

ISTITUTO DI PSICOLOGIA DELL'UNIVERSITA DI TRIESTE
(Direttore: Prof. G. KANIZSA)

GIOVANNI VICARIO

La microstruttura del tempo psicologico

ESTRATTO DALLA RIVISTA DI PSICOLOGIA
ANNO LVIII - FASC. 3 - LUGLIO-SETTEMBRE 1964

GIOVANNI VICARIO

La microstruttura del tempo psicologico

1. *Introduzione.*

Il tempo vissuto ha due importanti caratteristiche: la continuità del fluire e l'esistenza di 'istanti' apparentemente immobili. La prima consiste nel fatto che il tempo vissuto 'scorre' senza che siano avvertite interruzioni od irregolarità di sorta; la seconda consiste nel fatto che noi possiamo isolare fenomenicamente piccole quantità di tempo in cui quel fluire non è più direttamente constatabile. È sempre stato un problema, dibattuto per lo più in sede filosofica, quello di conciliare l'evidente contrasto che sorge dalla comparazione di queste due dimensioni dell'esperienza temporale.

Questo problema diventò oggetto della scienza nel secolo scorso, non appena si scoprì qualche fatto sicuro intorno ai processi fisiologici correlati con il 'flusso del pensiero', ovvero con l'esperienza di continuità. Si scoprì, per esempio, che la conduzione degli stimoli nel sistema nervoso non avviene a velocità infinita, ed inoltre che esiste un limite alla quantità di stimoli che possono essere istradati lungo un nervo nell'unità di tempo. Si trovò, insomma, che la discontinuità è un aspetto essenziale della stimolazione, e divenne quindi ancora più difficile la comprensione del modo in cui si arriva all'esperienza temporale della continuità. Né d'altra parte queste scoperte resero più comprensibile il costituirsi del 'presente psichico', poiché la durata di quest'ultimo risultò essere di molto maggiore della soglia di discontinuità fra gli stimoli, tanto che vengono percepiti come simultanei, o racchiusi nello stesso 'istante', anche 4 o 5 eventi presentati successivamente.

Il problema originale, pertanto, ha dato luogo a tre distinte questioni: a) condizioni dell'esperienza fenomenica di continuità; b) condizioni dell'esperienza fenomenica di istante; c) integrazione degli istanti nel costituirsi della continuità. Va da sé che non si può proporre soluzioni ad una di esse senza tener conto dell'esigenza di spiegare le altre: per esempio, un modello che renda conto della formazione degli istanti non deve essere tale da rendere

incomprensibile il modo in cui avviene la loro integrazione. A rigore, la spiegazione dovrebbe essere in parte la stessa, poiché sia la continuità che l'istante sono 'tempo vissuto'.

JAMES è stato il primo ad affrontare questo complesso di questioni in maniera organica, e fino a poco tempo fa nessun altro, che io sappia, ha ripreso in mano il problema con altrettanta determinazione di risolverlo. La psicologia del tempo è vastissima e tutta interessante, e i grandi specialisti di essa — VIERORDT, MEUMANN, BENUSSI, BONAVENTURA, WOODWORTH e FRAISE — si sono occupati prevalentemente di altri aspetti della nostra esperienza temporale. Da circa quindici anni a questa parte l'interesse degli psicologi per l'argomento si è però nuovamente ridestato: un ristretto gruppo di studiosi statunitensi ha ripreso in esame il problema, chiamando in soccorso i risultati della più moderna analisi dell'attività elettrica del cervello e i concetti operativi della cibernetica.

Il problema è stato ribattezzato, cosicché ora riguarda *la microstruttura del tempo psicologico*; questa terminologia intende mettere in rilievo uno dei principali punti di vista di questi studiosi, e cioè che il tempo psicologico, la cui caratteristica più evidente è la continuità, rivelerebbe invece all'analisi una struttura discontinua. L'elemento base di questa struttura sarebbe il *momento*, una specie di 'quantum' temporale di ben definite dimensioni e caratteristiche, che rappresenterebbe fra l'altro *l'unità psicologica di durata*. La serie dei momenti sarebbe il correlato fenomenico di un *processo nervoso di origine centrale e di natura ciclica*, che presiederebbe alla 'produzione' dei momenti e di conseguenza alla loro collocazione lungo l'asse del tempo fisico. Il processo nervoso di natura ciclica avrebbe la funzione di *integrare* i segnali provenienti dagli organi di senso e da altre regioni del sistema nervoso; esso funzionerebbe come un *meccanismo di scansione*.

Mi sembra superfluo sottolineare l'interesse che può presentare questo nuovo punto di vista per la soluzione del vecchio problema e per l'interpretazione di tutti quei fenomeni percettivi che contengono il tempo fisico come variabile. Ho ritenuto pertanto di fare cosa utile dedicando il presente studio all'esame del contenuto di queste nuove ipotesi esplicative e della validità delle ragioni addotte a loro sostegno.

2. Tempo fisico e tempo psicologico.

Penso che sia opportuno premettere alla discussione generale la definizione di tempo fisico e qualche breve considerazione sulla definizione di tempo psicologico.

Per *tempo fisico* intenderemo d'ora in avanti il tempo della fisica classica, cioè una quarta dimensione inserita in uno spazio euclideo a tre dimensioni.

Essa differisce dalle altre tre per un aspetto fondamentale, cioè per il fatto che gli oggetti si spostano su di essa soltanto dal passato verso il futuro, e non viceversa. Il tempo fisico è di solito immaginato come una linea retta, e l'istante come un punto su quella linea.

Per quanto riguarda il *tempo psicologico*, bisogna tener conto che le definizioni possono essere di due tipi. Gli autori di cui ci occuperemo sono propensi a definirlo come il tempo fisico occupato dai processi fisiologici che hanno un correlato nell'esperienza temporale. Da questo punto di vista, discontinuità del tempo psicologico significa discontinuità dei processi che stanno alla base della percezione di cambiamento, e per unità psicologica di durata si intende il tratto di tempo fisico occupato dal processo fisiologico sottostante. Questo tipo di definizione trova la sua ragione nella convinzione che non ci siano contenuti fenomenici senza processi fisiologici correlati — siano questi ultimi direttamente constatabili o semplicemente ipotizzati.

A mio parere, una definizione di questa sorta andrebbe bene se si potesse indicare per ogni aspetto dell'esperienza temporale un processo fisiologico corrispondente. Come vedremo in seguito, per certi aspetti di tale esperienza si crede di aver individuato il processo responsabile: questo è proprio il caso dell'unità psicologica di durata, che viene da taluni fatta corrispondere con il ritmo alfa. Ma è molto più difficile immaginare i processi fisiologici ai quali far corrispondere altri tipi di esperienze temporali: valga per tutte la percezione dei rapporti prima/dopo esistenti fra gli eventi.

Com'è facile accorgersi, è sempre presente il pericolo che nella interpretazione della percezione di ordine, di successione, ecc., si insinui l'*errore dello stimolo*, cioè la pretesa di spiegare il contenuto dell'esperienza fenomenica con ciò che si sa a proposito degli stimoli: commetterebbe questo errore chi, per esempio, pensasse di spiegare la 'percezione della successione' con il fatto che ci sono effettivamente sequenze di percezioni, o di processi fisiologici corrispondenti. Avremo occasione più volte di ritornare su questo argomento.

Io ritengo pertanto che nel definire il tempo psicologico ci si debba attenere ad un criterio rigorosamente fenomenologico, soprattutto finché non avremo accertato le capacità esplicative dei modelli forniti dalla fisiologia del sistema nervoso. In base a tale criterio, il tempo psicologico sarebbe il contenuto fenomenico comune ad esperienze come il cambiamento, la continuità, la durata, l'istante, il rapporto prima-di o dopo-di, ecc.

3. *L'ipotesi della discontinuità in JAMES e BERGSON.*

I sostenitori della teoria della discontinuità del tempo psicologico e dell'esistenza dell'unità psicologica di durata si richiamano a JAMES e BERGSON

come ai loro antesignani piú autorevoli (cfr. 81, 1-2).³ Per decidere della fondatezza di tale affermazione converrà perciò prendere un breve contatto con il loro pensiero, prima di affrontare le piú moderne e complicate versioni della medesima teoria.

In accordo con le opinioni di taluni filosofi, come LOCKE, HODGSON, CLAY e REID, JAMES ritiene in via di principio che l'unità elementare della nostra esperienza temporale debba essere una 'durata' indivisibile. L'istante puntuale è però soltanto un'astrazione, e se la riflessione ci conduce alla conclusione che 'deve' esistere, l'esperienza viceversa non lo rivela mai. L'unica cosa di cui siamo consapevoli è ciò che CLAY chiama « presente apparente » (*specious present*), una durata che avrebbe « una prua e una poppa, un'estremità rivolta avanti e l'altra estremità rivolta indietro » (27, 608-609). Il presente apparente avrebbe una lunghezza che va da pochi secondi a non piú di un minuto, e sarebbe « il paragone originale ed il prototipo di tutti i tempi concepibili, della cui durata noi saremmo immediatamente ed incessantemente consapevoli » (27, 631; 642).

JAMES osserva ancora che noi non possiamo percepire effettivamente (*realize*) che piccolissime porzioni di tempo, poiché se vogliamo sperimentare la durata di un'ora dobbiamo dire continuamente: « adesso!, adesso!, adesso! » finché l'ora è passata; analogamente, quando noi ascoltiamo un suono continuo, noi lo afferriamo con pulsazioni discrete della percezione (*recognition*), chiamandolo successivamente: « è lo stesso!, è lo stesso!, è lo stesso! » finché non è finito (27, 611; 622). Questa composizione delle lunghe durate a partire da piccole unità discrete esemplificherebbe la *legge del fluire discreto del tempo*; tale discontinuità sarebbe dovuta tuttavia soltanto al fatto che i nostri atti successivi di riconoscimento e di appercezione sono discreti. La sensazione della durata sarebbe continua quanto qualsiasi altra sensazione (27, 622).

Ognuno di quegli atti separati costituirebbe un singolo « pezzetto » di tempo, ed il presente apparente ne conterrebbe una certa quantità. Questa compresenza di vari atti successivi nell'ambito del presente apparente sarebbe a fondamento della percezione di successione. Secondo JAMES, è inconcepibile la percezione di successione senza una certa compresenza degli elementi della medesima, perché « una successione di sensazioni non è, in sé e per sé, una sensazione di successione » (27, 628). La comparsa di nuovi elementi all'interno del presente apparente e la sparizione progressiva di quelli che li hanno preceduti sarebbero alla base di quel fluire del pensiero in cui la coscienza dell'immediato futuro e dell'immediato passato fanno corpo con la consapevolezza del presente (cfr. 27, 606).

Venendo a parlare dei processi cerebrali ai quali è dovuto il senso del tempo, JAMES si mostra propenso a mettere in relazione ogni singolo evento

³ Questi numeri rimandano alla bibliografia elencata nelle ultime pagine: quelli in corsivo si riferiscono all'opera citata, gli altri alle pagine.

contenuto nel presente apparente con un determinato processo. « In ogni momento esiste un sommarsi di processi cerebrali sovrappoventisi l'un l'altro, i piú deboli dei quali rappresentano le ultime fasi di altri che un momento prima erano attivi in sommo grado. La quantità della sovrapposizione determina la sensazione della durata occupata. La natura degli eventi che appaiono occupare quella durata dipende soltanto da quali processi sono in sovrapposizione ». « La durata e gli eventi insieme formano la nostra intuizione del presente apparente con il suo contenuto » (27, 635-636).

Il brano di BERGSON al quale fanno appello i sostenitori della teoria della discontinuità del tempo psicologico, è un episodio in una piú vasta critica rivolta dal filosofo a certe concezioni del reale modellate sulla natura di processi essenzialmente 'pratici'. Per le necessità dell'azione — dice press'a poco BERGSON — noi trattiamo il divenire reale in funzione di certi suoi aspetti momentanei, di certe sezioni praticate nel contesto. Dei movimenti noi 'vediamo' soltanto il principio, o la fine, o il punto saliente; prendiamo nota soltanto dei tratti essenziali del cambiamento; di certi eventi teniamo a mente soltanto lo 'schema'. « Se noi, però, speculando sulla natura del reale, lo riguardiamo come il nostro interesse pratico richiede, diventiamo incapaci di vedere l'evoluzione vera, il radicale divenire ». Si cade, altrimenti detto, nell'illusione di poter pensare l'instabile per mezzo dello stabile, il movimento per mezzo dell'immobilità (7, 296; 323 segg.).

Successivamente BERGSON si chiede se questo divenire reale sia mai presente alla coscienza. Egli risponde affermativamente, dicendo che l'artificio della nostra percezione consiste nell'estrarre dal reale in perpetuo cambiamento delle 'vedute' successive e nel ricomporre artificialmente il divenire per mezzo di un meccanismo 'cinematografico'. Il suo ragionamento è il seguente: tutti sanno che per riprodurre su uno schermo il movimento di un reggimento in marcia non è necessario ritagliare tante figurine, una per soldato, animarle ciascuna del suo speciale movimento, e proiettare il tutto sullo schermo; è piú semplice prendere delle fotografie istantanee di un vero reggimento che passa, sistemarle su una pellicola, e mettere quest'ultima in un proiettore cinematografico. Combinando i vari momenti immobili con il movimento che c'è dentro l'apparecchio, viene ricostruita — secondo BERGSON — la realtà del reggimento in marcia. Questo è l'artificio del cinematografo.

« Analogo è l'artificio della nostra conoscenza. Invece di attaccarci al divenire interiore delle cose, noi ci mettiamo al di fuori di esse, per ricomporre artificialmente il loro divenire. Noi prendiamo delle vedute quasi istantanee sulla realtà che passa, e siccome esse sono caratteristiche di tale realtà, ci basta infilarle dentro un divenire astratto, uniforme, invisibile, situato al fondo dell'apparecchio della conoscenza, allo scopo di imitare quello che c'è di caratteristico in questo divenire medesimo... il meccanismo ordinario della nostra conoscenza è di natura cinematografica » (7, 329-331).

Ho voluto esporre per esteso le opinioni di JAMES e di BERGSON sulla percezione del tempo (o del cambiamento, che è lo stesso), per lasciar giudicare al lettore se queste opinioni possono essere invocate in favore di una teoria del tempo psicologico come composto di durate discrete.

Per quanto riguarda JAMES, mi sembra che questa possibilità sia da escludere. Egli dice esplicitamente che la sensazione del tempo è una sensazione continua, e che la discontinuità appartiene soltanto ai singoli atti di 'riconoscimento' con i quali descriviamo il passare del tempo, oppure ai processi cerebrali che stanno alla base di quegli atti. Il 'flusso del pensiero' non è costituito da singole durate messe le une vicino alle altre, ma dal variare delle parti comuni ai processi che si accavallano e si sovrappongono l'un l'altro.

Per quanto riguarda BERGSON, mi sembra per lo meno azzardato affermare che esiste un rapporto fra le istantanee scattate sulla realtà, di cui parla il filosofo, e le unità psicologiche di durata. In primo luogo perché BERGSON certamente non le concepisce come durate elementari; in secondo luogo perché da sole non riescono a riprodurre il cambiamento: per essere 'animate' devono essere introdotte nella matrice del tempo psicologico, che è quell'oscuro divenire situato in fondo al meccanismo della conoscenza. In altre parole, esse non sono unità di tempo, ma unità di informazione.

In conclusione, la discontinuità della quale parlano JAMES e BERGSON si riferisce non al tempo psicologico, ma ai processi cerebrali (o di pensiero) che ne rendono possibile la 'sensazione'. Questi processi non sono *tutto* il meccanismo responsabile della nostra esperienza temporale, ma soltanto una parte di esso. Ciò è abbastanza evidente in JAMES, laddove si parla della compresenza e della sovrapposizione dei processi che formano il presente apparente, ed evidentissimo in BERGSON, con la sua figurazione dell'« invisibile divenire situato in fondo all'apparecchio della conoscenza ».

4. *L'impostazione della cibernetica.*

La cibernetica ha dato un contributo essenziale alla fisionomia della teoria della discontinuità del tempo psicologico e dell'unità di durata. Ci sono delle idee che sono state trasportate di peso dai fondatori e dai primi cultori di quella disciplina agli attuali sostenitori della 'moment function hypothesis'. La cosa apparirà completamente chiara quando prenderemo in esame l'elaborazione che di essa hanno fatto STROUD e i suoi continuatori; per ora ci accontenteremo di sapere con esattezza qual è il pensiero dei principali artefici della cibernetica in materia di funzionamento del cervello.

Pare che il primo contributo in questo senso sia dovuto a PITTS e McCULLOCH (53), logico matematico il primo e psichiatra il secondo, i quali si erano trovati impegnati nella realizzazione di un apparecchio che permettesse ai ciechi

la 'lettura' di scritti a stampa per mezzo dell'udito. Si trattava, in sostanza, di trovare un modo per trasportare l'informazione contenuta su un foglio di carta, da elementi visivi disposti nello spazio ad elementi acustici disposti nel tempo. Uno dei principali ostacoli alla realizzazione di un siffatto apparecchio era costituito dalla percezione delle forme delle lettere: per via matematica essi trovarono che tale percezione poteva essere assicurata soltanto da un processo di scansione² operante sul mosaico degli stimoli (85, 23 segg.).

Successivamente, pare per merito di VON BONIN, la struttura funzionale dell'apparecchio ideato da PITTS e MCCULLOCH venne riconosciuta simile a quella del quarto strato della corteccia visiva del cervello, dopodiché si cominciò a pensare concretamente al funzionamento del sistema nervoso centrale come a quello di una calcolatrice numerica, e si cominciò ad indicare nel ritmo alfa il correlato elettrofisiologico del processo di scansione (85, 37).

Anche WIENER è dell'opinione che l'assunzione di informazioni da parte dell'organismo avvenga per mezzo di un processo di scansione che esplora quelle aree cerebrali il cui stato elettrico è modificato da segnali provenienti dagli organi periferici (85, 184 segg.). « Questo processo di scansione dovrebbe avere un definito periodo operativo, il cui valore è determinabile dal modo di funzionare del cervello... Pare che il tempo necessario sia dell'ordine del decimo di secondo, la qual cosa sembra in accordo con l'ordine di grandezza del tempo necessario alla stimolazione ciclica di tutti gli strati di collegamento trasversali » (85, 213).

Questo complesso di ipotesi è stato ulteriormente perfezionato da WALTER, che ha spinto al massimo le analogie fra i processi percettivi ed il funzionamento della televisione. Particolare rilievo ha avuto in lui l'identificazione del processo di scansione con il ritmo alfa, rafforzata anche dal fatto che il ritmo scompare allorché il soggetto apre gli occhi (75, 91-94). WALTER afferma altresì che il ritmo di ricezione degli stimoli è limitato dalla frequenza di scansione, e che segnali intermittenti, ricorrenti press'a poco a quella frequenza, darebbero origine all'illusione del movimento (81, 4).

Parè dunque che il contributo della cibernetica alla teoria della discontinuità del tempo psicologico consista nella definizione del processo di scansione, nella descrizione di alcune sue proprietà e nella identificazione di un processo fisiologico che avesse le medesime proprietà. Per quanto mi consta, in questo campo non è stato fatto alcun tentativo di mettere in relazione il contenuto informativo di un singolo periodo di scansione con il contenuto fenomenico dell'istante, o con qualsivoglia altra esperienza temporale. WIENER parla delle pos-

² Nel linguaggio dell'elettronica si dà questo nome ad ogni processo di esplorazione di un'area compiuto mediante un raggio che percorre la medesima con moto bustrofedico. Il risultato è che qualsiasi figura presente nell'area viene scomposta in una serie di punti successivi nel tempo.

sibili rappresentazioni funzionali del cosiddetto 'presente apparente', ma le cerca in direzione di circuiti chiusi ritardatori (85, 183).

5. I 'processi centrali di natura ciclica'.

Come abbiamo visto, gli studiosi di cibernetica pensano che l'assunzione di informazioni da parte dell'organismo avvenga per mezzo di qualche processo di origine centrale e di natura ciclica, il quale occuperebbe un ben definito tratto di tempo ad ogni oscillazione. Si tratta ora di vedere quale sia l'evidenza fattuale a sostegno di questa ipotesi, ed in realtà non è difficile trovare nella letteratura psicologica o in quella della fisiologia del sistema nervoso, qualche riferimento a processi di questo tipo.

Nel campo dell'attenzione, abbiamo un lavoro di DODGE (17), il quale ha studiato sperimentalmente le modalità della fissazione in campo visivo ed ha concluso postulando l'esistenza di un processo centrale che impedisce fissazioni 'adeguate' ad una frequenza superiore ai 10 cps., cioè a meno di 100 msec. l'una dall'altra. Anche PILLSBURY (52), riferendosi ai medesimi esperimenti, sottolinea l'importanza del minimo tempo preso dallo spostamento dell'attenzione, e WOODWORTH non manca di osservare che tale tempo minimo si ritrova nella frequenza massima della 'battuta' (*tapping*), che non può andare oltre ai 9-11 colpi al secondo. Anche nella lettura gli occhi si spostano ad un ritmo che non è superiore ai 13 movimenti al secondo (86, 940-941).

Nel campo dei tempi di reazione, fin dall'epoca di CATTELL (13) si sapeva che sottraendo al tempo totale di reazione le quantità dovute alla trasmissione nervosa, alle trasformazioni chimiche occorrenti sulla retina (questo soltanto nel caso di reazioni visivo-motorie) ed alla latenza delle connessioni mioneurali, si rimaneva con una differenza di 75 msec. che non poteva essere imputata a nessuna di queste operazioni. CATTELL pensava che questa differenza rappresentasse il tempo preso dalle operazioni cerebrali (81, 28).

Più recentemente MONNIER (44) ha ripreso in esame la questione della reazione visivo-motoria, registrando simultaneamente l'elettroretinogramma, l'elettroencefalogramma e l'elettromiogramma, quest'ultimo preso dal dito del soggetto. Fatti i debiti calcoli, anch'egli si è imbattuto in un ineliminabile tempo residuo di 75 msec. circa, preso manifestamente da operazioni non imputabili alla conduzione nervosa; egli pensa che esso fornisca « informazione sulla durata approssimativa dei processi di associazione e di integrazione che avvengono nel cervello », e lo chiama « tempo di integrazione opto-motoria » (81, 28).

Nel campo della percezione della simultaneità, STEIN (60) ha fatto alcune interessanti osservazioni con un tachistoscopio costruito in modo da esporre una dopo l'altra le lettere di cui è composta una parola. Egli ha cioè riscontrato che invertendo l'ordine delle lettere il soggetto percepisce la parola come se tutte le lettere fossero state esposte contemporaneamente, la legge esattamente e non si accorge dell'inversione (86, 930); il fenomeno si verifica quando l'esposizione totale non supera i 100 msec. Nel capitolo dedicato alla localizzazione temporale riferiremo altri fenomeni di questo genere.

Sempre all'ipotesi della discontinuità funzionale del meccanismo della visione possono essere ricondotte le seguenti importanti osservazioni.

Esiste un fenomeno, chiamato del 'restringimento percettivo', che è stato osservato da ANSBACHER (2) nella visione di un arco di cerchio luminoso che ruota a velocità subfusione (da 1 a 2 rps.) intorno al centro del cerchio medesimo. Usando un arco di 36°, una velocità di rotazione adatta, ed un punto di fissazione che può essere l'asse di rotazione, l'arco luminoso si riduce ad una frazione della sua lunghezza obiettiva, ed in particolari condizioni può apparire come un semplice punto luminoso. Si tratta, in sostanza, di un particolare caso della cosiddetta 'distorsione di ZOELLNER' (cfr. 72, 167 segg.). Aiutandosi con alcune analogie tolte dalla fotografia, ANSBACHER dice che il fenomeno può essere spiegato ammettendo che il meccanismo della visione sia attivo soltanto per periodi discreti e ciclici, di un'ampiezza pari a 46-61 msec. Tale ipotesi sarebbe in accordo con quella di BARTLEY relativa alle 'pulsazioni' visive. Queste pulsazioni trasformerebbero il movimento reale in tante 'pose' di natura fisiologica, paragonabili ai fotogrammi di una sequenza cinematografica. Si dimostrerebbe così anche l'equivalenza del movimento apparente e del movimento reale: nel primo caso le 'pose' sarebbero di natura fisica, nel secondo di natura fisiologica, ma entrambe darebbero un eguale rendimento percettivo.

Esiste poi un altro fenomeno, quello della poliopia, che fra l'altro verrebbe a confermare indirettamente l'ipotesi di ANSBACHER: TEUBER (67) infatti riferisce che nelle parti danneggiate di campi visivi difettosi, il movimento continuo è spesso dissezionato in una serie di immagini stazionarie. Per esempio, un paziente che presentava una ferita d'arma da fuoco alla regione temporo-occipitale destra, si lagnava che quando una motocicletta passava alla sua sinistra, egli vedeva « una fila di motociclette ferme » (67, 1645). Il fenomeno della poliopia si verificherebbe anche durante l'intossicazione mescalina: SCHILDER (56) riferisce che nei primi stadi dell'intossicazione i movimenti reali non vengono riconosciuti, oppure vengono sminuzzati in una serie di percezioni separate. La WHITE (81, 28) pensa che il fenomeno della poliopia fornisca una ulteriore conferma all'ipotesi della discontinuità, e ad un

tempo indichi l'esistenza di un qualche processo integrativo responsabile della percezione del movimento, e in linea generale della continuità di ogni esperienza sensoriale.

Nel campo della visione abbiamo un altro fenomeno ancora che starebbe ad indicare l'esistenza di un processo centrale di natura ciclica connesso con la percezione: il cosiddetto 'flicker in assenza di stimolazione'. Esercitando una debole pressione sull'occhio nella completa oscurità, si nota nella parte corrispondente della retina stimolata una macchia oscura, circondata da un alone più chiaro che lampeggia ad una frequenza valutata intorno ai 10-15 cps. Secondo NAGEL il fenomeno può essere spiegato ammettendo che il processo ciclico di natura centrale sia il responsabile della visione del grigio corticale, che l'alone chiaro intorno alla macchia più scura prodotta dalla pressione sorga per effetto di contrasto, e che l'attività del processo ciclico si riveli durante la produzione di questo contrasto (81, 29).

Veniamo ora alla neurofisiologia e all'analisi dell'attività elettrica del cervello, mediante le quali si spera di identificare le tracce di quei processi dei quali finora abbiamo fatto l'elenco. La WHITE porta qualche esempio che pare confermare quella identificazione (81, 30 segg.). Esisterebbe un 'ciclo di eccitabilità corticale' che regolerebbe la quantità di impulsi ricevuti dalla corteccia, e che secondo CHANG (14) avrebbe un valore di 7-14 cps., a seconda dello stato di anestesia nella quale si trova l'animale. La WHITE cita anche l'osservazione di SHERRINGTON (57) — per altro riguardante i riflessi spinali — che il ritmo di depolarizzazione delle cellule motorie è indipendente dal ritmo di una stimolazione intermittente applicata alle cellule afferenti, ed ammonta a 7.5-12 cps. Ricorda inoltre gli studi di BARTLEY sulla apparizione di una ben definita attività ciclica sulla corteccia in seguito a stimolazione intermittente, dove si nota come esista un 'periodo iniziale di fusione degli stimoli' che corrisponderebbe alla 'messa in fase' del processo centrale con il periodo della stimolazione intermittente (81, 32-33). WALTER (76) avrebbe elencato tutta una serie di fenomeni visivi che possono essere descritti in termini di « interazione fra le scariche ritmiche degli impulsi lungo le vie visive e ritmi di scansione di natura intrinseca ».

Mi sembra che la consistenza di queste 'prove' dell'esistenza di processi centrali di natura ciclica sia molto minore di quanto la WHITE voglia far apparire. Non è difficile immaginare che le tecniche ancor oggi impiegate siano di gran lunga inferiori al compito loro richiesto, e che della multiforme attività elettrica del cervello rivelino tutt'al più i chiaroscuri essenziali. Nel nostro specifico caso questa limitazione può anche non aver peso, poiché stiamo cercando un correlato fisiologico alla percezione del tempo, e non v'è dubbio che un così importante aspetto dell'esperienza fenomenica dev'essere legato ad una caratteristica basilare nel funzionamento del sistema nervoso, qualcosa di

discernibile anche con mezzi d'indagine piuttosto rudimentali. Bisogna ammettere, però, che anche quando si fosse stabilito in maniera ragionevolmente certa che esiste un processo ciclico fondamentale connesso con l'assunzione di informazioni da parte del sistema nervoso centrale, sarebbe necessario dimostrare che quel processo è in relazione con la percezione temporale e non, per esempio, con il solo modo di funzionare dei meccanismi della visione. L'obiettivo finale è questo, ed è evidente che ad esso non si potrà mai giungere se non si troverà il modo di comparare l'attività elettrica del cervello con qualche contenuto temporale dell'esperienza.

Un tentativo in questo senso è stato fatto, e a mio parere molto ingegnoso. In un esperimento che descriveremo più tardi nel capitolo sulla localizzazione temporale, MURPHREE (46) ha cercato di vedere se ci sia una relazione fra la soglia di simultaneità per stimoli successivi ed il ritmo alfa del soggetto. Allo scopo di disporre di una sufficiente variabilità nel ritmo alfa, egli condusse i suoi esperimenti in un ospedale per reduci, con 50 soggetti il cui ritmo variava da 8-9 a 12-13 cps. L'unico risultato chiaro fu che per tutti i soggetti la soglia di simultaneità (95 msec.) è molto vicina al valore medio del periodo del ritmo alfa (98 msec.); il principale obiettivo mi sembra invece mancato, poiché il valore della soglia non diminuisce in modo consistente con l'aumentare della frequenza delle oscillazioni alfa.

È stato fatto anche qualche tentativo di provare l'esistenza di processi centrali di natura ciclica procedendo all'analisi quantitativa della variabilità delle soglie. BOYNTON (9) pensa, per esempio, che siccome il meccanismo visivo ha in certe occasioni una sensibilità che gli permette di discriminare fra stimolazioni separate soltanto da 2 o 3 msec., la variabilità di certe soglie deve essere probabilmente dovuta a fattori centrali. BLACKWELL (8) ritiene, in uno studio molto recente, che le discrepanze riscontrabili nei dati che riguardano le soglie di fenomeni visivi possano essere spiegate quantitativamente supponendo l'esistenza di un meccanismo di scansione pari a 6 cps. (81, 31).

La mia impressione è che, malgrado le scarse prove raccolte, non si possa negare l'esistenza nel sistema nervoso di ciò che viene talvolta detto 'un difuso sincronismo'. Questa terminologia starebbe ad indicare il fatto che il numero di fenomeni che sembrano obbedire a leggi periodiche è diventato ormai molto grande, e che il valore del periodo (100 msec. circa) ricorre così spesso che ad un certo punto sembra legittimo chiedersi se non rappresenti qualche fondamentale costante nel funzionamento dell'organismo. Nei prossimi capitoli faremo menzione di numerosi altri fenomeni che presentano la stessa caratteristica, ed in maniera ancor più evidente.

Bisogna ora vedere come mai questa situazione di fatto abbia rimesso

sul tappeto la questione del tempo psicologico, e in particolare quella della sua microstruttura.

Io credo che la ragione sia la seguente. Allorché si constata che il rendimento percettivo di talune costellazioni di stimoli compresi in un breve lasso di tempo non è determinato da cause note riguardanti i recettori locali o le condizioni di trasmissione lungo le vie nervose, e quando si constata che ogni tentativo di spiegazione in quella direzione viene sistematicamente messo fuori causa, viene il dubbio che il parametro del tempo per mezzo del quale descriviamo i fenomeni non sia omogeneo, e che questo fatto condizioni l'aspetto dei medesimi. In altre parole, è la stessa natura dei fenomeni a richiedere l'ipotesi della discontinuità del tempo psicologico, a suggerire il problema della sua microstruttura.

Questa ipotesi della discontinuità non deve essere considerata come scandalosa soltanto perché contrasta con il senso comune e con il modo tradizionale di concepire il tempo psicologico: essa costituisce soltanto un tentativo di rendere i fenomeni meno inesplicabili. Vengono a mente le parole di HEISENBERG, laddove dice che quasi tutti i progressi della scienza sono acquisiti a prezzo di una rinuncia — nel nostro caso si tratterebbe di rinunciare alla caratteristica della continuità — e che quasi tutte le nuove scoperte richiedono il sacrificio di impostazioni di problemi e di forme concettuali prima importanti (22, 3-4).

6. L'ipotesi dei 'momenti' di STROUD.

STROUD è stato il primo a proporsi il problema della microstruttura del 'tempo psicologico' con una certa chiarezza, a fare delle ipotesi concrete e a tentare di controllarle (63, 64, 62). Il lavoro teorico e sperimentale apparso in seguito sull'argomento conserva sostanzialmente l'impostazione da lui data: per questa ragione esporremo con una certa larghezza il suo contributo (a) e gli dedicheremo un dettagliato esame critico (b).

a)

STROUD incomincia con il definire il tempo psicologico T : esso sarebbe una variabile che rappresenta il tempo fisico t nei processi che avvengono all'interno dell'organismo. Egli concepisce quest'ultimo come un apparecchio che ha un certo *input* ed un certo *output*; si propone quindi di studiare le caratteristiche del tempo T all'interno dell'organismo prendendo in considerazione le caratteristiche dell'*output* (percezione, comportamento).

Dopo aver spiegato le ragioni per le quali il tempo t degli eventi fisici che interessano la periferia dell'organismo e l'organismo nel suo insieme deve

essere considerato come una variabile continua, STROUD propone di considerare il tempo psicologico T come una variabile discontinua. Seguendo l'uso delle discipline matematiche, egli espone le sue conclusioni all'inizio ed esamina quindi le loro implicazioni. Queste conclusioni consistono di 10 generalizzazioni provvisorie, basate su dati empirici.

Esse sono:

- 1) T non è una variabile continua.
- 2) Il correlato fenomenico degli eventi fisici (STROUD fa soltanto l'esempio della percezione di chiarezza) non dipende direttamente da t , ma dalla quantità di stimolazione compresa nell'unità di T . Questa quantità fissa può essere il risultato di un processo di scansione, che diminuisce il numero di dimensioni della rappresentazione: esso infatti elimina tutto il contenuto informativo temporale all'interno di ciascun periodo di scansione; la sola informazione temporale mantenuta è l'ordine degli elementi nella serie di rappresentazioni prodotte dal processo di scansione medesimo.
- 3) Ogni T è il 'tempo' psicologico di un intervallo D di tempo fisico correlato ad esso (tale intervallo andrebbe dall'inizio alla fine di ogni singolo processo di scansione).
- 4) D varia da 50 a 200 msec.
- 5) Non è necessario che D sia costante; esso dipende anche da 'punte' (*singularities*) periodiche presenti nella stimolazione.
- 6) In assenza di queste punte, $D=100$ msec. circa.
- 7) L'intervallo D , con il suo tempo psicologico T , è la più piccola unità della nostra esperienza temporale, e si chiama *momento*.
- 8) Il movimento percepito non può essere contenuto in un unico momento; ogni momento contiene piuttosto una certa informazione oltre che sul proprio contenuto, sul contenuto del momento precedente; la *natura* del movimento è ottenuta da operazioni di inferenza sui cambiamenti percepiti dei dati sensoriali.
- 9) Gli eventi fisici percepiti si differenziano nel tempo psicologico alla frequenza massima di 1 per momento.
- 10) Se in campo acustico accade alle volte che le tesi prospettate non vengano verificate, ciò è dovuto al fatto che le variazioni di pressione nel tempo fisico non si trasformano direttamente in una rappresentazione della pressione in campo psicologico: altezza, intensità, qualità, direzione dei suoni, sono funzioni del tempo psicologico, e non di quello fisico.

STROUD riferisce quindi un certo numero di riprove sperimentali che a suo parere avallano l'ipotesi. Esse riguardano: a) la chiarezza apparente di lampi isolati o ricorrenti; b) la soglia assoluta per suoni di bassa frequenza;

c) i tempi di reazione; d) la numerabilità di brevi lampi e di brevi rumori esposti in successione; e) l'accuratezza nel 'battere il tempo'; f) i movimenti degli occhi nell'inseguimento di oggetti in movimento; g) l'intelligibilità del parlato interrotto. Mi limiterò a riferire quanto riguarda il punto g); per l'argomento trattato nel punto d) vedi il cap. 8.

MILLER e LICKLIDER (40) si sono occupati dell'intelligibilità di sequenze di parole, interrotte periodicamente da brevissimi tratti di silenzio o di rumore bianco. Il metodo consisteva nel togliere percentuali fisse alla registrazione del parlato in base ad un ritmo che poteva essere variato; durante ogni ciclo una metà era occupata dal parlato e l'altra metà dal silenzio o dal rumore bianco. L'intelligibilità veniva misurata con la percentuale delle parole riconosciute.

Per quanto riguarda il parlato interrotto dal silenzio, risultò che a basse frequenze di cancellazione si aveva il 50% di intelligibilità. Il 100% si otteneva dapprima intorno ai 10 cps., e si manteneva fino ai 400 cps.; in seguito scendeva di nuovo per apparire a frequenze più elevate. Per quanto riguarda il parlato interrotto dal rumore bianco, risultò che esso era ancora intelligibile ad una cadenza di 10 cps., mentre diventava completamente inintelligibile per cadenze superiori ai 100 cps.

MILLER e LICKLIDER concludevano il loro lavoro suggerendo l'ipotesi che gli elementi di base del parlato siano lunghi circa 100 msec., e che per molti di questi elementi un campione del 50% sia altrettanto buono agli scopi dell'intelligibilità di un campione al 100%. STROUD aggiunge che ci deve essere un meccanismo che divide i 'pacchetti' di suoni dai 'pacchetti' di rumore, e che questa divisione non può avvenire per frequenze superiori ai 20 cps. Se tale divisione si verifica, tutto il parlato cade in una sequenza alternante di momenti, mentre il rumore cade tutto nella sequenza alternata. L'ascoltatore può così interessarsi del parlato ed ignorare il disturbo.

Stroud dice che ci sono almeno altri due tipi di fenomeni, oltre a quelli già menzionati ai punti a)-g), assai promettenti per lo sviluppo della teoria del 'momento': le figure di LISSAJOUS ed il movimento apparente.

Lo studio delle figure di LISSAJOUS sarebbe importante per il notissimo fenomeno di periodiche inversioni e trasformazioni che si verifica durante l'osservazione delle medesime, e che STROUD chiama pittorescamente « giro della manopola mentale » (*mental knob twiddling*). Ogniquale volta il soggetto, dopo una più o meno prolungata ispezione di determinate configurazioni in movimento, per esempio sullo schermo di un oscilloscopio, compie un'improvvisa ristrutturazione figurale o ritmica, la situazione si modifica radicalmente dal punto di vista percettivo. STROUD mette in relazione questo fenomeno con una sincronizzazione di lunghezza e di fase fra il periodo di scansione che genera il momento e gli stimoli che compaiono sull'oscilloscopio.

Questo problema della sincronizzazione affiora continuamente nell'esposizione di STROUD. Esso costituisce un'implicazione del sistema, una volta ammessa l'esistenza di un processo alternante come quello di scansione. Il fatto da spiegare è questo: in molti esperimenti i risultati sembrano indicare una sorta di sincronizzazione fra il periodo interno di scansione e il periodo degli stimoli — quando questi siano presentati in forma ciclica o periodica. STROUD pensa che alcuni stimoli della sequenza, massime il primo di essa, posseggano un certo *drive*, in virtù del quale attirerebbero su di sé l'inizio del periodo di scansione.

Interessante è indubbiamente anche la trattazione che STROUD fa del movimento apparente, in particolare del cosiddetto 'salto stroboscopico'.

Richiamandosi alla sua proposizione 8), Stroud dice che il movimento può essere percepito soltanto se i due lampi non si trovano nel medesimo momento. Egli calcola quindi la probabilità che tale evento si verifichi.

Ammettendo che non ci sia sincronizzazione fra il periodo di scansione (svolgentesi all'interno dell'osservatore) e l'inizio del primo stimolo, e prendendo come durata del momento $D=100$ msec., la probabilità è zero per un intervallo fra gli stimoli pari a zero, raggiunge il valore massimo 1 per un intervallo di 100 msec., e scende di nuovo a zero per un intervallo di 200 msec.

Ammettendo invece che ci sia sincronizzazione, la probabilità che i due stimoli non si trovino nello stesso momento è zero per un intervallo da 0 a 100 msec., è uguale a 1 per un intervallo da 100 a 200 msec., è di nuovo zero per un intervallo superiore a 200 msec. Poiché i risultati di quest'ultima analisi non si accordano con quanto si sa del movimento stroboscopico, STROUD ricorre ad una spiegazione supplementare basata sui movimenti degli occhi. Poiché i movimenti degli occhi si manifestano anche quando viene inseguito un bersaglio in moto che appare ogni 200 msec., a STROUD sembra evidente che l'inferenza del movimento sorga sia dal confronto fra quanto succede nel momento M_n e nel momento M_{n+1} (cioè a 100 msec. di distanza), sia dal confronto fra quanto succede nel momento M_n ed il momento M_{n+2} (cioè a 200 msec. di distanza). Se questa ipotesi è fondata, dice STROUD, la probabilità che il movimento stroboscopico possa essere osservato cresce linearmente da 0 a 1 per un intervallo da 0 a 100 msec., si mantiene eguale a 1 per un intervallo da 100 a 200 msec., e cade linearmente da 1 a 0 per un intervallo da 200 a 300 msec. Vedremo più tardi che, contrariamente a quanto ritiene STROUD, i fatti noti in questo campo non vengono esaurientemente spiegati neppure da questa ipotesi integrativa.

STROUD si rende conto che certi risultati non si accordano con le sue previsioni: egli fa l'esempio della variazione dell'intervallo ottimale con il variare della distanza sulla retina dei punti stimolati. A questo proposito egli avanza l'ipotesi che gli eventi fisicamente simultanei su due punti lontani della retina possano non cadere all'interno del medesimo 'momento'. Un appro-

fondimento di questo problema si avrà nell'esame del *count rate paradox*, come vedremo nel cap. 8.

STROUD ha trattato brevemente anche di taluni sviluppi della sua teoria del momento. Ha indagato per esempio la possibilità che esistano unità di tempo psicologico di ordine superiore a quello dei momenti: le *catene di momenti* (62, 199-201). Egli ritiene che gli studi sulla fluttuazione dell'attenzione ci possano dare anche una misura di queste unità, che non supererebbero in lunghezza l'ammontare di 500 momenti. STROUD si è chiesto altresì fino a quale punto sia estensibile la teoria della discontinuità del tempo psicologico, poiché se tale discontinuità è evidente in campo percettivo, lo è molto meno in campo motorio, dove ci imbattiamo quasi sempre in movimenti lisci e continui. Egli pensa che non sia necessario ripudiare la teoria della discontinuità, e che si possano immaginare differenti tipi di quantizzazione del tempo fisico a seconda del campo considerato (62, 201-202).

Secondo STROUD, dunque, la microstruttura del tempo psicologico sarebbe caratterizzata dalla discontinuità (generalizzazione 1). Tale discontinuità sarebbe generata dalla periodicità dei processi fisiologici che si suppone siano alla base dell'assunzione di informazioni da parte dell'organismo, in una parola dei fenomeni percettivi (gener. 2). I processi in questione sarebbero l'equivalente fisiologico di quei meccanismi di scansione che in molte macchine elettroniche sono adibiti alla rilevazione di un contenuto informativo, e di quelli possiederebbero tutte le caratteristiche. In particolare, dato che essi costituiscono la matrice del tempo psicologico, è impossibile fare delle rilevazioni d'ordine differenziale all'interno di ciascun momento: viene perso infatti ogni riferimento all'ordine di successione per quegli eventi che si trovino all'interno di un singolo processo di scansione (gener. 2). Essendo indistinguibili sotto il profilo temporale le parti costituenti l'intervallo coperto dal processo di scansione, tale intervallo costituirebbe la minima quantità di tempo percepibile, e pertanto potrebbe fungere da unità psicologica di durata (gener. 7).

b)

Vediamo ora i motivi che, secondo la mia opinione, impediscono di accettare integralmente la teoria di STROUD.

Definizione di tempo psicologico. STROUD dice che il tempo psicologico è la variabile che rappresenta il tempo fisico all'interno di quel sistema che è l'organismo (62, 174). Mi sembra che questa definizione equivalga in pratica ad affermare che il tempo psicologico è il tempo fisico di quei processi fisiologici che stanno alla base della percezione di durata, di successione, ecc.; pertanto ogni affermazione che riguardi quei processi deve trovare una corrispon-

denza nelle caratteristiche del tempo vissuto. Inoltre, come abbiamo osservato al cap. 2, proporre questa definizione significa essere in grado di indicare per ciascun contenuto dell'esperienza temporale un processo corrispondente, oppure essere in grado di spiegare tutti i contenuti di essa con l'unico processo proposto a modello. Come vedremo, l'ipotesi di STROUD è ben lontana dal soddisfare queste condizioni.

Percezione di successione. Ecco la prima prova di quanto abbiamo detto. STROUD afferma che il processo di scansione elimina qualsiasi riferimento all'ordine degli eventi che si trovano all'interno di esso, e che « la sola informazione circa l'ordine in cui si succedono i momenti... risiede nell'ordine degli elementi della serie di rappresentazioni prodotte dal processo di scansione » (62, 179). Questo equivale a dire che si rinuncia a comprendere il fenomeno della percezione di successione, e che semplicemente si spiega l'ordine percepito con l'ordine dei processi. Se STROUD ritiene davvero che questo sia il modo di spiegare la percezione di successione, cade in quell'equivoco che già JAMES aveva condannato: la confusione fra la successione di percezioni e la percezione di successione (27, 628). Se invece dobbiamo tener fede al principio ricordato al punto precedente, dobbiamo individuare un nuovo processo che 'prenda nota' dell'ordine in cui si succedono i vari momenti; così facendo, però, noi declasseremmo il meccanismo di scansione ad un mero fatto di organizzazione preliminare degli stimoli, ed il nuovo processo diventerebbe il vero correlato fisiologico del tempo fenomenico.

In conclusione, il meccanismo proposto da STROUD non spiega la percezione di successione: non è chiaro come si formino quelle 'catene di momenti' di cui si parla in seguito.

Percezione di durata istantanea. Questo è forse l'unico aspetto dell'esperienza temporale che trova nell'ipotesi di STROUD una soddisfacente ed elegante spiegazione, e mi sembra che il processo ciclico da lui proposto abbia tutte le caratteristiche per rendere comprensibile questo fatto dell'esperienza fenomenica. Esso rende conto perfettamente dell'isolarsi percettivo dell' 'istante' e della sua apparente omogeneità.

Percezione di discontinuità e di numerosità. Come vedremo dettagliatamente al cap. 8, non si può sostenere — come fa STROUD — che gli eventi fisici si differenzino nel tempo psicologico soltanto alla frequenza di 1 per momento (gener. 9 e 10), cioè uno ogni 100 msec. Nella percezione di discontinuità, singoli eventi acustici e luminosi affollano i momenti in numero percettivamente molto maggiore, poiché in 100 msec., per esempio, si possono udire come separati almeno 10 diversi impulsi sonori. E tutto ciò, si badi bene, senza che venga meno la continuità della successione, senza che gli eventi presenti nel

medesimo momento si raggruppino o si coagulino, rivelando la discontinuità dei processi sottostanti. Non vedo, fra l'altro, come le affermazioni di STROUD possano concordare con i risultati del summenzionato esperimento di MILLER e LICKLIDER, col fatto cioè che l'intelligibilità del parlato interrotto è del 100% anche per cadenze di cancellazione di 400 cps.: questo vuol dire che all'interno di ciascun momento ci sono ben 40 tratti di parlato e 40 tratti di silenzio; nel caso del parlato interrotto dal rumore, l'intelligibilità scende a zero soltanto quando in un singolo momento ci sono 10 tratti di parlato e 10 tratti di rumore.

Percezione di ordine all'interno di un singolo momento. Stando a STROUD, all'interno di ciascun momento c'è soltanto simultaneità fra gli eventi in esso contenuti, oppure — che è lo stesso — non è possibile distinguere temporalmente un evento da un altro (gener. 2). Mi sembra che questa affermazione sia insostenibile, poiché in campo acustico e tattile si possono percepire come successive due stimolazioni separate soltanto da 10 msec., e qualora siano omogenee ma qualitativamente differenziate (per esempio due suoni di differente altezza), sono sufficienti 20 msec. di separazione perché si possa dire quale delle due precede (26). Di più, come vedremo al cap. 9, l'ordine degli eventi percepiti può essere differente da quello degli stimoli prodotti, ma viene comunque sempre percepito un insieme di rapporti prima/dopo.³

Percezione di movimento. Probabilmente questo è uno dei punti che mette più seriamente in difficoltà la teoria di STROUD.

Esaminiamo dapprima il caso in cui non c'è sincronizzazione fra il processo di scansione e la successione degli stimoli. Come abbiamo visto, STROUD dice che il più piccolo intervallo per il quale si può avere ancora movimento è di 0 msec., ma che è pure zero la probabilità che i due stimoli cadano in momenti diversi (62, 197). Si sa invece che il movimento stroboscopico viene percepito frequentemente con pausa zero (47, 349), e che alle volte può essere osservato anche con pausa negativa (47, 369). Si sa altresì che il movimento stroboscopico viene percepito anche per una pausa di oltre 400 msec. (47, 339), una quantità che è 4 volte maggiore della lunghezza del momento in

³ A questo proposito, ho compiuto alcune osservazioni sulla percezione del cambiamento, sempre allo scopo di dimostrare quanto sia difficile sostenere che l'ordine degli stimoli va smarrito all'interno di un momento.

Se noi prendiamo un tratto di uniformi variazioni acustiche, per esempio fra 485 e 600 Hz circa, lungo soltanto 100 msec., e perciò della lunghezza di un 'momento', percepiamo ancora un 'glissato', polarizzato sulle due frequenze di apertura e di chiusura, come una acciaccatura. (L'oggetto stimolo si ottiene registrando su nastro un lungo tratto di variazioni continue ed uniformi di frequenza, per esempio da 200 a 2000 Hz, e ritagliando il tratto che interessa, nella lunghezza — cioè nella durata — voluta.)

Questo fatto rende ancora più incomprensibili le affermazioni di STROUD contenute nella generalizzazione 10.

assenza di sincronizzazione (62, 180). STROUD viceversa afferma che per un intervallo pari a 200 msec. non si dovrebbe avere piú movimento, essendo scesa di nuovo a zero la probabilità che i due stimoli vengano a trovarsi in due momenti successivi e contigui (62, 197).

Esaminiamo ora il caso della sincronizzazione. Rimangono intatte le difficoltà segnalate nel capoverso precedente, ma STROUD ha in certo modo aggirato l'ostacolo con l'ipotesi dell'inferenza (62, 198). Questa ipotesi può apparire convalidata dal fatto ben noto che la durata di esposizione degli stimoli ha una certa influenza sul verificarsi del movimento ottimale, nel senso che una piú lunga esposizione favorisce l'estrinsecarsi del fenomeno anche per pause piú brevi (47, 394). Nei termini dell'ipotesi di STROUD, questo significa che, estendendosi il primo stimolo in momenti diversi, è possibile un confronto fra il contenuto dell'ultimo momento occupato esclusivamente dal primo stimolo con il contenuto del momento successivo occupato da entrambi gli stimoli e con il contenuto di un terzo momento che è occupato soltanto dal secondo stimolo, giusta l'esposizione del principio che abbiamo fatto a pag. 207. Questa serie di confronti, ipotizzata da STROUD, non può evidentemente aver luogo per quei movimenti stroboscopici ottimali in cui sia la lunghezza del primo stimolo che la lunghezza della pausa, eccedono la durata del momento (29, 269).

Del resto, si può dimostrare anche empiricamente che la tesi di STROUD non regge. Una prima prova consiste nel far osservare un movimento stroboscopico di andirivieni fra due punti *a* e *b* con lo scopo di sincronizzare il periodo di scansione, e nel presentare improvvisamente un altro singolo salto stroboscopico fra due punti posti vicino o sotto ai primi, *a'* e *b'*. Orbene, si può scegliere a piacere l'istante in cui produrre questo secondo movimento senza correre il pericolo che non venga osservato — cosa che invece dovrebbe accadere, secondo STROUD, se lo spegnimento di *a'* e l'accensione di *b'* cadono entrambi in quel medesimo periodo di scansione che sta seguendo l'alternarsi del movimento fra *a* e *b*. Una seconda prova consiste nell'osservare quattro movimenti stroboscopici, disposti uno sotto l'altro, e sfasati fra loro di 25 msec., cioè di 1/4 di momento. In queste condizioni, si vedono quattro punti che abbandonano in immediata successione le posizioni tenute su un lato per raggiungere, sempre uno dopo l'altro, le posizioni sul lato opposto. Quale che sia il tipo di sincronizzazione immaginato (all'inizio del primo stimolo, alla fine del primo stimolo, all'inizio del secondo stimolo, nel corpo del primo stimolo, al centro della pausa, ecc.), una delle quattro coppie di stimoli deve ad un certo punto trovarsi nelle condizioni di cadere nel medesimo periodo di scansione, e pertanto non si dovrebbe osservare il movimento del relativo punto luminoso. La cosa non si verifica.⁴

⁴ Ho seguito le osservazioni descritte nel testo usando come sorgenti di stimolazione piccole lampadine al neon da 110/220 V, la cui accensione e il cui spegnimento venivano

Percezione di continuità. Dopo aver affermato che la caratteristica fondamentale del tempo psicologico è la discontinuità (62, 177-178), STROUD non spende nemmeno una parola per spiegare come mai si costituisca la continuità fenomenica, che è una caratteristica basilare e permanente dell'esperienza temporale. Se nelle vecchie concezioni questa posizione poteva non costituire una difficoltà, per il fatto che gli istanti — quali allora venivano concepiti — erano estremamente piccoli, ora questo non è più possibile, perché i momenti hanno dimensioni tali (1/10 di secondo) da rendere legittima la domanda: come mai non avvertiamo la discontinuità? Ascoltando un suono puro e continuo, che rimane inalterato per altezza e intensità, possiamo tendere l'orecchio quanto vogliamo, ma non riusciamo a cogliere nemmeno qualche debole segno della successione discontinua dei momenti. Il modello di tempo psicologico proposto da STROUD è inservibile, perché dopo aver dato la ragione della discontinuità non espone quella della continuità, magari offrendo qualche ipotesi sul processo di integrazione dei momenti.

La sincronizzazione. Chi legge attentamente STROUD e i suoi continuatori — dei quali ci occuperemo nei prossimi capitoli — non può fare a meno di notare la ricorrenza frequente di problemi riguardanti la sincronizzazione del processo di scansione con gli eventi fisici, per esempio con l'insorgere o con il decadere di uno stimolo o di più stimoli. In STROUD si legge che l'inizio dei momenti è determinato da *singularities* (punte caratteristiche) presenti nello stimolo (62, 179); che ci sono relazioni fra i momenti e certe *exciting frequencies* caratteristiche di certi *patterns* di stimoli (62, 197); che si può imparare ad esercitare un certo controllo sui momenti in modo da farli cominciare, ad esempio, quando si desidera (cfr. 62, 197).

A questo punto non si può fare a meno di chiedersi che differenza ci sia fra questi concetti sussidiari proposti da STROUD e i 'movimenti dell'attenzione' di WUNDT, la 'direzione dell'attenzione' cara a tanti psicofisici del secolo scorso, l'*attention claiming quality* della HAMLIN e tante altre entità di questo genere (cfr. 73, 27-29). In entrambi i casi si trattava di coprire le manchevolezze di una teoria, di mettere d'accordo certe conseguenze logicamente dedotte dalle premesse generali con l'evidenza fenomenica dei fatti. Nelle vecchie teorie del tempo psicologico, che presupponevano una serie di istanti piccolissimi e non comunicanti fra loro, i 'movimenti dell'attenzione' servivano a spiegare come mai si stabiliscano legami fra i contenuti di istanti contigui o magari non immediatamente successivi; nella teoria di STROUD, che presuppone istanti più grossi ma egualmente non comunicanti fra loro, il 'processo di sincronizzazione' serve soltanto a creare un legame fra certi eventi comandati da un interruttore multiplo a camme di buona precisione equipaggiato con micro-switches. Tutti i movimenti stroboscopici erano ottenuti con pausa fra gli stimoli eguale a zero.

fisici teoricamente importanti per la spiegazione dei fenomeni, facendoli cadere all'interno di un medesimo momento piuttosto che in due momenti diversi. Sotto questo aspetto, la teoria di STROUD sembra non far altro che riproporre idee ben note, però con un linguaggio mutuato dalla fisiologia, dalla teoria dell'informazione e dalla cibernetica.

In conclusione, la teoria di STROUD sulla microstruttura del tempo psicologico mi pare in complesso inaccettabile, perché offre un modello interpretativo che non spiega i contenuti dell'esperienza temporale — né tutti né una parte rilevante di essi. In effetti, l'ipotesi dei momenti spiega soltanto l'esistenza fenomenica dell' 'istante'.

Cionondimeno, il contributo di STROUD mi sembra importante, e per due motivi. Il primo consiste nell'aver cercato una nuova base fisiologica alla percezione del tempo, mettendo in relazione determinati processi ciclici aventi luogo nel sistema nervoso centrale con la percezione della durata minima; non bisogna dimenticare che la psicologia era ferma all'identificazione dell'istante con la sensazione elementare, o tutt'al più con la 'vibrazione nervosa elementare' di RICHTER (54). Il secondo motivo consiste nell'aver offerto della percezione temporale un modello concreto e dettagliato, sul quale poter finalmente avviare una discussione circostanziata.

Forse il principale difetto della teoria di STROUD consiste nell'aver immaginato il processo fisiologico che sta alla base dell'unità psicologica di durata come un meccanismo di scansione: questo meccanismo ha indubbiamente alcune proprietà che lo rendono adatto a sostenere la parte di correlato dell'esperienza di 'istante', ma ne ha altre che precludono la comprensione della continuità fenomenica. È fin troppo evidente che una pura serie di scansioni, in cui ogni oscillazione del sistema è rigorosamente indipendente e separata dalle altre, non si presta a rappresentare l'esperienza della continuità, in cui gli elementi costitutivi — gli istanti — non hanno più realtà fenomenica.

7. Teoria di McREYNOLDS sulla integrazione dei momenti.

Anche McREYNOLDS è giunto a formulare una teoria dei momenti, sebbene per una via un po' diversa da quella di STROUD. McREYNOLDS infatti non si interessa della natura del tempo psicologico, ma delle conseguenze che può avere l'ipotesi della discontinuità dei processi nervosi su talune funzioni transitorie (*transient functions*) che pur non essendo indefinitamente estese, hanno tuttavia un carattere di continuità: il pensiero, il ricordo, l'apprendimento, il 'flusso della coscienza', e così via (36).

McREYNOLDS è persuaso che l'ipotesi della discontinuità dei processi nervosi sia giustificata non soltanto dai copiosi risultati favorevoli ottenuti in

campo fisiologico e psicologico, ma anche da considerazioni di carattere teorico. Ammettiamo — egli dice — che i contenuti mentali abbiano fondamento nei processi nervosi, e che i cambiamenti dei contenuti mentali presuppongano dei cambiamenti nell'attività del sistema nervoso centrale. Noi possiamo concepire questi ultimi in due modi: come un susseguirsi di depolarizzazioni che interessano cellule nervose sempre differenti, o come differenze nel 'disegno' (*pattern*) di treni successivi di depolarizzazioni che interessano sempre le stesse cellule. McREYNOLDS ritiene che questa seconda alternativa fornisca un modello più efficiente per le funzioni cerebrali (37) ed identifica questi *patterns* successivi di depolarizzazioni con i 'momenti' di STROUD (36, 320). Egli è convinto che l'evidenza empirica parli in favore dell'esistenza, all'interno del sistema nervoso centrale, di un meccanismo ciclico che opera alla frequenza di circa 10 cps., direttamente collegato con la produzione di quei *patterns* di depolarizzazioni di cui si è parlato (36, 322).

La natura di questo meccanismo non deve essere interpretata — secondo McREYNOLDS — nel senso che il cervello non può assumere stimoli in quantità superiore ad 1 per ogni decimo di secondo, come McCULLOCH, PITTS e WALTER sembrano sostenere, e come afferma anche STROUD. I meccanismi cerebrali possono elaborare gli stimoli anche quando la frequenza supera di gran lunga i 10 cps., cosa che si può facilmente constatare prendendo in esame il potere di risoluzione di organi come il tatto e l'udito. McREYNOLDS dice che, ferma restando l'ipotesi del processo centrale ciclico di 10 cps., bisogna supporre l'esistenza nel cervello di aree analizzatrici le quali provvedono ad una prima elaborazione dei dati sensoriali, i quali soltanto in seguito vengono espressi sotto forma di *patterns* o di momenti (36, 321).

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, nessuna teoria sulla discontinuità dei processi che stanno alla base della percezione del tempo — o di altre funzioni transitorie che abbiano il carattere della continuità — può essere ragionevolmente accettata se non si spiega come avvenga fra i vari 'momenti' quel processo di integrazione che l'esperienza della continuità richiede. McREYNOLDS è l'unico che si sia preoccupato di esporre una teoria di questa integrazione.

Egli suppone che esista in qualche punto del cervello un 'centro', che egli denomina 'matrice dei momenti' (*moment manifold*), al quale affluiscono segnali di diverse frequenze provenienti da tutte le aree; il prodotto di tale matrice sarebbe costituito dalla sequenza dei momenti, scanditi alla ben nota frequenza di 10 cps. (36, 322).

McREYNOLDS suppone inoltre che all'interno della matrice il *pattern* di ciascun momento tenda ad influenzare il *pattern* del momento successivo, secondo la dinamica che ora esporremo. Il *pattern* di ogni momento M_n avrebbe la tendenza a persistere per un breve tratto di tempo, durante il quale la sua intensità diminuirebbe fino a scomparire. A seconda del valore di questa per-

sistenza e del ritmo con il quale si succedono i vari momenti, ogni M_n influirebbe il costituirsi del momento M_{n+1} che lo segue. Un altro postulato di McREYNOLDS è che, quanto più grande è la persistenza di M_n e quanto più alta è la frequenza di produzione dei momenti, tanto più M_{n+1} tende ad essere simile a M_n . Il valore della persistenza dei momenti e il valore della loro frequenza di produzione potrebbero essere variabili in soggetti diversi, od anche nel medesimo soggetto in condizioni diverse (36, 323-324).

In aggiunta a tutto ciò, McREYNOLDS postula anche l'esistenza di un meccanismo che permetta di rappresentare, all'interno di un dato momento M_n le relazioni esistenti fra momenti che lo precedono, per esempio fra M_{n-2} e M_{n-1} . L'esistenza di tale meccanismo sarebbe richiesta dalla necessità di evitare che la sequenza dei momenti sia concepita come un sorta di schermo sul quale appaiono i vari « pensieri », mentre « un ometto che sta nel cervello » osserva comodamente la loro successione (36, 324).

Da ultimo, i momenti avrebbero anche la tendenza ad essere 'archiviati' (*filed*) nel sistema mnemonico, donde potrebbero ancora determinare le forme assunte da momenti successivi, diventando cioè un nuovo 'input' per la matrice dei momenti. Ci sarebbe un fattore a determinare quali dati già memorizzati possono essere ancora utili: il grado di somiglianza (espresso possibilmente in termini di parametri comuni) fra l'input della matrice e le unità già archiviate (36, 324).

In conclusione, quindi, McREYNOLDS accetta l'ipotesi della discontinuità dei processi che danno origine a funzioni transitorie quali la percezione, il pensiero, ecc. Per spiegare l'apparenza di continuità di questi contenuti mentali espone una teoria sulla integrazione dei vari 'momenti', che, a mio parere, presenta un grosso punto oscuro.

Esso è costituito da quel meccanismo che dovrebbe fornire, all'interno di un dato momento M_n la rappresentazione delle relazioni esistenti fra i momenti che lo precedono, per esempio fra M_{n-2} e M_{n-1} . Esso è necessario per capire come una molteplicità di momenti nettamente separati possa essere vista come una successione continua, e questo senza ricorrere ad ulteriori processi esplicativi, cioè all'ometto che osserva la sequenza dal di fuori. Una questione importante, come si vede, ma McREYNOLDS dice che « si andrebbe incontro a difficoltà nel delineare i dettagli di tale meccanismo », e che « non intende discutere in questa sede tali complicazioni » (36, 324).

A me pare che sarebbe assai opportuno, invece, discutere subito le implicazioni di tale meccanismo, un po' per evitare di rimanere nel vago, ed un po' per vedere quali sono i limiti del modello di integrazione dei momenti proposto da McREYNOLDS. Se infatti è facile immaginare l'azione diretta di un M_{n-2} sul successivo M_{n-1} e di questo M_{n-1} sul successivo M_n , senza postulare nulla al di fuori di una certa inerzia dei patterns appena costituitisi, in modo che sul momento M_n influirebbe direttamente il pattern di M_{n-1} e indirettamente

il pattern di M_{n-2} , cioè per il tramite delle modificazioni a sua volta apportate su M_{n-1} , è difficilissimo invece immaginare come in M_n possa essere rappresentata « l'ammontare di eguaglianza (*extent of commonality*) fra M_{n-2} e M_{n-1} », oppure « le differenze in M_{n-2} e in M_{n-1} », cioè le differenze separatamente esistenti fra M_{n-2} e M_n da un lato, e quelle fra M_{n-1} e M_n dall'altro. È evidente infatti che i valori di intensità o di posizione degli elementi contenuti in M_n rappresentano soltanto se stessi, e non le operazioni che li hanno determinati; per rappresentare queste operazioni, cioè le verifiche di esistenza di eguaglianza e di differenze, è necessario un processo di secondo ordine, che vari con il variare delle intensità o delle posizioni. In altre parole, si rende necessario proprio quel processo simbolizzato dall'osservatore esterno che McREYNOLDS aveva cercato di eliminare, e quindi non è sufficiente affermare che « la molteplicità dei momenti è essa stessa il 'piccolo uomo' », e che « il modello proposto deve provvedere a qualche mezzo in virtù del quale il pensiero stesso diventa una parte del pensiero che gli succede » (36, 324).

La difficoltà diventa ancor più manifesta nella trattazione che McREYNOLDS fa del movimento apparente (stroboscopico). Egli dice: « Posto che successivi momenti rappresentino il medesimo oggetto in posizioni leggermente differenti in ciascun momento, come nei fotogrammi di un film, è sbagliato credere che la percezione fenomenica sia *ipso facto* il movimento ». (Strana affermazione, questa, dato che poche righe prima aveva affermato che la molteplicità dei momenti è il loro processo di integrazione). « Questo *non* è il caso, anche a prescindere dal fatto che la frequenza dei momenti, quale l'abbiamo postulata, è troppo bassa per fungere da supporto al movimento stroboscopico. Ciò che ne verrebbe fuori sarebbe una semplice successione di percezioni, e null'altro. Il movimento è esso stesso una percezione, e deve pertanto essere lui stesso rappresentato all'interno di un momento » (36, 324, nota).

La contraddizione mi sembra consistere in questo: da una parte si nega che il movimento apparente possa venir percepito se i due stimoli giacciono in momenti diversi; dall'altra parte si afferma che il movimento deve essere rappresentato all'interno di un momento, cosa che in linea di principio la teoria dei momenti non ammette, perché all'interno di essi c'è indistinzione temporale.

Un'altra riprova che la teoria dei momenti è costretta a postulare qualche altro processo esterno alla loro produzione, che li faccia diventare una successione coerente e continua, e non li lasci allo stadio di un mero aggregato di atomi temporali tutt'al più legati con gli atomi immediatamente precedenti e con quelli immediatamente posteriori, si ha nella trattazione che McREYNOLDS fa della percezione di somiglianza. Dopo aver detto che la somiglianza consiste nella sovrapposizione di parti comuni di momenti successivi, interpretabile come la percentuale dei parametri comuni di momenti successivi, interpretabile come McREYNOLDS afferma che la percezione di somiglianza avviene — prendiamo in considerazione la forma più semplice — secondo questo procedimento: per la

percezione del primo stimolo abbiamo il momento M_n , per quella del secondo stimolo il momento M_{n+r} e per quella della loro somiglianza il momento M_{n+2} (36, 324-325). Com'è chiaro, anche per questa 'spiegazione' valgono le riserve che abbiamo avanzato nei paragrafi precedenti a proposito della rappresentazione in momenti successivi delle relazioni intercorrenti fra i contenuti di momenti precedenti.

McREYNOLDS aggiunge poi che la percezione di somiglianza non si attua sempre in forme così semplici; per lo più accade che gli stimoli da comparare siano complessi, ed allora « la nostra attenzione scorre ripetutamente da uno stimolo all'altro, interessando così una sequenza molto complicata di momenti » (36, 325, nota). Come abbiamo già osservato a proposito del processo di sincronizzazione postulato da STROUD, non occorre certo fare appello alla fisiologia, alla biofisica e alla cibernetica per definire i 'momenti', quando poi si è costretti a ricorrere al vecchio espediente dell'attenzione, che — come accade sempre in ogni concezione elementaristica — viene impiegato per ricostruire quella continuità fenomenica che il procedimento analitico ha frantumato e reso incomprendibile.

Ciò non ostante, a McREYNOLDS si deve riconoscere il merito di aver tentato di risolvere, proponendo un concreto modello di funzionamento, le contraddizioni che sorgono allorché si deve spiegare la continuità dell'esperienza avendo a disposizione soltanto dei 'quanti' temporali indivisibili. Questo tentativo doveva essere fatto perché — lo ripeto — una teoria dei momenti che voglia essere una teoria del tempo psicologico non può fare a meno di spiegare come avvenga la loro integrazione; se rinuncia a questo obiettivo resta quello che è, una teoria dei processi fisiologici che formano il substrato dell'esperienza temporale, oppure una mera descrizione delle relazioni esistenti nel tempo fisico fra gli eventi che hanno luogo nel cervello.

Il tentativo di McREYNOLDS non è riuscito, a mio parere, perché il concetto di 'momento' da lui impiegato è inadatto alla bisogna. Io penso che simile concetto di momento, elaborato sotto la suggestione della cibernetica e delle interpretazioni dei processi nervosi in chiave di elettronica, non ha realtà psicologica: per questo non funziona. In verità, qualcosa di simile al momento di cui parlano STROUD e i suoi continuatori esiste anche sul piano psicologico: basta pensare all'istante, alla durata indivisibile. Io penso allora che l'astrazione fattane sia stata eccessivamente semplificatrice, e che nell'analisi fenomenologica siano stati trascurati dei particolari piuttosto importanti.

Non altrimenti mi spiego il fatto che — come spero sarà emerso dall'esame del contributo di McREYNOLDS — tenendo fermo il concetto di 'momento' svanisce la possibilità di spiegare il fenomeno della continuità, e che applicando certe ipotesi sussidiarie a questo scopo, il 'momento' perde quelle sue caratteristiche tanto faticosamente elaborate.

8. *La percezione di numerosità di stimoli presentati in successione.*

Come si ricorderà, STROUD aveva portato a sostegno della sua teoria della discontinuità del tempo psicologico anche certi esperimenti sulla percezione di numerosità di stimoli presentati in successione: i risultati di questi ultimi servono alla enunciazione della generalizzazione n. 9, dove si dice che gli eventi si differenziano nel tempo psicologico alla frequenza massima di 1 per 'momento'. Vediamo ora quali sono tali esperimenti.

Già nel 1937 LE GRAND (30) aveva osservato che il ritmo apparente di lampeggiamento del flicker è inferiore alla frequenza obiettiva di produzione degli stimoli, il che equivale a dire che noi vediamo meno lampi di quanti l'apparecchio ne produca. BARTLEY, che studiò a fondo il fenomeno (5, 973; 982), spiegò la cosa con il ritmo massimo al quale possono venire depolarizzate le cellule nervose della retina. Successivamente PIÉRON, esponendo in forma critica i risultati di questo tipo di esperimenti (51, 410), preferì pensare che il ritmo percepito era di natura centrale, essendo quello di « reazioni percettive che si sincronizzano con talune delle stimolazioni intermittenti ».

In seguito il problema è stato approfondito da TAUBMAN (66), da CHEATHAM e WHITE (15), da WHITE, CHEATHAM e ARMINGTON (83), da PAGE (48), da FORSYTH e CHAPANIS (19), da WHITE e CHEATHAM (82) ed infine da WHITE (80; 81). In questi autori il problema si è trasformato in un'indagine sulla percezione di numerosità per brevi sequenze di stimoli luminosi. In genere la situazione stimolo era costituita da una serie di lampi intermittenti ottenuti con un fotostimolatore elettronico, in numero variabile da 1 a 20, e presentati a frequenze comprese fra i 10 e i 30 cps. I risultati possono essere riassunti come segue: il numero dei lampi percepiti non dipende dalla quantità di stimoli prodotti nell'unità di tempo fisico (cioè dalla loro frequenza), ma dalla quantità di tempo occupata dalla sequenza nel suo insieme. Per un valore di quest'ultima minore di 250-300 msec., il numero dei lampi percepiti è di 12-13 al minuto secondo; per le quantità di tempo aggiunte ai predetti 250-300 msec., il numero di lampi percepiti cresce al tasso di 6-7 al minuto secondo. In altre parole, c'è un punto di transizione intorno al quale il massimo numero di lampi percepibili passa da 12-13 a 6-7 al minuto secondo. Durante il periodo iniziale la numerosità dipende anche dal punto della retina in cui vanno a cadere le stimolazioni e da altre condizioni di minore importanza (intensità dello stimolo, sua lunghezza d'onda).

La percezione di numerosità è stata studiata anche in campo acustico da TAUBMAN (65), da GARNER (21), e da CHEATHAM e WHITE (16). La situazione stimolo era in genere costituita da una serie di brevi suoni o rumori intermittenti, in numero variabile da 1 a 20, e presentati a frequenze comprese

fra i 10 e i 30 cps. È risultato — in stretta analogia a quanto si era verificato in campo visivo — che il numero di suoni o di rumori percepiti nell'unità di tempo non dipende dalla frequenza di presentazione degli stimoli. Nell'unità di tempo il loro numero è press'a poco costante, ed ammonta a circa 10 suoni o rumori al minuto secondo.

Analoghe ricerche sono state compiute in campo tattile da WHITE e CHEATHAM (82). La situazione stimolo era costituita da una serie di brevi vibrazioni intermittenti, applicate all'unghia del pollice del soggetto. Le sequenze comprendevano da 1 a 10 stimoli, che venivano prodotti a frequenze comprese fra i 10 e i 30 cps. Anche qui si sono avuti risultati analoghi ai precedenti: la successione percepita è sempre meno numerosa della sequenza obiettiva, e il numero delle vibrazioni avvertite è press'a poco costante nell'unità di tempo: 12 al minuto secondo.

Quasi tutti gli autori che abbiamo citato fanno rilevare che la limitazione nel numero degli stimoli percepiti non può essere dovuta a fattori di natura periferica, in quanto il potere di risoluzione degli organi del tatto e dell'udito è altissima: pare che il nervo acustico risponda ad impulsi singoli fino ad una frequenza di 2,000-3,000 cps., e che i centri nervosi immediatamente superiori rispondano ad una frequenza di 1,000 cps. (16, 428). Da studi recentemente compiuti da RIGGS risulta inoltre che il potere di risoluzione della vista è molto più alto di quanto non si sia finora pensato: sembra che la retina possa rispondere in modo differenziato a stimoli intermittenti fino ad una frequenza di 125 cps. (81, 8).

Quegli autori concludono quindi che c'è un solo mezzo per spiegare questi risultati sperimentali, ed è di supporre che la limitazione della numerosità percepita abbia origine in qualche processo centrale di natura ciclica. Detto altrimenti, ad ogni oscillazione del sistema corrisponderebbe la possibilità di percepire un solo evento (lampo, suono, o vibrazione), e il massimo numero di eventi percepibili nell'unità di tempo sarebbe condizionato dalla massima frequenza con la quale può oscillare il sistema.

Ovviamente, la 'centralità' del sistema può sembrare discutibile per il fatto che nei tre campi sensoriali studiati l'indice di numerosità è risultato piuttosto diverso: come abbiamo visto, esso sarebbe di 6-7 (o 12-13) per la vista, di 10 per l'udito e di 12 per il tatto (parliamo sempre di eventi percepibili al minuto secondo). Per questo motivo la WHITE, che ha un po' raccolto le fila dell'indagine sperimentale in questo campo, ha ripreso in esame i risultati dei singoli esperimenti ed ha trovato che le differenze fra i vari indici di numerosità si attenuano notevolmente se nel confrontare il numero degli eventi percepiti con il numero degli stimoli prodotti, si prende la moda e non la media delle risposte dei soggetti (81, 24-25). Come conseguenza di questa operazione si ha che l'indice di numerosità è uguale per tutt'e tre i campi sensoriali, ed ha il seguente andamento: 12-13 al secondo dall'inizio

della stimolazione fino a 300 msec. circa; 6-7 al secondo da 300 msec. in avanti.

In conclusione, la WHITE pensa di aver salvato in questo modo la 'centralità' del meccanismo che condiziona la percezione di numerosità. Soltanto che ora i processi cerebrali chiamati in causa sono due: uno che entra in funzione all'inizio della stimolazione e cessa intorno al punto critico segnato dai 300 msec., un altro che entra in funzione dopo il raggiungimento del punto critico (81, 35-36).

Tanto la WHITE quanto LICHTENSTEIN pensano che l'analisi dell'attività elettrica del cervello fornisca dei risultati che avallano l'ipotesi dell'esistenza di questi processi, e a quell'analisi fanno continuamente riferimento. In particolare la WHITE si riferisce ai contributi di SHERRINGTON (57), di BARTLEY (4), di CHANG (14), di SIEBERT & COMMUNICATIONS BIOPHYSICS GROUP (58) e di WALTER (76). Inoltre essi sono dell'opinione che quei processi siano direttamente collegati con la percezione del tempo e che la loro esistenza fornisca un valido punto d'appoggio alla teoria di STROUD sulla discontinuità del tempo psicologico.

La percezione della numerosità in campo visivo presenta un altro singolare aspetto, molto importante agli effetti della nostra discussione.

Come abbiamo visto poco fa, il numero dei lampi percepiti in una determinata sequenza di stimoli non dipende dal punto della retina in cui gli stimoli vanno a cadere, e questo vale dopo che il punto critico intorno ai 300 msec. è stato superato. A prima vista, questo significa che il ritmo di apparizione dei lampi è costante, in quanto ogni unità di tempo ne contiene un egual numero (6-7 al minuto secondo).

È noto viceversa, fin dai tempi delle prime osservazioni di LE GRAND (30; 81, 7), che il ritmo apparente del flickering — per una quantità costante di stimoli al secondo — diminuisce man mano che gli stimoli vengono indirizzati dalla fovea verso la periferia della retina.

Ci troviamo di fronte, quindi, a ciò che LICHTENSTEIN, WHITE, SIEGFRIED e HARTER chiamano *count rate paradox* (35). Esso consiste nel fatto che noi possiamo osservare direttamente una diminuzione nella *frequenza* con cui appaiono i lampi, mentre se li *contiamo* riscontriamo che il loro numero nell'unità di tempo non è affatto diminuito. Dividendo cioè il tempo della presentazione per il numero di lampi osservati, riscontriamo che il loro ritmo non è affatto rallentato.

Come risolvono LICHTENSTEIN ET AL. questo paradosso? Dopo aver premesso che il ritmo apparente del flickering deve essere considerato come un rapporto che lega il *numero dei lampi percepiti* con il *tempo percepito* — e non con il tempo fisico (errore che si fa dividendo il tempo totale della presentazione per il numero dei lampi percepiti) — essi affermano che il solo modo

di uscire dal paradosso consiste nel supporre che il tempo fenomenico subisca un rallentamento allorché vengono interessate zone via via più periferiche della retina.

LICHTENSTEIN ET AL. hanno anche tentato di misurare questo rallentamento, e lo hanno fatto con il seguente metodo. Hanno presentato ai soggetti un treno di stimoli visivi (25 lampi al secondo, per un totale di 1.1 secondi) ed in immediata successione hanno invitato i soggetti stessi ad aggiustare la velocità di un treno di stimoli acustici (dei 'clicks', per 5 secondi in tutto) fino a che la velocità di questi eguagliava fenomenicamente la velocità dei primi. Con questo metodo, la cui scelta era stata dettata da opportune considerazioni (35, 525-526), si è scoperto che una sequenza di lampi prodotti a 25 cps. ha una frequenza fenomenica di 10.6 cps. nella fovea e di 3.6 cps. a 70°; questo mentre il numero dei lampi percepiti è sceso soltanto da 6 a 5. Fatti i debiti calcoli, risulterebbe che alla periferia della retina il tempo fenomenico fluisce ad una velocità circa 3 volte minore che nella fovea.

Naturalmente LICHTENSTEIN ET AL. si preoccupano di vedere come questi risultati possano accordarsi con il concetto di 'processo centrale simile a scansione' da loro più volte sostenuto ad interpretazione dei fenomeni elementari della percezione temporale. La loro conclusione è che la spiegazione del fenomeno richiede la presenza simultanea di almeno due processi di scansione: il primo avrebbe una frequenza di circa 6 cps., interesserebbe l'intera retina, e servirebbe al conteggio degli eventi discreti; il secondo coprirebbe un'intera banda di frequenze (*range of rates*) varianti in funzione del punto della retina stimolato, e servirebbe alla valutazione del tempo intercorrente fra gli eventi discreti (35, 534).

Vediamo ora quale contributo diano gli studi che abbiamo esaminato alla nostra indagine sulla microstruttura del tempo psicologico.

Uno dei presupposti delle ricerche sulla percezione di numerosità è che ci sia un limite alla frequenza percepibile della stimolazione (cioè alla ripetizione degli stimoli, affinché vengano percepiti come separati), e che tale limite sia indicativo della cosiddetta 'acuità temporale' (81, 5). In questo presupposto non c'è nulla di nuovo, in quanto ci troviamo praticamente sulle posizioni che furono di EXNER (18); quello che dobbiamo chiederci è se le ricerche sulla percezione di numerosità siano adatte a tale scopo.

Cominciamo con l'osservare che il termine 'numerosità' non è sufficientemente definito. Se esso significa semplicemente 'discontinuità', 'pluralità', non possiamo accettare la cifra di 12-13, che starebbe ad indicare il massimo numero di eventi percepibili in successione distinta. Si sa benissimo che la soglia di intermittenza è un'altra: a prescindere da ciò che può succedere negli organi di senso, l'intermittenza di un rumore bianco viene percepita anche a 1,000 cps. (41), quella delle vibrazioni pure a 1,000 cps. (51, 68), e quella

di lampi di luce a 60 cps. (45). Secondo PIÉRON la soglia di discontinuità vera e propria è di un altro ordine, ma siamo sempre al livello di 100 cps. per l'udito e per il tatto, e soltanto per la vista a quello di 10 cps. (51, 396-397). Come si vede, siamo ancora molto discosti da quei 12-13 o 6-7 cps. che, secondo la WHITE, in ogni campo sensoriale rappresenterebbero « la massima frequenza alla quale possono essere aggiunte unità percettive » (81, 35).

C'è inoltre da chiedersi che cosa siano queste 'unità percettive'. A modo loro, i minutissimi scoppi di rumore bianco che vengono differenziandosi in una rapida successione sono unità percettive, ed allora vale quanto abbiamo detto al capoverso precedente, cioè che la massima frequenza alla quale possono essere ancora percepite è molto differente da quella stabilita dai ricercatori di cui ci stiamo occupando. D'altra parte la definizione di unità percettiva può essere applicata a tutta una serie di eventi complessi — l'effetto tunnel, per esempio — la cui durata è ben superiore a 77 o a 167 msec., sia in campo visivo (12) che in campo acustico (74).

Ammettiamo ora che il termine 'numerosità' significhi 'numerabilità', cosa che appare legittima, dato che fin dai primi studi di CHEATHAM e WHITE (15, 16, 83) appaiono nei titoli locuzioni come « perceived number » e « auditory perception of number ». Se è così, non si vede per quale ragione un'indagine sulla possibilità di *contare* degli eventi in successione debba essere considerata come una ricerca sulla possibilità di *percepire* i medesimi, un'indagine sulla « temporal numerosity ».

Mi sembra infatti che altro sia la possibilità di percepire, ed altro la possibilità di contare degli eventi in successione. Come abbiamo visto, una 'rafica' di stimoli acustici contiene degli elementi che io posso vivere come distinti pur essendo separati da soli 10 msec., e questo anche se non li posso contare. È difficile eliminare il dubbio che i processi sottostanti al 'contare' si muovano, per così dire, ad una velocità inferiore a quella dei processi sottostanti al puro e semplice 'percepire in successione'. Una cosa mi sembra certa, ed è che si tratta di due cose manifestamente differenti; io penso che in ogni caso, studiando la percezione del tempo, si debba dare maggiore peso a ciò che si percepisce sotto l'aspetto temporale, e non a ciò che si riesce a contare.

La posizione assunta dai nostri autori sottintende — è naturale — una scelta metodologica, secondo la quale si può presumere che un soggetto abbia percepito soltanto ciò che riesce ad enumerare, ad esprimere quantitativamente. Questa posizione può essere senz'altro valida, specialmente se il numero degli stimoli presentati è sufficientemente piccolo: ad un certo punto, per sapere se un soggetto ha visto 2 macchie di colore, è necessario chiedergli *quante* ne ha viste. Ma se io presento un gruppo di 30 macchie, non posso affermare che il soggetto, il quale dice che ce ne sono 20, non ha visto le altre 10; come

non posso affermare che il soggetto, il quale dice che ce ne sono 50, ne ha viste 20 di piú.⁵

Io penso che nello studiare un determinato aspetto dell'organizzazione percettiva, ci si debba attenere al principio di sollecitare dai soggetti dei giudizi differenziali che riguardano quel determinato aspetto. È questa l'unica garanzia che i risultati ottenuti si riferiscano proprio all'aspetto che intendiamo studiare. Nel caso della percezione temporale, si ottempera a tale principio ponendo al soggetto dei quesiti in termini di simultaneità, di successione, di rapporti prima/dopo, ecc., e non ponendo dei quesiti che riguardano la numerazione degli oggetti percepiti.

Un altro difetto della posizione che stiamo esaminando è questo: appena ci si imbatte in un fenomeno sul tipo del *count rate paradox*, si è costretti ad ammettere delle cose difficilmente credibili, come quella che il tempo fenomenico scorra piú lentamente alla periferia della retina, oppure si è costretti a scindere il processo di conteggio degli eventi dal processo di percezione del tempo (35, 534). Il passivo di questa seconda alternativa — qualora si sostenga l'esistenza di fenomeni bioelettrici di natura ciclica, in tutto simili a meccanismi di scansione — è costituito evidentemente dalla facile proliferazione di consimili processi.

In conclusione, mi pare di poter affermare che gli studi sulla percezione di numerosità non sono direttamente utilizzabili in una indagine sulla percezione del tempo. Non sono i loro risultati ad essere messi in discussione, e credo che non sia nemmeno il caso di sottilizzare troppo sulla asserita corrispondenza fra gli indici di numerosità e certi fenomeni ciclici relativi ai potenziali cerebrali. Quello che non mi sembra facilmente dimostrabile è l'identificazione di tali processi con la matrice della percezione temporale.

Mi sembra che questa posizione abbia i difetti delle antiche soluzioni elementaristiche della percezione temporale senza averne i pregi. In quelle, l'unità era costituita dalla durata della sensazione elementare, o dal piú piccolo spazio di tempo vuoto percettibile fra due stimoli: non si spiegavano fenomeni come la dislocazione temporale (vedi al prossimo capitolo), ma si rendeva concepibile la percezione di sequenze di stimoli separati da quel brevissimo intervallo; un altro difetto era quello che l'unità di tempo aveva valori differenti a seconda dei sistemi sensoriali interessati. In queste, l'unità è diventata piú grande, e i problemi sono restati: non si spiega la dislocazione temporale, non si spiega la percezione di sequenze rapidissime, a piú di 10 cps., non si spiega la percezione del parlato interrotto, una volta che l'alternanza sia spinta anche a 400 cps. (40); è restato inoltre il difetto — nonostante i tentativi di eliminarlo — che l'unità psicologica di durata ha valori diversi a

⁵ Per un chiarimento di questa obiezione, si veda la distinzione operata da MUSATTI fra significato e senso della numerazione, in *Analisi del concetto di realtà empirica*, §59 (sta in: *Condizioni dell'esperienza e fondazioni della Psicologia*, Firenze 1964).

seconda degli stimoli impiegati, a seconda delle condizioni di stimolazione, e addirittura a seconda del punto stimolato in taluni recettori come la retina. Per questi autori poi, come per chiunque altro sostenga che la percezione temporale è dovuta all'esistenza di un processo base di natura ciclica, resta il grossissimo problema dell'integrazione delle unità elementari nel continuo fenomenico attualmente vissuto.

Malgrado queste evidentissime limitazioni, ritengo che i contributi or ora esaminati abbiano una certa importanza nello studio della microstruttura del tempo psicologico. Infatti mi sembra che non si possa negare a priori un qualche nesso fra i ritmi intrinseci dell'attività cerebrale ed il modo con il quale vengono organizzati o trasformati i rapporti temporali di stimoli presentati in successione. Da questo punto di vista, può darsi che gli studi sulla percezione della numerosità offrano un appoggio per chi voglia indagare sulle condizioni cronologiche della enucleazione di eventi discreti da un materiale continuo. Tanto per limitarci al campo acustico, può darsi che l'indice di numerosità aiuti a capire come si passa dalla percezione di 'raffiche' — in cui i singoli colpi non si costituiscono come individui sonori indipendenti, ma contribuiscono al particolare carattere qualitativo della sensazione sonora — alla percezione di colpi vissuti in successione come elementi singoli, e perciò in certa misura anche numerabili.

9. La localizzazione temporale.

La localizzazione temporale di stimoli prodotti contemporaneamente o in stretta successione costituisce spesso un problema, in quanto accade che l'ordine degli eventi percepiti non corrisponda all'ordine in cui si succedono, nel tempo fisico, i relativi stimoli. A questo fenomeno si dà il nome di *dislocazione temporale*, quando si vuol mettere l'accento sul fatto che la posizione tenuta da un evento nel continuo fenomenico si rivela errata, se messa a confronto con la posizione tenuta dal relativo stimolo nel tempo fisico.

Il problema della localizzazione temporale di brevissimi stimoli costituisce uno dei più antichi argomenti di indagine della psicologia sperimentale. Fin dagli inizi del XIX secolo era infatti noto agli astronomi che è assai difficile stabilire con sicurezza le relazioni di simultaneità, precedenza o successione, fra segnali luminosi e segnali acustici. Con MACH, WUNDT e EXNER cominciò quindi un copioso ed estenuante lavoro di ricerca, inteso a stabilire le leggi — ma soprattutto ad immaginare le cause — della localizzazione degli stimoli nel continuo temporale fenomenico; questo lavoro continua tuttora. Ho già dato altrove (73) un resoconto dettagliato intorno a tale questione; in questa sede mi limiterò ad esporne i punti salienti, ad indicare le fonti dei principali contributi, e ad aggiungere qualche fatto nuovo.

prima e quelli che vengono dopo. Per esempio, data una sequenza di stimoli *a-b-c*, il posto occupato nella successione fenomenica dall'evento *B* correlato dello stimolo *b*, dipende non soltanto dai rapporti intercorrenti fra *B* ed *A*, ma anche da quelli esistenti fra *B* e *C*, ed anche fra *A* e *C*. Dati tre suoni puri di 1,760, 65.4 e 1,568 Hz., lunghi 80 msec. ciascuno, e succedentisi senza pause, noi udiamo *prima* una doppietta di suoni alti, *poi* un suono basso. Ciò è dovuto evidentemente ai diversi rapporti di vicinanza tonale esistenti fra il suono basso e ciascuno dei due suoni alti, per cui l'altezza dell'ultimo elemento della successione è determinante nella dislocazione temporale del penultimo elemento (73, 62).

Stando così le cose, non fa meraviglia che i sostenitori dell'ipotesi dei 'momenti' di tempo psicologico si siano appropriati della casistica riguardante la percezione di simultaneità per stimoli obiettivamente in successione, allo scopo di dimostrare la loro tesi. Il loro punto di vista, che sul piano teorico è stato espresso da STROUD, è il seguente: se a volte capita che stimoli separati nel tempo fisico diano luogo ad eventi simultanei, ciò è dovuto al fatto che entrambi — non si sa bene se si tratti degli stimoli o degli eventi — sono caduti all'interno del medesimo momento, e perciò è impossibile differenziarli sul piano del tempo fenomenico (62, 181).

Su questa linea si trova una ricerca di HIRSH e SHERRICK (26), nella quale viene studiata l'accuratezza con cui viene percepito l'ordine di successione di stimoli visivi, di stimoli acustici, e di stimoli in parte visivi ed in parte acustici. Impiegando due soli stimoli, essi riscontrarono che mentre la soglia della successione è differente a seconda del campo sensoriale interessato (più bassa per l'udito e più alta per la vista), la soglia della percezione di di ordine nella successione — la soglia cioè di una esatta attribuzione del posto tenuto nella successione da stimoli percettivamente differenti — è press'a poco eguale per entrambi i campi sensoriali, ed anche per sequenze di stimoli eterogenei. Tanto per avere un'idea dei valori di queste soglie, si sappia che quella della successione, misurata da EXNER in campo acustico, è di 2 msec. (18), mentre quella di ordine nella successione, misurata nella ricerca di HIRSH e SHERRICK, e valida per qualunque sequenza di 2 stimoli, omogenei o eterogenei, è di 20 msec. circa.

HIRSH e SHERRICK hanno interpretato questo ultimo risultato come un'indicazione che « esiste qualche sorta di sistema organizzatore temporale che è indipendente sia dai meccanismi centrali che da quelli sensoriali » (26, 431).

In un lavoro che abbiamo già citato fra i contributi dell'analisi dell'attività elettrica del cervello, MURPHREE (46) ha studiato la percezione di simultaneità e di successione con il seguente metodo. Egli presentava in successione continua, ma a ritmi variabili, quattro forme molto semplici (un esa-

gono, un cerchio, un mezzo cerchio ed un ovale) e annotava la frequenza di esposizione per la quale i suoi soggetti dicevano di riconoscere tutt'e quattro le forme. In un'altra serie di esperimenti esponeva in successione le parti di una forma composita, e annotava la frequenza di esposizione per la quale i soggetti dicevano di vedere una configurazione simultanea. Con questo sistema trovò che l'ampiezza del periodo di simultaneità è pari a 95 msec. circa.

MURPHREE è dell'opinione che la percezione delle forme può benissimo essere mediata da processi neurologici simili a quello di scansione, e parla di questo ritmo di scansione come di un fattore quantico (*quantum factor*, cfr. 46, 60).

LICHTENSTEIN (32) ha ripetuto l'esperimento di MURPHREE in condizioni migliori, con una sola forma piú semplice (quattro punti luminosi disposti a losanga) e con una significativa innovazione: ha disposto le cose in modo che l'accensione avvenisse ad intervalli irregolari. Annotando la velocità di presentazione per la quale i soggetti dicevano di vedere i quattro punti contemporaneamente, ha trovato che si ha percezione di simultaneità anche quando l'intero ciclo di presentazione dei quattro stimoli ha un'ampiezza di 125 msec. L'irregolarità nei tempi di accensione non ha alcuna influenza su questo valore.

LICHTENSTEIN pensa che i risultati dell'esperimento « concordano in modo meraviglioso » con l'ipotesi dei 'momenti' di STROUD e con la teoria generale dei processi di scansione (32, 58).

È mio parere che questi esperimenti sulla percezione della simultaneità non dimostrino per nulla l'ipotesi dei 'momenti', almeno nel significato dato a questo termine da STROUD e dai suoi continuatori. La ragione è molto semplice: è vero che stimolazioni separate nel tempo fisico danno luogo ad eventi simultanei nel tempo psicologico, ma è vero anche il contrario, cioè che eventi contemporanei nel tempo fisico danno luogo ad una successione di eventi nel tempo psicologico (cfr. 3). Nel primo caso l'ipotesi di STROUD è verificata, in quanto — per dirla con il suo linguaggio — viene perduto ogni contenuto informativo circa la datazione degli eventi all'interno del processo di scansione. Nel secondo caso, invece, l'evento percepito possiede un certo contenuto informativo circa il tempo, che *non* è contenuto nella situazione stimolo.

L'ipotesi di STROUD diventa poi insostenibile quando si tratta di spiegare gli innumerevoli casi — dei quali abbiamo dato altrove (73) ampia documentazione — in cui un certo tipo di rapporto temporale presente nella situazione stimolo (per esempio: *a prima-di b*) viene capovolto nella successione percepita (*B prima-di A*). Ci sono poi tutti i casi studiati da RUBIN (55) e da me (73) in cui una successione di tre stimoli acustici: *a-b-c* viene percepita come *B-A-C* oppure come *A-C-B*. È difficile vedere come il semplice processo di scansione

postulato da STROUD per la generazione dei momenti, possa rendere conto di questi risultati.

Per spiegare questi fenomeni sarebbe necessario ammettere l'esistenza di un ulteriore processo di scansione — di ordine inferiore — all'interno di ciascun momento, il quale registri la posizione temporale degli eventi in esso contenuti, specialmente se le dimensioni di questi ultimi sono tali da contenerne più d'uno in quei 100 msec. che rappresentano il valore medio della durata fisica del momento. Oppure, se si ammette che gli eventi riempiano completamente i momenti (questo può andar bene per le dislocazioni di stimoli di notevoli dimensioni; cfr. 73, 73 segg.), bisogna supporre l'esistenza di un ulteriore processo di scansione di ordine superiore che ordini i momenti nel modo in cui vengono effettivamente percepiti gli eventi in essi contenuti. Abbiamo già visto nei capitoli dedicati a STROUD e a McREYNOLDS quali contraddizioni queste ipotesi sussidiarie comportino, e quali difficoltà: la ingiustificata moltiplicazione dei meccanismi cerebrali, il ricorso ad un concetto vago come la 'direzione dell'attenzione', ecc.

A me sembra che all'origine delle difficoltà incontrate dalla teoria dei momenti, quale l'abbiamo esposta, ci sia la dimenticanza di un fatto molto importante, che non era sfuggito all'acume fenomenologico di RUBIN. Si tratta di questo: quando avviene un errore nella localizzazione temporale — sia che si percepisca come simultanei due stimoli separati nel tempo fisico, sia che si percepisca due eventi nell'ordine inverso al quale i relativi stimoli erano stati prodotti — non ci troviamo di fronte alla completa sparizione della dimensione temporale del fenomeno (salvo nei casi di marcata eterogeneità degli stimoli; cfr. 20, 108-109), ma semplicemente alla sostituzione di un certo rapporto temporale con un altro. L'ordine percepito è fenomenologicamente vero ed attuale, quale che sia la corrispondenza con l'ordine degli stimoli.

In altre parole, mi sembra che nell'adattare all'ipotesi dei momenti i risultati degli esperimenti sulla percezione di simultaneità e di ordine, STROUD e i suoi continuatori siano incorsi nell'errore di ritenere che, poiché il vero ordine degli stimoli non viene riconosciuto, ogni ordine temporale è andato perduto. Un esempio di questo atteggiamento si ha in HIRSH e SHERRICK, quando vien detto che è necessaria una separazione di almeno 20 msec. fra gli stimoli acustici affinché il 75% dei soggetti arrivi a riconoscere correttamente la successione (26, 431). Qui non si fa questione né di corrispondenza né di percentuali: anche quando il soggetto commette un errore, sente pur sempre qualcosa, e la sente in un certo ordine. Noi dobbiamo certamente indagare quali siano le condizioni di stimolazione — ivi inclusi i minimi intervalli di tempo fra gli stimoli — in cui gli errori si verificano, ma non dobbiamo dimenticare che l'oggetto dell'indagine è la percezione temporale, non la capacità discriminativa di questo o di quel meccanismo fisiologico, sia esso periferico o centrale.

Analogamente, nello studio delle illusioni ottico-geometriche non ha una grande rievranza il fatto che si veda il 'falso', ma *come* lo si vede.

Vorrei a questo punto mettere in luce un aspetto della nostra rassegna critica, ed è il guadagno di chiarezza ottenuto nella trattazione dei vari problemi man mano che ci si avvicina al merito della questione. Finché le proprietà del tempo psicologico venivano inferite da aspetti del mondo percettivo e comportamentale che non erano collegati con i contenuti dell'esperienza temporale, o lo erano soltanto indirettamente (percezione di numerosità, accuratezza nel battere il tempo, tempi di reazione, ecc.), ci siamo sempre imbattuti in concettualizzazioni ed ipotesi che si dimostravano prima o poi inaccettabili. Ora che siamo venuti a parlare di episodi concreti di quella esperienza temporale — cioè di rapporti di simultaneità, di successione, di ordine — possiamo finalmente dire qualche cosa in merito alla microstruttura del tempo psicologico.

Mi sembra che l'esame generale di tutto il materiale che abbiamo esposto giustifichi ameno due conclusioni.

La prima è questa: la percezione dei rapporti temporali fra gli elementi di brevi successioni di due o tre eventi presenta in certi casi una tale indipendenza dalla sequenza dei relativi stimoli collocati nel tempo fisico, che questo specifico fattore di localizzazione non può più essere considerato né l'unico né il più importante. Altrove (73) ho suggerito l'ipotesi, già avanzata da BENUSSI, che rivestano maggiore importanza fattori di campo inerenti alla struttura della successione, per cui l'ordine percepito sarebbe il risultato dell'interazione di tali fattori, dei quali cito due fra i più importanti: il rilievo fenomenico e la somiglianza. Il rilievo fenomenico agirebbe nel senso di far percepire per primo quell'elemento che ne è dotato: per esempio, i suoni alti tendono a precedere i suoni bassi; la somiglianza agirebbe nel senso di far apparire come immediatamente successivi gli elementi che si somigliano, espellendo l'elemento estraneo all'inizio o alla fine della successione (73, 81).

Affinché queste ristrutturazioni delle successioni abbiano luogo, è però necessario che i processi relativi a stimoli che non sono fisicamente contemporanei, siano rappresentati simultaneamente ed *attualmente* nel campo: poiché le forze presenti in esso devono misurarsi con forze reali, e non con i simulacri o con le tracce mnestiche di esse (72, 184). Questo equivale a dire che esistono tratti di tempo fisico in cui i processi relativi agli stimoli restano in qualche modo disponibili, e che all'interno di essi avvengono quelle interazioni di cui la successione percepita rappresenta il prodotto finale.

Ovviamente noi potremmo chiamare questi ambiti di tempo fisico 'momenti', ed anch'io ho accettato nei miei primi lavori (73; 72) questa soluzione, dando credito all'ipotesi della discontinuità del tempo psicologico e lasciando intendere che ritenevo possibile un 'elenco' dei momenti. La discussione che ora abbiamo fatto mi ha reso però più prudente, perché tutte le prove sperimentali

tali che sono state finora esibite a valido sostegno dell'esistenza di questi momenti riguardano successioni brevissime, che contengono un numero molto limitato di eventi, al massimo tre. In altre parole, può sorgere il legittimo dubbio che soltanto queste brevissime successioni presentino il fenomeno della ristrutturazione delle relazioni temporali, e non quelle più lunghe; detto ancora altrimenti, può darsi che esista il momento, e che viceversa non esistano i momenti. Il *momento* avrebbe la stessa realtà del *campo* psicologico, e come non si può affermare che 'esistano' tanti campi cronologicamente distinti, così non si potrebbe affermare che esiste una pluralità di momenti. Non si potrebbe perciò dire che il tempo psicologico è discontinuo, poiché 'esiste' nel tempo psicologico soltanto il 'momento' di cui si parla.

La seconda conclusione è questa: con un po' di buona volontà, e superando le considerazioni fatte al punto precedente, si può anche immaginare l'esistenza di una pluralità di momenti di cui per ora avremmo isolato soltanto dei singoli campioni, ma un'ipotesi di questo genere andrebbe forse troppo oltre i fatti accertati e sarebbe sempre condizionata da una comprova sperimentale che può anche non giungere. È sicuro però che questa ipotesi non può assumere la forma che le hanno dato STROUD e i suoi continuatori, nei termini cioè di una molteplicità di processi cerebrali simili ad un meccanismo di scansione. Interpretando in questo modo la microstruttura del tempo psicologico, non vengono spiegati né i fenomeni di dislocazione né il fatto che ci sia ancora percezione di ordine temporale (anche se 'errata') all'interno di ciascun momento.

10. Considerazioni conclusive.

Nel compilare la presente rassegna critica sul problema della microstruttura del tempo psicologico, mi sono limitato a riferire unicamente intorno a quegli studi che per esplicita ammissione dei loro autori sono messi in relazione con tale problema. Esistono tuttavia altri importanti campi di ricerche che potrebbero fornire ulteriori argomenti per questa discussione. Li ho esclusi deliberatamente da questa esposizione per raggiungere quel minimo di chiarezza che si ottiene frazionando il materiale di indagine; non bisogna dimenticare però che da essi può scaturire un contributo forse decisivo per l'intelligenza del nostro problema. Si tratta di:

- a) *il presente psichico*, altrimenti detto presente 'percepito' o 'psicologico'. Si differenzia dall'"istante" o dalla unità psicologica di durata soprattutto per le sue dimensioni, che si aggirano intorno ad 1 minuto secondo ed anche più. Esso comprende tutti quegli eventi fra i quali viene vissuto, più che un rapporto di simultaneità, un legame temporale di appartenenza ad un evento

- di ordine piú complesso. Durante l'ascolto di un brano musicale, per esempio, può essere presente alla coscienza anche una frase piuttosto lunga, che deve il suo significato ad un non piccolo numero di note precedenti, ed il cui senso si completa soltanto dopo che è stato udito anche un certo numero di note successive ad essa. (A questo proposito vedi 20, 67 segg.)
- b) *la memoria immediata*. È questo un concetto chiamato a chiarire numerosi fatti, quali per esempio il tener presente i risultati parziali di un'operazione aritmetica complessa, l'acquisto di un particolare significato da parte di una parola a seconda del contesto profferito un istante prima o un istante dopo, ecc. È stato proposto anche qualche modello per il funzionamento di questa 'memoria', per esempio nei termini di 'circuiti neuronici riverberanti', sorta di percorsi chiusi entro i quali i processi relativi agli stimoli circolerebbero per 1 secondo circa, in attesa di essere elaborati in maniera appropriata. (A questo proposito vedi 20, 89 segg.)
- c) *l'orologio interno*. Con questo termine viene designato un meccanismo che si suppone esistere all'interno dell'organismo, il quale scandirebbe ad un certo ritmo (variabile a seconda delle condizioni di salute e dello stato momentaneo del soggetto) il fluire del tempo psicologico, presiedendo, per così dire, alla produzione delle unità psicologiche di durata. Sono già stati studiati dei modelli anche per questo meccanismo. (A questo proposito vedi 20, 42 segg.; 81; 71.)
- d) *l'intervallo di indifferenza*. Nelle ricerche che abbiamo esaminato, il tempo di 100 msec. è risultato essere una quantità caratteristica, sulla quale appunto si è speculato per definire l'unità psicologica di durata. Esistono però altri tempi caratteristici, il piú noto dei quali ammonta a 700 msec. circa, che sono parimenti messi in relazione con qualche supposto ritmo spontaneo del sistema nervoso centrale. L'intervallo di indifferenza corrisponderebbe a quel tratto di tempo percepito che viene giudicato né troppo lungo né troppo corto, e per il quale la sopravvalutazione e la sottovalutazione raggiungono il minimo. (A questo proposito vedi 20, 118 segg.)
- e) *le strutture temporali*. Sotto questo nome vanno certi eventi percettivi complessi, caratterizzati dal fatto che la loro struttura si dissolve con l'alterazione dei rapporti temporali che legano alcuni loro stadi critici; tutto accade come se la realizzazione di un evento di questo tipo dipendesse da un'interazione di tutti gli elementi in cui l'evento può essere scomposto, ed è evidente che tale interazione può aver luogo soltanto se i processi relativi agli stimoli sono in qualche modo compresenti in un medesimo 'momento'. Il movimento stroboscopico, l'effetto tunnel, l'effetto lancio (nella percezione della causalità), la percezione dell'attesa (nei movimenti espressivi), sussistono a patto che i loro principali punti di articolazione non vengano troppo separati nel tempo, rendendo impossibile l'interazione degli ultimi elementi con i primi. Nell'effetto tunnel, per esempio, si può

percepire amodalmente il cammino del mobile dietro l'ultimo tratto del tunnel soltanto se il secondo oggetto, quello che esce da dietro lo schermo, compare *in tempo*. Il fatto interessante è che ciascuna di quelle strutture temporali sembra avere un suo tempo ottimale di realizzazione ed un particolare tempo massimo di 'rottura'. (A questo proposito vedi: 39; 88; 42; 72, 155 segg.)

È abbastanza evidente quale sia l'importanza dei campi di ricerca che abbiamo elencato. Sostenere una teoria della discontinuità del tempo psicologico è possibile soltanto avendo sottomano qualche fenomeno interpretabile come unità psicologica di durata, e la cui variabilità deve essere contenuta in limiti abbastanza rigorosi; in realtà, l'argomento più forte in mano dei sostenitori dell'ipotesi dei 'momenti' è costituito dal gran numero di fenomeni che hanno in qualche modo a che fare con l'intervallo critico di 100 msec. Quale significato si deve dare allora all'esistenza di 'presenti psichici' ben più lunghi di 100 msec.? E quale all'intervallo di 700 msec.? Come si deve interpretare il fatto che strutture temporali diverse richiedono 'momenti' di diversa lunghezza?

Veniamo ora alle conclusioni. Come si ricorderà, all'inizio della nostra rassegna abbiamo detto che il problema della microstruttura del tempo psicologico è il problema della compresenza, nel tempo vissuto, di due caratteristiche decisamente contrastanti: la continuità e l'istante. Abbiamo visto altresì che si articola in tre distinte questioni: a) condizioni dell'esperienza fenomenica di continuità; b) condizioni dell'esperienza fenomenica di istante; c) integrazione degli istanti nel costituirsi della continuità. Abbiamo anche riconosciuto la necessità di scegliere, per ciascuna di tali questioni, una soluzione che non precluda la possibilità di risolvere le altre. Si tratta ora di esaminare brevemente il contenuto della nostra rassegna alla luce di questa impostazione.

Come si è potuto constatare, gli autori di cui ci siamo occupati non hanno neppure preso in esame la prima questione, quella dell'esperienza della continuità. Per essi, l'avvicinarsi nel sistema nervoso dei processi fisiologici relativi alla percezione e al comportamento è l'esperienza del cambiamento. Siccome essi non hanno alcun dubbio che quei processi siano fenomeni fisici discreti, sono portati ad ammettere senz'altro che esista una 'microstruttura' del tempo psicologico, e che sia caratterizzata dalla discontinuità. Il loro problema è soltanto quello di definire le dimensioni e le caratteristiche dei minimi elementi che lo compongono.

Essi concentrano la loro attenzione sulla seconda questione, indagando quale sia il minimo processo fisiologico da mettere in relazione con l'esperienza fenomenica di istante. Bisogna ammettere che su questo punto il loro contributo è di notevole importanza, in quanto si è abbandonato definitivamente il rife-

rimento alla 'sensazione elementare' e si è trovato qualcosa di più confacente alle caratteristiche dell' 'istante': intendo riferirmi a quei processi centrali di natura ciclica di cui si è ampiamente discusso. Quanto alle dimensioni temporali dell'istante e dei relativi processi sottostanti, le cose sono piuttosto incerte, perché, come abbiamo visto anche all'inizio di questo capitolo, parecchi eventi fenomenici — le cui parti sono in un certo senso funzionalmente simultanee — si svolgono entro intervalli ben diversi da quelli del 'momento'.

Per quanto riguarda la terza questione, quella della integrazione degli istanti, bisogna ammettere che i tentativi a questo proposito, quando sono stati fatti, non hanno avuto esito felice. Abbiamo visto che il principale ostacolo è costituito dal modo in cui vengono concepiti i 'momenti', che essendo prodotti di un meccanismo simile a quello di scansione, sono inerti, incapaci di connettersi funzionalmente e di costituire il vero correlato dell'esperienza della continuità. Come si diceva alla fine del cap. 9, una teoria della discontinuità del tempo psicologico è concepibile nella misura in cui riesce a dare, accanto alla definizione dei 'momenti', una convincente spiegazione del fatto che essi non sono più discernibili nell'esperienza della continuità.

Può darsi che al traguardo proposto nel precedente capoverso si possa in qualche modo arrivare, ma qualcosa deve sicuramente essere cambiato nella definizione di 'momento'. Personalmente, ritengo che si debba abbandonare quella assimilazione al meccanismo di scansione, della quale abbiamo messo in evidenza i difetti. Come si è visto parlando della localizzazione temporale e del fenomeno della dislocazione, il momento non sembra essere il passivo ricettacolo di un certo numero di eventi (che tutt'al più vengono contrassegnati dal medesimo numero d'ordine nella successione degli istanti soggettivi), ma il luogo di interazione delle forze che rappresentano quegli eventi. Soltanto così si può spiegare il fatto che certe successioni appaiono completamente alterate quando vengono confrontate con le relative sequenze di stimoli, e a mio parere sono soltanto queste dislocazioni che offrono la prova dell'esistenza di momenti di tempo psicologico: al loro interno avvengono modificazioni che riguardano gli aspetti temporali dell'esperienza, e non — per esempio — la numerosità degli oggetti in essa contenuti.

Alla fine del cap. 9 ho messo in evidenza il fatto che purtroppo (per la teoria della discontinuità) l'esistenza di questi 'momenti' di nuovo tipo viene osservata soltanto in concomitanza di successioni così brevi di stimoli, da far supporre che quest'ultime interessino un solo momento; ho aggiunto che in tal modo si ha la prova dell'esistenza del momento, ma non quella di una molteplicità di momenti, e che per compiere un ulteriore passo in avanti si deve trovare qualche fenomeno continuativo il quale palesi al proprio interno quelle medesime ristrutturazioni temporali che si riscontrano in brevi successioni di

due o tre stimoli. A mia conoscenza, esistono già nella letteratura almeno quattro casi che rispondono a tali caratteristiche.

Il primo caso è quello della tolleranza alla mancata sincronizzazione fra due sorgenti sonore che emettono gli stessi stimoli. AIGNER e STRUTT (1) riferiscono che riproducendo della musica tramite due altoparlanti, leggermente sfasati l'uno rispetto l'altro, un ascoltatore non si accorge che le due sorgenti non sono sincronizzate finché la sfasatura non arriva almeno a 60 msec. circa. La mancata sincronizzazione, finché non raggiunge tale limite, non ha alcuna influenza sulla percezione di unitarietà della musica, e dà origine invece ad altri tipi di rendimento percettivo, che riguardano la 'vivezza' della medesima.

Un altro caso è quello della intelligibilità del parlato interrotto, che è stato descritto da MILLER e LICKLIDER (40), e che abbiamo già esposto nel capitolo dedicato a STROUD. Qui prenderemo in esame soltanto la parte del parlato interrotto dal rumore bianco, che mi sembra piú interessante. Come si ricorderà, la situazione stimolo veniva ricavata da una registrazione del parlato, alla quale venivano tolte alcune parti, sostituendole con rumore bianco. La sostituzione procedeva in modo ciclico e per quantità fisse, per cui la situazione stimolo conteneva quantità eguali di parlato e di rumore bianco, alternantisi secondo una frequenza che poteva essere variata. A 10 cps., per esempio, si aveva la seguente sequenza di stimoli acustici: 50 msec. di parlato, 50 msec. di rumore bianco, 50 msec. di parlato, 50 msec. di rumore bianco, e così via.

MILLER e LICKLIDER trovarono che l'intelligibilità del parlato cresce a mano a mano che la frequenza aumenta da 1 a 10 cps., e che poi diminuisce fino a scomparire del tutto intorno ai 100 cps. Per noi, comunque, l'intelligibilità è un fattore secondario: il risultato principale è che si sente parlare in modo ininterrotto, pur in presenza di un disturbo. In una comunicazione personale, MILLER mi ha precisato che il rendimento percettivo della situazione stimolo presentava un marcato effetto di trasparenza, per cui sembrava di udire le parole 'sotto il rumore', secondo una modalità che va ricondotta all'effetto tunnel acustico (74).

Un terzo fenomeno è quello della tolleranza alla mancata sincronizzazione fra i movimenti delle labbra di una persona filmata mentre parla, e la relativa colonna sonora, SPOTTISWOODE (59) ha trovato che il 'quadro' può essere in anticipo o in ritardo di ben due fotogrammi, senza che per questo sia notata alcuna discrepanza. Dato che la velocità di successione dei fotogrammi nei film sonori è di 24 fps., la tolleranza alla mancata sincronizzazione raggiunge circa gli 80 msec.

Un ultimo fenomeno è quello della percezione del 'doppio trillo', osservato da BOZZI e da me (10) in una ricerca sullo spazio tonale. Data una successione di note musicali di questo tipo:

A a B b A a B b A a B b A a B b

in cui *A* e *B* sono due note basse (per es. DO 262 e DOd 277), mentre *a* e *b* sono due note alte (per esempio SI 988 e DO 1,046), la successione percepita corrisponde alla sequenza obiettiva fintantoché ciascuna nota è sufficientemente lunga, per esempio 200 msec. In questa condizione si percepisce una successione di note alternativamente basse ed alte. Se noi diminuiamo la durata delle note fino a portarla, per esempio, a 46 msec. ciascuna, la successione percepita è completamente differente: si sentono due distinti trilli, uno basso e l'altro alto, molto ben distanziati nello spazio tonale e svolgentisi indipendentemente l'uno dall'altro, così:

a b a b a b a b
A B A B A B A B

La cosa può in certo senso apparire sorprendente, poiché ogni nota non si unifica con quella che la segue immediatamente nel tempo fisico, ma con un'altra, che è distante 46 msec. Inoltre i due trilli appaiono sincronizzati, come se fossero stati preparati così:

a b a b a b a b
A B A B A B A B

In uno studio successivo (73) mi è sembrato di poter considerare questo fenomeno del doppio trillo come un caso di dislocazione temporale 'continua', poiché le posizioni temporali dei singoli stimoli vengono interscambiate in modo continuo man mano che va producendosi la successione percepita.

Mi sembra che questi quattro fenomeni abbiano qualcosa in comune, ed è l'evidenza con la quale le necessità strutturali di eventi complessi ed indefinitamente lunghi hanno ragione della disposizione degli stimoli nel tempo fisico. Tanto per fare un esempio, nel caso della sincronizzazione del parlato con i movimenti delle labbra, tutto si svolge come se un intero treno di stimoli venisse scardinato e portato a combaciare continuamente con l'altro treno di stimoli. Fattori di unificazione formale e di economia percettiva impongono il realizzarsi di un unico oggetto — la persona che parla — per cui i punti 'equivalenti' delle trasformazioni dello stimolo acustico vengono forzati nei punti 'giusti' delle trasformazioni dello stimolo visivo (o viceversa). È necessario naturalmente che i punti analoghi delle trasformazioni di entrambi gli stimoli non siano separati da un intervallo molto grande, altrimenti l'unifica-

zione non ha piú luogo e si percepisce il ritardo (o l'anticipo) del suono sull'immagine.

Questo fenomeno, a mio parere, presenta tutte le caratteristiche di una dislocazione temporale. Si riscontra, come al solito, una tendenza degli elementi qualitativamente simili ad unirsi, ad onta della distanza che separa i relativi stimoli sull'asse del tempo fisico; non manca altresí di fare la sua apparizione il solito intervallo critico, che qui ammonta a 80 msec., e che definisce i limiti della ridistribuzione temporale degli elementi.

È in questa direzione, pertanto, che a mio parere va proseguita l'indagine sulla microstruttura del tempo psicologico.

RIASSUNTO. — Secondo una teoria sostenuta in questi ultimi anni da alcuni studiosi statunitensi — STROUD, McREYNOLDS, WHITE, LICHTENSTEIN ed altri — il tempo psicologico rivelerebbe ad una accurata analisi una struttura discontinua. L'elemento basilare di questa struttura sarebbe il *momento*, una specie di 'quantum' temporale di ben definite dimensioni e caratteristiche, che rappresenterebbe fra l'altro l'*unità psicologica di durata*. La serie dei 'momenti' sarebbe il correlato fenomenico di un processo nervoso di origine centrale e di natura ciclica, che presiederebbe alla loro produzione e di conseguenza alla loro collocazione lungo l'asse del tempo fisico. Il processo nervoso in questione avrebbe la funzione di integrare i segnali provenienti dagli organi di senso e da altre regioni del sistema nervoso; esso funzionerebbe come un *meccanismo di scansione*. Questa teoria della discontinuità del tempo psicologico troverebbe il suo supporto nelle opinioni di taluni filosofi, in alcuni concetti presi a prestito dalla cibernetica, nei risultati dell'analisi dell'attività elettrica del cervello, ed in alcuni particolari fenomeni percettivi e comportamentali. Nella presente rassegna è stato fatto un esame critico del contenuto della teoria e della validità delle prove addotte a suo sostegno.

Si è cominciato con il constatare che l'esperienza temporale presenta due caratteristiche contrastanti: la *continuità del flusso temporale* e l'esistenza di *istanti circoscritti ed immobili*. Si è visto poi che il concetto di 'momento' elaborato nella teoria in discussione spiega bensí la formazione dell'esperienza di istante e di presente, ma rende impossibile la comprensione dell'esperienza della continuità. Ora, è chiaro che qualsiasi spiegazione di una delle due caratteristiche non deve rendere inesplicabile l'altra. In linea generale, le prove addotte a sostegno della teoria dei momenti confermano l'esistenza all'interno del sistema nervoso centrale di una generica attività ciclica il cui periodo si aggirerebbe intorno ai 100 msec., ma non giungono a dimostrare che quell'attività è da mettersi in relazione con l'esperienza temporale. In particolare, la teoria dei momenti non riesce a dar ragione della percezione della continuità, della percezione di successione, della percezione di piú eventi all'interno del medesimo momento, della percezione di ordine temporale per eventi che si succedono entro l'arco di un momento e della percezione di movimento.

Si è concluso indicando la sorgente di queste difficoltà nel modo in cui viene concepito il momento, cioè come il prodotto di un processo di scansione. Tale concettualizzazione fa dell'unità psicologica di durata un mero ricettacolo di eventi, e non la sede di quelle strutturazioni o ristrutturazioni dei rapporti temporali fra gli eventi che vengono invece rivelate dall'esistenza di configurazioni cinetico-temporali e di fenomeni di dislocazione temporale. Quella concettualizzazione lascia inoltre senza soluzione il problema dell'integrazione dei momenti nel costituirsi della con-

tinuità fenomenica. Si è suggerito di proseguire le indagini sulla microstruttura del tempo psicologico in direzione di alcuni fenomeni (ne sono stati elencati quattro) che presentano come tali la caratteristica della continuità, ma rivelano all'analisi dei loro particolari l'esistenza di certe ristrutturazioni dei rapporti temporali fra i loro elementi costituenti.

SUMMARY. — Of later years some American AA. — STROUD, McREYNOLDS, WHITE, LICHTENSTEIN et al. — have been maintaining the theory that psychological time, if submitted to a close analysis, would reveal a discrete structure. According to them, the basic element of that structure is the *moment*, a kind of temporal quantum possessing well-defined dimensions and characteristic and representing the *psychological unit of duration*. The series of 'moments' is supposed to be the phenomenal correlate of a nervous process whose origin is central and whose nature is cyclic, which is responsible for their production, and consequently for their alignment on the axis of physical time. The function of this nervous process would be to integrate the signals received from the sense organs and from other regions of the nervous system; it would work as a *scanning mechanism*. This theory of the discreteness of psychological time is supported by the opinions of some philosophers, as well as by some concepts borrowed from cybernetics, by the results of the analysis of the electric activity of the brain, and by some peculiar perceptual and behavioral phenomena. This study aims at a critical survey of the theory and of its validity, as resulting from evidence.

To begin with, it was noticed that temporal experience shows two contrasting features, *the continuity of the temporal flow* and *the discreteness of circumscribed and motionless instants*. Then, it has been shown how the concept of 'moment' reached in the above-mentioned theory, though it accounts for the experience of 'instant', makes it impossible to comprehend the experience of continuity. Now, it is obvious that an explanation of either characteristic should not be in contrast with the other. Generally speaking, the evidence supporting the moment theory confirms that inside the central nervous system there is at work some cyclic activity, whose period is supposed to last about 100 msec., but cannot reach the conclusion that such activity can be related with the temporal experience. Coming down to detail, the moment theory does not account either for the perception of succession, for the perception of a plurality of events within the same moment, for the perception of temporal order of events which follow each other in the lapse of a moment, or for the perception of movement.

Lastly, it has been shown that the source of all these difficulties is to be found in the way the moment is conceived, that is as a product of a scanning process. This point of view reduces the psychological unit of duration merely to a repository of events, rather than the setting of those structural transformations of the temporal relations between the events, which are instead revealed by such phenomena as kinetic-temporal configurations and temporal displacement. Besides, the same point of view leaves unsolved the problem of moment integration in the forming of phenomenal continuity. It has been suggested that investigation on the fine structure of psychological time should be carried on in the direction of some phenomena — four of which have been listed — which taken on the whole present characters of continuity, but when analyzed show that some changes in the structure of temporal relations have taken place between their constituent elements.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AIGNER, F. STRUTT, M. J. O., On a physiological effect of several sources of sound on the ear, and its consequences in architectural acoustics. *J. Acoust. Soc. Amer.*, VI (1935), pp. 155-159. Citato in 84, pp. 480-481.
- (2) ANSBACHER, H. L., Distortion in the perception of real movement. *J. exper. Psy.*, XXXIV (1944), pp. 1-23.
- (3) BALD L., BERRIEN, F. K., PRICE, J. B., SPRAGUE, R. O., Errors in perceiving the temporal order of auditory and visual stimuli. *J. appl. Psy.*, XXVI (1942), pp. 382-388.
- (4) BARTLEY, S. H., Central mechanisms of vision. Sta in MAGOUN, H. W. (Ed.), *Handbook of physiology*, Washington 1959, vol. I, pp. 713-740. Citato in 81, p. 30.
- (5) BARTLEY, S. H., The psychophysiology of vision. Sta in STEVENS, S. S. (Ed.), *Handbook of experimental Psychology*, New York 1951, pp. 921-984.
- (6) BENUSSI, V., *Psychologie der Zeitauffassung*, Heidelberg 1913.
- (7) BERGSON, H., *L'évolution créatrice*, Paris 1913.
- (8) BLACKWELL, H. R., Neural theories of simple visual discriminations. *J. Opt. Soc. Amer.*, LIII (1963), pp. 129-160. Citato in 81, p. 31.
- (8a) BONAVENTURA, E., I problemi attuali di psicologia del tempo. *Arch. It. Psicol.*, VI (1928), pp. 78-102.
- (9) BOYNTON, R. M., Temporal factors in vision. Sta in ROSENBLITH, W. A. (Ed.), *Sensory communication*, New York 1961, pp. 739-756. Citato in 81, p. 31.
- (10) BOZZI, P., VICARIO, G., Due fattori di unificazione fra note musicali: la vicinanza temporale e la vicinanza tonale. *Riv. Psicol.*, LIV (1960), pp. 235-258.
- (11) BROADBENT D. E., LADEFOGED, P. Auditory perception of temporal order. *J. Acoust. Soc. Amer.*, XXXI (1959), p. 1539. Citato in 26, p. 432.
- (12) BURKE, L., On the tunnel effect. *Quart. J. exper. Psy.*, IV (1952), pp. 121-138.
- (12a) CALABRESI, F., *La determinazione del presente psichico*, Firenze 1930.
- (13) CATTELL, J. McK., The time taken up by cerebral operations. *Mind*, XI (1866), pp. 220-242. Citato in 81, p. 28.
- (14) CHANG H. T., The evoked potentials. Sta in MAGOUN, H. V. (Ed.), *Handbook of Physiology*, Washington 1959, vol. I, pp. 299-313. Citato in 81, p. 31.
- (15) CHEATHAM, P. G., WHITE, C. T., Temporal numerosity: I Perceived number as a function of flash number and rate. *J. exper. Psy.*, XLIV (1952), pp. 447-451.
- (16) CHEATHAM, P. G., WHITE, C. T., Temporal numerosity: III Auditory perception of number. *J. exper. Psy.*, XLVII (1954), pp. 425-458.
- (17) DODGE, R., An experimental study of visual fixation. *Psychol. Monogr.* VIII (1907), n. 4.
- (18) EXNER, S., Untersuchung über der einfachsten psychischen Prozesse. *Pflüg. Arch.*, XI (1875), pp. 403-432. Citato in 27, p. 614.
- (19) FORSYTH, D. M., CHAPANIS, A., Counting repeated light flashes as a function of their number, their rate of presentation, and retinal location stimulated. *J. exper., Psy.*, LVI (1958), pp. 385-391.
- (20) FRAISSE, P., *Psychologie du temps*, Paris 1957.
- (21) GARNER, W. R., The accuracy of counting repeated short tones. *J. exper. Psy.*, XLI (1951), pp. 310-316.
- (22) HEISENBERG, W., *Mutamenti nelle basi della scienza*. Torino, 1960.
- (23) HELMHOLTZ, H., *Handbuch der physiologischen Optik*. Leipzig, 1867.
- (24) HIRSH, I. J., Auditory perception of temporal order. *J. Acoust. Soc. Amer.*, XXXI (1959), pp. 759-767. Citato in 26.
- (25) HIRSH, I. J., Certain temporal factors in audition. *Science*, CXVI (1952), p. 523. Citato in 26, p. 423.

- (26) HIRSH, I. J., SHERRICK, C. E. JR., Perceived order in different sense modalities. *J. exper. Psy.*, LXII (1961) pp. 423-432.
- (27) JAMES, W., *The principles of Psychology*. Holt 1890 (Dover 1950), vol. I.
- (28) KOLERS, P. A., Serial processes in visual perception. *Proc. XVII Int. Congr. Psychol.*, Washington 1963, Amsterdam 1964, p. 200.
- (29) KORTE, A., Kinematoskopische Untersuchungen. *Zeit. f. Psychol.*, LXXII (1915), pp. 193-296.
- (30) LE GRAND, Y., Sur le rythme apparent du papillotement. *Acad. Sci. Paris Compt. Rend.*, CCIV (1937), p. 1590. Citato in 81, p. 7.
- (31) LEWY GUINZBURG, R., È possibile l'apprendimento di sensazioni eterogenee come perfettamente simultanee? *Arch. It. Psicol.*, VI (1928), pp. 103-114.
- (32) LICHTENSTEIN, M., Phenomenal simultaneity with irregular timing of components of visual stimulus. *Perc. Mot. Skills*, XII (1961), pp. 47-60.
- (33) LICHTENSTEIN, M., WHITE, C. T., Relative visual latency as a function of retinal locus. *J. Opt. Soc. Amer.*, LI (1961), pp. 1033-1034.
- (34) LICHTENSTEIN M., WHITE, C. T., HARTER, M. R., Note on estimation of short inter-flash intervals. *Perc. Mot. Skills*, XVII (1963), pp. 677-678.
- (35) LICHTENSTEIN, M., WHITE, C. T., SIEGFRIED, J. B., HARTER, M. R., Apparent rate of flicker at various retinal loci and number of perceived flashes per unit time: a paradox. *Perc. Mot. Skills*, XVII (1963), pp. 523-536.
- (36) McREYNOLDS, P., Thinking in terms of interacting moments. *Psychol. Rev.*, LX (1953), pp. 319-330.
- (37) McREYNOLDS, P., Logical relationships between memorial and transient functions. *Psychol. Rev.*, LVII (1950), pp. 140-144.
- (38) METELLI, F., L'evoluzione delle tracce mnestiche nel confronto successivo. *Atti del X Congr. Psicol. Ital. (Chianciano 1954)*, Firenze 1955, pp. 132-138.
- (39) MICHOTTE, A., *Causalité, permanence et réalité phénoménales*, Louvain 1962.
- (40) MILLER, G. A., LICKLIDER, J. C. R., Intelligibility of interrupted speech. *J. Acoust. Soc. Amer.*, XXII (1950), pp. 167-173. Citato in 62, pp. 194-196.
- (41) MILLER, G. A., TAYLOR, W. G., The perception of repeated bursts of noise. *J. Acoust. Soc. Amer.*, XX (1948), pp. 171-182. Citato in 20, p. 111.
- (42) MINGUZZI, G. F., Caratteri espressivi ed intenzionali dei movimenti: la percezione dell' "attesa". *Riv. Psicol.*, LV (1961), pp. 157-173.
- (43) MINNEMANN, C., Untersuchung über die Differenz der Wahrnehmungsgeschwindigkeiten von Licht- und Schalleizen. *Arch. ges. Psychol.*, XX (1911), pp. 227-362.
- (44) MONNIER, M., Retinal, cortical and motor responses to photic stimulation in man. *J. Neurophysiol.*, XV (1952), pp. 469-486. Citato in 81, p. 28.
- (45) MOWBRAY, G. H., GEBHARDT, J. W., The differential sensitivity of the eye to intermittence. *Amer. Psychol.*, IX (1954), p. 436. Citato in 20, p. 111.
- (46) MURPHREE, O. D., Maximum rates of form perception and the alpha rhythm: an investigation and test of current nerve net theory. *J. exp. Psychol.*, XLVIII (1954), pp. 57-61.
- (47) NEUHAUS, W., Experimentelle Untersuchung der Scheinbewegung. *Arch. ges. Psychol.*, LXXV (1930), pp. 315-458.
- (48) PAGE, H. J., An investigation of the relation between the perception of visual numerosity and critical threshold for flicker fusion. Unpublished doctoral dissertation, New York University 1957. Citato in 81, p. 10.
- (49) PAULI, R., Über die Beurteilung der Zeitordnung von optischen Reizen. *Arch. ges. Psychol.*, XXI (1911), pp. 132-218.
- (50) PENFIELD, W., RASMUSSEN, T., *The cerebral cortex of the man*, New York 1950. Citato in 36, p. 322.
- (51) PIÉRON, H., *La sensation guide de vie*, Paris 1955.
- (52) PILLSBURY, W. B., *J. Philos.*, X (1913), pp. 181-185. Citato in 86, p. 940.
- (53) PITTS, W., McCULLOCH, W. S., How we know universals: the perception of auditory and visual forms. *Bull. Math. Biophys.*, IX (1947), pp. 127-147. Citato in 81, p. 4.

- (54) RICHET, CH., Forme et durée de la vibration nerveuse et l'unité psychologique de temps. *Rev. Philos.*, XLV (1898), p. 337. Citato in 20, p. 101.
- (55) RUBIN, E., Geräuschverschiebungsversuche. *Acta Psychol.*, IV (1939), pp. 203-236.
- (56) SCHILDER, P., *Mind: perception and thought in their constructive aspects*, New York 1942. Citato in 81, p. 28.
- (57) SHERRINGTON, C. S., *The integrative action of the nervous system*, New Haven 1906. citato in 81, p. 32.
- (58) SIEBERT, W. M., & COMMUNICATIONS BIOPHYSICS GROUP, *Processing neuroelectric data*, Cambridge (Mass.) 1959.
- (60) STEIN, W., Tachistoskopische Untersuchung über das Lesen. *Arch. ges. Psychol.*, LXIV (1928), pp. 301-346. Citato in 86, p. 930.
- (61) STEVENS, S. S., *Handbook of experimental Psychology*, New York 1951.
- (62) STROUD, J. M., The fine structure of psychological time. Sta in QUASTLER, H. (Ed.), *Information theory in Psychology*, Glencoe 1955, pp. 174-205.
- (63) STROUD, J. M., The moment function hypothesis. Unpublished master's thesis, Stanford University, 1948. Citato in 62, pp. 184-187.
- (64) STROUD, J. M., The psychological moment in perception. Sta in VAN FOERSTER (Ed.), *Conference on cybernetics, transaction of the sixth conference*, New York 1949, pp. 27-63. Citato in 36.
- (65) TAUBMAN, R. E., Studies in judged number: I The judgement of auditory number. *J. gener. Psychol.*, XLIII (1950), pp. 167-194.
- (66) TAUBMAN, R. E., Studies in judged number: II The judgement of visual number. *J. gener. Psychol.*, XLIII (1950), pp. 195-219.
- (67) TEUBER, H. L., Perception. Sta in MAGOUN, H. W. (Ed.), *Handbook of physiology*, Washington 1959, III, pp. 1595-1668. Citato in 81, p. 27.
- (68) THOMSON, G., Cerebral area essential to consciousness. *Bull. Los Angeles Neurol. Soc.*, XVI (1951), pp. 311-344. Citato in 36, p. 322.
- (69) TREISMAN, M., Temporal discrimination and the indifference interval: implications for a model of the « internal clock ». *Psychol. Monogr.* LXXVII (1963), n. 13.
- (70) VICARIO, G., Alcune osservazioni sperimentali sulla dislocazione temporale di stimoli acustici. Comunicazione presentata al XIII Congresso degli Psicologi Italiani (Palermo, 1961). Sta in *Riv. Psicol.*, LVI (1962), pp. 64-69.
- (71) VICARIO, G., Analisi sperimentale di un caso di dipendenza fenomenica tra eventi sonori. *Riv. Psicol.* LIV, (1960), pp. 84-106.
- (72) VICARIO, G., Analisi sperimentale di un caso di movimento apparente. *Riv. Psicol.*, LVIII (1964), pp. 133-189.
- (73) VICARIO, G., La « dislocazione temporale » nella percezione di successioni di stimoli discreti. *Riv. Psicol.*, LVII (1963), pp. 17-87.
- (74) VICARIO, G., L'effetto tunnel acustico. *Riv. Psicol.*, LIV (1960), pp. 41-52.
- (75) WALTER, W. G., *Il cervello vivente*, Milano 1957.
- (76) WALTER, W. G., Intrinsic rhythms of the brain. Sta in MAGOUN, H. V. (Ed.), *Handbook of physiology*, Washington 1959, vol. I, pp. 279-298. Citato in 81, pp. 31-32.
- (77) WALTER, W. G., Electroencephalography. Sta in FLEMING, G. W. T. H. (Ed.), *Recent progress in psychiatry*, London, 1950, II. Citato in 36, p. 320.
- (78) WALTER W. G., Normal rhythms — their development, distribution and significance. Sta in HILL, D., PARR, C., (Eds.), *Electroencephalography*, London 1950 cap. VII. Citato in 36, p. 323.
- (79) WALTER, W. G., The twenty-fourth Maudsley lecture: The functions of electrical rhythms in the brain. *J. mental Sci.*, XCVI (1950), pp. 1-31. Citato in 36, p. 323.
- (80) WHITE, C. T., Temporal numerosity and the psychological unit of duration. Unpublished doctoral dissertation, Brown University, 1962.
- (81) WHITE, C. T., Temporal numerosity and the psychocological unit of duration. *Psychol. Monogr.*, LXXVII (1963) n. 12 pp. 1-37.
- (82) WHITE, C. T., CHEATHAM, P. G., Temporal numerosity: IV A comparison of the major senses. *J. exper. Psychol.*, LVIII (1959) pp. 441-444.

- (83) WHITE, C. T., CHEATHAM P. G., ARMINGTON, J. C., Temporal numerosity: II Evidence for central factors influencing perceived number. *J. exper. Psychol.*, XLVI (1953), pp. 283-287.
- (84) WHITE, C. T., LICHTENSTEIN, M., Some aspects of temporal discrimination. *Perc. Mot. Skills*, XVII (1963), pp. 471-482.
- (85) WIENER, N., *La cibernetica*, Milano 1953.
- (86) WOODWORTH, R., *Psychologie expérimentale*, Paris 1949.
- (87) WUNDT, W., *Grundzüge der physiologischen Psychologie*, Leipzig 1893.
- (88) YELA, M., La nature du « rayon d'action » dans l'impression de causalité mécanique. *J. Psychol. norm. path.*, XLVII-LI (1954), pp. 330-348.