

## Defesa do mecanicismo atomista (1863)

**Ernst Mach (1838-1916)**



O jovem Mach.

Opiniões extraídas de sua primeira obra, *Compêndio de Física para Médicos* (*Compendium der Physik für Mediciner*, Wilhelm Braumüller, Viena, 1863). Não tivemos acesso à obra, mas utilizamos as citações e comentários de D'ELIA, A. (1971), *Ernst Mach*, La Nuova Italia, Florença, pp. 3-16, e HEIDELBERGER, M. (2004), *Nature from Within: Gustav Theodor Fechner and his psychophysical worldview*, trad. C. Klohr, U. Pittsburgh Press, pp. 154-64.

Tradução para o português feita por Osvaldo Pessoa Jr., para o curso de Filosofia e História da Ciência Moderna (FLF0449), 1º semestre de 2012.

Deixo que a teoria atômica ocupe o palco central, não porque eu pense que ela seja a teoria final e melhor, sem precisar de apoio adicional, mas porque ela ordena as aparências em um contexto simples e claro. Permitam-me colocar da seguinte maneira: podemos pensar na teoria atômica como uma fórmula que já conseguiu algum sucesso e continuará a fazê-lo. De fato, quaisquer que sejam as visões metafísicas que no futuro tenhamos sobre a matéria, todas as descobertas que adquirimos através da teoria atômica serão traduzíveis nessas visões, da mesma maneira que as fórmulas descritas em coordenadas polares são expressáveis em termos de coordenadas paralelas (MACH, 1863, Prefácio, p. vi, apud HEIDELBERGER, 2004, p. 155).

Mach esquematiza o escopo e plano de sua obra da seguinte maneira: *a)* expor os métodos da investigação científica; *b)* tratar os princípios mais gerais da física moderna, em particular a “teoria atômica que constitui, por assim dizer, a conclusão filosófica da física”; *c)* estabelecer que, com grande probabilidade, todos os fenômenos físicos são determinados pelo equilíbrio e pelo movimento dos átomos e moléculas; *d)* examinar as aplicações mais imediatas da teoria mecânica no organismo vivo (D'ELIA, a partir de MACH, 1863, p. 3).

Esses quatro pontos são tratados do seguinte modo:

*a)* A ciência busca, por um lado, encontrar o maior número de leis e, por outro, reduzi-las a leis e princípios simples (como as três leis de Newton). A primeira parte se dá pelo método indutivo, ou da observação, e o segundo pelo método de redução e dedução. A indução foi esmiuçada no *System of Logic*, de John Stuart Mill (1843): a observação de conjunção constante entre *A* e *B* leva à expectativa de que ela se repetirá, e isso se fundamenta no princípio de uniformidade da natureza. O resultado da indução é o conhecimento da relação entre duas grandezas *x* e *y*, ou seja, da correspondente “lei empírica”, que são fórmulas matemáticas do tipo:  $y = a + bx + cx^2 + dx^3 + \dots$  (MACH, p. 10). Há dois tipos de explicações para uma lei empírica: ou sabemos que ela é a combinação de leis já conhecidas, ou buscamos um membro intermediário na série causal, como quando afirmamos o calor é causado pelo atrito, sendo que as vibrações das moléculas é o termo intermediário entre os dois. Quando não se pode indicar com certeza a causa de um fenômeno, procede-se à “formulação de hipóteses”, como é a tese da existência de átomos. Uma hipótese é destruída quando ela não consegue esclarecer

um único caso, como ocorreu com a teoria da emissão da luz, que não explica a interferência da luz. Pode-se decidir entre duas hipóteses se elas fornecem previsões diferentes para um fenômeno: trata-se de um “experimento crucial”, como aquele que decidiu contra a teoria da emissão, porque esta previa que a luz tem uma velocidade de locomoção maior em meios mais densos (MACH, p. 11).

b) “Matéria” é definida como tudo que ocupa um espaço, ao passo que “corpo” é uma parte da matéria que tem as propriedades essenciais de impenetrabilidade e inércia, e as propriedades acidentais de extensão, divisibilidade, porosidade e peso. Resta esclarecer se a matéria preenche o espaço com continuidade uniforme ou se o ocupa com descontinuidade, isto é, se ele consiste de átomos indivisíveis. Nenhuma das duas teorias pode ser comprovada diretamente. Segundo a teoria atômica, os átomos são inextensos [pontuais], impenetráveis e inertes, estando sujeitos às mesmas leis da física galileiana-newtoniana. O átomo é um simples agente das forças de atração e repulsão. Não há apenas átomos corpóreos, mas também átomos etéreos. O núcleo central é o átomo corpóreo, os pontos que o rodeiam são a esfera etérea, cuja densidade cai com a distância. Entre os átomos corpóreos há uma força de atração, mas entre os etéreos há repulsão (MACH, p. 15).

c) “Todos os fenômenos podem ser reportados a uma única explicação”. “Toda a física nada mais é do que mecânica aplicada. A plena realização desta aplicação é confiada ao futuro” (MACH, p. 55). Mach então menciona alguns avanços da física: para os fluidos, menciona Poisson (1830) e Gauss (1830), incluindo a teoria da capilaridade de Laplace (1806), baseada na hipótese molecular. Para os gases, menciona os trabalhos recentes de Krönig (1856) e Clausius (1857), baseados na hipótese atômica (teoria cinética dos gases). Na química, impera o sistema atômico de Dalton (1808), e a teoria da “afinidade” entre elementos químicos distintos. A acústica obteve uma sistematização dentro da teoria mecânica, e o som é uma vibração longitudinal no ar. Por analogia, considera-se que a luz também é uma vibração, porém transversal, e seu suporte material é o éter que preenche todo espaço (Fresnel, 1818). O calor é indubitavelmente um fenômeno que se origina no movimento das moléculas. Mach menciona a teoria analítica do calor de Fourier (1822) e o princípio de conservação de força (energia) de Helmholtz (1847), que serviu de base, juntamente com o trabalho de Clausius, para a teoria termodinâmica. Na eletricidade e magnetismo, menciona Coulomb (1785), que determinou a dependência dessas forças com a distância, mostrando ser semelhante à lei da gravidade de Newton. Mach fala favoravelmente da teoria dos dois fluidos elétricos, e considera que a teoria de Ampère (1825) foi uma grande vitória da concepção mecânica do universo. Gauss (1832) e Weber (1846) destacaram-se por consolidar as unidades de medida magnética e elétrica a partir das unidades de comprimento, tempo e massa.

d) As leis mecânicas são também válidas para os fenômenos orgânicos. Na fisiologia, cita os trabalhos de Wundt (1858) sobre movimento muscular, Fick (1856) e Ludwig (1852), mencionando também os recentes estudos de eletrofisiologia de Du Bois Reymond e Helmholtz. A atitude de Mach é claramente antivitalista. Segundo ele, a nova escola médica considera que a fisiologia é parte da física. A força vital nada mais é do que um complexo de forças físicas que agem nos organismos. A refutação do vitalismo leva à refutação da teleologia.