

Os números como elemento da Organização

RICHARD LEWINSOHN

Dr. rer. pol.

I. O PENSAMENTO QUALITATIVO E QUANTITATIVO

TODAS as ciências — as ciências naturais e, no limite do possível, também as ciências sociais — tendem a proceder partindo de determinações qualitativas para discriminações e especificações quantitativas. Certamente, esta afirmação, que parecia incontestável aos sábios do século passado, implica reservas. As próprias matemáticas englobam um vasto campo cujos teoremas são puramente qualitativos: a “*Analysis Situs*”. Este ramo, que não se ocupa das dimensões de grandezas distintas nem das proporções numéricas entre elas, mas exclusivamente da situação de um ponto ou de uma linha em relação a outros, tomou um grande impulso nos últimos trinta anos. O conceito “topográfico” invadiu mesmo a aritmética. No cálculo das “matrizes”, instrumento dos mais importantes para a física moderna (1), a regra da comutatividade da multiplicação é abandonada, isto é, $p \times q$ não é igual a $q \times p$, como no cálculo ordinário, porque se atribui uma significação particular à situação de uma grandeza em relação à outra.

Não obstante essas contra-tendências que se manifestam na ciência contemporânea, permanece sempre verdadeiro que as disciplinas capazes de subtrair seus problemas às análises quantitativas são consideradas como mais exatas do que aquelas que se limitam a um tratamento qualitativo. Evidentemente, não é a mesma coisa que se renuncie intencionalmente à medição, como o fazem os matemáticos para certos propósitos, ou que não se chegue, à falta de dados precisos ou de métodos apropriados, a determinações quantitativas.

(1) LOUIS DE BROGLIE, *Matière et Lumière*, Paris, 1937, pág. 122.

A ciência econômica constitui um exemplo característico dessa última categoria. Há mais de um século, a escola matemática dos economistas se esforça em descobrir relações quantitativas entre os diversos elementos — mercadoria, moeda, procura, preço, custo da produção, utilidade, etc. — em torno dos quais gira o pensamento econômico (2). Há, com efeito, manuais de economia que contêm em tal abundância figuras geométricas, sinais algébricos e algarismos que se parecem exteriormente com livros de matemática. Mas, na realidade, a grande maioria dessas figuras e equações não têm senão um valor didático. Não passam de símbolos para demonstrar tal ou qual “princípio”, não aplicável aos fatos com todo o rigor de um cálculo. Isso porque nossos conhecimentos quantitativos do mecanismo econômico são ainda dos mais rudimentares e incertos.

A jovem ciência da organização parece encontrar-se, sob esse aspecto, em situação mais vantajosa. Criada por engenheiros, partindo de experiências práticas feitas na indústria, apoiada em métodos de contabilidade experimentados na economia privada e na administração pública, ela dispõe, desde seu nascimento, de um equipamento de ordem quantitativa. A aplicação dos cálculos na organização é tão vasta e variada que, àqueles que querem aprender ou pelo menos estudar a difícil arte do organizador, são exigidos, como condição preliminar, certos conhecimentos matemáticos. As múltiplas formas de organização quantitativa poderão ser grupadas em três categorias principais:

(2) Cf. GUSTAV CASSEL, *Quantitative Thinking in Economics*, London, 1914. — HENRY SCHULTZ, *The Theory and Measurement of Demand*, Chicago, 1938. — *Studies in Mathematical Economics and Econometrics*. Edited by OSCAR LANGE, FRANCIS MCINTIRE, THEODORE O. YNTEMA, Chicago, 1942.

1.º *A determinação das proporções* — E' indispensável para tudo aquilo que diz respeito à compra e distribuição do material e, em larga medida também, ao efetivo de pessoal. Que quantidade de matérias primas, quantas máquinas, quantos operários são necessários para produzir uma certa quantidade de bens ou para instalar uma usina de determinada capacidade? Quantos executantes, quantos supervisores são precisos para efetuar um trabalho administrativo? Qual o espaço necessário para colocar êsse pessoal? Que quantidade de luz se exige para iluminar êsse espaço? Tôdas essas perguntas, e mil outras ainda, requerem um cálculo que consiste, no fim das contas, numa relação quantitativa entre duas grandezas dadas. Mas essa relação não é sempre invariável. Ela varia com a expansão ou a redução de um dos fatores a comparar. Para produzir o dôbro, não é preciso em todos os casos o dôbro de matérias primas, de máquinas, de pessoal. Sôbre esta experiência repousa a tese de que a standardização e a fabricação em massa são mais racionais, isto é, mais econômicas. A centralização administrativa é também, muitas vêzes, motivada por essa reflexão.

2.º *A intensidade do esforço e do rendimento* — O organizador-calculador deve saber onde se encontra a capacidade máxima dum conjunto e se a exploração dêsse máximo, por um período prolongado, constitui verdadeiramente o *ótimo*. Para isso, não basta conhecer sômente as relações entre as duas grandezas — relações em proporção fixa ou variável — e as dimensões de cada uma dessas grandezas. E' preciso conhecer a capacidade de cada elemento — pessoal e material — e as flutuações que ela sofre com a duração e as outras condições de trabalho, em suma, a intensidade do esforço e do rendimento. A intensidade, nesse sentido, é também uma proporção, não entre dois elementos, mas do mesmo elemento em dois tempos diferentes, ou ainda em relação a um esforço-norma, a uma média, um rendimento-tipo. O problema da intensidade foi primeiramente estudado com cuidado na agricultura. Para evitar que a terra "se cansasse" desmedidamente, isto é, que sua fertilidade se encontrasse diminuída, elaboraram-se esquemas quantitativos para a alternância de diferentes culturas, tal como o afolhamento trienal ou quadrienal, com ou sem pousio. Sômente muito mais tarde tratou-se metódicamente da exploração racional das máquinas e, enfim, da inten-

sidade do trabalho humano, dos intervalos de repouso, do esforço máximo possível sem repercussões nocivas. O desenvolvimento sistemático dêstes últimos estudos se deve sobretudo a TAYLOR e seus êmulos.

3.º *A classificação* — Esta aplicação do princípio quantitativo é essencialmente diferente das duas outras. Na classificação trata-se de reunir unidades iguais ou semelhantes. A comparação e discriminação qualitativas precedem o processo quantitativo: registro na rubrica apropriada e, por último, síntese estatística. Desde sempre, o registro foi o instrumento básico da administração. Entretanto, os progressos obtidos nesse domínio no curso do último meio-século são notáveis: as fichas móveis em lugar dos antigos livros contínuos, o aperfeiçoamento dos métodos estatísticos, dos balanços, a mecanização da contabilidade — tornaram possível uma enorme expansão dos processos quantitativos.

II. OS SISTEMAS DE NUMERAÇÃO

Se se consideram os métodos que acabamos de caracterizar em poucas palavras, poder-se-ia tirar dêles a conclusão de que os esquemas e processos quantitativos seriam absoluta e exclusivamente baseados em raciocínios lógicos. Ora, o uso dos números está longe de ser um produto da razão pura. Desde os pitagóricos, os sistemas filosóficos que viam no número a chave da compreensão do universo estavam sempre perto do misticismo, e as doutrinas místicas espirituais degeneravam muitas vêzes num jôgo cabalístico de algarismos.

O elemento irracional manifesta-se já nos sistemas de numeração. Distingue-se atualmente tôda uma série dêles, dos quais cada um se denomina segundo o número que lhe serve de base (em inglês: *pair, quaternary, quinary, hexad, decimal, duodecimal, vigesimal system*), sem contar os sistemas artificiais jamais aplicados como o sistema "binário" de LEIBNIZ, que desejava exprimir todos os números por combinações dos caracteres 0 e 1, ou o sistema de CAUCHY, que consiste em combinações bastante complicadas, de 1, 2, 3, 4, 5 e 0. Os etnólogos encontraram nas tribus indígenas da América, da África, da Ásia e da Oceania ainda outras variantes. Contudo, os dois principais sistemas permanecem: o sistema decimal e o sistema duodecimal.

Para o sistema decimal, tem-se uma explicação plausível na estrutura de nossas extremidades. Os dez dedos foram provavelmente o primeiro ábaco do homem. Entre os Papuas da Nova-Guiné, que se servem do sistema vigesimal (base : 20), o número 5 significa ao mesmo tempo: uma mão, $10 =$ duas mãos, $11 =$ “um do pé”, $20 =$ os dois pés ou “o homem inteiro”. É mais difícil de explicar o sistema duodecimal ($2 \times 2 \times 3$) ou sua variante freqüente, o sistema hexagesimal (2×3). O número 2 é uma noção “natural”, formada para exprimir organismos simétricos (dois olhos, duas orelhas, duas mãos, etc.). Mas donde vem o três? A ordem nitidamente tripartida, na natureza, de certas fôlhas não é bastante impressionante para figurar como modelo visual de um número fundamental.

Supõe-se que o sistema hexagesimal seja originário da Babilônia e o sistema decimal do Egito. As permutas materiais e intelectuais entre a Mesopotâmia e o vale do Nilo justificam a hipótese de que já teria havido, muito cedo, combinações entre os dois sistemas: a mais antiga unidade de peso e de moeda na Babilônia, o shekel, era $1/60$ de uma mina, que era $1/60$ de um talento. Todavia, as diferenças entre os dois sistemas numéricos são ainda bem pronunciadas nas regiões em que as duas civilizações se encontram. Nas narrativas do Antigo Testamento que se passam na Caldéia — nome dado outrora à Babilônia — o 3 e seus múltiplos são o elemento organizador (3 patriarcas, 12 filhos de Jacó, fundadores das 12 tribus de Israel). Nas narrativas sobre a estada dos Hebreus no Egito e seu Êxodo, prevalecem as indicações numéricas segundo o sistema decimal (o Decálogo, as 10 pragas, os 40 anos da marcha através do deserto).

Os dois grandes sistemas de numeração existem desde milênios, um ao lado do outro. Reconhece-se geralmente que o sistema decimal é o mais cômodo, não por causa do número 10, mas porque a base é formada com o zero, o que facilita o cálculo fracionário. Entretanto, o cálculo duodecimal tem sempre seus partidários, que insistem sobretudo na melhor divisibilidade do número 12 (por 2, 3, 4 e 6), e uma obra de autoridade tão notória como a *Encyclopaedia Britannica* afirma que esse sistema é “the most useful of all” (3).

(3) *Encyclopaedia Britannica* (1941), art. “Numeral System”, vol. 16, p. 614.

Técnicamente, não seria impossível reunir as vantagens dos dois sistemas num sistema novo, cuja base seria doze, mas no qual este número e seus múltiplos se exprimiriam por símbolos formados com zero. Escrever-se-ia, então, o número doze pelo sinal 10, o treze de hoje por 11, o quatorze por 12, etc. Para adaptar o sistema decimal, ter-se-ia apenas que inventar dois novos sinais simples, para os números dez e onze. Planos de reforma baseados nessas idéias foram propostos repetidas vezes, desde meados do século passado, e um sábio norte-americano, às vésperas da atual guerra, consagrou a esse problema uma obra monumental (4) em que estão calculados até os logaritmos do novo sistema. Mas tal projeto, como os anteriores, não produziu efeito prático. Parece que um “esperanto dos números”, embora perfeitamente racional, é ainda mais difícil de introduzir-se que uma língua artificial.

Os sistemas de numeração seculares, milenares, têm um caráter institucional. Ainda que estejam submetidos à legislação de cada país, eles são extremamente resistentes, havendo grandes obstáculos psicológicos a vencer quando se pretende realizar a menor alteração no domínio dos pesos, das medidas, da unidade monetária.

A força da tradição se manifesta ainda no mesmo sistema numeral e no mesmo padrão de medida. Os números não representam para nossa consciência uma série infinita de quantidades abstratas. É possível que, por um longo treinamento do espírito, o matemático chegue a tal grau de abstração. Contudo, na vida quotidiana, sempre se confirma de novo a observação de JOHN STUART MILL, de que os números são “números de alguma coisa” (5). Isso quer dizer que eles estão ligados a um objeto, e nosso pensamento quantitativo está estritamente vinculado a grandezas em que estamos habituados a comprar ou utilizar os objetos. Quem já viveu em diversos países sabe como é perturbador, no começo, que a mesma mercadoria seja vendida em centigramas aqui e em quarto de libras (de 500 gramas) ou em oitavos de kg — “un demi quart”, diz-se na França — ali, ainda que tôdas essas designações se refiram ao sistema métrico.

(4) GEORGE S. TERRY, *Duodecimal Arithmetic*, London-New York-Toronto, 1938.

(5) J. STUART MILL, *System of Logic*, Book II, Chapter VI, § 2.

Nós pensamos em quantidades estandardizadas. A quantidade, digamos, de 127 gramas de manteiga é na realidade perfeitamente possível, mas para nosso pensamento ela é inexistente. Quando lemos êsse número, temos a impressão de que se trata de uma "média", proveniente de um cálculo estatístico, e não de uma quantidade real.

III. A ORDEM NUMÉRICA NAS CIÊNCIAS NATURAIS

Os sistemas de numeração sem dúvida alguma impressionam profundamente nosso pensamento quantitativo, mas não constituem o seu único fator determinante. Tôdas as ciências se servem de classificações, de divisões e subdivisões. Sem essa articulação, o conjunto dos conhecimentos parece obscuro, inacessível. Os fatos, as teses e as hipóteses devem ser dispostos em certa ordem, isto é, sistematizados, organizados.

Resulta daí uma disposição numérica, muitas vezes numerada pelos próprios autores dos sistemas, em todo caso fácil de verificar. A grande maioria dos sistemas científicos é construída segundo o princípio de uma divisão em três, em quatro ou em seus múltiplos.

Por quê? Os naturalistas afirmam as mais das vezes que não foram eles que inventaram ou escolheram essa divisão, mas que ela deriva dos próprios fatos revelados pelo estudo da natureza. Bem entendido, tôda divisão depende dos critérios sobre que se baseia. O sistema chamado "artificial" de LINEU, que grupava as plantas em 24 classes, de acôrdo com os caracteres tirados do número e da disposição dos estames, devia ser diferente do dos botânicos modernos que, baseados na estrutura interna e no número e na forma dos órgãos, dividem o reino vegetal em quatro grandes grupos.

Em uma e outra dessas classificações se encontra, como múltiplo ou como unidade, o número 4, que parece ser o preferido das ciências naturais. Êle se tem mostrado um elemento organizador muito proveitoso, ainda que nenhuma prova durável se tenha conseguido apresentar, de que o mundo orgânico ou inorgânico esteja construído segundo um esquema divisível por quatro. CUVIER acreditava que o reino animal pertence a quatro "planos de organização", fases sucessivas da criação mas não contínuas no sentido do evolucionismo. Sua teoria não pôde ser mantida por muito

tempo, em face das novas descobertas, e não satisfiz nem os darwinistas nem seus adversários. Todavia, deu lugar a pesquisas que foram do mais alto valor para o conhecimento da história natural.

Caso análogo se produziu no domínio da química. Em 1869, o químico russo MENDELEIEV publicava uma classificação dos elementos químicos segundo seu pêso atômico. Nesse sistema dito "periódico", os elementos são agrupados em 8 famílias de 8 membros cada uma. Em suma, havia portanto lugar para 64 elementos.

Graças a êsse plano de organização duma simplicidade genial, foram descobertos elementos que eram ainda desconhecidos quando MENDELEIEV estabeleceu seu esquema, mas cedo descobriram-se ainda outros para os quais não havia mais lugar. MENDELEIEV, menos obstinado que CUVIER, propôs-se êle próprio a adaptar seu sistema aos novos fatos pela admissão de uma nova família, denominada o grupo zero. Por essa amplificação, a perfeita simetria do seu esquema original já estava destruída, mas a reforma não bastava. Para dar a todos os novos elementos que eram encontrados um lugar conforme a suas propriedades, era preciso admitir a desigualdade numérica das famílias.

A "lei periódica" dos corpos simples, que MENDELEIEV parecia haver estabelecido definitivamente, exigia também uma nova "exposição de motivos". A tese fundamental de seu autor — que a ordem dos elementos no sistema é determinada pelo pêso atômico — não corresponde mais à teoria moderna dos átomos. E' provável que o pêso atômico mesmo dependa da estrutura dos átomos, sobretudo do número de elétrons. Esta última explicação se adapta muito melhor ao sistema reformado de MENDELEIEV. Se se usa como critério o pêso atômico, é preciso calcular com números fracionários, entre os quais não existem relações explicáveis. Se se tomar como base o número de elétrons, os elementos se ordenam, se não sob forma periódica, pelo menos em perfeita progressão linear, em números inteiros, começando pelo hidrogênio, o mais leve, que só tem um elétron, até o elemento mais pesado que conhecemos, o urânio, que tem 92.

Êste último número, contudo, parece ainda enigmático. Êle é divisível por 4. Entretanto, 92 não pertence a essas séries de números de que nos servimos para erigir sistemas. Não se submeterá a

natureza ao senso organizador do homem, ou serão um dia descobertos elementos que se adaptem melhor a nossos métodos de classificação, como por exemplo 96, o múltiplo de 8, 16, 24?

Para satisfazer, pelo menos provisoriamente, nossa necessidade de simplificação numérica, experimentou-se com o número 92, como se fazem experiências com uma matéria desconhecida. O número 92 resulta de séries que compreendem 2, 8, 18 ou 32 elementos. RYDBERG descobriu que êstes números, divididos por dois, fornecem uma série de quadrados:

$$2 \times 1^2 = 2$$

$$2 \times 2^2 = 8$$

$$2 \times 3^2 = 18$$

$$2 \times 4^2 = 32$$

Uma série igual foi estabelecida pelos físicos que estudavam a estrutura dos átomos. Da concordância dêsses dois fenômenos, tiraram-se conclu-

sões de grande alcance para as relações entre o número dos elementos químicos e o número das variantes possíveis na ordem interior dos átomos. Ainda se está bem longe das "leis" inatacáveis, mas, graças à demonstração das relações numéricas simples, a organização do mundo químico-físico parece mais inteligível.

Houve períodos em que a simplicidade das leis físicas era considerada como critério de sua exatidão. Êsse preconceito talvez haja diminuído, porém não desapareceu. HENRI POINCARÉ disse muito justamente: "Ceux qui ne croient pas que les lois naturelles doivent être simples, sont encore obligés souvent de faire comme s'ils le croyaient" (6).

Tentaremos demonstrar num segundo artigo que essa verdade profunda é válida também para as doutrinas e as instituições da vida social.

(6) HENRI POINCARÉ, *La Science et l'Hypothèse*, Rio de Janeiro, 1943, p. 137.