

CONTRIBUIÇÃO DA LÓGICA MATEMÁTICA À MENSURAÇÃO DOS FATORES PSÍQUICOS

EURYALO CANNABRAVA

LÓGICA EXTENSIVA E LÓGICA INTENSIVA

Os cientistas modernos em geral acolheram a técnica da nova lógica, introduzida por Bertrand Russell e Whitehead (*Principia Mathematica*), como um poderoso instrumento de análise. A simples possibilidade de estabelecer entre dois conjuntos a relação de um-para-um ("one-to-one relation"), relação esta que pode ser *repetida*, determinou a introdução do conceito de vector. A noção de grandeza identificou-se com a de vector, de tal maneira que massa, volume, densidade, etc. passaram a figurar como família de vectores, desde que apresentavam certas propriedades fundamentais.

A técnica da mensuração, portanto, consistia apenas em estabelecer relações entre famílias de vectores. É evidente que se pode medir a densidade através da relação entre a massa ou o peso e o volume. Considerando-se, porém, as espécies de densidade, massa e volume como família de vectores, tôdas as operações aplicáveis ao campo vectorial podem

ser estendidas às propriedades físicas.

Se os psicólogos nutrissem um pouco mais de curiosidade pela lógica simbólica, teriam recorrido igualmente à técnica introduzida por *Principia Mathematica*. Em psicologia, a possibilidade de estabelecer relações quantitativas entre os fenômenos subjetivos sempre parece dificilmente realizável. Como descobrir a lei numérica que regule as relações entre as propriedades dos estados mentais? É verdade, porém, que os autores de *Principia Mathematica* falavam em nome de uma lógica extensiva, em que a noção de classe se confundia inteiramente com a de número e os termos ou conceitos eram considerados apenas do ponto de vista da sua denotação (extensão) e não da sua conotação (intensão ou compreensão).

Ora, a lógica moderna tornou-se cada vez mais qualitativa, introduzindo critérios perfeitamente aplicáveis à mensuração dos processos subjetivos. O que pretendo demonstrar neste trabalho é a possibilidade de uma lógica intensiva como instrumento de

análise dos fatores psíquicos: da mesma forma por que já foi demonstrada a fecundidade da lógica extensiva como instrumento de análise dos fenômenos físicos (*Principia Mathematica*).

MENSURAÇÃO DE QUALIDADES INTENSIVAS

Existe distinção essencial entre as qualidades extensivas (aditivas) e as qualidades intensivas (não-aditivas) dos processos naturais. As propriedades de dureza e os graus de temperatura constituem exemplos de variações qualitativas que não se submetem às leis da adição. Seria absurdo considerar a temperatura de 20° centígrados como o dobro da temperatura de 10° e assim por diante.

Admite-se, porém, a possibilidade de representar a dureza, a temperatura e a densidade, assim como a sensibilidade, a imagina-

- 1) Se $A_1 + A_2 = B$, logo $A_2 + A_1 = B$.
- 2) Se $A_1 = A'_1$, logo $A_1 + A_2 > A'_1$.
- 3) Se $A_1 = A'_1$ e $A_2 = A'_2$, logo $A_1 + A_2 = A'_1 + A'_2$.
- 4) $(A_1 + A_2) + A_3 = A_1 + (A_2 + A_3)$ (1)

As qualidades não-aditivas não satisfazem essas últimas condições: a nota oitenta, obtida por X em um teste de inteligência, jamais resultaria da soma da nota cinquenta, obtida por Y, e mais a nota trinta, obtida por Z. A classificação respectiva de X, Y e Z apenas indica posições em uma escala graduada, grandezas diferentes que podem ser estimadas e não quantidades que possam ser medidas.

ção, a inteligência e a vontade em uma série ordenada de graus que mantêm entre si relações assimétricas e transitivas. Embora não se trate de quantidades mensuráveis, é evidente que constituem grandezas graduáveis de acordo com uma escala numérica. A mensuração das qualidades não-aditivas deve satisfazer às seguintes condições formais:

$$\text{I) } A_1 > B_1 ; \quad B_1 > A_1 ; \\ A_1 = B_1 .$$

(O sinal $>$ representa a relação de inclusão ou "maior do que".)

$$\text{II) Se } A_2 > B_2 \text{ e } B_2 > C_2, \\ \text{logo } A_2 > C_2 .$$

(Essa relação se denomina transitiva.) As condições anteriores são também satisfeitas pelas qualidades extensivas que, ao contrário das precedentes, se submetem ainda às seguintes:

FATOR PSÍQUICO E MENSURAÇÃO

Os fatores psíquicos se confundem com as qualidades não-aditivas e sempre escaparam a qualquer tentativa de aplicação dos critérios puramente matemáticos. A psicofísica introduziu um instrumento matemático pouco adequado, justamente porque se baseava em princípios lógicos de natureza extensiva e não in-

(1) V. "An Introduction to Logic and Scientific Method" — Morris Cohen e Ernest Nagel — Harcourt, Brace & Comp. — New York, 1934.

tensiva, em operações aplicáveis aos números como extensão e que não poderiam dilatar-se, sem violência, até o domínio qualitativo da compreensão. A lei de Fechner:

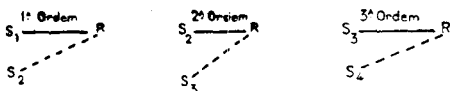
$$S = k \log \text{ do excitante}$$

pressupõe a existência de uma técnica adequada para exprimir propriedades intensivas através de leis numéricas, ou para relacionar certas "invariantes" das estruturas matemático-formais com atributos básicos dos processos psíquicos.

As deficiências da psicofísica provinham, sobretudo, da inexistência de critérios que permitissem estabelecer qualquer espécie de verificação e contrôlo da transição entre o plano físico ou fisiológico e o plano psíquico ou mental. A Psicologia Condicionada (1) está apta, entretanto, a descrever as condições determinantes dessa transição. Se considerarmos o intercondicionamento das respostas em cadeia, associadas por ordens sucessivas, mediante emprêgo da técnica introduzida por Pawlov (2), será fácil concluir que essa experiência põe em atividade o fator determinante da vida psicológica em geral. E' o que se poderia denominar "fator condicionante" do psiquismo.

A biografia de Pawlov indica que êsse genial experimentador hesitou, durante muito tempo, em estender os resultados de suas experiências à interpretação da

conduta humana. Em carta dirigida ao seu discípulo Drabovich (3), Pawlov declara que está prestes a arriscar uma incursão pela psicologia, cousa que até agora havia evitado escrupulosamente! A questão, porém, poderá ser retomada em seus termos essenciais, adotando-se o seguinte diagrama do livro "Methods of Psychology" (1948) de Andrews:



em que $S_1 =$ choque elétrico; $S_2 =$ vibração da campainha; $S_3 =$ feixe de luz; $S_4 =$ punção na epiderme; $R =$ ato de levantar a pata (cão).

Trata-se, como verificam, de uma série de ordens sucessivas de respostas condicionadas: na primeira ordem, S_2 figura como excitante condicionado, mas na segunda ordem a sua função é de excitante incondicionado. Na terceira ordem, S_3 de condicionado também passa a figurar como incondicionado, e assim sucessivamente.

FUNÇÃO PSICOMÉTRICA

A função psicométrica pode ser utilizada na mensuração de respostas intercondicionadas, como de qualquer outro tipo de reação a excitantes de natureza intensi-

(1) A expressão "psicologia condicionada" me foi sugerida, em conversação, pelo escritor Alceu Amoroso Lima.

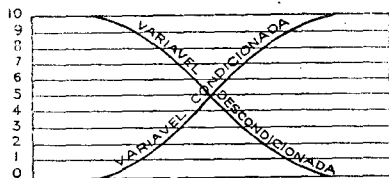
(2) Esta revista publica na seção "Diversos" uma carta inédita do sábio russo.

(3) "Les Reflexes Conditionnés et la Psychologie Moderne" — Hermann et Cie., Paris — 1937.

va. A série de respostas condicionadas, acima descrita, se estabelece progressivamente, por ordenação sucessiva de conexões nervosas. Essas conexões nervosas, porém, podem ser dissolvidas gradativamente sob a influência de recursos empregados pela técnica experimental ou pela ação recorrente de causas patológicas.

Minkowski (1) admite a interferência de fatores corticais no mecanismo dos reflexos, inibindo-os. Causas patológicas podem tornar os reflexos rígidos, automatizados, fazendo-os regredir à situação de reações incondicionadas. É possível, entretanto, estabelecer condições experimentais que permitam, após a formação das ordens sucessivas de reações intercondicionadas, eliminar, uma a uma, as respostas condicionadas assim obtidas.

Verifica-se, dessa forma, uma espécie de descondicionamento das respostas, de supressão gradativa das conexões anteriormente fixadas até atingir o reflexo inicial. Estabelece-se, assim, a reversibilidade entre as ordens anteriormente associadas, surgindo, portanto, condições favoráveis à mensuração (2). A função psicométrica torna-se, então, perfeitamente aplicável:



Função Psicométrica

É interessante verificar que, tanto na hipótese anterior, como no domínio da sensibilidade relativa, tratando-se de duas categorias de julgamento, por exemplo: “mais pesado do que” (1.^a) e “menos pesado do que” (2.^a), a situação pode ser gráficamente representada pela função psicométrica. A função psicométrica, portanto, é instrumento apto à mensuração de diferenças de intensidade, quaisquer que elas sejam. A sua utilidade é manifesta e o seu emprêgo se generaliza a toda e qualquer espécie de atividade que se caracterize pelo incremento progressivo e pelo decréscimo gradativo.

O característico fundamental da mensuração intensiva, portanto, é a reversibilidade. As propriedades intensivas se tornam mensuráveis na medida em que se verifica a possibilidade de aumentar ou diminuir essa forma específica de grandeza. Ora, a reversibilidade é o que distingue as operações lógicas dos processos psicológicos: trata-se de princípio básico dos sistemas matemático-formais.

Através da reversibilidade, como demonstrei recentemente, torna-se possível reconstruir as proposições primitivas da matemática e das lógicas bivalentes. Pois é essa mesma reversibilidade, que fundamenta as operações dos sistemas matemático-formais, a condição insubstituível da técnica de mensuração das qualidades intensivas.

(1) “L’État Actuel de l’Étude des Réflexes” — Masson et Cie. Editeurs — 1927 — Paris.

(2) V. meu livro: “Sôbre a Natureza da Filosofia”, especialmente a introdução — 1948.

ORGANIZAÇÃO DAS FORMAS PERCEPTIVAS

O problema das relações da sensação com a percepção ainda não foi suficientemente esclarecido pela psicologia moderna. A Psicologia Condicionada relega o estudo das sensações, como o estudo dos reflexos simples e compostos, inferiores e superiores, para o campo especializado da técnica fisiológica propriamente dita. Precisando melhor: as sensações, tais como os reflexos, pertencem ao domínio da fisiologia e devem ser investigadas de acôrdo com critérios aplicáveis ao mecanismo nervoso da transmissão do excitante.

O problema básico dos reflexos e das sensações é a determinação das leis que regem a condução do excitante nervoso. Daí a importância da cronaxia (Lapicque), que é a unidade de tempo da transmissão do excitante relativamente às fibras nervosas periféricas. E' sabido que cada fibra nervosa periférica tem cronaxias diferentes e que a mensuração dêsse tempo específico representa contribuição importante para o esclarecimento do mecanismo da transmissão nervosa. Todos êsses problemas seriam tipicamente questões de fisiologia nervosa e não de psicologia.

A questão psicológica se formula no plano das reações intercondicionadas em série, e não a propósito dos reflexos absolutos e incondicionados. O mesmo acontece com os fatores de organização das formas perceptivas. O plano psicológico, portanto, surgiria em

conseqüência de: 1.º) intercondicionamento das reações ou respostas sucessivas; 2.º) estruturação através de fatores (proximidade, similaridade, destino uniforme, etc.) do campo das formas perceptivas. (1)

Os fatores proximidade e similaridade podem ser investigados isoladamente tanto no domínio da percepção visual como auditiva. Wertheimer refere-se à experiência no campo auditivo: tap-tap (pausa) tap-tap (pausa) tap-tap (pausa), etc. — que encontra perfeita correspondência no campo visual.

.. — .. — .. — .. — .. — .. — ..
A técnica pode ser empregada, porém, conservando-se certo intervalo entre os excitantes auditivos ou visuais e diminuindo, depois, pouco a pouco, êste intervalo até a fusão das percepções em um contínuo uniforme. Em um segundo grupo de experiências, faz-se o oposto, isto é, parte-se do contínuo uniforme, fazendo intervir intervalos gradativos até se obter perfeita discriminação dos pares de excitantes. Obtém-se, assim, as duas condições necessárias e suficientes para representar gráficamente os fatores perceptivos através da função psicométrica.

CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES

Os fatores podem ser definidos como elementos constitutivos das funções psicológicas em geral. A classificação das funções psíquicas deve, portanto, preceder à classificação dos fatores. A sen-

(1) "A Source Book of Gestalt Psychology" — Harcourt Brace & Comp., 1939 — New York — Artigo de Wertheimer: "Laws of Organization in Perceptual Forms".

sibilidade, a imaginação, a inteligência e a vontade são funções que somente se tornam ativas em virtude do dinamismo de certos elementos fatoriais. E' por isso que o estudo desses elementos constitui preocupação dominante de psicologia moderna. Os fatores poderiam dividir-se, *grosso modo*, em:

- a) resposta condicionada;
- b) proximidade, similaridade, destino uniforme, direção, forma perfeita ou "Gute Kurve", etc. (percepção);
- c) retenção e esquecimento (memória);
- d) compreensão ou "insight", verbalização e computação (inteligência);
- e) volição ou "determinierende Tendenz" (Ach);
- f) motivação (personalidade).

Os fatores "retenção" e "esquecimento" foram estudados meticulosamente por Ebbinghaus (1885). Este investigador demonstrou que a retenção diminui na proporção do logaritmo do tempo. Assim como, segundo Fechner, a sensação é o logaritmo do excitante, de acordo com os resultados obtidos por Ebbinghaus, o esquecimento é o logaritmo do tempo decorrido após a retenção. Daí a seguinte fórmula:

$$R = A - B \log t \quad (1)$$

em que A e B figuram como parâmetros.

Assim se A é igual à percentagem de memorização durante o lapso de um minuto, correspondendo na curva a $t = 1$, para obter B verifica-se o valor de R em $t = 10$ minutos por exemplo.

Na hipótese anterior, A seria a percentagem de memorização depois de um minuto (ou hora) e B a percentagem de esquecimento após 10 minutos (ou horas). A função psicométrica representaria, graficamente, a curva da retenção (1.^a variável) e a curva do esquecimento (2.^a variável).

O fator volição ("determinierende Tendenz" de Ach) pode ser mensurado através do ergograma que é a curva de trabalho obtida pelo registro dos movimentos do dedo ou do braço, ao levantar um peso qualquer (ergografia). Se a tarefa for executada até a exaustão, será possível traçar a curva do rendimento máximo (1.^a variável), associada à curva em que o rendimento começa a diminuir, reduzindo-se finalmente ao ponto nulo (zero).

A conduta do adulto, da criança e do animal poderá ser motivada ou "desmotivada", de acordo com diferentes graus de intensidade. Kurt Lewin usa a expressão "motivo" como sinônimo de necessidade, tendência ou impulso, cuja influência sobre a conduta pode variar, segundo a maior ou menor tensão psicológica do indivíduo. Não existe ainda técnica adequada à graduação reversível dos fatores da inteligência, embora a sua maior ou menor saturação constitua excelente recurso para se elaborar critérios experimentais aplicáveis ao caso.

Todos os fatores poderão ser isolados no contexto dos testes e das provas psicológicas. A técnica empregada, para esse objetivo, é a da análise fatorial ou a da análise de variância e co-variância.

(1) Woodworth, "Experimental Psychology" — Henry Holtland Comp. — New York — 1938.

O isolamento dos fatores que integram as funções psicológicas está na base da técnica experimental em psicologia. A psicologia experimental sempre se caracterizou pela tentativa de redução do fenômeno psíquico aos seus elementos constituintes, submetendo, depois, esses elementos isolados à investigação. Assim, por exemplo, a vontade se reduzia a reflexos, tendências ou juízos de valor que eram investigados muito mais satisfatoriamente do que a função psíquica em sua totalidade.

Os resultados da pesquisa eram depois projetados sobre a própria função psíquica que se submetia assim a um processo de reconstituição e de síntese. A técnica reducionista da psicologia experimental está completamente superada. Atualmente, a experimentação psicológica tem por objetivo estabelecer relações entre variáveis (fatores).

PSICOLOGIA E MÉTODO EXPERIMENTAL

O problema fundamental da experimentação em psicologia se refere às condições técnicas do planejamento e à elaboração de critérios para a condução da pesquisa. O planejamento da investigação pressupõe, como observa R. A. Fischer (1), a apreensão exata dos processos da técnica estatística e bastante familiaridade com a metodologia da indução científica. Existe, além disso, o que se poderia denominar a estrutura lógica do método experimen-

tal, isto é, o conjunto de requisitos puramente formais que deve satisfazer toda e qualquer investigação.

E' por isso que os problemas de indução e probabilidade não podem permanecer estranhos à formação do psicólogo experimental e do psicotécnico. A noção da relatividade do conhecimento adquirido mediante a observação dos fenômenos parece de importância relevante para o pesquisador e constitui, sem dúvida alguma, uma questão básica na metodologia aplicável ao planejamento da investigação científica.

O que acontece frequentemente no laboratório de psicologia experimental é que os investigadores permanecem alheios às teses do método científico, e recorrem a uma técnica rudimentar no tratamento estatístico dos dados empíricos. Seria indispensável, entretanto, que, na fase anterior à realização das pesquisas, isto é, durante o próprio planejamento, todas as questões relativas à apuração estatística e ao processo de interpretação dos dados fôssem estudadas a fundo.

Evitam-se, assim, desagradáveis surpresas e a improvisação de recursos para remover dificuldades que poderiam ter sido previstas e eliminadas com a necessária antecedência. As diferentes fases da investigação em psicologia foram formuladas recentemente por Andrews (2):

- a) seleção dos examinandos;
- b) instrução e orientação dos examinandos:

(1) "The Design of Experiments" — Oliver and Boyd — Londres, 1949.

(2) "Methods of Psychology" — John Wiley and Sons Inc. — New York — 1948.

c) apresentação dos estímulos;
d) registro das reações orgânicas;

e) observação e registro das reações aos estímulos;

f) análise e síntese dos resultados obtidos pela investigação.

A última fase (análise e síntese) poderia ser desdobrada, em outros tantos itens. Depois de obtidos os dados, ocorre, naturalmente, aplicar a técnica estatística já planejada. A análise estatística, porém, apresenta também a sua "rationale" e deve ser precedida pela rigorosa depuração qualitativa dos dados empíricos.

FATOR E ESTRUTURA PSICOLÓGICA

Alega-se, freqüentemente, que a observação psicológica se dirige apenas à determinação das diferenças individuais, e não dos característicos que distinguem os indivíduos em geral. O verdadeiro objetivo da psicologia diferencial seria o de elaborar critérios que, ao contrário daqueles que se aplicam ao estudo das funções psíquicas em geral, se tornassem válidos para a investigação das estruturas ou dos fatores da personalidade, do tipo e do caráter.

A expressão "estrutura" se emprega aqui no sentido de um grupo de fatores que integram determinada função psíquica. As diferenças individuais, portanto, dependeriam da maior ou menor saturação desses fatores da vida psicológica. A saturação insuficiente do fator compreensão ou "insight" (expresso pela exclamação "Ah!" que surge espontaneamente ao se dar com a solução do problema) revela inteligência

pouco adaptada às condições específicas da tarefa. O mesmo se verifica em relação aos fatores verbalização e computação.

Os graus de saturação dos fatores constituiriam, portanto, as diferenças individuais. A estrutura ou o campo psicológico seria a totalidade dos fatores coexistentes que mantêm entre si relações de interdependência. As leis válidas no domínio dos fatores são precisamente aquelas que determinam a correlação entre eles ou a sua independência. A maior contribuição nesse sentido provém da análise de variância e co-variância dos fatores.

FUNDAMENTOS LÓGICOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Observa-se atualmente que a técnica da análise de variância, de início associada à técnica da análise fatorial, vai se tornando independente e adquirindo enorme prestígio nos círculos especializados. É evidente, porém, que tanto o conceito estatístico de variância, como os de fidedignidade ou confiança ("reliability"), validade, significância, χ^2 (ki quadrado), homogeneidade e as próprias regras da inferência estatística necessitam uma fundamentação lógica rigorosa, mediante critérios já referendados pela reiterada aplicação a outros setores.

O conceito de fidedignidade, por exemplo, está exigindo uma revisão lógica de seus fundamentos que permita eliminar certas interpretações arbitrárias dessa noção. Seria talvez recomendável considerar a fidedignidade ou a

consistência (1) como a variação observada, em um conjunto de medidas, quando o mesmo instrumento é aplicado repetidamente ao mesmo indivíduo. Se essa variação é pouco significativa, pode-se concluir que os resultados obtidos pela repetição da prova são consistentes entre si.

Ora, a noção de consistência é eminentemente lógica: ela exprime que um sistema axiomático está livre de contradições se, entre as suas conseqüências formalmente necessárias, não figuram a proposição F e a sua contrária \bar{F} . No conjunto de mensurações, a consistência dos resultados entre si revela que o erro inerente a qualquer forma ou tipo de medida foi bastante diminuto para tornar válido o instrumento empregado. O desvio padrão (σ) dessa distribuição de medidas que se repetem, como observa Robert L. Thorndike, exprime a consistência da técnica utilizada. O problema, portanto, é de natureza lógica e traduz apenas que o tratamento estatístico, anteriormente aplicado, não leva a resultados contraditórios ou inconseqüentes entre si.

Os mesmos critérios lógicos estão na base da determinação do χ^2 (ki quadrado) que se representa pela seguinte fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_t)^2}{f_t}$$

em que a soma total do quadrado da diferença entre a frequência

observada (f_o) e a frequência teórica (f_t) dividida pela frequência teórica representa o maior ou menor grau de harmonia ou oposição entre a experiência e a hipótese (2). O problema, como é fácil verificar, se reduz ainda ao critério lógico de consistência entre a teoria ou hipótese e a sua verificação experimental.

A análise de variância, por outro lado, converge para o mesmo objetivo: o grau de confiança ("reliability") que a prova inspira depende de se verificar até que ponto as variações dos resultados são atribuíveis às diferenças individuais ou a deficiências do instrumento de medida. O conceito de variância (a média do quadrado dos desvios da média do grupo) prende-se à técnica de mensuração dos fatores: constitui excelente critério para determinar o grau de influência das causas perturbadoras e a maior ou menor confiança que se possa depositar na prova aplicada.

A consistência entre os resultados obtidos pela repetição da prova fica evidenciado através da reprodução do mesmo grau de variância nas aplicações sucessivas do instrumento de medida (3).

INSTRUMENTO LÓGICO E MENSURAÇÃO

Parece inegável que o instrumento lógico aplicável às estruturas matemáticas difere essencialmente do instrumento lógico

(1) As considerações acima se baseiam na obra de Robert L. Thorndike: "Personnel Selection" — John Wiley and Sons Inc. — New York, 1949.

(2) Lindquist — "Statistical Analysis in Educational Research" — The Riverside Press, Cambridge, Boston, 1940.

(3) O estudo dos fundamentos lógicos das regras de indução estatística ficará reservado para outro trabalho.

gico aplicável às estruturas da mecânica quântica, por exemplo. E' por isso mesmo que a formalização de alguns capítulos da biologia, como a genética, não representa contribuição relevante para se elaborar a axiomatização da ciência dos fenômenos psíquicos.

Cada setor do conhecimento, segundo a arguta observação de Hermann Weyl, ao se cristalizar em uma teoria formal, traz consigo a lógica que lhe é intrínseca, embora essa lógica pertença ao conjunto dos sistemas simbólicos. Essa declaração parecerá despropositada somente para aqueles que ignoram a variedade dos sistemas formais e acreditam no mito da lógica única e imutável. Na verdade, existem tantas lógicas quantas álgebras abstratas ou geometrias axiomáticas, e a liberdade de construção desses sistemas formais só é limitada pelo princípio de consistência ou de não-contradição.

A lógica aplicável à psicologia talvez não seja a mesma que permitiu a Woodger (1) colher resultados tão promissores. Acredito mesmo que difira tanto desta última, como a lógica da matemática difere da lógica das ciências físicas. Em *Principia Mathematica*, como verificamos no início deste trabalho, se encontra a exposição de um sistema lógico que Bertrand Russell e Whitehead julgaram adequada à mensuração das unidades físicas.

Mas a técnica de mensuração (2) está comumente associada às ciências naturais: seria, portan-

to, injustificável procurar derivá-la da lógica pura. Essa reflexão provavelmente ocorrerá à maioria dos leitores deste trabalho. Como formular o conceito de mensuração dos fatores psíquicos em termos de lógica pura? Admitindo-se, porém, como possível essa tarefa, quais seriam as vantagens práticas de tal empresa? A resposta de *Principia Mathematica* a tais perguntas confina-se, porém, ao campo da física teórica.

O ambicioso projeto do autor deste trabalho foi, entretanto, justificar a escolha de um sistema lógico aplicável à mensuração dos fatores da vida mental. O problema, tal como se apresenta, se reduz à tarefa de reconstruir certos conceitos básicos da psicologia mediante recursos puramente lógicos. Essa reconstrução consistirá, sobretudo, em atribuir valores específicos da vida mental às variáveis que figuram no contexto das funções lógicas.

De acôrdo com *Principia Mathematica*, se tomarmos K como determinada classe de vetores, obteremos uma teoria elementar da massa, comprimento ou gravitação. A aplicação das leis físicas, na medida em que elas pressupõem diferentes seleções de K, permitirá distinguir a teoria da massa da teoria do comprimento ou da gravitação. Ora, em psicologia, nada disso seria aconselhável, pois reduzir os fatores psíquicos a grandezas vectoriais seria completamente ingênuo sem aquêl trabalho preliminar de re-

(1) "Axiomatic Method in Biology" — Cambridge — 1925.

(2) Van Orman Quine — "The Philosophy of Alfred North Whitehead" — The Library of Living Philosophers — Northwestern University. Evanston and Chicago — 1941.

construção lógica dos conceitos da ciência da vida mental, e de sua derivação de outros conceitos ainda mais elementares.

Verificamos anteriormente que o conceito fundamental da vida psicológica é o de estrutura. Estrutura ou campo psicológico é a totalidade dos fatores coexistentes que mantêm entre si relações de interdependência. Se tomarmos K como determinada classe de fatores (a, b, c, d, e, f, conforme a classificação anteriormente proposta), a primeira questão a resolver seria satisfazer às condições básicas que decorrem da própria definição de grandeza fatorial. A primeira dessas condições, como acentua Van Orman Quine a propósito de vector, é o requisito da repetição. A noção de *fator vectorial* poderia ser construída como a relação "mais intensa do que" entre as grandezas diferentes que constituem as fases do processo psíquico.

Seria também indispensável verificar quais as operações logicamente válidas para os fatores tomados como subclasses da classe função psicológica. Como se trata de grandezas não-aditivas, os fatores satisfazem apenas alguns axiomas da multiplicação. Nada disso, porém, confere a essas grandezas intensivas qualquer possibilidade de terem as suas estruturas reduzidas a um sistema parcialmente ordenado, em que figure um par de elementos (a,b) sendo "a" definido como o maior dos minorantes ($a \cdot b = a$) e "b" como o menor dos majorantes ($a + b = b$). A subclasse

dos fatores não revela possuir essas propriedades estruturais definidas pelos teoremas de decomposição.

Além disso, tanto na teoria das estruturas matemáticas, como na teoria dos espaços abstratos, a noção básica é a do elemento indefinido: a, b, c, etc. não especificados, e para os quais se estabelecem operações por intermédio de axiomas previamente formulados (1). Os fatores, entretanto, constituem classes e subclasses que apresentam possibilidade limitada de formalização, pois jamais prescindiriam de certos atributos empíricos que os distinguem. Resta saber, portanto, se eles apresentam os característicos ou propriedades que definem a estrutura lógica em geral. Segundo Piaget, a estrutura lógica é a relação que ora figura como conteúdo, ora como forma (2). Assim, por exemplo, na sucessão transitiva de implicações:

$$[(p > q) \cdot (q > r)] > [p > r] \quad (3),$$

observa-se que $(p > q)$ e $(q > r)$ figuram como dado ou conteúdo, enquanto $[p > r]$ figura como construção. Mas a implicação material $(p > q)$ que exerce o papel de conteúdo no contexto anterior pode, em relação a $(p_1 > q_1, p_2 > q_2 \dots p_n > q_n)$, constituir o seu esquema geral ou a sua própria forma.

Torna-se, assim, evidente que a toda relação lógica que é ao mesmo tempo conteúdo e forma (conteúdo em conexão com a forma na qual ela entra como elemento

(1) Oystein Ore — "Algèbre Abstraite" — Hermann et Cie. Editeurs — Paris — 1936.

(2) "Traité de Logique" — Librairie Armand Colin — Paris — 1949.

(3) "Se p implica q e q implica r, então p implica r."

e forma em conexão com o conteúdo que ela integra como o seu esquema geral) cabe a função de estrutura ou produto formal de operações de substituição. A estrutura dos fatores comporta-se como o reticulado completo da lógica formal? A analogia parece superficial quando submetida a um exame crítico mais profundo. Na verdade, a noção de reticulado lógico parece alheia a qualquer espécie ou tipo de conteúdo empírico.

Enquanto a estrutura psíquica permanece ligada às condições da experiência contingente, o reticulado lógico se constrói com elementos puramente formais e através de operações abstratas. Na estrutura psíquica, os fatores não apresentam certas propriedades definidas pelos teoremas de decomposição. Figurando no papel de elementos ou partes de um todo, eles se submetem às leis que regem essa totalidade e não subsistem, portanto, como componentes isolados.

Não se pode negar, entretanto, que existe qualquer coisa de comum ou de invariável no contexto das estruturas matemáticas, lógicas, físicas e psíquicas. *O elemento invariável é a forma dessas estruturas que constitui o objeto do conhecimento, enquanto as suas partes componentes são apenas apreendidas pela experiência ou observadas diretamente (inspeção).*

LÓGICA INTENSIVA E MENSURAÇÃO

Verificamos, anteriormente, que as propriedades intensivas, ao contrário das extensivas, não são

mensuráveis quantitativamente e não se submetem aos princípios da adição. E' possível, entretanto, a mensuração das qualidades não-aditivas desde que elas satisfaçam certas condições formais. Essas condições se reduzem à relação de inclusão: torna-se indispensável apurar se as grandezas intensivas apresentam graus diferentes e se podemos classificá-las de acôrdo com o critério de repetição ("mais intenso do que" e "menos intenso do que").

Se tais requisitos são satisfeitos como no caso dos fatores condicionamento, retenção e reprodução mnemônica, motivação, etc. — torna-se fácil concluir que tais propriedades se apresentam como mensuráveis. Os critérios dessa mensuração, porém, são puramente qualitativos e se reduzem às relações das partes com o todo.

Ora, a própria lógica, segundo Piaget, tem por objeto o estudo dessas propriedades intensivas que não se reduzem a unidades numéricas. Sendo assim, a lógica seria o instrumento ideal de mensuração dos fatores psíquicos também irreduzíveis a quantidades numéricas. Não há dúvida de que as operações de lógica intensiva se aplicariam aos fatores psíquicos, modificando a sua forma e substituindo o seu conteúdo.

Como concluir, porém, que os princípios lógicos se reduzem à análise das relações das partes com o todo e à classificação das propriedades intensivas e não-métricas no sentido quantitativo? Os argumentos de Piaget a esse propósito são extraordinariamente brilhantes, embora não nos convençam da impossibilidade de

uma lógica extensiva e métrica no sentido numérico, baseada na identificação proposta por Bertrand Russell entre a classe de classes e a grandeza quantitativa.

Não compreendo a razão por que se deverá excluir da lógica matemática a dimensão extensiva. Seria o mesmo que negar à lógica intensiva qualquer caráter matemático, em virtude de seu aspecto puramente qualitativo. Ora, essa atitude se equipara à de alguém que excluísse a topologia do grupo das ciências matemáticas em consequência dessa disciplina não recorrer às noções de grandeza e medida, mas somente ao conceito de continuidade, ocupando-se exclusivamente com a análise das propriedades qualitativas das figuras (1). A lógica matemática, portanto, divide-se em extensiva e intensiva. A lógica intensiva também se denomina topológica, qualitativa, modal e polivalente. O último característico, porém, não é essencial a êsse instrumento analítico: a polivalência pode reduzir-se, mediante técnica adequada, à bivalência que constitui a forma normal dos sistemas lógicos. A lógica a dois valores (bivalente), como observa Reichenbach, é a matriz de todas as outras lógicas: ela pode tornar-se flexível até o ponto de se adaptar a situações que parecem exigir análise mais refinada.

E' o que acontece com o instrumento modal bivalente que pode-

rá não dispor de mais valores do que verdade (V) e falsidade (F), passando os predicados modais (necessidade, possibilidade, impossibilidade, etc.) a funcionar como atributos secundários de V e F (2). Além disso, as proposições das lógicas a n valores (polivalentes) podem ser consideradas como classes de $(n-1)$ proposições das lógicas a dois valores (bivalentes), conforme demonstrou Emil Post.

As considerações anteriores tinham por finalidade comprovar que a lógica modal intensiva constitui instrumento hábil para a mensuração dos fatores que integram as diferentes estruturas psíquicas. Êsses fatores podem manifestar maior ou menor intensidade, como verificamos a propósito da série de respostas intercondicionadas, sendo que a primeira ordem se inclui na segunda, a segunda na terceira, e assim sucessivamente. Mas é claro que certas reações podem não ser condicionadas em grau suficiente, revelando-se, portanto, semicondicionadas em relação a outras respostas. As flutuações de condicionamento, como as diferenças de saturação de fatores, impõem o recurso a critérios estatísticos que se apóiam em uma lógica modal de probabilidade (3).

A lógica intensiva topológica está na base da teoria de Kurt Lewin sobre o espaço vital e os fatores psicológicos da persona-

(1) Maurice Fréchet e Ky Fan — "Introduction à la Topologie Combinatoire" — Librairie Vuibert — Paris. 1946.

(2) David Garcia Baca — "Introd. a la Lógica Moderna" — Edit. Labor — Barcelona, 1936.

(3) Êsse tema será amplamente exposto no meu próximo trabalho: "Fundamentos Lógicos da Indução Estatística".

lidade (1). Os critérios dessa lógica topológica, porém, devem ser estendidos ao domínio da "psicologia clássica", compreendendo-se essa expressão como o conjunto de teorias que constituem as principais teses defendidas por Wundt, Ribot e William James.

A teoria da corrente de consciência, que se encontra na obra de William James, deve ser reformulada em termos mais consentâneos com as diretrizes da psicologia moderna. O campo da consciência se identificaria, portanto, com o campo topológico, e as propriedades gerais dos estados conscientes se reduziriam a um complexo de relações das partes com o todo. Os estados mentais integrariam a totalidade da consciência e as relações existentes entre eles tomariam como modelo certos conceitos básicos da topologia.

Os fatores psíquicos em geral constituem grupos de variáveis que se submetem igualmente ao modelo topológico. Esses fatores integram, como foi exposto anteriormente, as diferentes estruturas que, por sua vez, contribuem para a formação das funções psicológicas.

O paradoxo da mensuração na psicologia, porém, decorre de que os fatores podem ser medidos em consequência de sua reversibilidade, enquanto as funções como inteligência, vontade, imaginação e sensibilidade, se caracterizam pela irreversibilidade absoluta de seus processos dinâmicos. Essa dificuldade poderia ser removida, recorrendo-se aos princípios

da lógica bivalente (reversível) no caso dos fatores, e aos princípios da lógica polivalente (irreversível) no caso das funções psicológicas.

SUMÁRIO DO TRABALHO EM 12 PROPOSIÇÕES

1.^a) A lógica matemática pode ser classificada em extensiva e intensiva. A lógica extensiva está na base da formalização das teorias físicas, enquanto a lógica intensiva fornecerá os critérios necessários para a formalização das teorias psicológicas.

2.^a) A mensuração das propriedades intensivas dos fenômenos psíquicos se verifica desde que os fatores da vida mental satisfaçam aos axiomas que estabelecem condições para a medida das qualidades não-aditivas. Se um processo psíquico qualquer, como a memorização por exemplo, apresenta diferentes graus de intensidade, como $(a_1 a_2 a_3 \dots a_n)$ e a_1 é mais intenso do que a_2 e a_2 do que a_3 , etc., obteremos uma escala de graduações sucessivas. Mas se a_1 está incluído em b_1 , por ser b_1 mais intenso do que a_1 , e, ao mesmo tempo, b_1 está incluído em a_1 , por ser a_1 mais intenso do que b_1 , torna-se forçoso concluir que $a_1 = b_1$.

3.^a) Se a_2 , b_2 e c_2 são três fases sucessivas de um processo psíquico qualquer, como o condicionamento, por exemplo, e se a_2 está incluído em b_2 por ser b_2 mais intenso, e b_2 em c_2 , por ser c_2 mais intenso — a conclusão é que a_2 estará incluído em c_2 , em virtude da relação de transitividade.

(1) "Principles of Topological Psychology" — Mc Graw Hill Book Comp. — New York — 1940.

4.^a) Se tomarmos $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$ como *fatôres* correspondentes à subclasse A e $b_1, b_2, b_3 \dots b_n$ como *funções* correspondentes à classe B, teríamos a seguinte consequência: b_i (sendo $i = 1, 2, 3 \dots n$) resultaria da *reunião* de a_i (sendo $i = 1, 2, 3 \dots n$), isto é, a subclasse de fatôres integraria a classe das respectivas funções que, por sua vez, se incluíam na *estrutura total* da personalidade.

5.^a) A função psicométrica pode ser utilizada para representar, gráficamente, os resultados da mensuração de respostas intercondicionadas ou de qualquer outro tipo de reação a excitante de natureza intensiva.

6.^a) O plano psicológico surge, distintamente, do plano fisiológico ou vital, em consequência de: 1.^o) intercondicionamento das respostas; 2.^o) estruturação através de fatôres (proximidade, similaridade, experiência, destino uniforme, etc.) do campo das formas perceptivas.

7.^a) Os fatôres podem ser classificados em seis grupos principais, verificando-se que a sua maior ou menor saturação constitui elemento favorável ao em-

prêgo da técnica de *gradação reversível*.

8.^a) Estrutura é o grupo de fatôres que integram determinada função psíquica. Define-se a estrutura como a totalidade dos fatôres coexistentes que mantêm entre si relações de interdependência.

9.^a) É possível fundamentar logicamente os principais conceitos da análise estatística.

10.^a) O instrumento lógico aplicável às estruturas matemáticas difere essencialmente do instrumento lógico aplicável às estruturas da mecânica quântica ou às estruturas da vida mental.

11.^a) A lógica intensiva fornece critérios para a mensuração de fatôres ou estruturas que se relacionam com as funções psíquicas como as partes se relacionam com o todo.

12.^a) O paradoxo da mensuração dos fatôres da vida subjetiva decorre de que esses fatôres ou estruturas podem ser medidos em consequência de sua reversibilidade, enquanto que as funções psíquicas se caracterizam pela irreversibilidade absoluta.

SUMMARY

The author tries to work out a logical theory of measurement of psychological factors. He refers to "Principia Mathematica" as an attempt to reconstruct basic concepts of natural science in logical terms. The logical instrument, however, applied by Bertrand Russell and Whitehead is purely extensive and quantitative.

The author believes in a logical system which may prove fruitful, insofar as psychology is concer-

ned, depending entirely upon a modal, topological, qualitative and multi-valued system of logic.

The psychological processes are non-additive and non-extensive by its very nature: the type of logic which should reconstruct the mental factors and formalize the psychological theories is different from the kind of logic which translate physical terms into the language of symbolic devices and mathematical variables.