ainda hoje ao realizarmos uma consulta médica, o primeiro ato médico é a verificação da pressão sanguínea descoberta por Herófilo. A Teologia, ao lidar com o imensurável não sofreu com a falta de instrumentos, pois como diz o profeta “Quem pôde medir a águas na concha da sua mão? Quem conseguiu avaliar a extensão dos céus a palmos, medir o pó da terra com o alqueire, ou calcular o peso da terra, ou ainda pesar as montanhas na balança e as colinas nos seus pratos?”¹⁰. Assim, a ciência de Deus – nas palavras de Ptolomeu – não cessou ao longo dos últimos dois milênios, e avançou conhecendo o Criador e sua relação com o mundo criado. Da mesma forma é inegável que, nos últimos dois séculos, o homem passou por uma revolução tecnológica que deu nova vida às ciências matemáticas, trazendo o mundo ao que tudo indica à uma nova era científica, na qual estamos vivendo uma discussão inicial que gira em torno da necessidade do fim da Teologia para o avanço da Ciência, mas essa discussão é para outro momento.

Fernando Melo
Brasília, 9 de fevereiro de 2022

⁹ Lloyd. G. E. R. *Greek science after Aristotle*. Ptolomy, p. 114.

¹⁰ Isaías 40.12.