

Society, 109, nº 4 (1965), 189-248; F. A. E. Crew, *The Foundations of Genetics* (Oxford, 1966); L. C. Dunn, *Genetics in the 20th Century. Essays on the Progress of Genetics During Its First 50 Years* (Nova York, 1951); e *A Short History of Genetics* (Nova York, 1965); R. A. Fisher, “Has Mendel’s Work Been Rediscovered?”, *Annals of Science*, 1 (1936), 115-137; A. E. Gaissinovich, *Zarozhdenie genetiki* (Moscou, 1967); *Fundamenta genetica*, org. J. Kříženecký (Brno, 1965); *G. Mendel Memorial Symposium (Brno, 1965)*, org. M. Sosna (Praga, 1966); R. C. Olby, *Origins of Mendelism* (Londres, 1966); H. Stubbe, *Kurze Geschichte der Genetik bis zur Wiederentdeckung der Vererbungsregeln Gregor Mendels* (Jena, 1963); A. H. Sturtevant, *A History of Genetics* (Nova York, 1965).

Mais de setecentos documentos originais relacionados a Mendel foram preservados no Mendelianum, criado em 1964 pelo Museu Morávio no antigo monastério agostiniano em Brno. Desde 1966, ele publica anualmente a série *Folia Mendeliana*; o nº 6 (1971) contém documentos importantes, inclusive uma elucidação do problema da tripla redescoberta do trabalho de Mendel, apresentados no Colóquio Internacional Gregor Mendel, realizado em Brno, 29 de junho a 3 de julho de 1970. A redescoberta do trabalho de Mendel é ainda discutida em V. Orel, *The Secret of Mendel’s Discovery* (Tóquio, 1973), em japonês.

[VPA / CB]

MENDELEEV, DMITRY

Tobolsk (atual Tyumen Oblast), Sibéria, Rússia, 8/2/1834
São Petersburgo, Rússia, 2/2/1907

QUÍMICA

[B. M. Kedrov – Academia de Ciências da Rússia]

Dmitry Ivanovich Mendeleev foi o décimo quarto e último filho de Ivan Pavlovich Mendeleev, professor de literatura russa, e de Maria Dmitrievna Kornileva, oriunda de uma antiga família de mercadores e proprietária de uma fábrica de vidro próxima a Tobolsk. Aos quinze anos, ele perdeu a mãe, que exerceu importante papel em sua educação e muito influenciou a formação de opiniões que manteve ao longo da vida. Aos sete anos, Mendeleev ingressou no Tobolsk Gymnasium, onde se graduou em 1849. Lá, ao lado de uma aversão a línguas antigas e a teologia, tomou gosto por história, matemática e física. Em Tobolsk, Mendeleev, que viveu com a família perto da fábrica de vidro, interessou-se por assuntos ligados à indústria. Por influência de dezembristas [integrantes do grupo que em dezembro de 1825 incitou uma revolta de soldados para depor o czar Nicolau, N.R.] exilados na Sibéria, desenvolveu um grande amor à liberdade.

Pouco antes de morrer, a mãe de Mendeleev o levou a São Petersburgo, onde, em 1850, ele se inscreveu na Faculdade de Física e Matemática do Instituto Principal Pedagógico, uma instituição progressista na qual foi colega do revolucionário democrata Nikolai Dobrolyubov. Teve como professores o químico A. A. Voskresensky, que nele despertou o entusiasmo pe-

las experiências (Mendeleev fez anotações detalhadas dessas aulas, que foram preservadas); o zoólogo Brandt, cuja classificação de animais o interessava (suas observações sobre esse tema também estão conservadas); o geólogo e mineralogista Kutorga, que o incumbiu imediatamente da análise química do ortossilicato e do piroxênio, introduzindo-o assim nas técnicas de pesquisa; e o pedagogo Vyshnegradsky, que influenciou suas idéias sobre educação. Mendeleev graduou-se pelo instituto em 1855 com resultados brilhantes. Dotado de forte temperamento, desentendeu-se com um importante oficial do Ministério da Educação que o nomeou professor do Simferopol Gymnasium, o qual estava fechado por causa da Guerra da Criméia.

Após dois meses na Criméia, onde não conseguiu trabalhar, Mendeleev foi para Odessa como professor do liceu e lá prosseguiu os trabalhos já iniciados. Começara a investigar as relações entre as formas dos cristais e a composição química das substâncias. Ao graduar-se pelo instituto, ele escrevera uma dissertação intitulada “Izomorfizm v svyazi s drugimi otno sheniami formy k sostavu” [Isomorfismo em associação com outras relações de forma para a composição], publicada no *Gorny Zhurnal* [Revista de Mineração] em 1856. Esse trabalho fez com que Mendeleev aprofundasse o estudo comparativo das propriedades químicas das substâncias; sua dissertação de mestrado, preparada em Odessa, intitulava-se “Udelnye obemy” [Volumes específicos] e era uma ampliação dos artigos anteriores, nos quais estudava a relação entre as propriedades químicas e cristalográficas das substâncias e seus volumes específicos.

Nesse período, por motivos financeiros, Mendeleev escreveu também artigos para *Novosti Estestvennykh Nauk* [Notícias das ciências naturais] e resenhas para *Zhurnal Ministerstva Narodnogo Prosveshchenia* [Jornal do Ministério da Educação Pública]. Um pouco mais tarde, escreveu para o *Promyshlenny listik* [Notas industriais] um artigo sobre combustível gasoso e o processo de Bessemer. A aplicação da ciência à indústria e à economia tornou-se uma preocupação declarada e recorrente no seu trabalho.

Em setembro de 1856, defendeu uma tese de mestrado na Universidade de São Petersburgo, que concordava com as idéias de Gerhardt, às quais ele permaneceu fiel até o fim da vida. Entre outros tópicos, expressava a concordância com as teorias unitária e de tipo [teoria em que os compostos são derivados de tipos por substituição, N.R.] e a oposição à teoria eletrolítica de **Berzelius** sobre a formação de compostos químicos. Mendeleev aderiu definitivamente às idéias de Gerhardt e, por isso, opôs-se à teoria eletrolítica

de **Arrhenius**, rejeitando o conceito de íon como um fragmento molecular eletricamente carregado e recusando-se a reconhecer a realidade do elétron. Opunha-se de modo geral à ligação da química com a eletricidade e preferia associá-la à física como ciência da massa. Essa preferência encontrou a justificativa mais brilhante na correlação que obteve entre as propriedades químicas e os pesos atômicos dos elementos. Ele não era um mecanicista químico no sentido metodológico, o que estava na moda em certas regiões. Julgava que, embora fosse uma ciência física, a química era também uma ciência independente.

Em outubro de 1856, Mendeleev defendeu uma tese *pro venia legendi* para obter o *status* de livre-docente na universidade. O tema foi a estrutura de compostos de silício. Em janeiro de 1857, começou a dar aulas de química e a dirigir pesquisas nos laboratórios da universidade. Entre 1859 e 1860 trabalhou na Universidade de Heidelberg, onde pela primeira vez colaborou com Bunsen e depois montou o próprio laboratório. Estudou os fenômenos da capilaridade e os desvios dos gases e vapores em relação às leis dos gases ideais. Em 1860, descobriu o fenômeno da temperatura crítica — a temperatura em que um gás ou vapor pode ser liquefeito apenas pela aplicação de pressão —, que ele chamou de “temperatura absoluta de ebulição”. Foi levado a considerar mais uma vez a relação entre as propriedades químicas e físicas das partículas e a massa destas. Estava convencido de que a força da afinidade química era idêntica à força de coesão; considerava que seu trabalho se desenvolvia no âmbito da físico-química, um território no qual a química, a física e a matemática se encontram.

Mendeleev participou do I Congresso Internacional de Química, em 1860, sediado em Karlsruhe. A idéia do congresso foi de **Kekulé**; a finalidade era padronizar conceitos básicos da química, como pesos atômico, molecular e equivalente, já que o uso de uma variedade de pesos atômicos e de outros tipos dificultava consideravelmente o desenvolvimento da disciplina. Nesse congresso, Mendeleev conheceu diversos químicos notáveis, incluindo **Dumas**, Wurtz, Zinin e Cannizzaro. Ficou muito impressionado com a defesa que este último fez das noções de Gerhardt. Sua avaliação do congresso, numa carta ao professor Voskresensky, foi publicada no *Vedomosti* [Diário] de São Petersburgo no mesmo ano.

Em fevereiro de 1861, ao retornar a São Petersburgo, Mendeleev publicou *Opyt teorii predelov organicheskikh soedineniy* [Tentativa sobre uma teoria de limites de compostos orgânicos], em que afirmava que a percentagem de elementos, como oxigênio, hidrogênio e nitrogênio, não poderia exceder um certo valor

máximo quando combinados com o carbono — hipótese que o levou a uma oposição frontal às teorias estruturais da química orgânica. Ele baseou nessa teoria o texto *Organicheskaya khimia* [Química orgânica], publicado no mesmo ano (a segunda edição é de 1863) e ganhou o prêmio Demidov.

De janeiro de 1864 a dezembro de 1866, Mendeleev foi professor de química no Instituto Tecnológico de São Petersburgo e fez parte do corpo docente da universidade. Além disso, viajava ao exterior em missões científicas de três a quatro meses, escreveu livros, editou traduções e participou na compilação de uma enciclopédia técnica, para a qual escreveu artigos sobre a produção de compostos químicos e química tecnológica, incluindo a produção de álcool e alcoometria. Em 1865 defendeu a tese de doutorado em química “O soedinenii spirta s vodoyu” [Sobre os compostos de álcool com água], na qual desenvolveu pela primeira vez a idéia de que as soluções são compostos químicos, de modo que dissolver uma substância em outra deveria ser visto como idêntico a outras formas de combinação química. Nessa tese, também aderiu aos princípios do atomismo químico.

Na mesma época, estimulado pelas condições sociais tempestuosas que se seguiram à abolição da servidão na Rússia, Mendeleev sentiu-se atraído por problemas práticos relacionados à economia nacional. Começou a estudar o petróleo, viajando com esse propósito a Baku em 1863; compareceu às grandes exposições industriais sediadas em Moscou (1865) e em Paris (1867); em 1865, comprou a propriedade de Boblovo, próxima a Klin, para demonstrar como a agricultura poderia ser objeto de um tratamento científico racional; e juntou-se à Sociedade de Economia Livre, na qual fez conferências sobre agricultura experimental, cooperativas de produção de queijo e experiências com diferentes fertilizantes. Em 1862, casou-se com Feozva Nikitichna Leshchevaya, com quem teve um filho e uma filha.

Convém aqui considerar como o trabalho de Mendeleev se situava no contexto dos principais avanços científicos do início do século XIX. Nas aulas de botânica do Instituto Pedagógico ele conheceu a teoria da célula. A lei da conservação da energia, que fortalecia a crença na unidade das forças da natureza, já era fundamental para estudar as transformações químicas e estabelecer suas relações com as propriedades físicas. A teoria darwiniana [v. **Darwin**] da evolução passara a dominar o estudo da natureza viva. Tudo isso o influenciou. Considerando o modo pelo qual a lei da tabela periódica se relaciona com essas descobertas fundamentais, William Crookes pôde mais tarde se referir à teoria de Mendeleev como “darwinismo inorgânico”.

Mendeleev contribuiu ativamente para o crescimento das organizações ligadas à química na Rússia durante a década de 1860. Participou na redação do regimento interno da Sociedade Russa de Química, fundada em 1868, e apresentou sistematicamente os resultados de pesquisas nos congressos da instituição. A revista da sociedade também foi importante para o desenvolvimento da disciplina na Rússia, e nela Mendeleev decidiu publicar muitas descobertas. Ele também apresentava trabalhos na seção química dos congressos russos sobre as ciências naturais, o primeiro dos quais foi realizado em dezembro de 1867.

Um momento decisivo na carreira de Mendeleev ocorreu em outubro de 1867, quando ele foi nomeado para a cátedra de química na Universidade de São Petersburgo. Ao preparar-se para as aulas, não encontrou nenhum texto que pudesse recomendar aos alunos, e por isso começou a redigir o seu próprio. O plano básico para o livro originou-se da teoria de tipo, de Gerhardt, segundo a qual os elementos são agrupados por valência em relação ao hidrogênio. Os elementos típicos — hidrogênio (1), oxigênio (2), nitrogênio (3) e carbono (4) — foram listados em primeiro lugar, seguidos, na mesma ordem, por halogênios (1) e metais alcalinos (1).

Mendeleev deu ao livro o título *Osnovy khimii* [Princípios da química]. A primeira parte, que termina com os halogênios, foi concluída no final de 1868. De janeiro a fevereiro de 1869 escreveu os dois primeiros capítulos da segunda parte — sobre metais alcalinos e calor específico. Organizou os halogênios e os metais alcalinos de forma a realçar as relações químicas contrárias, apesar de ambos apresentarem univalência. Faltava organizá-los de acordo com uma outra variável quantitativa mais básica (ou sistema de ordenação): o peso atômico.

Pode-se observar que todo o trabalho inicial de Mendeleev — estudos das propriedades químicas das substâncias, trabalho sobre pesos específicos e suas relações com os pesos atômico e molecular, investigações dos limites dos compostos, estudo dos pesos atômicos e sua correlação com os elementos — o preparou para empreender essa tarefa, que culminou na grande síntese da lei periódica.

Em 1º de março de 1869, Mendeleev estava prestes a deixar São Petersburgo para uma viagem a Tver (atual Kalinin) e a outras cidades da província, pois a Sociedade de Economia Livre lhe concedera uma verba para investigar os métodos de produção de queijo em cooperativas operárias. No dia de partir, porém, ele conseguiu formular a resposta sobre qual grupo de elementos deveria ser colocado, no livro, logo após os metais alcalinos. O princípio da atomicidade exigia

que cobre e prata fossem tratados como um grupo de transição, já que resultavam em compostos dos tipos CuCl_2 e AgCl , respectivamente; portanto, parecia lógico colocá-los próximos aos metais alcalinos, com os quais eles se assemelham em termos de propriedades químicas. Ao buscar uma base quantitativa para justificar uma transição desse tipo, Mendeleev teve a feliz e crucial idéia de dispor os diversos grupos de elementos na ordem de pesos atômicos, uma seqüência que lhe deu o seguinte arranjo, sob a forma de tabela:

		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	Te = 127

Havia uma nítida progressão regular nas diferenças entre os pesos atômicos dos elementos nas colunas verticais (os futuros períodos). Esse arranjo possibilitou o posicionamento de outros elementos, de peso atômico intermediário, nos espaços vazios da tabela. Ao desenvolver os estágios finais da descoberta, Mendeleev usou o método do “jogo de paciência químico”, escrevendo em cartas, por extenso, os nomes ou símbolos dos elementos, junto com os pesos atômicos e outras propriedades. O procedimento foi uma adaptação do jogo de paciência, que ele costumava jogar para relaxar.

O trabalho de Mendeleev relacionado à redação do *Osnovy khimii* o conduziu à lei periódica, que ele formulou assim em março de 1869: “Quando dispostos de acordo com o valor de seus pesos atômicos, os elementos apresentam uma clara periodicidade de propriedades.” O trabalho do congresso de Karlsruhe contribuíra para a descoberta da lei. É claro que teria sido impossível encontrar qualquer relação entre os elementos por meio do uso dos velhos pesos atômicos, como $\text{Ca} = 20$, $\text{Sr} = 43,8$ e $\text{Ba} = 63,5$, por exemplo. A necessidade de estabelecer pesos atômicos corretos levou Mendeleev a investigar as conexões entre os elementos. Com essa investigação, chegou à lei periódica por indução, a partir da qual foi capaz de construir um sistema de elementos. Usou a dedução, entretanto, para prever as conseqüências da descoberta, ainda incompleta, movendo-se do geral ao particular para testar a validade da lei. Por exemplo, imediatamente após a descoberta da lei periódica, Mendeleev propôs a mudança do peso, geralmente aceito, do berílio (de 14 para 9,4), atribuindo ao seu óxido (segundo I. Avdeev) a fórmula BeO (por analogia à magnésia, MgO), e não Be_2O_3 (por analogia à alumina, Al_2O_3). O lugar do berílio foi assim determinado corretamente no sistema de elementos. Ele também previu o lugar de três elementos não descobertos nos futuros grupos III e IV do sistema, que denominou eka-alu-

mínio, eka-silício e eka-zircônio [*eka*, em sânscrito, significa “um” ou “primeiro”, N.R.].

O primeiro relatório da descoberta foi “Opyt sistemy elementov, osnovanny na ikh atomnom vese i khimicheskome skhodstve” [Tentativa de esboço de um sistema de elementos com base no peso atômico e na afinidade química]. Mendeleev o apresentou com maiores detalhes em “Sootnoshenie svoystv s atomnym vesom elementov” [Relação das propriedades com os pesos atômicos dos elementos], que foi lido para a Sociedade Russa de Química em março de 1869 por N. A. Menshutkin (já que o próprio Mendeleev estava ausente, visitando cooperativas de produção de queijo). Ao preparar esse último relatório, Mendeleev desenvolveu diversas tabelas de elementos, incluindo uma em que os elementos de valência par e ímpar foram dispostos em duas colunas separadas. Ele descobriu espaços vazios em três pontos — entre o hidrogênio e o lítio, entre o flúor e o sódio, e entre o cloro e o potássio — e previu que essas lacunas seriam preenchidas por elementos ainda desconhecidos com pesos atômicos de 2, 20 e 36, aproximadamente — isto é, o hélio, o neônio e o argônio.

No início, Mendeleev pôde considerar, na lei periódica, apenas o isomorfismo e o peso atômico; além disso, em cada um desses artigos iniciais ele só apresentava o argumento quantitativo para a expressão analítica da lei na forma do aumento dos pesos atômicos. O primeiro artigo continha muitas ambigüidades e imprecisões; o chumbo, por exemplo, estava localizado no mesmo grupo do cálcio e do bário, enquanto o tálio ocupava o mesmo grupo do sódio e do potássio, e o urânio estava agrupado com o boro e o alumínio. Tendo se dedicado durante quinze anos (desde 1854) aos estudos que o conduziram à lei, Mendeleev conseguiu formulá-la num único dia. Passou mais três anos aperfeiçoando-a e continuou a ocupar-se de pontos mais singulares até 1907.

No trabalho seguinte à apresentação da lei, Mendeleev retomou as investigações sobre volume específico, estudando a função física da regra segundo a qual era preciso atribuir ao urânio um peso atômico duplo. Muitos elementos, incluindo o telúrio e o chumbo, tiveram de ser reposicionados na tabela. Mendeleev apresentou o novo resultado no II Congresso de Cientistas Naturais Russos em agosto de 1869, num relatório intitulado “Ob atomnom vese prostykh tel” [Sobre o peso atômico dos corpos simples]. Ele passou a usar o mesmo argumento para determinar funções químicas; reconhecendo a importância da simplicidade dos óxidos como tipos de composto, prosseguiu na elucidação dos sete grupos fundamentais, que se estendem dos óxidos de metais alcalinos (da forma R_2O) aos

óxidos de halogênios (da forma R_2O_7). Mendeleev comunicou essa descoberta na dissertação “O kolichestve kisloroda v solyanykh okislakh i ob atomnosti elementov” [Sobre a quantidade de oxigênio em óxidos de sais e sobre a valência dos elementos], apresentada no Encontro de Outubro da Sociedade Russa de Química. Por volta de 1870 ele já tinha levado em consideração a presença de compostos do tipo RO_4 para o ósmio e o rutênio, introduzindo assim o oitavo grupo na classificação.

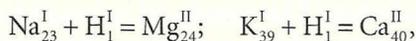
O próprio Mendeleev resumiu os estudos que o tinham conduzido à lei periódica em uma edição posterior da *Osnovy khimii*, na qual comentava os “quatro aspectos da matéria”, representando as propriedades mensuráveis dos elementos e os compostos: “(a) o isomorfismo ou a similaridade das formas cristalinas e a habilidade para formar misturas isomórficas; (b) a relação dos volumes específicos de compostos ou elementos similares; (c) a composição dos sais compostos; e (d) as relações dos pesos atômicos dos elementos”. Concluiu que esses “quatro aspectos” eram importantes, pois, “quando certa propriedade é medida, ela cessa de ter uma característica arbitrária e subjetiva e dá objetividade à equação”.

Uma vez que a lei periódica dependia da relação quantitativa entre o peso atômico, como uma variável independente, e propriedades físicas e químicas, Mendeleev, em 1870, abordou o problema de como desenvolver um completo “sistema natural de elementos”. Empregou a dedução para chegar às conseqüências lógicas mais corajosas e extensas da lei, de maneira que pudesse, pela verificação dessas conseqüências, confirmar a própria lei.

Mendeleev descreveu simultaneamente vários grupos de elementos com o objetivo de incluí-los no *Osnovy khimii* e os submeteu a uma extensa pesquisa de laboratório. Examinou o molibdênio, o tungstênio, o titânio, o urânio e os metais raros. Em novembro de 1870 escreveu dois artigos. No primeiro, “O meste tseria v sisteme elementov” [Sobre o lugar do cério no sistema dos elementos], introduziu um valor teoricamente corrigido para o peso atômico do cério — 138, em vez do 92 previamente aceito — e determinou seu novo lugar no sistema. No segundo, “Estestvennaya sistema elementov i primenenie ee k ukazaniyu svoystv neotkrytykh elementov” [O sistema natural dos elementos e sua aplicação para indicar as propriedades dos elementos não descobertos], previu que, por causa da volatilidade dos seus sais, o eka-alumínio seria descoberto por meios espectroscópicos.

Osnovy khimii foi concluído em fevereiro de 1871. A noção da complexidade dos elementos químicos e a sua formação a partir de “partículas fundamentais”

estavam entre as idéias importantes que o trabalho apresentava. Mendeleev afirmava que a bivalência (II) do magnésio e a do cálcio poderia ser explicada como um resultado da combinação perfeita de sódio e potássio monovalentes (I) com o hidrogênio monovalente (I):



formulação que pode ser vista como uma confusa premonição da ulterior regra de deslocamento.

Em março de 1871, dois anos após a descoberta da lei, Mendeleev a nomeou pela primeira vez como “periódica”. Naquele verão, publicou em *Justus Liebigs Annalen der Chemie* o artigo “Die periodische Gesetzmässigkeit der chemischen Elemente” [A regularidade periódica dos elementos químicos], que considerou mais tarde como “o melhor resumo das minhas opiniões e idéias sobre a periodicidade dos elementos, e o texto original depois do qual muito foi escrito sobre esse sistema. Determinou a minha fama científica, pois muito foi confirmado — bem mais tarde.” No outono daquele ano, dedicou-se à pesquisa de metais de terras-raras com o intuito de determinar seu lugar entre os elementos do grupo IV. Um dos objetivos era encontrar o eka-silício que previra (mais tarde denominado germânio). Também dirigiu pesquisas sobre hidratos e compostos complexos, especialmente os de amônia, e fez conferências nas quais combinou tópicos de química e temas filosóficos.

A recepção da lei periódica causou-lhe considerável angústia mental. A lei teve de início poucos defensores, mesmo entre os químicos russos, começando então uma longa e árdua batalha. Entre os oponentes, mais eloqüentes na Alemanha e na Inglaterra, estavam os químicos que ensinavam em termos exclusivamente empíricos e eram incapazes de reconhecer a validade do pensamento teórico, como Bunsen, Zinin, Lars Nilson e Carl Petersen. Este último não apenas duvidava da generalidade da lei periódica; além disso, defendia o ponto de vista contraditório da trivalência do berílio. Na Alemanha, Rammelsberg também discordava num ponto particular; em 1872, tentou refutar a correção proposta por Mendeleev para os pesos atômicos do cério e dos vizinhos próximos. No ano seguinte Mendeleev respondeu a esse ataque em um artigo intitulado “O primenimosti periodicheskogo zakona k tseritovym metallam” [Sobre a aplicação da lei periódica a metais de cerita (mineral vermelho-amarronzado, constituído de hidrato silicato de cério e outros metais afins, N.R.)], no qual demonstrou que os fatos introduzidos por Rammelsberg “fortalecem, em vez de refutar, as minhas propostas de alteração do peso atômico do cério”.

Vários outros químicos especializados no sistema dos elementos atacaram a lei de Mendeleev ou lhe disputaram a primazia. Lothar Meyer, por exemplo, em 1870, propôs uma representação para os volumes atômicos dos elementos na forma de uma linha quebrada em ziguezague. Blomstrand e E. H. von Blomhauer desenvolveram um sistema em espiral, também em 1870. Mendeleev respondeu a essas e outras reivindicações da lei periódica — e também a argumentos contra ela — no artigo “K voprosu o sisteme elementov” [Sobre a questão de um sistema de elementos], publicado em março de 1871. Mas ele não tinha paciência para as disputas por precedência e só se envolvia nelas quando outros denegriam as realizações da ciência russa, embora fosse um internacionalista por inclinação.

Entre 1871 e 1874 muitos dos químicos passaram a aceitar os pesos atômicos corrigidos para diversos elementos. Bunsen concordou com o valor de Mendeleev para o índio; Rammelsberg e Roscoe, com o valor para o urânio; Cleve, com os valores para os metais de terras-raras (no caso do ítrio, os valores encontrados antes por Marc Delafontaine, Bunsen e J. F. Bahr foram confirmados); Chidenius e Delafontaine, com o valor para o tório. Todavia, a maioria dos cientistas não aceitou a descoberta de Mendeleev por algum tempo. O primeiro livro-texto de química orgânica que se baseou na lei foi publicado em São Petersburgo por Richter somente em 1874. A *Théorie atomique* [Teoria atômica] de Wurtz ajudou mais tarde a propagar as idéias de Mendeleev. Mais ou menos na mesma época, Brauner se manifestou a favor do peso corrigido para o cloro e deu início à determinação da densidade dos vapores de cloreto de berílio, como também o fizeram Nilson e Petersen. A determinação de Brauner para o peso do berílio foi uma confirmação importante do caráter geral da lei de Mendeleev.

A descoberta dos três elementos previstos por Mendeleev foi decisiva para a aceitação da lei. Em 1875, Lecoq de Boisbaudran, desconhecendo completamente o trabalho de Mendeleev, descobriu por métodos espectroscópicos um novo metal, que chamou de gálio. A natureza da descoberta e uma série de propriedades do gálio coincidiam com a previsão do eka-alumínio, mas o peso específico parecia menor do que o previsto. Ao tomar conhecimento da descoberta, Mendeleev enviou para a França “Zametka po povodu otkrytia gallia” [Nota sobre a ocasião da descoberta do gálio], em que insistiu na equivalência do gálio e do eka-alumínio. Embora Lecoq de Boisbaudran tenha contestado essa interpretação, ele concordou em fazer uma segunda determinação do peso específico do gá-

lio e confirmou a previsão de Mendeleev. A partir daí, a lei periódica não era mais uma mera hipótese. O mundo científico ficou estupefato ao notar que Mendeleev, por meio de um raciocínio teórico, percebera mais claramente as propriedades de um novo elemento do que os químicos que o tinham descoberto empiricamente. Desde então, o trabalho de Mendeleev se tornou mais conhecido. Em 1877, Crookes publicou no *Quarterly Journal of Science* um texto intitulado “A química do futuro”, um resumo do artigo conciso de Mendeleev de 1871. Em 1879, uma tradução francesa do artigo completo, com uma nova introdução, foi publicada por G. G. Quesneville no *Moniteur Scientifique*.

A descoberta do gálio foi incorporada à terceira edição de *Osnovy khimii* em 1877. A quarta edição, de 1881-1882, mencionava a descoberta do escândio — o eka-boro previsto por Mendeleev — por Nilson em 1879. Winkler descobriu o germânio em 1886; suas propriedades correspondiam precisamente àquelas do eka-silício; essa descoberta figurou na quinta edição do livro em 1889. A edição também trazia, dentro de uma moldura única, reproduções de retratos de Lecoq de Boisbaudran, Nilson, Winkler e Brauner. O conjunto exibia a legenda: “Reforçadores da lei periódica”.

A lei periódica pôde então ser considerada provada. Convidado pela Sociedade Química de Londres, Mendeleev apresentou um resumo da pesquisa que o conduzira à lei na sua conferência **Faraday** [série de seminários regulares que recebiam esse nome, N.R.], intitulada “A lei periódica dos elementos químicos”, proferida no vigésimo aniversário da descoberta. Falou dos cientistas que o precederam, bem como daqueles que mais tarde contribuíram para o desenvolvimento da idéia, e tratou tanto da história como do que pode ser chamado de pré-história da lei. Durante a mesma visita a Londres, Mendeleev foi também convidado a proferir uma conferência na Royal Institution. No discurso, “Uma tentativa de aplicação de um dos princípios de **Newton** à química”, buscou opor o conceito de estrutura química à hipótese segundo a qual a influência mútua de átomos numa molécula está de acordo com a terceira lei do movimento, de Newton. Em ambas as conferências, que ele publicou em 1889 como *Dva Londonskikh chtenia* [Duas conferências em Londres], Mendeleev não se restringiu à química; foi além, ao esboçar generalidades filosóficas que englobavam todas as ciências naturais.

Mesmo enquanto trabalhava na elaboração da lei periódica e em sua comprovação, Mendeleev também se ocupava com o problema da liquefação de gases. Por volta de 1870, analisou a necessidade de resfriamento intensivo no processo, enquanto em dezembro

de 1871 voltou-se subitamente para a pesquisa puramente física dos gases permanentes e da compressibilidade. Ao iniciar essa investigação, esperava encontrar o hipotético “éter universal”, um gás extraordinariamente rarefeito, cuja posição no sistema deveria ser acima do hidrogênio. Embora o objetivo principal não fosse alcançável, Mendeleev, no curso dos estudos, descobriu uma série de gases que se afastavam da lei de **Boyle**-Mariotte e forneceu uma equação mais precisa para o estado dos gases reais. Em seguida, o trabalho assumiu uma feição mais prática. Ele se voltou para a pesquisa aeronáutica, oferecendo em 1875 uma forma geral para as experiências sobre a temperatura das camadas superiores da atmosfera no relatório “Ob opytakh nad uprugostyu gazov” [Sobre experiências a respeito da elasticidade dos gases], publicado em 1881. Em 1887, fez um vôo de balão, saindo de Klin, a fim de observar um eclipse solar.

Depois de 1884, ocupou-se da expansão dos líquidos e, em particular, dos pesos específicos de soluções aquosas de várias substâncias. Concluiu que, em tais soluções, há relações descontínuas entre o solvente e o soluto, confirmando assim a existência de relações químicas determinadas — uma condição necessária, segundo a teoria atômica. Logo Mendeleev chegou a uma teoria química das soluções, oposta à teoria da dissociação eletrolítica de soluções aquosas diluídas, demonstrada por Arrhenius. Ele expôs a teoria no *Issledovanie vodnykh rastvorov po udelnomu vesu* [Pesquisa sobre soluções aquosas segundo o peso específico], de 1887, bem como na quinta edição do *Osnovy khimii*.

A partir dos últimos anos da década de 1870, ocupou-se também da produção de petróleo. Em 1876, visitou os Estados Unidos; no livro que resultou dessa viagem, *Neftyanaya promyshlennost v Severo-amerikanskom shtate Pensilvanii i na Kavkaze* [A produção de petróleo no estado norte-americano da Pensilvânia e no Cáucaso], desenvolveu uma teoria da origem inorgânica do petróleo. Viajou também para Baku a fim de estudar os campos de petróleo. Em seguida, pesquisou a respeito dos usos do petróleo, incluindo as aplicações médicas; em 1878, empregou o petróleo em um autotratamento para pleurisia. Em 1880-1881 escreveu uma série de relatórios dos resultados da jornada caucasiana e se envolveu numa controvérsia com Nobel sobre a localidade apropriada para as refinarias de petróleo. Em 1883, com *Po voprosy o nefi* [Sobre uma questão do petróleo], entrou em discussão com Markovnikov; no mesmo ano e no seguinte, escreveu uma série de trabalhos sobre o refino de petróleo na América e em Baku. Num artigo de 1889 negou os rumores sobre o esgotamento dos campos de Baku.

No final da década de 1880, Mendeleev havia agregado a seus interesses práticos a investigação da indústria de carvão; visitou a Bacia de Donets para estudar mineração e, em 1888, escreveu *Budushchaya sila, pokoyushchayasya na beregakh Dontsa* [A energia do futuro que jaz nas margens do Donets]. Nenhum dos seus esforços para desenvolver a indústria nacional foi bem-sucedido; o governo czarista dispensou suas idéias e projetos excepcionais, declarando-os “sonhos professorais”.

As décadas de 1870 e 1880 marcaram um importante período de transição na vida de Mendeleev. Com a lei periódica desenvolvida e confirmada, ele se voltara para questões comerciais, de interesse da economia nacional; deixara também a família e entrara num segundo casamento, em 1882, com uma jovem artista, Anna Ivanova Popova, com quem teve dois filhos e duas filhas. Interessava-se cada vez mais por questões filosóficas, sobre as quais escreveu: “Muita coisa em mim estava mudando; naquela época, eu lia muito sobre religião, seitas, filosofia e artigos de economia.” Seus escritos sobre temas filosóficos incluem os artigos “Ob ediniye” [Sobre a unidade], de 1870; “Pered kartinoyu A. I. Kuindzhi” [Diante de uma imagem de A. I. Kuindzhi], de 1880; “O edinstve veshchestva” [Sobre a unidade da matéria], de 1886; e, o mais importante, o livro *Materialy dlya suzhdenia o spiritizma* [Apontamentos para uma opinião sobre o espiritismo], de 1876, que incorporava os resultados do trabalho de uma comissão especial da Sociedade de Física de São Petersburgo. Sobre o último texto, Mendeleev escreveu mais tarde: “Tentei lutar contra a superstição. [...] Foi necessário professores agirem contra a autoridade de professores. O resultado foi bom, o espiritismo foi rejeitado.”

Nesse período, o *status* acadêmico de Mendeleev mudou. Em 1876, elegeu-se membro correspondente da Academia de Ciências de São Petersburgo; em 1880, a maioria reacionária de membros da seção de física e matemática o derrotou em uma eleição para sócio extraordinário, com receio de suas tendências democráticas. Entre os protestos que se seguiram a esse resultado, Butlerov publicou um artigo intitulado “Russkaya ili tolko imperatorskaya Akademia Nauk v S.-Peterburge” [A Academia Russa ou apenas uma Academia Imperial de Ciências em São Petersburgo], e cerca de outras vinte instituições científicas elegeram Mendeleev membro honorário. Em 1890, motins irromperam entre os estudantes da Universidade de São Petersburgo, e Mendeleev encarregou-se de entregar uma petição de um estudante ao Ministério da Educação. Deram-lhe uma resposta grosseira e insultante, algo equivalente à exigência de um pedido pessoal de

demissão; ele deixou a universidade onde tinha ensinado durante mais de trinta anos. Em 3 de abril de 1890, deu a última aula para estudantes do curso de química geral.

Com o fim da carreira no magistério, Mendeleev decidiu publicar um jornal de apoio às políticas protecionistas. As investigações sobre a produção de petróleo e carvão tinham-no convencido de que elas eram o “único meio de salvar a Rússia”. Antes de começar tal projeto, porém, recebeu uma comissão do Ministério da Marinha que lhe propôs a direção das pesquisas de laboratório sobre a produção em larga escala de pólvora sem fumaça — um projeto secreto de alta prioridade. De 1890 a 1892, participou também de um estudo da estrutura das tarifas, a convite do Ministério das Finanças; isso resultou no *Tolkovyy tarif* [Sistema de tarifa abrangente], que foi publicado em 1891-1892. O governo apreciou os serviços. Mendeleev ascendeu rapidamente na burocracia, sendo nomeado conselheiro privado em 1891.

De 1892 em diante, envolveu-se na regulação do sistema de pesos e medidas da Rússia, tarefa desempenhada “com entusiasmo, pois aqui o puramente científico e o prático estão intimamente entrelaçados”. Em 1893 foi nomeado diretor do recém-criado Conselho Central de Pesos e Medidas — posto que manteve até a morte — e, graças a esse cargo, viajou com frequência ao exterior. Na década de 1890, também dedicou-se ativamente a problemas de construção de navios e desenvolvimento de rotas de navegação. Participou do projeto do navio quebra-gelo *Ermak*, lançado em 1899, e dois anos depois escreveu sobre o progresso da pesquisa no norte do oceano Ártico. Estudou simultaneamente o desenvolvimento da indústria pesada na Rússia, viajou aos Urais e à Sibéria para observar a produção de ferro, iniciou a publicação de uma série intitulada *Biblioteka Promyshlennykh Znany* [Biblioteca do conhecimento industrial] e em 1901 escreveu, além de diversos livros e artigos, *Uchenie o promyshlennosti* [Teoria da indústria], que reunia uma série de idéias mais tarde desenvolvidas em *Zavetrnye mysli* [Pensamentos pessoais], publicado em 1903-1905.

Mendeleev também se ocupou da química teórica durante esses anos. Uma sexta edição de *Osnovy khimii* foi publicada em 1895. Nela, expressava um certo ceticismo com relação às descobertas dos primeiros gases nobres, o argônio e o hélio (em 1894 e 1895, respectivamente). Após a descoberta de Ramsay, em 1898, dos seus três análogos (os quais o próprio Ramsay havia previsto) e a determinação do lugar da totalidade do grupo como um grupo de valência zero dentro do sistema periódico (1900), Mendeleev recon-

siderou sua posição, aceitou os novos elementos e incluiu Ramsay entre os “reforçadores da lei periódica”.

Mendeleev negava a descoberta do elétron e, em particular, a explicação da radioatividade como desintegração dos átomos e transformação dos elementos. Considerava que essas descobertas destruíam os fundamentos da lei periódica. Ele questionou a transmutação dos elementos no artigo “Zoloto iz serebra” [Ouro a partir de prata], de 1898. Em *Popytka khimicheskogo ponimania mirovogo efira* [Tentativa de uma concepção química do éter universal], de 1902, introduziu a idéia equivocada da similaridade por natureza entre o éter universal — que participaria nos processos radioativos — e um gás inerte muito leve. Em 1902, visitou os laboratórios do casal Curie e de Becquerel em Paris para estudar melhor a radioatividade. Tratou dessas questões na sétima e oitava edições (1903 e 1906) do seu livro-texto.

A quinta edição e as edições posteriores do *Osnovy khimii* foram traduzidas para as línguas da Europa Ocidental. Além disso, a partir de 1892, Mendeleev participou ativamente na preparação da grande enciclopédia Brockhaus, outro veículo para a disseminação das suas idéias no Ocidente. Apresentou uma seção sobre química e produção de substâncias químicas e escreveu os artigos sobre matéria, regularidade periódica dos elementos químicos e tecnologia, entre diversos outros tópicos. O conjunto do seu trabalho atinge a marca de mais de quatrocentos livros e artigos, bem como uma grande quantidade de manuscritos, que se encontram hoje no Museu-Arquivo D. I. Mendeleev da Universidade de São Petersburgo.

Em 1894, Mendeleev recebeu o título de doutor pelas universidades de Oxford e de Cambridge; houve uma grande comemoração do seu septuagésimo aniversário em 1904, assim como do quinquagésimo aniversário de sua carreira científica no ano seguinte. Em 1905, compareceu à sessão comemorativa da Royal Society em Londres, na qual recebeu a medalha Copley. Possuía diversas ordens czaristas, e o governo francês condecorou-o com a Legião de Honra. Tornou-se também membro de muitas sociedades científicas russas e estrangeiras. Morreu de parada cardíaca. Os estudantes acompanharam o funeral ao cemitério de Volkov em São Petersburgo, levando na procissão a tabela periódica dos elementos, símbolo perfeito da carreira de Mendeleev.

BIBLIOGRAFIA

OBRAS ORIGINAIS As obras de Mendeleev foram publicadas em russo no decorrer de sua vida sob a forma de monografias e artigos de revistas e enciclopédias, muitas das quais foram traduzidas para inglês, francês e alemão. Para a bibliografia das obras, comentada

pelo próprio Mendeleev (1899), ver *Sochinenia* [Obras], XXV, 686-776. Após sua morte, *Osnovy khimii* [Princípios da química] foi reimpresso diversas vezes, compilações apareceram na série *Klassiki Nauki* [Clássicos da ciência], seu arquivo e suas obras completas foram publicadas como *Sochinenia*, 25 v. (Leningrado, 1934-1952); um volume suplementar contém um índice detalhado.

A principal obra de Mendeleev, *Osnovy khimii*, foi editada oito vezes durante sua vida: 1868-1871; 1872-1873; 1881-1882; 1889; 1895; 1903; 1906. A primeira edição, em quatro partes, foi publicada em dois volumes. A partir da quinta edição, não se dividiu mais o livro em duas partes. Na oitava edição, todas as notas apareceram no final do livro como apêndices especiais. A lei periódica é o foco da obra; a partir da terceira edição (após a descoberta do gálio em 1875), ela se destaca mais, pois tinha sido verificada experimentalmente. Mendeleev reescreveu cada edição, incluindo todos os novos dados científicos — particularmente as confirmações da lei periódica — e reavaliou as dificuldades que haviam surgido para impedir a confirmação dessa lei (gases inertes, terras-raras, radioatividade e elementos radioativos). Estendeu também as seções sobre indústria química, filosofia e metodologia. Para atualizar as edições póstumas, 9ª (1928) e 10ª (1931), G. V. Wulff *et al.* adicionaram uma seção sobre novas tendências na elaboração de princípios químicos. Omitiu-se essa nova seção da 11ª à 13ª edições (1932-1947).

A primeira tradução inglesa, *The Principles of Chemistry* (Londres, 1891), foi feita da 5ª edição. A 2ª (Londres, 1897) e 3ª (Londres, 1905; reed. Nova York, 1969) edições basearam-se nas 6ª e 7ª edições russas, respectivamente. Uma versão alemã, *Grundlagen der Chemie* (São Petersburgo, 1890), baseou-se na 5ª edição, e uma tradução francesa, *Principes de chimie* (Paris, 1895), na 6ª edição.

Diversos artigos de *Periodichesky zakon* [A lei periódica], org. B. M. Kedrov, série *Klassiki Nauki* (Moscou, 1958), foram publicados em outras línguas. Em inglês estão “The Periodic Law of the Chemical Elements” (escrita em 1871), *Chemical News and Journal of Physical (Industrial) Science*, 40, nos 1042-1048 (1879); 41, nos 1049-1060 (1880), rev. W. Crookes, “The Chemistry of the Future”, *Quarterly Journal of Science*, nº 55 (jul. 1877), também publicado separadamente como *An Attempt Towards a Chemical Conception of the Ether* (Londres, 1904); “An Attempt to Apply to Chemistry One of the Principles of Newton’s Natural Philosophy”, *Chemical News*, 60, nº 1545 (1889), 1-4; nº 1546, 15-17; nº 1547, 30-32, também publicado separadamente com o mesmo título (Londres, 1889); “The Periodic Law of the Chemical Elements (Faraday Lecture)”, *Journal of the Chemical Society*, 55 (1889), 634-656, reeditado em *Faraday Lectures 1869-1928* (Londres, 1928). Ver também “The Relations Between the Properties and Atomic Weights of the Elements”, *A Source Book in Chemistry 1400-1900*, org. Henry M. Leicester e Herbert S. Klickstein (Nova York, 1952), 438-444.

As traduções francesas incluem: “Remarques à propos de la découverte du galium”, *Comptes Rendus... de l’Académie des Sciences*, 81 (1875), 969-972; “La loi périodique des éléments chimiques (Faraday Lecture)”, *Moniteur Scientifique*, 9 (1879), 691; “La loi périodique des éléments chimiques”, *ibid.*, 3, parte 2, nº 572 (1889), 899-904; “Comment j’ai trouvé le système périodique des éléments”, *Revue Générale de Chimie Pure et Appliquée*, 1 (1899), 210 *et seq.*, 510 *et seq.* — reeditada com outro título, “Periodicheskaya zakonost khimicheskikh elementov” [Lei periódica dos elementos químicos], em *Entsiklopedichesky slovar* [Dicionário enciclopédico] de Brockhaus e Efron.

Para traduções em alemão, ver: “Zur Frage über das System der chemischen Elemente”, *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, 4 (1871), 348-352; “Die periodische Gesetzmässigkeit der chemischen Elemente”, *Justus Liebig’s Annalen der Chemie*, suppl. 8, nº 2 (1871), 133-229, reeditada em *Klassiker der exakten Wissenschaften* de Ostwald, nº 68 (Leipzig, 1913), 41-118; “Ueber die Stellung des Ceriums im System der Elemente”, *Bulletin de l’Académie des Sciences de St. Petersburg*, 16 (1871), 45-50; “Ueber die An-

wendbarkeit des periodischen Gesetzes bei die Ceritmetallen”, *Justus Liebigs Annalen der Chemie*, **168**, nº 1 (1873), 45-63; “Zur Geschichte des periodischen Gesetzes”, *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, **8** (1875), 1796-1804; “Das natürliche System der chemischen Elemente”, *Klassiker der Ostwald*, nº 68 (Leipzig, 1913), 20-40.

As publicações dos arquivos científicos de Mendeleev incluem: *Novye materialy po istorii otkrytia periodicheskogo zakona* [Novo material sobre a história da descoberta da lei periódica], org. B. M. Kedrov (Moscou, 1950); *Nauchny arkhiv* [Arquivo científico], I, *Periodichesky zakon* [A lei periódica], comp. e org. B. M. Kedrov (Moscou, 1953), que inclui um material teórico de 1869-1871. Observações sobre as experiências relacionadas à lei periódica durante esse período aparecem no volume II, *Ekspirimentalnye raboty* [Obras experimentais]. O material que precedeu a lei periódica e conduziu a ela está no volume III, *Podgotovlenie otkrytia* [Preparação para a descoberta], e o que se seguiu a descoberta está no volume IV, *Razrabotka otkrytia* [Desenvolvimento da descoberta]; *Rastvory* [Soluções], org. K. P. Mishchenko, série *Klassiki Nauki* (Leningrado, 1959); *Nauchny arkhiv. Osvoenie kraynego Severa* [Arquivo científico. A conquista do Extremo Norte], I, *Vysokie shiroy Severnogo Ledovitogo okeana* [Altas latitudes do norte do Oceano Ártico], org. A. I. Dubravin (Moscou-Leningrado, 1960); *Nauchny arkhiv. Rastvory* [Arquivo científico. Soluções], comp. R. B. Dobrotin (Moscou-Leningrado, 1960); *Izbrannye lektsii po khimii* [Conferências selecionadas sobre química], comp. A. A. Makarenya et al. (Moscou, 1968), que reúne as conferências de Mendeleev sobre química de 1864, 1870-1871 e 1889-1890.

Para material de fonte autobiográfica, ver: *D. I. Mendeleev. Lite-raturnoe nasledstvo*, I, *Zametki i materialy D. I. Mendeleeva biograficheskogo kharaktera* (Leningrado, 1938), uma compilação de notas e materiais biográficos; *Arkhiv D. I. Mendeleeva*, I, *Autobiograficheskie materialy. Sbornik dokumentov* (Leningrado, 1951), com a bibliografia de Mendeleev, p. 39-130, bem como notas de diário, cronologia, um catálogo da biblioteca privada e uma lista de conteúdos dos arquivos científicos; *Nauchnoe nasledstvo* [Herança científica], org. M. D. Mendeleeva, *Natural Science Ser.*, II (Moscou-Leningrado, 1951), ver p. 111-256 para os diários de 1861-1862, e p. 257-294 para as cartas acerca do trabalho com pólvora sem fumaça, org. P. M. Lukyanov.

LITERATURA SECUNDÁRIA Obras biográficas sobre Mendeleev incluem: N. A. Figurovsky, *Dmitry Ivanovich Mendeleev* (Moscou, 1961); B. Kedrov e T. Chentsova, *Brauner – spodvizhnik Mendeleeva* (Moscou, 1960), escrito pelo sócio de Mendeleev com a correspondência e o material sobre a elaboração da lei periódica; *D. I. Mendeleev v vospominaniakh sovremennikov* [Mendeleev lembrado por contemporâneos], org. A. A. Makarenya et al. (Moscou, 1969), com recordações dos amigos, alunos, conhecidos e parentes; A. I. Mendeleeva, *Mendeleev v zhizni* [A vida de Mendeleev] (Moscou, 1928), escrito pela segunda mulher de Mendeleev; M. N. Mladentsev e V. E. Tishchenko, *Mendeleev, ego zhizn i deyatel'nost'* [Mendeleev, vida e obra] (Moscou-Leningrado, 1938) — Tishchenko foi assistente de laboratório de Mendeleev, e a biografia vai até 1861; O. N. Pisarzhevsky, *Dmitry Ivanovich Mendeleev* (Moscou, 1959); *Semeynaya khronika* [Crônica de família] (São Petersburgo, 1908), que reúne cartas de parentes e recordações da sobrinha, N. Y. Gubkinaya.

Sobre a história da descoberta e do desenvolvimento da lei periódica, ver: L. A. Chugaev, *Periodicheskaya sistema Khimicheskikh elementov* [O sistema periódico dos elementos químicos] (São Petersburgo, 1913); K. Danzer, *Dmitri I. Mendelejev und Lothar Meyer. Die Schöpfer des Periodensystems der chemischen Elemente* (Leipzig, 1971); B. M. Kedrov, *Razvitiye ponyatiya elementa ot Mendeleeva do nashikh dney* [O desenvolvimento do conceito mendeleeviano de elemento para a nossa época] (Moscou-Leningrado, 1948), 24-71, 220-239; *Evolutsiya pnyatiya elementa v khimii* [A evolução do conceito de elemento em química] (Moscou, 1956), 137-161, 188-294; *Den odnogo velikogo otkrytia* [O dia de uma grande

descoberta] (Moscou, 1958), também traduzida para o francês como “Le 1^{er} mars 1869: jour de la découverte de la loi périodique par D. I. Mendeléev”, *Cahiers d'histoire mondiale*, VI, 3, 644-656, texto que fornece a história da descoberta da lei periódica em 1^o de março de 1869 e inclui muitos documentos de arquivo; *Filozofsky analiz pervykh trudov D. I. Mendeleeva o periodicheskoy zakone (1869-1871)* [Uma análise filosófica dos primeiros trabalhos de D. I. Mendeleev sobre a lei periódica (1869-1871)] (Moscou, 1959), uma continuação do trabalho precedente; *Tri aspekta atomistiki* [Três aspectos da teoria atômica], III, *Zakon Mendeleeva. Logiko-istorichesky aspekt* [A Lei de Mendeleev. Aspecto lógico-histórico] (Moscou, 1969); *Mikroanatomia velikogo otkrytia. K 100-letiyu zakona Mendeleeva* [Microanatomia da grande descoberta. Para o centésimo aniversário da descoberta de Mendeleev] (Moscou, 1970); B. M. Kedrov e D. N. Trifonov, *Zakon periodichnosti i khimicheskie elementy. Otkrytia i khronologia* [A lei de periodicidade e os elementos químicos. Descobertas e cronologia] (Moscou, 1969); Paul Kolodkine, *Dmitri Mendeleev et la loi périodique* (Paris, 1963); V. A. Krotikov, “The Mendeleev Archives and Museum of the Leningrad University”, *Journal of Chemical Education*, **37** (1960), 625-628; V. Y. Kurbatov, *Zakon D. I. Mendeleeva* [A lei de D. I. Mendeleev] (Leningrado, 1925); Henry M. Leicester, “Dmitri Ivanovich Mendeleev”, *Great Chemists*, org. Eduard Farber (Nova York, 1961), 719-732; A. A. Makarenya, *D. I. Mendeleev o radioaktivnosti i slozhnosti elementov* [D. I. Mendeleev acerca da radioatividade e a complexidade dos elementos], 2^a ed. (Moscou, 1965); *D. I. Mendeleev i fiziko-khimicheskie nauki* [D. I. Mendeleev e as ciências físico-químicas] (Moscou, 1972), uma tentativa de esboço de uma biografia científica; F. A. Paneth, “Radioactivity and the Completion of the Periodic System”, *Nature*, **149** (23 de maio de 1942), 565-568; *Periodichesky zakon D. I. Mendeleeva i ego filosofskoe znachenie* [A lei periódica de D. I. Mendeleev e seu sentido filosófico] (Moscou, 1947), uma coleção de artigos por A. N. Bakh, A. F. Joffe, A. E. Fersmann, A. V. Rakovsky, B. M. Kedrov, G. S. Vasetsky e B. N. Vyropaev; *Periodichesky zakon i stroenie atoma* [A lei periódica e a estrutura atômica] (Moscou, 1971), uma coleção de artigos; O. N. Pisarzhevsky, *Dmitry Ivanovich Mendeleev. His Life and Work* (Moscou, 1959); Daniel Posin, *Mendeleev, the Story of a Great Scientist* (Nova York, 1948); E. Rabinowitsch e E. Thilo, *Periodisches System. Geschichte und theorie* (Stuttgart, 1930), trad. para o russo como *Periodicheskaya sistema elementov. Istoria i teoria* (Moscou-Leningrado, 1933), parte 1, esp. cap. 5; *Sto let periodicheskogo zakona khimicheskikh elementov* [Cem anos da lei periódica dos elementos químicos], org. N. N. Semenov (Moscou, 1969); *75 let periodicheskogo zakona D. I. Mendeleeva i Russkogo khimicheskogo obshchestva* [75 anos da lei periódica de Mendeleev e da Sociedade Russa de Química] (Moscou-Leningrado, 1947), uma coleção de artigos com uma bibliografia nas p. 261-265; T. E. Thorpe, *Essays in Historical Chemistry* (Londres, 1911), 483-499; W. A. Tilden, *Famous Chemists* (Londres, 1921), 241-258; D. N. Trifonov, *O kolichestvennoy interpretatsii periodichnosti* [Sobre a interpretação quantitativa da periodicidade] (Moscou, 1971), 16-31; *Voprosy estestvoznaniya i tekhniki* [Questões de ciência natural e tecnologia], nº 4 (29) (Moscou, 1969), uma coleção que comemora o centenário da lei periódica; Alexander Vucinich, “Mendeleev’s Views on Science and Society”, *Isis*, **58** (1967), 342-351; e *Science in Russian Culture* (Stanford, Califórnia, 1970), 147-165; *Yubileynomu Mendeleevskomu sezdu v oznamenovanie 100-letney godovshchiny so dnya rozhdeniya D. I. Mendeleeva. Varianty periodicheskoy sistemy* [Congresso de aniversário em reconhecimento ao centenário de nascimento de D. I. Mendeleev. Variantes do sistema periódico], reunido por M. A. Blokh (Leningrado, 1934).

Sobre outros aspectos da vida e da obra de Mendeleev, ver: V. P. Barzakovsky e R. B. Dobrotin, *Trudy D. I. Mendeleeva v oblasti khimi silikatov i stekloobraznogo sostoyaniya* [Obras de Mendeleev sobre a química dos silicatos e a produção de vidro] (Moscou, 1960); T. S. Kudryavtseva e M. E. Shekhter, *Mendeleev i ugol'naya promyshlennost' Rossii* [Mendeleev e a indústria russa de carvão]

(Moscou, 1952); A. A. Makarenya e I. N. Filimonova, *D. I. Mendeleev i Peterburgskiy universitet* [Mendeleev e a Universidade de São Petersburgo] (Leningrado, 1969); V. E. Parkhomenko, *D. I. Mendeleev i russkoe neftyanoe delo* [Mendeleev e a indústria russa de petróleo] (Moscou, 1957); *D. I. Mendeleev. Raboty po selskomu khozyaystvu i lesovodstvu* [Mendeleev. Obras sobre agricultura e silvicultura], org. S. I. Volkovich *et al.* (Moscou, 1954); G. A. Zhabrodsky, *Mirovozzrenie D. I. Mendeleeva* [A visão de mundo de Mendeleev] (Moscou, 1957), edição comemorativa pelo quinquagésimo aniversário de sua morte.

[TJA / ACF / CB]

MERSENNE, MARIN

Oizé, Maine, França, 8/9/1588

Paris, França, 1/9/1648

FILOSOFIA NATURAL | MECÂNICA | ÓPTICA

[A. C. Crombie – Universidade de Oxford, Inglaterra]

“As ciências fizeram entre si um acordo inviolável; é praticamente impossível separá-las, pois elas preferem sofrer a ser apartadas; e se alguém insistir em fazê-lo, só obterá fragmentos imperfeitos e confusos. Elas não se apresentam todas juntas, mas se dão as mãos para seguir uma atrás da outra, obedecendo a uma ordem natural que é arriscado mudar, pois elas se negam a ir de outra forma para onde são chamadas.”¹

A contribuição mais abrangente de Mersenne à cultura europeia foi essa visão da comunidade científica em desenvolvimento. Ela só seria alcançada pelo cultivo do particular: “A filosofia já teria há muito alcançado um nível avançado se nossos antepassados tivessem colocado isso em prática; e não perderíamos tempo com as dificuldades básicas, que hoje parecem tão graves como foram nos primeiros séculos em que foram mencionadas. Teríamos a experiência dos fenômenos afixados, que serviriam de princípios a um raciocínio sólido; a verdade não estaria tão submersa; a natureza já teria se despido de grande parte de seus envoltórios; já se poderia desfrutar das maravilhas de seus seres...”

Essas queixas eram ouvidas há muito tempo. No entanto, “a maioria dos homens fica satisfeita ao verificar que um trabalho foi realizado, mas poucos se mostram interessados em fazê-lo e muitos consideram tal empenho inútil ou ridículo”. Mersenne apresentou seu estudo científico sobre música como uma reparação específica a essa falha geral.

Oriundo de uma família de trabalhadores, Mersenne entrou para o novo colégio jesuíta em La Flèche em 1604 e lá ficou até 1609. Após estudar teologia durante dois anos na Sorbonne, em 1611 entrou para a Ordem dos Mínimos e em 1619 retornou a Paris, para o convento de l’Annonciade, dos Mínimos, próximo à Place

Royale, atualmente Place des Vosges. Com exceção de viagens breves, permaneceu aí até morrer, em 1648.² Os Mínimos reconheceram que Mersenne contribuiria melhor para suas causas como apóstolo do intelecto. Ele estreou no cenário intelectual europeu com publicações que discutiam a ciência antiga e moderna como apoio a um argumento caracteristicamente teológico. Seu objetivo era usar as conquistas da ciência natural como demonstração da verdade, em contraposição aos erros contemporâneos, perigosos à religião e à moral da juventude. Em seu extenso e difuso *Quaestiones in Genesim* [Questões da Gênese], de 1623, ele defendeu a teologia ortodoxa contra “ateus, mágicos, deístas e outros do gênero”,³ principalmente Francesco Giorgio, **Telesio**, **Bruno**, Francesco Patrizzi, **Campanella** e, em especial, seu contemporâneo Robert **Fludd**, atacando o atomismo e todas as doutrinas herméticas, cabalistas e “naturalistas” relativas a forças e consonâncias ocultas e à Criação. No mesmo volume, incluiu uma refutação especial de Giorgio⁴ e continuou o ataque ao grupo no *L’Impiété des déistes, athées, et libertins de ce temps* [A impiedade dos atuais deístas, ateus e libertinos], de 1624. Esse ataque à magia e ao oculto, em defesa da racionalidade da natureza, chamou a atenção de Pierre **Gassendi**, que o conheceu em 1624 e se tornou seu amigo mais íntimo.⁵

A obra seguinte de Mersenne, *Synopsis mathematica* [Sinopse matemática], de 1626, reuniu textos clássicos e recentes sobre matemática e mecânica. Em seguida veio *La Vérité des sciences, contre les sceptiques ou pyrrhoniens* [A verdade das ciências, contra os céticos ou pirrônicos], uma defesa extensa da possibilidade de conhecimento humano verdadeiro contra o ceticismo pirrônico cultivado principalmente por Montaigne. Para Mersenne, portanto, a religião e a moralidade tinham alguma base racional. Contudo, ao mesmo tempo em que se alinhava com **Aristóteles** ao defender que a natureza era não só racional, como conhecível, negou que os teólogos tivessem de ficar submetidos ao pensamento aristotélico.⁶ Argumentou contra a física qualitativa e verbal aristotélica, defendendo a racionalidade da natureza, cujos movimentos, definidos por leis quantitativas, indicavam se tratar de um mecanismo.⁷

A partir de cerca de 1623, Mersenne começou a fazer uma seleção criteriosa dos *savants* (filósofos e cientistas) que freqüentavam seu convento em Paris ou que se correspondiam com ele de toda a Europa e de lugares distantes, como Tunísia, Síria e Constantinopla. Entre seus visitantes e correspondentes regulares incluíam-se Peiresc, Gassendi, **Descartes**,⁸ o musicólogo romano Giovanni Battista Doni, Roberval, Beeckman, J. B. van Helmont, **Fermat**, **Hobbes** e **Pas-**