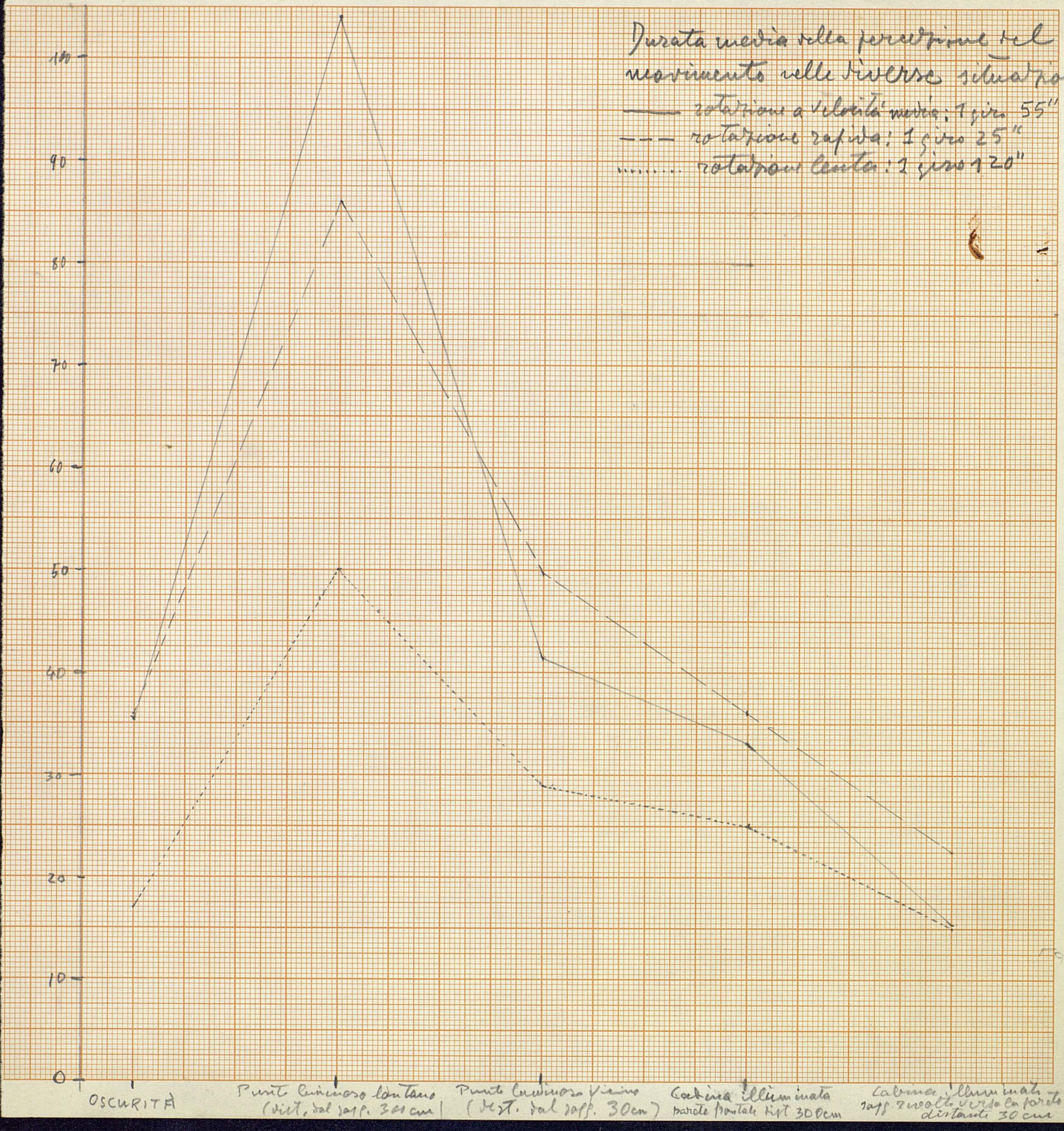

Durata media della percezione del movimento nelle diverse situazioni
—— rotazione a velocità media: 1 giro 55"
– – – rotazione rapida: 1 giro 25"
..... rotazione lenta: 1 giro 120"
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
OSCURITÀ
Punto luminoso lontano (dist. dal soff. 300 cm)
Punto luminoso vicino (dist. dal soff. 30 cm)
Cabina illuminata parete frontale dist 300 cm
Cabina illuminata soff. rivolto verso la parete laterale distante 30 cm
1

Provare col punto con lo effetto e poi pubblicare

ISTITUTO DI PSICOLOGIA SPERIMENTALE DELL'UNIVERSITA' DI PADOVA

PERCEZIONE DEL MOVIMENTO IN UNA CABINA ROTANTE: ESPERIMENTI PRELIMINARI SULLA COOPERAZIONE TRA L'APPARATO VISIVO E L'APPARATO VESTIBOLARE.

Premessa

Nel 1940 (1) P. Christian pubblicò delle osservazioni su una forma fino allora sconosciuta di cooperazione fra l'apparato vestibolare e l'apparato visivo. Un soggetto su una poltrona ruotante in piena oscurità con una accelerazione angolare di 10-20 minuti di grado al secondo ha l'impressione di essere assolutamente immobile, poichè la soglia della percezione vestibolare di rotazione è i 1-2 gradi per secondo. Ma se durante la suddetta rotazione è visibile un punto luminoso di intensità molto ridotta, che ruota solidalmente alla poltrona [~~rotante~~] alla distanza di circa 150 cm. dal soggetto, e perciò non si sposta né ruota rispetto all'osservatore, tale punto è visto muoversi "nella direzione e con la velocità obbiettiva del movimento di rotazione". In queste condizioni spesso l'osservatore non nota nulla circa la rotazione del proprio corpo, ma ritiene di assistere stando immobile al movimento del punto. Christian determinò le soglie di percezione del movimento per 20 soggetti in quest'ultima situazione (essendo visibile il punto luminoso): esse si distribuiscono in un intervallo che va da un'accelerazione di 8 minuti a un'accelerazione di 20 minuti di arco al secondo. La soglia era dunque ridotta in alcuni casi a un 15simo della

(1) Zeitschrift für Sinnephysiologie, Band 68 (1940), pp. 151-184, in particolare pp. 157-168.

soglia di rotazione in completa oscurità: essa risultava cioè non solo al disotto della soglia vestibolare, ma anche della soglia visiva del movimento di un punto nell'oscurità, che secondo Bourdon ammonta a 14-21 minuti di grado al secondo.

A quanto si era potuto constatare, i movimenti della testa e i movimenti oculari non esercitavano alcun effetto. 5 sordomuti privi dell'apparato vestibolare non percepirono il movimento del punto, sopra descritto. Apparivano dunque determinanti gli stimoli labirintici.

In tutte le precedenti osservazioni sulla interazione tra i diversi organi di senso,si era constatato che fenomeni relativi ad una modalità sensoriale venivano o disturbati o favoriti o modificati per effetto di una attività contemporanea, ugualmente sopraliminare di un'altro apparato sensoriale; oppure una qualità intermodale presente in un senso appariva anche nell'altro senza che in questo vi fosse una corrispondente stimolazione. Invece, nella cooperazione fra vista e labirinto descritta da Christian ciò che è presente in termini di stimolo in una sfera sensoriale rimane senza effetto in tale sfera, ed è invece percepito - adeguatamente - in un'altra sfera sensoriale.

Da osservazioni casuali compiute da W. Metzger e comunicate (1) in relazione alla nota pubblicata da Christians, risultava inoltre che anche se il soggetto si trova in un ambiente ruotante chiuso e illuminato (2) può determinarsi la percezione paradossale di movimento sperimentata da Christian. In particolare il Metz

---

(1) ibid. pp. 261-279

(2) Una vettura della metropolitana viaggiante con finestrino chiuso così da rendere invisibile l'ambiente esterno.

ger aveva notato che rivolgendo lo sguardo nella direzione della dimensione maggiore dell'ambiente, veniva percepito il movimento di rotazione, mentre ciò non avveniva se il soggetto dirigeva lo sguardo perpendicolarmente a tale direzione, e quindi lo spazio attraversato con lo sguardo era minore.

In base a queste osservazioni appariva promettente sottoporre il fenomeno ad una indagine sistematica.

2. Apparecchiatura

L'apparecchiatura utilizzata per la presente ricerca preliminare consisteva in una cabina nera di 330 cm. di lunghezza, 65 cm. di larghezza e 150 cm. di altezza. Essa era montata ad una delle sue estremità su una poltrona girevole, su cui sedeva l'osservatore. L'altra estremità della camera camminava su una ruota con pneumatico non completamente gonfiato, in modo che la cabina potesse ruotare senza scosse. Ad evitare che la luce potesse penetrare dall'esterno nell'interno della cabina, gli esperimenti furono compiuti in un ambiente oscurato.

Se si esclude l'istante in cui iniziava il movimento, l'osservatore non aveva alcun indizio extralabirintico, da cui potesse essere informato sulle sue condizioni di movimento. Per mantenere costanti, per quanto era possibile, tutti i fattori tranne la stimolazione labirintica, tutte le osservazioni furono fatte all'interno della cabina. L'apparecchiatura (costruita dal signor F. Travaglini - Ditta ORLEM, Roma) consentiva di variare entro limiti abbastanza ampi, sia i movimenti di rotazione uniformi, sia le accelerazioni.

3. Esperimenti e risultati

La ricerca ha preso le mosse ~~Siamo partiti~~ dall'ipotesi che i fenomeni osservati da Christian e Metzger si sarebbero manifestati non soltanto con rotazioni accelerate, ma anche con rotazioni uniformi. Secondo tale ~~la nostra~~ ipotesi le impressioni più intense di rotazione con movimento uniforme avrebbero dovuto essere anche di durata più lunga. Il soggetto aveva perciò il compito di far partire un cronometro all'inizio del movimento obbiettivo di rotazione, e di fermarlo quando il movimento da lui visto o comunque percepito svaniva dando l'impressione di quiete o perdeva la sua direzione riducendosi ad un movimento autocinetico.

Dalla tabella e dal diagramma qui sotto riportati risulta che ~~la nostra~~ ipotesi di partenza ha avuto piena conferma. Nel diagramma le ordinate indicano il tempo (misurato col cronometro), durante il quale sussisteva nel soggetto un'impressione di rotazione, per quanto debole, ma tuttavia con una direzione costante. In ascissa sono disposte in ordine arbitrario le diverse condizioni sperimentali:

1) Ambiente privo di illuminazione (occhi aperti o chiusi);
2) Punto luminoso a grande distanza (300 cm.);
3) Punto luminoso a piccola distanza (30 cm.);
4) Cabina illuminata all'interno, sguardo diretto nel senso della lunghezza della cabina (300 cm.);
5) Cabina illuminata all'interno, sguardo diretto su una parete molto vicina (distanza dagli occhi circa 20 cm.).

Nel sondaggio preliminare, i cui risultati vengono qui comunicati furono usate tre velocità di rotazione: ~~1 giro al minuto (velocità minima), 1 giro al minuto (velocità media), 2 giri al minuto (velocità massima).~~

velocità normale: durata della rotazione 55 sec. velocità massima: durata della rotazione 25 sec. velocità minima, durata della rotazione 120 sec.

normale (durata di una rotazione: 55 sec.) massima (durata di una rotazione: 25 sec.) e minima (durata di una rotazione: 120 sec.)

La teballa e il diagramma comprendono i risultati ottenuti con 6 soggetti. Ogni risultato individuale è la media aritmetica di 5 misure.

~~Come si vede,~~ Tenuto conto della ~~data la~~ difficoltà di cogliere il momento del passaggio da un movimento appena percettibile all'impressione di quiete, i ~~risultati~~ dati sono notevolmente concordanti. I risultati principali sono:

1) E' stato confermato che l'effetto di stimolazioni vestibolari (stimolazioni di rotazione) può venire influenzato da stimoli ottici che partecipano solidalmente alla rotazione del corpo del soggetto.

2) E' stata confermata l'ipotesi, che lo stimolo ottico che ruota insieme al soggetto può non solo determinare una modificazione della soglia per accelerazioni di movimento, ma può anche modificare la velocità percepita e rispettivamente il risalto e la durata nelle rotazioni a velocità uniforme. ?

3) Invece non è stata confermata l'ipotesi che questa influenza dello stimolo ottico in movimento solidale con il soggetto consista sempre in una intensificazione (abbassamento della soglia, durata più lunga)dell'impressione di movimento rispetto alla rotazione in completa oscurità; in particolari condizioni la presenza dello stimolo ottico determina una riduzione di intensità (innalzamento della soglia, durata più breve dell'impressione di movimento). a capo 4) Si è confermata ~~anche~~ l'ipotesi che la distanza degli oggetti percepiti visivamente esercita un'influenza decisiva; ciò vale per tutte e due le condizioni sperimentali, cioè sia per il punto luminoso nell'oscurità, sia per la cabina illuminata: se il punto luminoso si trova a una distanza di 300 cm. dall'occhio

del soggetto, il movimento percepito è molto più veloce e dura più a lungo che per una distanza di 15-20 cm.

Se nella cabina illuminata lo sguardo del soggetto è diretto nel senso della lunghezza, l'impressione di movimento della cabina è più intensa e dura di più che se si rivolge lo sguardo sulla parete laterale.

5) Il movimento del punto luminoso in ambiente oscuro è risultato sempre molto più evidente e di maggiore durata del movimento dell'ambiente illuminato, quando la parete verso la quale viene diretto lo sguardo è alla stessa distanza del punto nell'oscurità.

6) Le rotazioni osservate sono (1) per una velocità di rotazione obbiettiva media - all'incirca 1 giro al minuto - di durata più lunga e meglio differenziate che per un movimento obbiettivo molto lento - 1 giro in due minuti - e molto rapido - 2 giri al minuto.

7) Alla velocità di 1 giro al secondo (velocità media) le relazioni fra gli effetti delle diverse condizioni sperimentali sono uguali in tutti i soggetti. Differenze individuali sussistono soltanto nei riguardi dei valori assoluti.

8) Nelle condizioni sperimentali specificate un solo soggetto ha osservato l'effetto notato da Christian, ~~che~~ cioè ~~soltanto~~ la dissociazione fra i dati relativi al proprio corpo (vissuto da un certo momento in poi come immobile) e i dati relativi al punto (che continuava a muoversi). ~~veniva~~

---

(1) Con l'eccezione di un solo soggetto, che dà risultati più differenziati per le diverse condizioni sperimentali alla velocità massima di 2 giri al secondo.

Programma di sviluppo delle ricerche

I risultati finora ottenuti suggeriscono di sviluppare le ricerche secondo il seguente piano:

1. Si deve aumentare il numero dei soggetti per ottenere risultati che consentano una generalizzazione. Tuttavia attualmente sembra conveniente limitarsi a un numero relativamente modesto (10 soggetti per ogni variante) per poter compiere un numero corrispondentemente maggiore di variazioni delle condizioni sperimentali.

2. Senza modificare le condizioni sperimentali si deve tentare di compiere alcune ulteriori determinazioni qualitative, e cioè, fra altro:

a) stabilire se l'ambiente oscuro (in cui si localizza il punto in movimento si muove apparentemente insieme al punto o risulta immobile;

b) stabilire qual'è la posizione apparente dell'asse di rotazione nelle diverse condizioni sperimentali;

c) stabilire la misura apparente della strada percorsa (o rispettivamente l'angolo di rotazione percorso) a diverse distanze di tempo dalla partenza.

3. Riprodurre con la maggior precisione possibile le condizioni sperimentali di Christian. In particolare si deve stabilire in quali condizioni il movimento del punto luminoso si rende indipendente e quindi nel soggetto si sviluppa l'impressione di non muoversi insieme al punto.

4. Stabilire che cosa significhi, nelle condizioni sperimentali di Christian, cioè con movimento progressivamente accelerato, la sua affermazione che la velocità percepita visivamente "corrisponde alla velocità obbiettiva".

4. ~~5.~~ Aumentare ulteriormente la distanza apparente del punto luminoso nell'oscurità e la profondità della cabina illuminata. A tale scopo converrà fissare degli specchi su tutte e due le pareti minori. (Lo specchio dal lato dell'osservatore può essere eventualmente semitrasparente e fissato immediatamente davanti all'osservatore stesso).

5 ~~6~~. Confrontare i movimenti di un punto luminoso nell'oscurità ottenuti in base a stimolazione esclusivamente ottica - con l'osservatore obbiettivamente immobile - con i movimenti del punto luminoso percepiti in seguito a stimolazione dell'apparato vestibolare. Soprattutto si deve stabilire se anche nel primo caso la soglia e il risalto del movimento sono influenzate dalla distanza dell'oggetto osservato.

~~7. Stabilire l'azione di movimenti intenzionali del soggetto sui fenomeni osservati.~~

6 ~~8~~. Stabilire l'effetto di movimenti oculari intenzionali. sui fenomeni osservati.
Per ~~poter introdurre a volontà questi~~ studiare l'azione dei movimenti oculari si possono presentare nell'oscurità due o più punti che dovrebbero venir fissati successivamente.

7. ~~9~~. Sostituire il punto luminoso nell'oscurità con un'immagine postuma.

8 ~~10~~. Sperimentare con il soggetto disteso nella cabina con l'asse di rotazione

a) al centro del corpo fra la testa e i piedi

b) in corrispondenza alla testa

c) in corrispondenza ai piedi

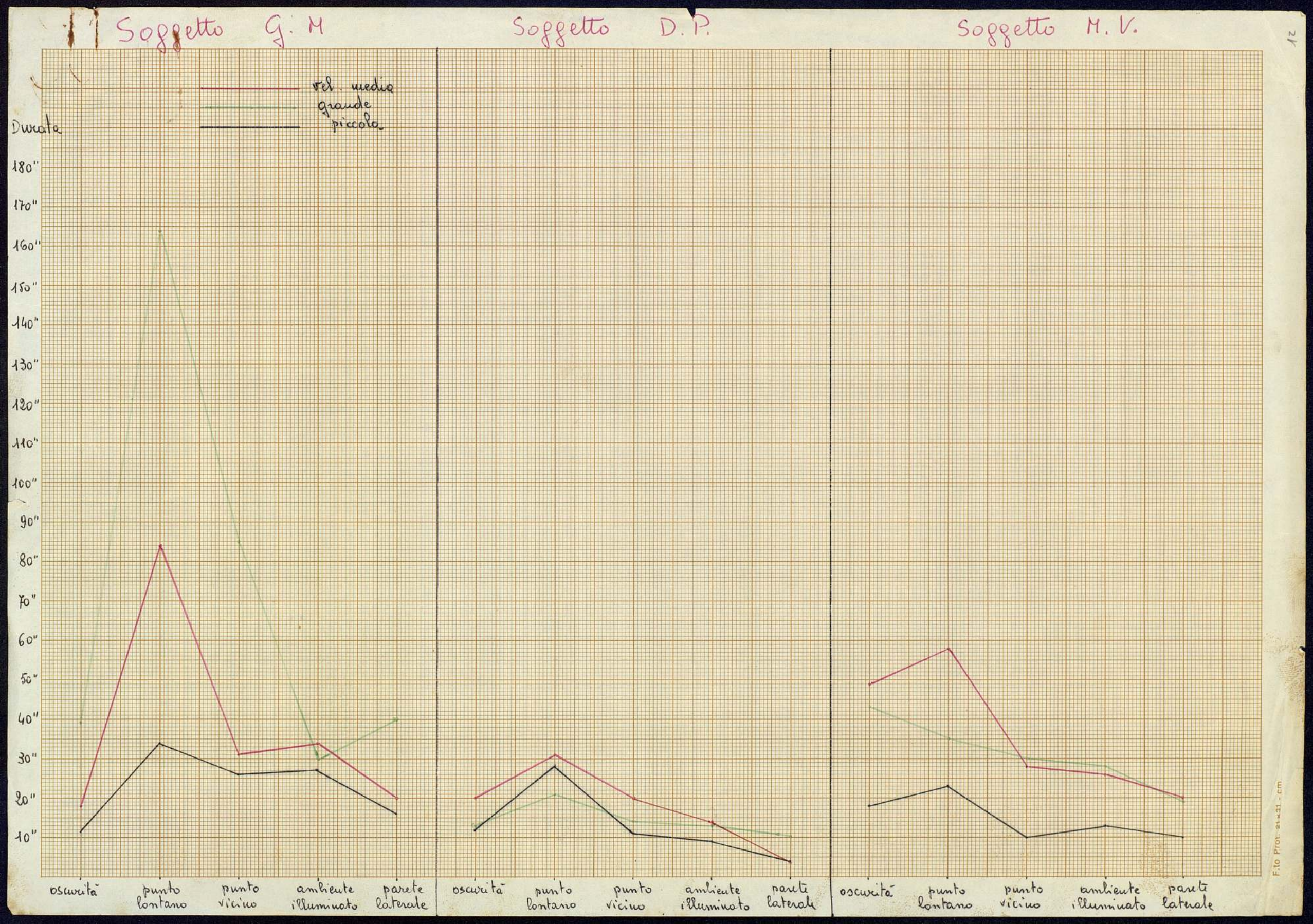
9. ~~11~~. Sperimentare con il soggetto seduto in posizione normale ma a diverse distanze dall'asse di rotazione, nel caso limite all'altra estremità della cabina, con lo sguardo rivolto verso la

regione corrispondente all'asse di rotazione.

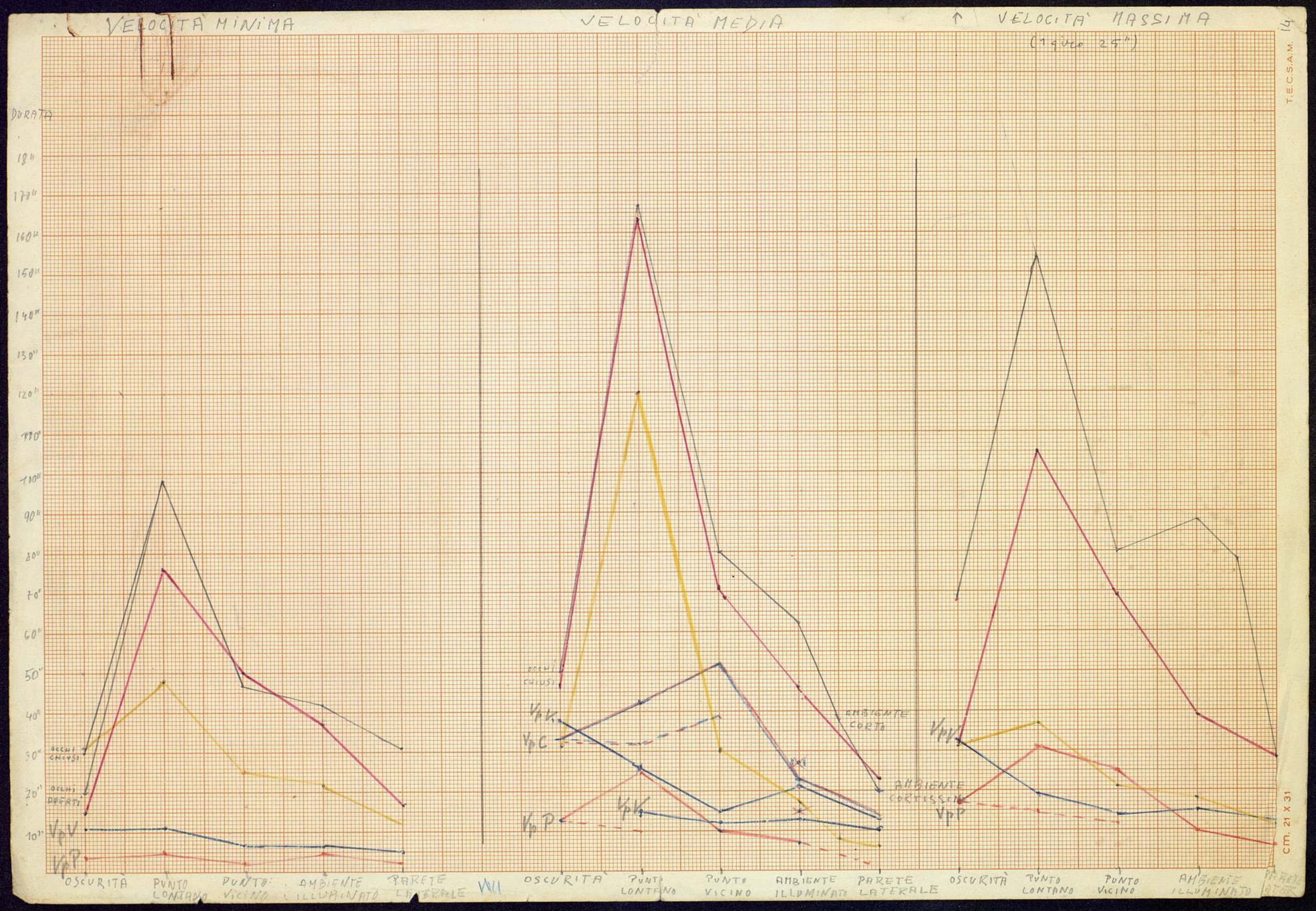
Da ciascuna di queste nuove varianti ci si può aspettare delle informazioni che possono essere significative agli effetti della teoria del fenomeno.

	SOGGETTO W.M.		SOGGETTO G.P.		SOGGETTO F.M.		
	Condizioni di Osservazione	Durata del fenomeno osservato					
	Oscurità	50"	Oscurità	46"	Oscurità	31"	
	Punto lontano	167"	Punto lontano	163"	Punto lontano	120"	
1	Punto vicino	80"	Punto vicino	71"	Punto vicino	20"	VELOCITA'
2	Ambiente grande	62"	Parete dist.	46"	Parete dist.	17"	1giro 55"
	Parete vicina	20"	Parete vicina	23"	Parete vicina	6"	
	Oscurità	67"	Oscurità	32"	Oscurità	31"	
	Punto lontano	154"	Punto lontano	105"	Punto lontano	37"	VEL. GRANDE
2	Punto vicino	80"	Punto vicino	69"	Punto vicino	21"	
V	Ambiente grande	88"	Ambiente grande	39"	Ambiente	18"	1giro 25"
	Parete vicina	28"	Parete vicina	28"	Parete vicina	11"	
	Oscurità	20-30	Oscurità	15"	Oscurità	31"	
m	Punto lontano	98"	Punto lontano	76"	Punto lontano	48"	VEL. PICCOLA
3	Punto vicino	47"	Punto vicino	50"	Punto vicino	25"	
	Ambiente grande	42"	Ambiente	37"	Ambiente	22"	1giro 2 minuti
	Parete vicina	31"	Parete vicina	17"	Parete vicina	13"	

Soggetto G.M.		Soggetto DP	Soggetto HV.	
	18"	20"	49	
oscur.		31"	58	Velocità centro
Punto Contin ( )	84"	20"	28	
Punto Vicin ( )	31"	14"	26	
Parete frontale ( )	34"	3,6	20	
Parete Laterale ( )	20"			
	39	13	43	
	164	21	35	Vel. Mallim
	85	14	30	
	30	13	28	
	40	10	19	
	11,2	12	18	
	34	28	23	
	26	11	10	
	27	9	13	
	16	4	10	


Soggetto G. M
Soggetto D. P.
Soggetto M. V.
vel. media
grande
piccola
Durata
180"
170"
160"
150"
140"
130"
120"
110"
100"
90"
80"
70"
60"
50"
40"
30"
20"
10"
oscurità
punto lontano
punto vicino
ambiente illuminato
parete laterale
oscurità
punto lontano
punto vicino
ambiente illuminato
parete laterale
oscurità
punto lontano
punto vicino
ambiente illuminato
parete laterale

Condizioni di osservazione	Durata del fenomeno osservato			Durata del fenomeno osservato			medie generali
	~~Soggetto~~ G.M.	~~Soggetto~~ D.P.	~~Soggetto~~ M.V.	~~Soggetto~~ G.M.	~~Soggetto~~ D.P.	Soggetto M.V.	
Rotazione a ~~velocità media:~~ 1 giro 55"							
Oscurità	18"	20"	49"	18"	20"	49"	35,6"
Punto luminoso lontano (distanza dal soff. 300 cm	84"	31"	58"	84"	31"	58"	103,9"
Punto luminoso vicino (distanza dal soff. 30 cm)	31"	20"	28"	31"	20"	28"	41,6"
Ambiente grande illuminato (300 cm)	34"	14"	26"	34"	14"	26"	33,1"
Parete laterale (dist. dal soff. 30 cm)	20"	3,6"	20"	20"	3,6"	20"	15,4"
Rotazione rapida: ~~(velocità grande:~~ 1 giro 25"							
Oscurità	30"	13"	43"	30"	13"	43"	36"
Punto luminoso lontano ( )	164"	21"	35"	164"	21"	35"	86
Punto luminoso vicino ( )	85"	14"	30"	85"	14"	30"	49,9
Ambiente grande illuminato ( )	30"	13"	28"	30"	13"	28"	36
Parete laterale ( )	40"	10"	19"	40"	10"	19"	22,6
Rotazione lenta: ~~(velocità piccola:~~ 1 giro ~~2 minuti~~ 120"							
Oscurità	11,2"	12"	18"	11,2"	12"	18"	17
punto luminoso lontano ( )	34"	28"	23"	34"	28"	23"	50,1
Punto luminoso vicino ( )	26"	11"	10"	26"	11"	10"	28,1
Ambiente grande illuminato ( )	27"	9"	13"	27"	9"	13"	25
Parete laterale ( )	16"	4"	10"	16"	4"	10"	15,1


VELOCITÀ MINIMA
VELOCITÀ MEDIA
VELOCITÀ MASSIMA
(1 giro 25")
DURATA
180"
170"
160"
150"
140"
130"
120"
110"
100"
90"
80"
70"
60"
50"
40"
30"
20"
10"
OCCHI CHIUSI
OCCHI APERTI
VpV
VpP
OSCURITÀ
PUNTO LONTANO
PUNTO VICINO
AMBIENTE ILLUMINATO
PARETE LATERALE
OCCHI CHIUSI
VpV
VpC
VpP
VpV
AMBIENTE CORTO
AMBIENTE CORTISSIMO
VpP
OSCURITÀ
PUNTO LONTANO
PUNTO VICINO
AMBIENTE ILLUMINATO
PARETE LATERALE
OSCURITÀ
PUNTO LONTANO
PUNTO VICINO
AMBIENTE ILLUMINATO
PARETE LATER.
T.E.C.S.A.M.
CM. 21 X 31

Aus dem Istituto di Psicologia Sperimentale dell'Università di Padova

BEOBACHTUNGEN ÜBER DAS ZUSAMMENWIRKEN VON AUGE UND LABYRINTH IN EINER ROTIERENDEN KAMMER.

Vorläufiger Bericht

von G. Petter, F. Metelli und W. Metzger

Im Iahr 1940 (1) veröffentlichte P. Christian, damals in Heidelberg, Beobachtungen über eine bis dahin unbekannte Form des Zusammenwirkens des Gesichts und des Labyrinths: Wird eine Versuchsperson im völligen Dunkel mit der Beschleunigung von 10-20 Bogenminuten pro Sekunde gedreht, so hat sie das Gefühl absoluter Ruhe, denn die Schwelle der Drehempfindung beträgt 1-2 Grad pro Sekunde. Leuchtet aber während der zuerst genannten, weit unterschwelligen Körperdrehung ein feiner Lichtpunkt auf, der in etwa 150 cm. Abstand in Augenhöhe an dem Drehstuhl fest angebracht ist, sich also gegen den Beobachter nicht verschiebt bzw. verdreht, so sieht man diesen Punkt sich bewegen, und zwar "in der objektiven Drehrichtung und -geschwindigkeit". Dabei spürt der Beobachter vielfach nichts von einer Drehung seines eigenen Körpers, sondern meint, selbst unbewegt dem Wandern des Punktes zuzuschauen. Mit den 20 Versuchspersonen von Christian wurden bei sichtbarem Punkt Drehbewegungsschwellen zwischen 8 und 20 Bogenminuten objectiver Beschleunigung gemessen. Die Schwelle war also in einigen Fällen auf 1/15 der Schwelle im völligen Dunkel herabgesetzt, das heisst, unter die rein optische

(1) Zeitschrift für Sinnesphysiologie, Band 68 (1940), S. 151-184, ins.besondere S. 157-168.

Schwelle für die Bewegung eines Punktes im Dunkel, die (nach Bourdon) 14-21 Bogenminuten pro Sekunde betragt.

Kopf - und Augenbewegungen spielen, wie sich feststellen liegt, keine Rolle. Bei 5 Taubstummen ohne Vestibularis trat die beschriebene Punktwanderung nicht auf. Es sind demnach ausschliesslich Labyrinthreize massgebend.

Bei allen früheren Beobachtungen über Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Sinnen werden Erscheinungen des einen Sinnes durch die gleichzeitige, ebenfalls überschwellige Tätigkeit des anderen entweder gestört oder gefördert, u.U. auch geändert; oder eine in dem einen Sinn gegebene intermodale Eigenschaft tritt auch in dem anderen in Erscheinung, ohne dass in diesem eine entsprechende Reizung stattfindet.

Dagegen wird bei dem von Christian beschriebenen Zusammenwirken von Gesicht und Labyrinth ausschliesslich in der einen Sinnessphäre - und zwar zutreffend - wahrgenommen, was in der anderen allein reizmässig gegeben ist, jedoch in dieser selbst wirkungslos bleibt.

Ergänzend zu diesen Beobachtungen hat W. Metzger (1) mitgeteilt, dass in vielfach wiederholten Fällen auch in einem hellerleuchteten Raum, der sich mitsamt dem Beobachter in einer unsichtbaren Umgebung hin und her drehte (in dem Wagen einer Untergrundbahn) diese Drehungen wahrgenommen wurden, wenn der Blick von einem Ende des Wagens auf das andere gerichtet war, dagegen unbemerkt blieben, wenn der Beobachter quer zum Wagen auf die gegenüberliegende Bankreihe blickte, der vom Beick durchmessene Raum also entsprechend kürzer war. Die Vermutung lag nahe, dass die beiden Erscheinungen zusammenhängen, und dass in beiden der Abstand der beobachteten Gegenstände vom Auge

---

(1) im gleichen Band, S. 261-279.

eine Rolle spielt.

Das Problem konnte damals - im Krieg - mangels geeigneter Apparaturen nicht weiter verfolgt werden. Die freundliche Bereitstellung von Mitteln für ein geeignetes Gerät und für die Durchführung der experimentellen Arbeiten durch Consiglio Nazionale delle Ricerche dem an dieser Stelle dafür der aufrichtigste Dank ausgesprochen sei, machte es nun möglich, im Herbst 1966 das Problem im Istituto di Psicologia Sperimentale in Padova aufs Neue in Angriff zu nehmen.

Die Apparatur bestand aus einer schwarzen Kammer von cm. Länge, cm. Breite und cm. Höhe. Sie war am einen Ende fest über einem Drehstuhl montiert, auf dem der Beobachter sass. Das andere Ende der Kammer lief in den ersten Versuchen auf einem luftgefederten Rad. Dieses wurde später durch ein Gegengewicht hinter dem Rücken des Beobachters ersetzt. Dadurch wurde erreicht, dass die Kammer völlig frei von Erschütterungen rotieren konnte. Es wurde dafür gesorgt, dass auch keinerlei Licht von aussen in das Innere der Kammer eindringen konnte.

Der Beobachter hatte also - abgesehen von dem sehr kurzen Augenblick, in dem die Bewegung einsetzte - ausser dem Zustand des Labyrinths keinerlei Merkmale, aus denen er sich über seinen Bewegungszustand informieren konnte. Um alle Faktoren ausser der Labyrinthreizung möglichst konstant zu halten, wurden sämtliche Beobachtungen innerhalb der Kammer gemacht. Die (von Herrn F. Travaglini - Firma Erlen, Rom konstruierte) Apparatur erlaubte, sowohl gleichförmige als auch beschlennigte Drehungen innerhalb eines weiten Bereichs zu variieren.

Wir vermuteten, dass die von Christian und Metzger beobachteten Phänomene sihh nicht nur bei beschleunigten, sondern auch bei gleichförmigen Drehungen bemerkbar machen würden. Nach unserer Annahme sollten die <u>stärkeren</u> Rotationserscheinungen bei gleichför-

miger Drehung zugleich von längerer Dauer sein. Der Beobachter erhielt daher die Aufgabe, die vom Beginn der objektiven Drehung an laufende Stoppuhr anzuhalten, wenn die von ihm gesehene oder gespürte Bewegung in Ruhe überging oder ihre bestimmte Richtung verlor.

Unsere Vermutung hat sich überraschend gut bestätigt. Vgl. die beigefügte Tabelle und das Diagramm. In dem Diagramm geben die Ordinaten die (mit der Stoppuhr gemessene) Zeit an, während welcher bei der Versuchsperson ein - wenn auch noch so schwaches, so doch einsinnig gerichtetes - Dreherlebnis vorhanden war. Die Abszisse enthält in willkürlicher Reihenfolge die verschiedenen Versuchsumstände:

1) lichtloser Raum (Augen offen oder geschlossen): horizontale Linien.
2) Einzelpunkt in grossem Abstand (cm.);
3) Einzelpunkt in kleinem Abstand (15-20 cm.);
4) Kammer innen beleuchtet, Blick durch ihre ganze Länge (cm.)
5) Wie unter 4, aber der Blick gegen eine sehr nahe Wand gerichtet (auf die Knieegesetzter grosser Karton oder Seitenwand, Abstand vom Auge etwa cm.)
6) wie unter 4, Blick durch die Länge der Kammer, die durch einen Spiegel an der gegenüberliegenden schmalen Wand auschaulich annähernd verdoppelt war (auf etwa cm).

In den Erkundungsversuchen, deren Ergebnisse hier mitgeteilt werden, dauerte eine Umdrehung der Kammer Sekunden. Das heisst, die Drehgeschwindigkeit war Gradpro Sekunde.

Versuchspersonen waren die 3 Autoren und einige Mitarbeiter des Instituts in Padova.

Die Tabelle und das Diagramm enthalten die Ergebnisse der 3 Autoren, und zwar jeweils das Mittel aus 5 Messungen.

Wie man sieht, sind die Befunde - angesichts der Schwierigkeit, den Zeitpunkt des Übergangs von Kam noch merklicher Bewegung zu völliger Ruhe genau zu treffen, erstaunlich einheitlich. Folgendes sind die

bisherigen Hauptergebnisse:

1. Es hat sich bestätigt, dass die Wirkung von Vestibularisreizen (Drehreizen)auf das Bewusstsein durch optische Reize, die die Drehbewegung des Körpers der Versuchsperson genau mitmachen, mehr oder weniger stark beeinflusst werden kann.

2. Es hat sich ferner unsere Vermutung bestätigt, dass der mitbewegte optische Reiz nicht nur eine Veränderung der Schwelle für Drehbeschleunigungen bewirken, sondern auch die anschauliche Geschwindigkeit bzw Eindringlichkeit gleichförmiger Drehbewegungen und ihre Dauer wesentlich verändern kann.

3. Dagegen hat es sich nicht bestätigt, dass diese Wirkung des mitlaufenden Gesichtsreizes immer in einer Verstärkung (Schwellenerniedrigung, längeren Dauer) im Vergleich mit der Drehung im Dunkeln, sondern unter Umständen auch in einer Abschwächung (Schwellenerhöhung, kürzeren Dauer) besteht.

4. Bestätig hat sich wiederum die Vermutung, dass dabei der Abstand der gesehenen Gegenstände vom Auge des Beobachters eine entscheidende Rolle spielt; dies gibt für beide untersuchten Versuchsbedingungen, Punkt im Dunkeln und beleuchtete Kammer:

Befindet sich der Punkt in cm Abstand vom Auge, so ist seine Bewegung viel kräftiger und dauerhafter als bei einem Abstand von 15-20 cm.

Ist im beleuchteten Raum der Blick in dessen Längserstreckung gerichtet, so ist seine Bewegung erheblich stärker und dauerhafter, als wenn man auf die Seitenwand oder einen nahe vor die Augen gehaltenen Karton blickt.

5. Die Bewegung der Punkte im Dunkeln ist durchweg erheblich kräftiger und von längerer Dauer als die Bewegung des beleuchteten Raumes, wenn dessen betrachtete Wand ungefähr den gleichen Abstand

hat wie der Punkt im Dunkeln.

6. Die anschauliche Drehung der beleuchteten Kammer ist, wenn die se in ihrer ganzen Länge überblickt wird, im allgemeinen, aber nicht immer, etwas stärker als die Drehung des eigenen Körpers bei völliger Dunkelheit. - Befindet sich die Wand der beleuchteten Kammer nahe vor den Augen, so ist dessen Drehung durchweg schwächer als die Drehung des eigenen Körpers im Dunkeln (nur ein mal ihr gleich).

7. Die beobachteten Drehungen sind bei mittlerer objektiver Dreh geschwindigkeit - annähernd 1 Umdrehung pro Minute - von längerer Dauer und besser differenziert als bei sehr langsamer objektiver Bewegung: 1 Umlauf in 2 Minuten - und bei sehr schneller - 1 Umlauf in 25 Sekunden

8. Die Beziehungen zwischen den Wirkungen der verschiedenen Versuchsumstände sind bei sämtlichen Beobachtern dieselben. Individuelle Unterschiede bestehen nur hindsichtlich der absoluten Werte.

9. Dass, wie Christian mitteilt, der Punkt im Dunkeln, trotz der gleich-schnellen objektiven Mitbewegung des Körpers der Versuchsperson, allein bewegt erschien, während die gleichzeitige eigene Drehung des Beobachters unbemerkt blieb, wurde unter unseren Versuchsumständen bisher nicht beobachtet.

Auf zahlreiche bemerkenswerte qualitative Einzelheiten, die für die Theorie der beschriebenen Erscheinungen und für den weiteren Fort gang der Untersuchung von Bedeutung sein könnten, kann in diesem kur zen Vorbericht nicht eingegangen werden. Ebenso verzichten wir auf - zum Teil schon naheliegende - theoretische Erörterungen.

Doch sei eine vorläufige Übersicht über die weitere Versuchspla- nung gegeben :

1. Die Zahl der Beobachter ist zu vermehren, um statistisch gesicherte Ergebnisse zu erhalten. Doch erscheint es in der augenblicklichen Lage angebracht, sich mit einer mässigen Zahl zu begnügen, um entspre

chend mehr Variationen der Versuchsbedingungen vornehmen zu können. Vorschlag für jede Variante 10 Beobachter.

2. Für die benutzten Drehgeschwindigkeiten ist die objektive Anlaufszeit (d.h. die Zeit, in welcher die konstante Geschwindigkeit erreicht wird) festzustellen.

3. Es soll - ohne Veränderung der Versuchsbedingungen - versucht werden, einige zusätzliche qualitative Feststellungen zu machen; u.a;

a) ob die dunkle Umgebung des wandernden Punktes scheinbar mitwandert oder stillsteht;
b) welches unter den verschiedenen Versuchsbedingungen die scheinbare Lage der Drehachse ist;
c) wie gross - zu verschiedenen Zeitpunkten - den Beobachtern der zurückgelegte Weg (bzw. Drehwinkel) erscheint.

4. Vor allem müssen die Versuchsbedingungen von Christian möglichst genau reproduziert werden. Insbesondere ist festzustellen , unter welchen Umständen die Bewegung des Punktes sich verselbständigt, der Beobachter sich also scheinbar nicht mitbewegt.

5. Es muss weiter festgestellt werden, was unter Christians Versuchsbedingungen, also bei fortlaufender Beschleunigung, seine Angabe bedeutet, dass die gesehene Geschwindigkeit "mit der objektiven Geschwindigkeit übereinstimmte".

6. Die Entfernung des Punktes im Dunkeln und die Tiefe der beleuchteten Kammer müssen weiter vergrössert werden. Hierzu werden zweckmässig die beiden schmalen Wände mit Spiegeln bedeckt. (Vielleicht kann auf der Seite des Beobachters der Spiegel halbdurchlässig gewählt und unmittelbar vor ihm aufgestellt werden).

7. Es müssen reinoptisch - bei objektiver Ruhe des Beobachters - erzeugte Bewegungen eines Punktes im Dunkeln mit den durch Vestibularisreizung erzeugten verglichen werden. Vor allem ist dabei festzustellen, ob die Schwelle und die Eindringlichkeit der Bewegung auch unter diesen Bedingungen von dem Beobachtungsabstand beeinflusst wird.

8. Die Wirkung zusätzlicher - absichtlicher - Kopfbewegungen auf die beobachteten Erscheinungen ist festzustellen.

9. Die Wirkung der Festlegung des Kopfes ist festzustellen.

10. Die Wirkung zusätzlicher - absichtlicher - Augenbewegungen ist festzustellen. Um diese willkürlich festsetzen zu können, könnten im Dunkeln 2 oder mehr Punkte dargeboten werden, die abwechselnd zu fixieren wären.

11. Versuche im Dunkeln mit einäugiger Beobachtung.

12. Versuche im Dunkeln mit einäugiger Beobachtung und festgelegtem Kopf.

13. In besonderen Versuchen soll der Kopf des Beobachters während der objektiven Drehung möglichst weit zur Seite geneigt und im Augenblick des Anhaltens aufgerichtet werden, um zu prüfen, ob die gesehene Nachbewegung weiterhin waagrecht verläuft oder nicht.

14. Der Punkt im Dunkeln soll durch ein geeignetes Nachbild ersetzt werden.

15. Es sollten womöglich die Beziehungen zwischen den Bewegungen des Nachbilds und der Augen des Beobachters objektiv festgestellt werden.

Es sollten ferner Versuche über die Beteiligung des eigenen

Körpers in Aussicht genommen werden, um festzustellen, ob ausschliesslich optische Abstandsunterschiede massgeblich sind. Und zwar sollte

16. der schon von Christian mitgeteilte Versuch wiederholt werden, in welchem der Lichtpunkt von dem Beobachter selbst in der ausgestreckten Hand gehalten wird.

17. Ferner sollte der Beobachter Versuche liegend im Dunkeln machen, mit der Drehachse

a) mitten zwischen Kopf und Füssen, b) im Kopf, c) in den Füssen.

18. Endlich sollte der Beobachter normal sitzen, sich aber verschieden weit ausserhalb der Drehachse befinden, im Grenzfall am anderen Ende der Kammer mit Blick zurück auf die Gegend der Achse.

Von jeder dieser neuen Varianten sind Auskünfte zu erwarten, die für die Theorie des Phänomens von Bedeutung sein können.

le ruote delle leggi di movimento di rotazione
ottenute da Cr. con 20 leggi - vedi dettato il p. Cr
un dato da a