

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

5

ESTUDIO POLIGRAFICO DEL TIEMPO
DE REACCION Y DEL PROCESO DE LA
EXPECTACION EN HUMANOS.

390
Psi

TESIS PARA EL EXAMEN PROFESIO-
NAL DE PSICOLOGA, QUE AL COLE-
GIO DE PSICOLOGIA, FACULTAD DE
FILOSOFIA Y LETRAS, UNAM.,

P R E S E N T A

SILVIA KORNHAUSER STRAUSS

FEBRERO,

1969



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

25053.08

UNAM.3

1969



25053.08
UNAM.3
1969

M-161066

type 115

Agradezco al Dr. Augusto Fernández Guardiola
la dirección y ayuda para el desarrollo de -
este trabajo.

A mi maestro el Dr. Alfonso
Escobar Izquierdo.

A mis padres, hermanos y amigos.

T. Ps 471

INDICE .

I. INTRODUCCION.	
El sentido del tiempo	1
Antecedentes de los estudios sobre tiempo de reacción .	18
Estudios modernos del tiempo de reacción: Tareas de <u>eje</u> cución prolongada, vigilancia y expectación	23
Factores que modifican al tiempo de reacción	31
II. HIPOTESIS.	37
III. METODO.	
Sujetos	38
Registro y estimulación	38
Procedimiento experimental	39
Análisis de datos	40
IV. RESULTADOS.	
Tarea monitora	41
Cambios electroencefalográficos relacionados con las <u>va</u> riaciones del tiempo de reacción	42
Frecuencia cardíaca	44
Experiencias subjetivas	45
Curso temporal de la expectación	46
Habitua <u>ci</u> ón rápida del reflejo psicogalvánico	49
Variaciones de la frecuencia cardíaca	49
Cambios en el ritmo alfa	52
Frecuencia respiratoria	53
Contracción de los músculos del antebrazo	54.
V. DISCUSION	55
VI. REFERENCIAS	64

EL SENTIDO DEL TIEMPO.

En los últimos años hemos asistido al desarrollo de la Psicofisiología como ciencia que se ocupa de las funciones cerebrales. A partir de los trabajos de Sherrington y Pavlov, las funciones superiores del cerebro comenzaron a ser exploradas por medios y técnicas de la fisiología, particularmente de la electrofisiología. La Bioquímica y las ciencias de la conducta han abierto también un nuevo campo y se han desarrollado teorías sobre actividades tales como el aprendizaje y la memoria, que nunca antes había soñado un fisiólogo abordar.

La descripción subjetiva de nuestras capacidades, esta dejando paso al estudio experimental, pero no ya al análisis conductista, que tantos datos proporcionara en el siglo pasado y principios de este, sino a la correlación de la conducta provocada o espontánea, con variables fisiológicas mesurables. Entre estas variables, se ha estimado en sumo grado a la actividad eléctrica del cerebro, que tan dramáticamente cambia, por ejemplo en el paso de la vigilia al sueño. Los trabajos de Adrian (1928), abrieron la posibilidad del estudio de las sensaciones y de la percepción y ayudaron a establecer la topografía de las áreas de proyección sensorial en la corteza cerebral. Así se fue estableciendo, paulatinamente, la naturaleza de los mecanismos y dispositivos cerebrales que intervienen en cada modalidad sensorial, en cada uno de los órganos de los sentidos y sobre todo de aquellos que pueden activarse por estímulos que podemos manejar con exactitud en cuanto a su intensidad y duración. Se clasificaron los receptores y se descubrió su potencial generador. La correlación entre este potencial del receptor y la frecuencia de descarga en las fibras, proporcionó la base

física a los trabajos y postulados de Weber y Fechner.

Con el descubrimiento de las funciones sensoriales - inespecíficas de la Formación Reticular del Tallo Cerebral y de la Reacción de Despertar Electroencefalográfica, producto de los trabajos de Moruzzi y Magoun (1949), se sentaron las bases para el -- estudio de la atención y de la habituación. Pronto se vió que el esquema clásico, simple, de Receptor Vía específica Area de Proyección primaria, era insuficiente para explicar los fenómenos aludidos y se incorporaron al modelo territorios de convergencia y áreas de asociación.

A medida que el modelo propuesto se complicaba, apareció un nuevo factor, el factor temporal, que ya había dejado entrever su importancia por el estudio de las latencias y entre la estimulación de un receptor y la llegada de los impulsos nerviosos a - la corteza cerebral y por el análisis de la frecuencia de descarga espontánea de las neuronas aisladas por medio de microelectrodos.- Este factor temporal reveló, desde el principio, una característica sumamente importante, su variabilidad. Se pudo demostrar que - los impulsos en el Sistema Nervioso, impulsos que llevan la información desde los receptores a las áreas de integración o desde un área a otra, viajan más rápido o más despacio, es decir invierten mayor o menor tiempo en su trayecto, dependiendo de diversos factores, entre ellos, el diámetro de las fibras, la temperatura, el grado de activación cerebral medido por el ritmo EEG y la acción - de algunas drogas.

Los estudios de Condicionamiento Pavloviano e Instrumental, dieron por resultado la necesidad de admitir que los animales son capaces de percibir la duración o tiempo transcurrido entre

dos acontecimientos. De hecho, si estos acontecimientos tienen un significado especial para el animal (castigo, recompensa), significado que se adquiere a través del aprendizaje, los mamíferos son capaces de calcular la duración con una gran exactitud, en relación con el tiempo absoluto.

En general, nos debemos preguntar 3 cosas sobre el tiempo: a) como lo medimos; b) como establecer el orden de acontecimientos en una secuencia y c) como establecer la dirección de una variación de tiempo.

Pero fijémonos bien. Aquí ya no estamos hablando del tiempo como experiencia animal, sino del tiempo como concepto abstracto, es decir de algo fuera de nosotros y que tratamos de comprender.

Medimos el tiempo comparando regímenes, contando períodos naturales y oscilaciones que experimente un patrón de referencia temporal. Nuestro patrón de referencia primario es la rotación de la tierra. Los patrones secundarios tales como péndulos, relojes, osciladores de frecuencia fija, etc. están calibrados con respecto al primario. En este caso la calibración, es la determinación del número de períodos en oscilaciones de un patrón, comparado con el otro.

Todos hemos asistido, en estos días al fascinante hallazgo de un oscilador extraterrestre, los "pulsars" (Hewish 1968) o estrellas lejanas que emiten señales periódicas con notable regularidad.

Consideramos el fluir del tiempo absoluto como homogéneo en su fluir e invariable en su régimen. Es la variable independiente de las abcisas de nuestras gráficas. Pero aun no existe en -

la Física-Matemática un acuerdo general sobre su dirección. Entonces lo único que determina el pasado y el futuro, es el hecho de que es - menos probable que la energía se concentre, como resultado de la interacción entre átomos y moléculas que el que se disperse. La dirección del tiempo estaría por lo tanto, determinada por la dirección con la - cuál tiende a ir espontáneamente la distribución de energía. Pero, -- como señalamos hace un momento, este es un problema abstracto que pertenece al conocimiento categórico. En biología, el problema no existe, pues en el desarrollo ontogénico el tiempo transcurre con una dirección dada por dos puntos netos, nacimiento y muerte.

Pero si bien no existe el problema de dirección, existe - otro, y bien notable, que es el de increíbles desfases entre el - tiempo absoluto y el tiempo percibido y juzgado por el Sistema Nervioso.

Todo lo que vive sobre la tierra esta continuamente sometido a cambios. La vida en si es constante movimiento y transformación. Los animales y el hombre son espectadores de una transformación universal del mundo que los rodea, al par que experimentan cambios internos. Los días suceden a las noches, las estaciones unas a otras, las sequias a las épocas de lluvia. Contemplamos como los animales nacen y mueren y somos conscientes de la inevitabilidad de nuestra propia muerte como algo que pertenece al futuro, asi como del hecho de nuestro nacimiento y nuestra niñez, que colocamos en el pasado. Los animales superiores, pueden, gracias a su facultad de memoria, recordar hechos del pasado - y establecer predicciones y normas de conducta para ser empleadas en - el futuro. Esta capacidad unida a la de estimar con bastante precisión el tiempo transcurrido, es un factor muy importante en la supervivencia de las especies.

Experimentamos cambios y alteraciones del medio que pueden ser periódicas o cíclicas o no serlo. Evidentemente, la experiencia del transcurso del tiempo en los animales proviene precisamente de la sucesión de cambios cíclicos. Los períodos de luz y obscuridad, el ascenso y descenso de las mareas, las fases de la luna, etc. proporcionan esa referencia. Ahora bien, a través de precisamente un largo período de tiempo, estos cambios cíclicos externos impresos en los organismos, provocan cambios cíclicos internos, ciclos de actividad que modifican en forma sincrónica y espontánea, tanto las constantes biológicas como la conducta. Desde -- luego, no es fácil establecer siempre con certidumbre la dependencia de un ritmo biológico interno con un factor cíclico externo -- que lo haya inducido. La mayoría de las veces sí es esto posible y podemos entonces, mediante ingeniosos experimentos comprobar dos cosas importantes: a) la dependencia de ambos ritmos, el interno y el externo y b) su grado de arraigo en la especie.

Experiencias de la psicología experimental en animales, muestran como una periodicidad exógena llega a ser por inducción, endógena. Así, el gusano plano Convoluta, que vive en la arena húmeda de las playas, permanece en la superficie durante la marea baja, pero se hunde rápidamente en la arena, cuando comienza la agitación de la marea creciente. Esta reacción no se produce en los animales que han sido criados desde su nacimiento en un acuario, si -- los transportamos subitamente a una playa. Por el contrario, gusanos que han sufrido por algún tiempo la acción de las mareas y son transportados a un acuario, continúan mostrando la misma conducta y se hunden regularmente en la arena a la hora en que la marea debe subir. Esto demuestra que estas actividades periódicas no son refle

jos simples, ya que subsisten sin el estímulo que las provocaba, por otra parte, no son de origen endógeno ya que al cabo de cierto tiempo de cesar los cambios en el medio, desaparecen. Pierón en 1910 llamó a este fenómeno "la persistencia rítmica" y lo consideró producto de la experiencia y del aprendizaje, que da lugar a una adaptación por anticipado a los cambios del medio. Aunque Pierón estaba interesado únicamente en la investigación de los problemas psicofisiológicos de la percepción del tiempo, esto le llevó a una conclusión metodológica general de que estos problemas deben ser considerados en el terreno - objetivo de un análisis de la conducta humana en su relación con el - tiempo. Es evidente que estamos ante un fenómeno de estimación del - tiempo transcurrido. Como señala Fraisse (1963), existen una gran variedad de adaptaciones periódicas, incluso en el reino vegetal.

En los últimos años se han extendido considerablemente - los estudios sobre estos ritmos. Los problemas generales que se plantean son, principalmente su naturaleza endógena o exógena. A menudo se trata de dilucidar si están, a pesar de ser endógenas, inducidos o dirigidos por alguna periodicidad del medio ambiente. Otro problema suele ser el de su desarrollo ontogénico. ¿Existen desde el nacimiento? ¿Cuándo comienzan sino a desarrollarse? Tales suelen ser las incógnitas.

En el condicionamiento al tiempo, el primer nivel de -- adaptación es biológico y por lo tanto común a los animales y al hombre. Siempre que los cambios a los cuales estemos expuestos sean -- susceptibles de someterse a una medida de regularidad, producen a través del condicionamiento, cambios sincrónicos en nuestro organismo. - Si estos cambios son periódicos, siendo el más importante de estos --

para el hombre el ciclo del día y de la noche, originan en nuestro organismo actividades que poseen un mismo ritmo.

La regulación de este ritmo es al principio exógena, - pero gradualmente se convierte en endógena, así como en relativamente independiente del medio. Sin embargo, la periodicidad de las modificaciones que tienen lugar dentro del organismo proveen a este - de un reloj fisiológico, que es usado tanto por el hombre como por los animales para la orientación temporal, especialmente cuando -- faltan los indicadores producidos usualmente por los cambios en su medio ambiente.

Los cambios que ocurren a nuestro alrededor no solamente causan reacciones inmediatas, su orden y periodicidad producen - también en el organismo series de cambios fisiológicos y modifica-- ciones en la conducta las cuáles tienen las mismas características temporales.

La existencia del condicionamiento al tiempo explica - el porqué los animales pueden adaptarse al cambio por medio de la - conducta organizada temporalmente. El hombre también emplea estos mecanismos biológicos para orientación temporal y estimación de la duración, pero en su caso, estos son parte de una conducta más compleja en la cual el conocimiento simbólico del cambio juega también un papel importante.

Los organismos vivientes presentan un gran número de fenómenos periódicos: la frecuencia del pulso; el ciclo respiratorio; el ritmo de los órganos digestivos; el sueño; la menstruación; los ritmos de las estaciones en la vida vegetal; la actividad sexual; - las migraciones; etc.

Ciertos fenómenos periódicos de la vida orgánica son --

endógenos y no tienen relación con los cambios de la naturaleza. - Esto es aplicable al ritmo de las ondas cerebrales, los látidos cardíacos, y aún a las respiraciones.

Los ritmos circadianos⁽¹⁾ en los animales, al contrario que en las plantas son casi siempre adquiridos. En ciertos casos, - los ritmos inducidos parecen ser causados totalmente por los ritmos del medio ambiente en que vive el animal y este es el caso de los -- ritmos circadianos en los períodos de la vigilia y el sueño. A pesar de varios casos excepcionales en aprendizaje de esta clase, ningún - animal escapa al dominio de los ritmos circadianos, quizá con la -- excepción de peces de la profundidad del mar, que duermen por intervalos que exceden las 24 horas (Pieron 1913).

Aparte de los ritmos generales, existen otras actividades, especialmente entre los insectos, que siempre tienen lugar a la misma hora y que son resultado por completo de la experiencia adquirida. Si las abejas encuentran comida en el mismo lugar y a la misma - hora, por varios días consecutivos, seguirán buscándola ahí, a la misma hora, aún algunos días después de que se suspenda la provisión de alimento. Este sentido del tiempo está también claramente establecido en otras especies.

Los pájaros muestran un incremento en la actividad justo antes de su hora de comida (Stein, 1951).

Existen pruebas de que las abejas tienen un control interno que actúa independientemente de las condiciones externas. Este control se forma debido a variaciones periódicas en el organismo las que a su vez son producidas por los ritmos circadianos. Así Renner (1955) demostró que un grupo de abejas, que había sido entrenado en -

(1) Ritmos de aproximadamente 24 horas.

un laboratorio experimental a buscar su comida todos los días a la misma hora, cuando fué transportado en avión de Paris a Nueva York, e instalado en una pieza idéntica, siguió buscando su comida a la hora de Paris, sin tener en cuenta el desfase temporal.

La existencia de un reloj interno ha sido mostrada en los estudios relativos a la orientación solar de los artrópodos y los pájaros argumento que ha sido revisado en forma crítica por Medioni (1956). Numerosos experimentos han mostrado que los insectos y crustáceos son capaces de moverse en una dirección a un ritmo determinado, guiados exclusivamente por la posición del sol. Para que esta conducta sea constante, el animal obviamente, tomará en cuenta la hora del día a fin de adjudicar las diferencias correspondientes en la posición del sol.

Ahora bien, a medida que se avanza en la escala Zoológica, se logra una etapa mas compleja a lo que llamaremos de ahora en adelante la percepción del tiempo. Es posible, en mamíferos, tras un breve entrenamiento, establecer respuestas ante el simple transcurso del tiempo. Por lo tanto, estamos ante una etapa superior a los simples ciclos descritos hasta ahora. Esta etapa se ha denominado condicionamiento al tiempo, mientras que la interior la debemos considerar, siguiendo a Fraisse, como la adaptación a los cambios periódicos. Es importante sin duda establecer esta distinción, pues el segundo caso, el del condicionamiento temporal implica que los animales con un alto desarrollo del Sistema Nervioso son capaces de percibir duraciones, o sea la cantidad de tiempo entre dos eventos, aunque estas no tengan un carácter ciclico o periódico que se repite por largo tiempo en la vida

del animal. Se puede condicionar a un animal, aunque el intervalo entre el estímulo condicionante y el incondicionante sea notablemente largo. Y cuando el condicionamiento esta establecido, el animal no responderá sino hacia el final de este intervalo. Se ha llamado a este tipo de condicionamiento retardado de traza y en el juega un papel primordial la estimación que el animal hace de la duración del intervalo, ya que no responde a la señal actual sino al tiempo que transcurre después de su presentación. (Pavlov, --- 1927).

Este tipo de respuesta puede lograrse tanto en si tuaciones de gratificación como de castigo. Las técnicas de condi cionamiento instrumental han proporcionado resultados semejantes, probando así que el animal es capaz de regular, no solamente res-- puestas secretoras sino patrones de conducta complejos, gracias a su capacidad de estimar el tiempo transcurrido.

Zelenyi, (1907) sometió a un perro a la presenta-- ción combinada de un sonido y comida cada 10 min. encontrando que - después de cierto número de repeticiones, el reflejo salivar condi-- cionado ocurría regularmente cada 10 minutos. Feokritoff, (1912) investigó las leyes precisas que gobiernan este fenómeno, el que - no está limitado al reflejo salivar. Beritov (1912) citados por - Dmitriev y Kochigina (1959) mostraron que también es posible condi cionar al tiempo la reacción motora de defensa: tras la aplicación de un choque eléctrico durante 40 veces a intervalos de cinco minu-- tos en la pata delantera de un perro, este la moverá un minuto an-- tes de que se le aplique el estímulo siguiente: finalmente, después de 1936 Bykov y sus col. (citado por Dmitriev y Kochigina, 1938) -

probaron que es posible condicionar el cambio metabólico al tiempo.

Feokritoff, en su experimento del tiempo como estímulo condicionado observó el mismo fenómeno descrito por Pavlov. Al animal se le da comida regularmente cada 30 minutos, adicionando el sonido de un metrónomo unos segundos antes de la comida así se obtiene la combinación de dos estímulos, uno de los cuales es el factor tiempo, y el otro equivale a las pulsaciones del metrónomo. De esta manera se establece un condicionamiento de los hemisferios cerebrales al minuto 30, cuando ambos estímulos son reforzados por la comida.

Pero cuando la fisiología se planteó el problema de la naturaleza del proceso de la percepción del tiempo. En seguida, lo primero que llamó la atención fué la diferente naturaleza de la duración percibida, cuando esta limitada por dos estímulos únicamente (duración vacía) y cuando esta ocupada por estímulos repetidos (duración llena). Piaget (1946) demostró que los niños solo perciben la sucesión, y que son incapaces de estimar duraciones -- "cuando no hay movimiento". Fraisse (1963) va más lejos aún, afirmando que la extensión de una duración depende del número de cambios -- que seamos capaces de percibir. Esto ha sido una idea general desde Aristoteles que pensaba que el tiempo era la cantidad de movimiento. James afirmó que "es la riqueza de su contenido lo que constituye la extensión del tiempo"... Desde el siglo pasado se han realizado intentos por parte de los psicólogos experimentales para encontrar un sentido del tiempo. Algunos como Czermak (1857) afirmaron que el tiempo, como el espacio, era el objeto de un sentido general distinto de los cinco sentidos especiales. Mach en 1865 fué más lejos aún afirmando que el sentido del tiempo era un sentido especial y que sus

receptores estaban localizados en el oído, ya que es con este órgano que percibimos el ritmo de una melodía y el más sensible a los cambios temporales. Esta idea que fué refutada con facilidad por los científicos de su tiempo ha quedado sin embargo, vigente. Nuestro propósito actual es el de demostrar que si es probable que existe un sentido del tiempo y que este se basa en la capacidad de algunas estructuras cerebrales de detectar cambios cíclicos internos, con los cuales llenan las duraciones percibidas.

Cuando una persona recibe un choque eléctrico leve, se observa una reacción refleja conocida como reacción psicogalvánica. Si este choque es repetido cada 8 seg. por un cierto tiempo, al terminar los choques, en ciertos individuos, se presentarán una o más reacciones a intervalos de alrededor de 8 seg. Esto prueba que ha sido inducido un ritmo de reacciones autonómicas (Fraisse y Jampolsky, 1952).

Hay tres ritmos endógenos rápidos que son particularmente importantes: los del corazón, la respiración, y la actividad eléctrica del cerebro. En los tres casos se ha probado que -- estos ritmos no son respuestas periódicas a estímulos de la misma índole. Se ha encontrado que el único efecto del estímulo que actúa sobre alguno de ellos es el de hacerlos más lentos o acelerar la -- oscilación espontánea de los centros nerviosos. En el sistema nervioso se encontró que aún cuando, en algunos casos, su funcionamiento no es rítmico en forma espontánea se pueden obtener respuestas rítmicas si se presenta un estímulo constante. Este es el caso de los centros reflejos, las fibras sensoriales y las fibras motoras -- (Fessard 1931, 1936).

En los centros superiores, las ondas cerebrales --

periódicas, registradas por el electroencefalograma, son el resultado de la sincronización de la actividad eléctrica dispersa de las células nerviosas. De acuerdo con las hipótesis más aceptables, la regularidad de las pulsaciones de cualquier órgano o centro, está determinada principalmente, por la coordinación de un largo número de pulsaciones elementales (Bethe, 1940). A este respecto es aún más importante el hecho de que ciertas actividades periódicas pueden volverse sincrónicas por medio de un estímulo que sea periódico por sí mismo.

Gracias a los experimentos llevados a cabo por - - Adrian (1934) cuyos resultados han sido confirmados muchas veces, - sabemos que el ritmo alfa de las ondas cerebrales puede ser regulado hasta ciertos límites por una luz intermitente. Estos resultados no solamente muestran que las regulaciones periódicas innatas e inducidas tienen las mismas características, sino que también explican los problemas de la que puede ser llamada estimación de la duración.

Pierón (1923) concluyó que nuestra apreciación de - la duración puede depender de procesos fisiológicos; y que si la velocidad de los procesos orgánicos es modificada por variaciones en - la temperatura, el tiempo mental puede incrementar o disminuir proporcionalmente. Esta posibilidad de que cambios físico-químicos intervinieran entre nuestra estimación del tiempo fué brillantemente demostrada en forma independiente y casi simultánea por Francois (1928) en el laboratorio de Pierón y por Hoagland (1933) en los Estados Unidos. El primero demostró que aumentaba la velocidad con que un individuo - marcaba intervalos estimados de un segundo, cuando su temperatura se hacía subir mediante diatermia. El segundo observó un hecho similar

en la hipertermia artificial. Este último llegó a registrar una - constante fisiológica, el ritmo alfa cerebral y halló variaciones de frecuencia que parecían corresponder con las alteraciones de la percepción del tiempo.

Se sabe que el sistema nervioso tiene un ritmo - - intrínseco, aún cuando responda a un estímulo que no es periódico. Popov (1950) considera, en base a sus estudios, que debemos suponer la existencia de una propiedad específica del sistema nervioso que reproduce las actividades en el mismo orden en que fueron obtenidas originalmente y a la que dió el nombre de ciclocronismo; encontró, así mismo en los registros electroencefalográficos del conejo, sometido al estímulo de una luz que brillaba periódicamente ante sus ojos, que las modificaciones de la corteza visual se vuelven periódicas y continúan más o menos iguales después de que el estímulo ha cesado. Siguiendo a Popov quién concuerda con Fessard (1931) en - este punto, debemos admitir que la respuesta del sistema nervioso - a un estímulo no es simple sino polifásica, esto es, una fase de -- inhibición sigue a una fase de excitación y ésta, a su vez, puede ser seguida por otras fases más o menos complejas de excitación e inhibición. Por lo tanto, estos ritmos inducidos son el resultado de un proceso de condicionamiento, en el cual, el estímulo condicionado es el intervalo de tiempo entre dos estímulos periódicos. Así, cuando se elimina uno de los estímulos periódicos la reacción que -- tiene lugar se ve disminuída.

La región hipotalámica es una de las responsables de la regulación de los ciclos orgánicos; Kleist (1934) y Klines y - - Meszaros (1942, 1943) llegaron a la conclusión de que la integración

temporal de las reacciones periódicas también ocurre a este nivel.

La existencia de los ritmos orgánicos inducidos - por las variaciones periódicas en el medio ambiente, tiene para el hombre una importante consecuencia psicológica, esto es, lo proveen de un reloj interno. Sin embargo, el hombre tiene un cierto sentido del tiempo que no depende totalmente de los indicadores objetivos, - sino que actúa interpretando aquellos mensajes orgánicos cuyo significado está asociado con las modificaciones periódicas del organismo.

Boring y Boring (1917) despertaba sistemáticamente a sujetos voluntarios entre la media noche y las cinco a.m. para interrogarlos sobre la hora que era, el promedio error en el juicio fué de 50 min. esto muestra claramente la orientación temporal.

Jasper y Shagass (1941) trataron de establecer el - condicionamiento dirigido a la desaparición del ritmo alfa cortical. En este caso, el estímulo incondicionado fué la luz y el condicionado fué un sonido que la precedía, el retardo era ligeramente menor que - el tiempo entre el intervalo de los dos estímulos.

El condicionamiento dirigido muestra que, los individuos en la adaptación a su medio ambiente, consideran la duración - de los eventos a un nivel involuntario. Los experimentos de Jasper y Shagass sugieren que el r egistro fisiológico de la duración es casi - exacto y por lo tanto, otro factor psicológico que a menudo causa una anticipación de la reacción.

Sams y Tolman (1925) establecieron que ratas, en - un laberinto, escoger an entre las dos rutas, la más corta posible; - en forma similar si la elección debe hacerse entre dos encierros de diferente duración, eligirá el más corto.

Considerando el tiempo de reacción como condicio
namiento Leridon y Leny (1955) demostraron que un sujeto que ha --
adquirido una forma de reaccionar a un estímulo incondicionado 5 --
seg. después del estímulo condicionado (o señal preparatoria), muestr
an un tiempo de reacción apreciablemente más largo cuando el estífu
mo incondicionado se presenta solo dos seg. después. Este result
ado es especialmente sorprendente si se toma en cuenta el hecho de
que el tiempo de reacción es a menudo más corto tras un intervalo -
de dos seg. entre la señal preparatoria y la señal de ejecución, misma
que es presentada 5 seg. después.

Es probable que el centro que controla la adaptaci
ón y el condicionamiento dirigido sea subcortical. Finan (1939)
extirpó los lóbulos frontales a cuatro monos quienes debían resolve
r un problema temporal, encontrando que antes y después de la oper
ación eran igualmente capaces de permanecer sobre una parrilla dur
ante 10 seg. y cruzar a otra para permanecer ahí los 10 seg. siguientes
evitando así el choque eléctrico que se presentaba si permaneci
an en cualquiera de las dos parrillas más de los 10 seg. Se ha
considerado que la regulación de la conducta organizada temporalmente
puede estar localizada en estos lóbulos, pero se infiere que el
control básico es más bien subcortical.

La combinación de procesos fisiológicos e indicadores
proporcionados por la emoción o por la acción, explican también
porque la estimación del tiempo es menos exacta en las condiciones -
más complejas de adaptación. Esta simple paradoja significa que solamen
te el proceso fisiológico básico nos dá un indicador exacto, esto
está confirmado por el hecho de que el condicionamiento dirigido del
ritmo alfa, que no está estrechamente conectado con la conducta, es

el más exacto y el más regular de todos los tipos de condicionamiento.

Sin embargo, no hay estudios fisiológicos que hayan ido más allá. Por desgracia, con la enorme facilidad que tienen los psicólogos experimentales para abandonar los experimentos sencillos y entregarse a complicaciones prematuras, se han estudiado mucho -- más situaciones complejas en las que se cambian sin cesar parámetros de estimulación y estados de motivación en los sujetos, que realizando experiencias sencillas en las que se tratan de establecer correlaciones de conducta con variables fisiológicas.

ANTECEDENTES DE LOS ESTUDIOS SOBRE TIEMPO DE REACCION.

El estudio del tiempo de reacción se originó por el hallazgo de los astrónomos del siglo pasado, quienes observaron que existía una diferencia personal entre sus observaciones individuales de registro del tiempo de los eventos estelares. Ellos tomaron seriamente en cuenta las causas fisiológicas y psicológicas de error en sus observaciones.

A este respecto, es interesante recordar la anécdota referida por Boring (1957) que nos cuenta como en 1896 el astrónomo Maskelyne despidió a Kinnebrook, su asistente en Greenwich debido a que este registraba el tiempo de tránsito estelar un segundo después que él. Este hecho tuvo dos consecuencias: 1o. A raíz de esto, Bradley propuso el excelente método que lleva su nombre y que fué aceptado pues permitía una exactitud de uno o a lo sumo dos décimas de segundo de error en la medición. 2o. mostraba que el error de Kinnebrook de ocho décimos de segundo, era un error grueso y justificaba la conclusión de Maskelyne de que su asistente había caído en un método irregular y confuso creado por él. Esto habría quedado en el olvido a no ser por Bessel quien lo citó en las páginas del *Astronomical Observations at Greenwich*. Y así, aun que Maskelyne, observó y registró la diferencia personal del tiempo de reacción desde 1795, su verdadero descubridor fué Bessel, astrónomo de Königsberg, quien captó la significación del fenómeno observado en Greenwich y los investigó a partir de 1820.

El incidente de Maskelyne y Kinnebrook sugirió a Bessel la posible existencia de un error personal de observación, el cual no era considerado por Bradley. Fué así como Bessel estableció, la diferencia en el tiempo de las observaciones entre dos personas -

por medio de lo que llamó una ecuación personal.

Sus resultados positivos llevaron a ciertos astrónomos de la década siguiente a medir, lo que como ya se dijo, fue denominada la ecuación personal, así como a hacer correcciones basadas en esta. A partir de 1840 ya se había hecho frecuente esta práctica y los astrónomos buscaron caminos para eliminar el error. Rápidamente propusieron varios métodos alternativos en relación a la ecuación personal, o para su determinación. Se buscó determinar la por medio de un péndulo de resorte. Este método ofrecía la posibilidad de determinar el tiempo verdadero y el tiempo observado. Pero realmente no se afrontó el problema hasta que se perfeccionó el cronógrafo. Dicho perfeccionamiento en la década siguiente y el desarrollo de otros métodos para hacer a un lado al observador florecieron a partir de 1860.

Más tarde se eliminó al segundo observador al construir un dispositivo por medio del cual un solo sujeto, frente a un telescopio, disparaba un mecanismo en el instante del tránsito estelar, de manera tal que el indicador del cronómetro hiciera una marca en el reloj la cual podía ser leída después en fracciones de segundo.

El cronómetro hizo fácil la medida de la ecuación personal absoluta. En otro tiempo los astrónomos podían estar satisfechos con las medidas de las diferencias personales relativas a dos observadores, pero no establecen a ciencia cierta la desviación de cada uno de ellos.

Con el desarrollo de dispositivos eléctricos y el uso combinado de la vista y del oído, fué posible describir la ecuación personal para un sólo astrónomo. Cuando se trabajaba en dicha

ecuación, se encontraron algunas medidas de la ecuación absoluta por medio de tránsitos artificiales y el cronógrafo o cronoscopio, con lo cual se consiguió la máxima exactitud en esta época. El empleo del cronoscopio de Hipp, instrumento que mide intervalos en milésimas de segundo, fué familiar a todos los psicólogos del siglo XIX.

Sin embargo el interés estaba ahora centrado definitivamente en la variabilidad de la ecuación personal es decir del tiempo de reacción. Es verdad que los nuevos métodos habían reducido la variabilidad indeterminada, pero los astrónomos quisieron descubrir la causa de esta variabilidad, para así, poder eliminarla.

El descubrimiento de las muchas causas de variación hizo notar la complejidad del proceso, se hizo un exhaustivo intento de considerarlas a todas. Haciéndose evidente desde el principio la posibilidad de que dependieran de la agudeza visual.

Se comenzo a atribuir el error en la medición a causas psicofisiológicas y Bessel planteó el problema desde este punto de vista.

Ahora bien, como en realidad el fenómeno es de esta índole, constituyó junto con la sensación, materia de estudio para la nueva psicología fisiológica. En relación a estos problemas fueron importantes las aportaciones de Müller (1838-1842), y las de Helmholtz 1853.

En (1838-1842), la creencia de Müller de que la acción nerviosa era instantánea fué eliminada por la aportación de Helmholtz sobre la medición de la velocidad de los impulsos nerviosos, sin embargo, el punto de vista del primero persistió como la base de la psicología de la asociación de Wundt (1880).

El descubrimiento de Helmholtz que apareció cuando se

iniciaba el perfeccionamiento del cronógrafo, abrió el camino a una explicación simple de la ecuación personal absoluta. Esta dependía únicamente del tiempo de conducción. Si como Helmholtz demostró, - la conducción nerviosa es más lenta que el sonido, el tiempo de - - reacción tiene un simple significado fisiológico por lo que es innecesario recurrir a un proceso vago de la mente. Esto fué seguido - por una explicación periférica, sustentada por Wolf en 1866, la - - cual atribuía el origen de este fenómeno a procesos que se llevaban a cabo en la retina.

Finalmente apareció una explicación de tipo central, debida en parte a lo inadecuado de los estudios anteriores y al experimento de Hartman en 1858, quién demostró que la expectación es una determinante muy importante de la ecuación personal. Bessel, a su vez, halló que el tiempo de reacción es más largo para los estímulos repentinos, como las apariciones y desapariciones (de los astros), - que para los eventos definitivamente anticipatorios como los tránsitos estelares.

En la última mitad del siglo los psicólogos ya podían aceptar el principio que postula que los tiempos de latencia -- para la percepción varían grandemente, de manera tal, que la predisposición atenta causa que el cerebro esté listo para recibir al impulso entrante esperado.

Esto es, la medida de la ecuación personal absoluta hecha por los astrónomos equivale en realidad a la observación del - tiempo de reacción. La determinación del tiempo de varios de los -- procesos mentales por medio del método de reacción y el procedimiento substractivo fué una de las actividades sobresalientes de la nueva psicología. Pero pertenece a Wundt en 1880 el mérito de haber --

desarrollado en su laboratorio los procedimientos para la determinación de varios de los procesos mentales, tanto que la última parte del siglo XIX es conocida propiamente como el período de la cronometría mental.

El investigador que tomó el experimento de medición del tiempo de reacción de las investigaciones astronómicas fué - - Donders, fisiólogo alemán ya muy conocido por sus trabajos sobre - la visión. Donders en 1862 reconoció dos tipos de reacción: simple y disyuntiva, en la reacción simple, un sujeto reacciona a un estímulo predeterminado con un movimiento predeterminado, no siendo así en la reacción disyuntiva. En 1860 hizo más complicada dicha reacción simple, al agregarle otros procesos mentales, derivándose de ello un incremento en el tiempo de reacción.

En 1888, en el laboratorio de Wundt, Lange descubrió la diferencia entre lo que fué llamado reacción sensorial y reacción muscular. Con la atención puesta en el estímulo (reacción sensorial), los tiempos son más largos que con la atención en el movimiento de reacción (reacción muscular).

Fué así como la astronomía al descubrir la ecuación personal absoluta y su posterior medición, engendró en la nueva psicología científica dos experimentos: el experimento de asociación, y - el de tiempo de reacción.

ESTUDIOS MODERNOS DEL TIEMPO DE REACCION: TAREAS DE EJECUCION PROLONGADA, VIGILANCIA Y EXPECTACION.

La tendencia actual de las experiencias sobre este proceso ha sido la de efectuar medidas sobre otros parámetros distintos de la conducta motora. De este modo han surgido trabajos en los cuales se realizan registros de variables fisiológicas, cuyos resultados se relacionan con los conductuales y psicológicos.

Mowrer (1940) realizó trabajos sobre la expectación en humanos. Con el fin de obtener un registro objetivo del curso de la expectación en el transcurso del intervalo que media ba las presentaciones sucesivas de los estímulos, se instruyó a los sujetos que respondieran al escuchar un sonido. En un total de 69 ensayos, los estímulos fueron presentados a intervalos de 12 segundos, a excepción de algunos, cuya aparición fue balanceada al azar a intervalos variables entre 3 y 24 segundos.

Mowrer observó que cuando la presentación del estímulo sonoro ocurre en el tercer segundo del intervalo, el tiempo de reacción es más largo, o sea, la expectancia es baja y no así cuando el intervalo de prueba se aproxima más al intervalo estándar de 12 segundos con la consiguiente disminución del tiempo de reacción.

Basado en lo anterior concluyó que si la presentación de un estímulo ocurre a intervalos de tiempo iguales, provocando la respuesta apropiada, la predisposición para emitir tal respuesta o sea la curva de expectación del estímulo, baja inmediatamente después de la presentación del mismo, para después subir a un máximo cuando el tiempo coincide con el final del

intervalo. Ahora bien, cuando el estímulo no ocurre en el momento esperado, la expectación puede permanecer constante durante cierto tiempo, y aún quizá, presentar un ligero incremento sobre lo usual, tras lo cuál sufre un decremento gradual.

Kennedy y Travis (1947) estudiaron la amplitud -- del potencial de acción muscular en el período que antecede a la - presentación de estímulos periódicos y hallaron una marcada relación entre dicha amplitud y el tiempo de reacción, así como una reducción bien definida en la amplitud de los potenciales de acción de los -- músculos cuando se alargaba el tiempo de la respuesta.

Hyman (1953) investigó el tiempo de reacción a un estímulo visual, considerándolo en función del grado de información expresado por el estímulo. En su experimento, el grado de información que aportaba el estímulo, variaba en cuanto a: A) el número de elecciones probables B) la proporción del tiempo y C) la presenta-- ción del estímulo inmediato anterior. De acuerdo a sus resultados el tiempo de reacción fue mayor para el estímulo que expresaba una información menor y a la inversa, o sea, encontró una correlación - lineal inversa entre el grado de información y el tiempo de reac-- ción. También estableció que cuando debe seleccionarse un estímulo (el sujeto emite una respuesta discriminativa), el incremento del tiempo de reacción parece estar en función del número de estímulos posibles.

McCormack (1958) estudió la ejecución de una tarea de vigilancia en relación con los intervalos de ocurrencia del -- estímulo y con los períodos de descanso intercalados.

Este investigador halló que se presenta un deterioro en la ejecución tras varias presentaciones de estímulos, pero -

que ese deterioro se corrige cuando se intercalan períodos de de canso, siendo mayor la mejoría en la ejecución cuanto mayor es la duración de los períodos de descanso intercalados. En cambio, la ejecución de la tarea no se ve afectada en función de la duración del intervalo de presentación del estímulo.

Es necesario señalar que este autor utilizó pe-- ríodos de estimulación muy largos, con pocos estímulos por lo --- cual sus conclusiones parecen no poder aplicarse a otras situacio nes experimentales en las cuales si se encuentran resultados de - habituación y de influencia de los intervalos.

Baker (1959) con el objeto de precisar si la re- gularidad de la aparición de las señales es un factor determinan- te en el hecho de que la ejecución de una tarea de vigilancia pre sente un deterioro en el tiempo, estimuló a sus sujetos a interva los aperiódicos durante el lapso de una hora.

Como el tiempo de reacción sufre un incremento -- con el tiempo, se puede hablar de la probabilidad existente de -- predecir el nivel de vigilancia. Concluyó este autor que en un - período de una hora, no se presenta un deterioro en el nivel de - vigilancia, siempre y cuando los eventos utilizados sean regular- mente espaciados en el tiempo.

McCormack (1960) trató de determinar si el sexo de los sujetos influía en la relación que existe entre el tiempo de la respuesta y la longitud del intervalo. Trabajó con humanos los cuales debían ejecutar una tarea de vigilancia, respondiendo a estímulos que ocurrían a intervalos de 30, 45, 60, 75 y 90 se-- gundos. Los resultados que obtuvo fueron en el sentido de que no existe variación entre la longitud del intervalo que medía la pre

sentación de los estímulos y el tiempo de reacción, en función del sexo. Así como que el tiempo de la respuesta sufre un incremento lineal en función del tiempo.

Como vemos, este trabajo contradice al de Baker, en cuanto al efecto que sobre el tiempo de reacción tiene el tiempo transcurrido.

McCormack y Prysiazniuk (1961) obtuvieron resultados adicionales que indican que el tiempo de reacción si esta en función del grado de regularidad en la presentación de los estímulos. Esto es, la media del tiempo de reacción es más elevada para aquellos estímulos cuyo intervalo de ocurrencia es menos regular.

Faulkner (1962) diseñó un experimento tendiente a determinar el efecto que en el grado de variabilidad, que se presenta en una tarea de vigilancia, tienen los patrones de estímulo y su frecuencia de aparición. La introducción de estímulos "trampa" cuya presentación ocurría a intervalos semirregulares (en un rango que oscilaba de los 10 a los 110 segundos), logró disminuir el grado de variabilidad de los sujetos, no se obtuvo los mismos resultados con aquellos estímulos que ocurrían a intervalos totalmente irregulares.

Insistiendo en este problema Boulter y Adams (1963) realizaron un estudio en tres grupos de sujetos con el objeto de determinar los efectos que sobre el tiempo de reacción tienen dos factores: el intervalo entre las señales y las diferencias en el grado de incertidumbre temporal en lo que respecta a los mismos.

En el transcurso de la prueba cuya duración fué de tres horas, se encontró un decremento significativo en la ejecución. No se presentó variación en el decremento en relación con los diferentes

tes grados de incertidumbre temporal.

Wiener (1963) diseñó un experimento para precisar como influye en el tiempo de reacción el entrenamiento previo, los diferentes grados de conocimiento de los resultados y las variaciones en la velocidad de la señal.

De acuerdo con él, el conocimiento de los resultados, el someter a los sujetos a un entrenamiento previo de monitoreo, y una mayor velocidad en las señales; mejoran la ejecución.

Buck (1966) estudió la tarea monitorea y consideró al tiempo de reacción como índice de deterioro en la ejecución, a diferencia de otros autores, quienes tomaron como indicadores del mismo, al decremento de la velocidad de detección.

Trabajó siguiendo la hipótesis que establece que el tiempo de reacción y la velocidad de detección constituyen índices correlativos de vigilancia perceptual. De acuerdo con la hipótesis, los cambios en el tiempo de reacción pueden atribuirse a cambios en la vigilancia durante el intervalo entre las señales.

Sus resultados también demuestran que un incremento en la irregularidad de la señal, produce un incremento en el tiempo de reacción.

Gordon (1967) diseñó un experimento con el objeto de determinar la posible relación entre el tiempo de reacción y la probabilidad de aparición del estímulo.

Realizó un estudio de varianza, de acuerdo al cual, la relación entre la media del tiempo de reacción se aleja de la linealidad significativamente. Basado en lo cuál, establece que el incremento en el tiempo de reacción está en función del decremento de la probabilidad de aparición del estímulo.

Todas estas experiencias no aportan ningún dato sobre los estados de activación y desactivación cerebral con medidas fisiológicas. Los siguientes autores han realizado un intento de correlación de la conducta en situación de estímulo-respuesta con registro de actividad biológica del cerebro y de estructuras periféricas.

Stamm (1952) realizó estudios electroencefalográficos en las áreas occipitales de sujetos humanos bajo cinco condiciones de reacción. Se computó el tiempo de reacción y el tiempo de bloqueo de las ondas alfa. Logró reducir de manera sistemática el tiempo de reacción medio sin obtener las reducciones concomitantes en el ritmo alfa, de lo que se deriva que las condiciones experimentales que afectan al tiempo de reacción no influyen en el tiempo latente de bloqueo del ritmo antes mencionado. De ahí que la latencia del bloqueo alfa no pueda ser una medida de expectancia. Sin embargo estos datos no han sido corroborados por otros autores.

Donchin y Lindsley (1966) relacionaron al tiempo de reacción con la amplitud y la latencia de las respuestas eléctricas de las áreas sensoriales de la corteza cerebral, es decir los llamados potenciales evocados. Encontraron que cuando el tiempo de reacción era mayor, la amplitud de los potenciales era pequeña, y su latencia larga. Siendo más evidentes las diferencias en cuanto a amplitud que en cuanto a latencia. De acuerdo a sus resultados, y utilizando como criterio al promedio de los potenciales evocados; las variaciones en el tiempo de reacción están en función de la fluctuación en la excitabilidad del sistema nervioso central.

Morrell (1966) estudió el efecto que en la respues

ta motora produce el bloqueo del ritmo alfa, a través de la presen
tación de un estímulo fótico periódico. Interpretó al electroenceph
alograma (E.E.G.) considerando: 1o. el bloqueo de la actividad --
del ritmo alfa, antes del estímulo; 2o. el estímulo que provoca la
actividad del ritmo alfa y 3o. la ausencia de cambios.

Descubrió que existe una asociación entre la --
velocidad de reacción y la reactividad del E.E.G. Esto es, al pro
vocar la señal fótica la actividad del ritmo alfa, se observó un -
incremento en el tiempo de reacción mientras que la relación entre
el tiempo de reacción y la duración del bloqueo del ritmo alfa, no
fué significativo. Basado en lo anterior, concluyó que la estimu-
lación que produce la actividad del ritmo alfa, puede equivaler a
un signo eléctrico de los procesos de inhibición central.

Morrell y Morrell (1966) investigaron la rela-
ción entre las variaciones del tiempo de reacción y los potenciales
evocados (provocados por estímulos luminosos a periódicos).

Encontraron que los procesos neurofisiológicos
que se hacen evidentes a través de los potenciales evocados (consi
derados en cuanto a amplitud), participan en las variaciones de --
vigilancia y tiempo de reacción.

Sus resultados concuerdan con los de Donchin y
Lindsley en cuanto a la asociación existente entre la amplitud de
los potenciales evocados y el tiempo de reacción. Siguiendo el -
tiempo de reacción una relación inversa a la amplitud del potencial.

Wilkinson y Morlock (1967) buscaron correlacio-
nar la ejecución (R.T.), con el patrón de respuestas auditivas evo-
cadas (amplitud y latencia de sus componentes). Hallaron correla-
ciones que indican de manera significativa, la ausencia de una re-

lación clara entre las variaciones en el tiempo de reacción y la amplitud o la latencia de la respuesta. Sin embargo encontraron una correlación positiva significativa entre el grado atención e incentivo y la amplitud de los potenciales evocados.

Luschei y col (1967) estos investigadores -- llevaron a cabo un estudio, en el cuál, con el objeto de correlacionar ambos eventos, registraron dos respuestas: a) el tiempo de reacción a un estímulo auditivo o visual y b) los potenciales --- electromiográficos del miembro que emitía la respuesta.

En su estudio, la latencia de activación del músculo, ocurría precisamente antes de la respuesta conductual. Tras entrenar a los sujetos, el promedio de latencias del electromiograma para los estímulos auditivos fué de 100 mseg. y de 125 mseg. para los estímulos visuales.

Al parear individualmente a los tiempos de -- reacción con los electromiogramas, se encontró que sólo correlacionaron en aquellos casos en que las condiciones de variabilidad de las respuestas eran bajas.

FACTORES QUE MODIFICAN AL TIEMPO DE REACCION.

Al iniciar este capítulo, sería prudente hacer hincapié en el hecho que establece que debemos considerar al tiempo de reacción como integrado por dos variables: a) Tiempo de percepción, y b) Tiempo de respuesta; así como que estas dos variables influyen de diferente manera en la ejecución.

Tampoco podemos continuar sin antes precisar que el tiempo de reacción depende de factores endógenos tanto como de factores exógenos siendo estos últimos: la duración del estímulo, (Gregg y Brogden 1950); su intensidad, (Cattell 1886, Steiman 1944, Chocholle 1945, Hull 1949); efectos on-off, (Woodrow 1915) y los procesos discriminativos, (Steiman 1944), y equivaliendo a los primeros, el estado y la dirección de la atención de los sujetos, (Cattell 1885, Lange 1888, Adrian y Matthews 1934, Morrell y Morrell 1962); la práctica, - (Cattell 1886, Angell y Moore 1896, Breitweiser 1911, Blank 1934); distracción y fátiga, (Cattell 1886); el estado preparatorio, (Mowrer -- 1940); la tensión muscular, (Travis y Kennedy 1947 y 1949; Kennedy y Travis 1948); la edad, (Miles 1942); biotipo, (Smith y Boyarsky 1943); temperatura del cuerpo, (Kleitman y col. 1938); y los efectos de drogas, (Kraepelin 1883).

Desde sus orígenes, hasta el presente, el interés por -- determinar todos los factores que influyen en el tiempo de reacción ha motivado múltiples investigaciones, las que han considerado al tiempo de reacción en función de (1) (los): Potenciales evocados, bloqueo -- del ritmo alfa, cambios electroencefalográficos; características del -- estímulo: Intensidad, duración, intervalo, frecuencia de aparición; de -- terioro en la ejecución, sexo de los sujetos, cambios en la temperatura de los mismos, frecuencia cardiaca, cambios musculares, expectancia

y modificación del reflejo psicogalvánico. Dentro de las investigaciones más importantes encontramos las realizadas por:

Haider y col. (1964), Dustman (1965) y Morrell y Morrell (1966) reportaron la existencia de una correlación positiva entre el tiempo de reacción y la latencia de ciertos componentes de los potenciales evocados visuales. Así, los sujetos cuyo promedio de potenciales evocados es de latencia corta, muestran una tendencia a obtener promedios de tiempo de reacción más cortos.

Los trabajos de Haider y col. (1964), Donchin y Lindsley (1966) y Morrell y Morrell (1966) nos hablan de una relación positiva entre el tiempo de reacción y la amplitud de los potenciales evocados.

En su estudio encontraron que en cualquier tipo de secuencia del tiempo de reacción, las reacciones más rápidas se asociaban -- con un promedio de amplitud mayor de los potenciales evocados.

Lansing y col. (1959) en su investigación hallaron que el bloquear al ritmo alfa por medio de una señal que antecedió al estímulo luminoso; reducía el tiempo de reacción.

Morrell (1966) demostró, que a diferencia de aquellos -- registros electroencefalográficos previos al estímulo en los que predomina el ritmo alfa; el tiempo de reacción tiende a ser más largo cuando dicho registro se caracteriza por frecuencias intermezcladas y patrones de bajo voltaje.

Loomis y col. (1936) valiéndose de técnicas electroencefalográficas relacionaron la latencia del bloqueo del ritmo alfa, con el tiempo de reacción visuomotor.

Encontraron que la latencia del bloqueo del ritmo alfa -- debida a la estimulación luminosa, es más corta que la latencia del tiempo de reacción.

Stamm (1952) pensó en la posibilidad de utilizar la correlación existente entre la respuesta muscular y el bloqueo del ritmo alfa como medida de los efectos que la estimulación periférica ejerce -- sobre el ritmo alfa.

Encontró que mientras la latencia del bloqueo se mantuvo siempre constante, el tiempo de reacción visuomotor presentaba una -- variación considerable relacionada con el patrón de estimulación vi--sual.

Basado en sus resultados consideró que el tiempo de reacción muscular puede ser controlado por mecanismos periféricos, mismos que alteran la latencia del alfa, de ahí que la reacción muscular y - el bloqueo del alfa según él, deban depender fundamentalmente de sistemas diferentes.

Por otro lado, sigue sin esclarecerse la posible relación entre el tiempo de reacción visuomotor y alguna fase particular del - ritmo alfa.

Surwillo en 1963, reportó la existencia de una correlación positiva entre el promedio del tiempo de reacción y el promedio de frecuencia del electroencefalograma.

Lindsley (1952, 1961) considerando que el tiempo de reacción humano manifiesta variabilidad de un ensayo a otro la que no puede atribuirse a un determinado factor aferente, relacionado con la reacción sugirió que la variabilidad del tiempo de reacción puede pensarse como un factor que refleje a cada momento cambios corticales en cuanto a excitabilidad; de ahí que se suponga la asociación de dicha variabilidad con el ciclo de las ondas alfa.

Como hemos señalado, otro factor que modifica el tiempo de reacción es el intervalo entre los estímulos aplicados.

Wundt (1880) reportó que si durante la estimulación los intervalos eran regulares, el tiempo de reacción era más corto, a diferencia de aquellas situaciones en las que los estímulos eran -- presentados a intervalos irregulares. Así como la posibilidad de -- acentuar esta diferencia por medio de la presentación intercalada de estímulos repentinos en una larga serie de estímulos equidistantes.

Deese (1955), McCormack (1958) y Faulkner (1962) demos-- traron que la media del tiempo de reacción a una señal determinada -- no depende de la longitud del intervalo de aquellas señales que la -- han precedido, pero como ya hemos señalado, estas experiencias se han realizado empleando intervalos muy grandes. Por otra parte Deese -- (1955) estableció que cuando la frecuencia del estímulo es baja, la -- expectancia para detectarlo también es baja y a la inversa.

Varios experimentos coinciden en el hecho de que se presen-- ta un decremento en el tiempo de reacción y en la variabilidad cuando se incrementa el intervalo que media la presentación de estímulos -- Cattell (1886), Chocholle (1945), Hull (1949) y Steiman (1944).

Kennedy y Travis (1947), McCormack (1958, 1960), McCormack y Prysiasniuk (1961), Baker (1959) y Boulter y Adams (1963). De acue-- rdo a estos investigadores el deterioro de la ejecución está en función del tiempo de duración de la misma. O sea que el tiempo de reacción -- se incrementa progresivamente en relación con el de la duración de la tarea.

Fernández-Guardiola y col. (1965) describen el fenómeno -- del incremento en el tiempo de reacción y lo relacionan con dos facto-- res: cambios electroencefalográficos y procesos de habituación.

Otros factores productores de variabilidad pueden ser la intensidad, amplitud y duración del estímulo, el sexo de los sujetos,

temperatura, tensión muscular, frecuencia cardiaca y el reflejo - - psicogalvánico.

Wundt (1880) estableció la posibilidad de hacer más lento el tiempo de reacción, en un cuarto de segundo utilizando estímulos intensos y medio segundo con estímulos débiles.

Buck (1966) establece una relación entre el deterioro - en la ejecución y la intensidad del estímulo, encontrando diferencias en base al sexo de los sujetos.

Goodenough (1935); Bellis (1932, 1933) encontraron que - edad por edad, tanto los niños como los adultos varones tienen un - - tiempo de reacción más corto que las personas del sexo femenino.

McCormack (1960) este investigador trató de determinar - si el sexo de los sujetos inflúa en la relación que existe entre el tiempo de la respuesta y la longitud del intervalo.

Los resultados que obtuvo fueron en el sentido de que -- no existe variación entre la longitud del intervalo que media la presentación de los estímulos y el tiempo de reacción en función del - - sexo.

Gregg y Brogden (1950) establecen que parece ocurrir un ligero aumento en el tiempo de reacción a medida que se incrementa - la duración del estímulo.

Kleitman y col. (1938) encontraron que los cambios de la temperatura del cuerpo, que ocurren dentro de un ámbito muy estrecho de una hora a otra durante el día, se observó que tienen un efecto -- sobre el tiempo de reacción.

Bjerner (1949) midiendo el tiempo de reacción y la frecuencia cardiaca encontró que la desaceleración cardiaca estaba en rela-- ción a las reacciones más lentas.

Freeman (1934) refiere que la tensión muscular general es natural en una persona en estado de expectación, durante el período previo a una reacción manual y se relaja en cambio, cuando se ha efectuado la respuesta.

Davis (1940) encontró que los músculos del antebrazo -- que ejecutan el movimiento de la mano se ponen tensos durante el período previo al estímulo.

Deese (1955) realizó estudios sobre la expectación encontrando que esta baja inmediatamente después de la presentación del estímulo, sube gradualmente cuando alcanza la media del intervalo - y finalmente se extiende para hacerse mayor si el intervalo entre las señales cruza la media.

Mowrer (1940) señaló que cuando el estímulo no ocurre en el momento esperado, la expectación puede permanecer constante durante cierto tiempo, y aún quizá, presentar un ligero incremento sobre lo usual, tras lo cual sufre un decremento gradual.

Este mismo autor estableció la existencia de una correlación positiva entre la magnitud del reflejo psicogalvánico (RPG) condicionado y el grado de expectancia del sujeto hacia el estímulo. - Esto es claro en el caso del RPG condicionado en el cual la magnitud del RPG incondicionado correlaciona positivamente con aquél momento en el que el sujeto tiene fundamentos empíricos de mayor estimulación y estrecha expectación.

Brown (1937) y Hull (1934) encontraron la posibilidad de - emplear a la magnitud del RPG, como una medida bastante confiable de la expectación del sujeto en lo que respecta a la aparición de un estímulo estándar.

HIPOTESIS.

El tiempo de reacción en humanos es un proceso de larga duración, que presenta de ensayo a ensayo una cierta variabilidad.

De hecho, la ejecución de la tarea monitorea durante períodos de larga duración, puede verse afectada por diversos factores: Las fluctuaciones en la atención modifican la respuesta, en este fenómeno se encuentran involucrados procesos externos e internos de inhibición; los componentes aferentes del reflejo también pueden ser afectados durante la estimulación iterativa debido a cambios en la excitabilidad de los receptores involucrados y en las vías de relevo de la periferia a los centros integrativos; más aún, la respuesta refleja condicionada puede mostrar un retardo en la ejecución debido a alteraciones en la transmisión de la vía eferente del reflejo.

Considerando que otro factor que puede actuar sobre el tiempo de reacción en la tarea monitorea "es la estimación subjetiva del tiempo" cuando los estímulos son aplicados a intervalos iguales (isócronos) y en la suposición de que el sistema nervioso central es capaz de estimar el tiempo que transcurre entre la presentación de los estímulos, se desarrolló este trabajo cuyo propósito es simplemente demostrar la existencia de esta apreciación interna del tiempo en humanos, así como el analizar sus concomitantes fisiológicas y evaluar el curso temporal de la expectación. Se llevó a cabo un régistro poligráfico continuo del: EEG, ritmo respiratorio, electrocardiograma, reflejo psicogalvánico, la contracción muscular del antebrazo, reflejo palpebral, movimientos oculares y la respuesta voluntaria por la opresión de un botón (R.T.).

METODO. Se trabajó con dos grupos de 12 sujetos voluntarios, 13 SUJETOS.

hombres y 11 mujeres cuyas edades fluctuaban entre 19 y 32 años en el primer grupo y entre 18 y 25 en el segundo. A excepción hecha de dos, todos eran estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México.

REGISTRO Y ESTIMULACION. El electroencefalograma (EEG) se registró por medio de un electroencefalógrafo de diez canales Alvar Reega X. Los electrodos de plata se adhirieron con colodion, siguiendo el sistema internacional "10-20", los electrodos se colocaron en las areas correspondientes a F_3 , C_3 , P_3 , O_1 y F_4 , C_4 , P_4 , O_2 . Los electrodos orbitarios se colocaron arriba de la ceja y en la piel del ángulo externo del ojo.

La respuesta motora se registraba en el EEG por medio de un dispositivo que marcaba una señal. El estímulo luminoso activaba a una fotocelda colocada sobre el pecho del sujeto y su respuesta era registrada en el EEG, así como los cambios eléctricos producidos por el reflejo palpebral y los movimientos oculares.

Tanto la respuesta motora como la señal del estímulo luminoso eran visualizadas simultaneamente en un osciloscopio de doble proyección luminosa 565 Tektronix provista con una escala graduada y con una velocidad de barrido de 100 mseg. por cm.

El estímulo visual era emitido por un fotoestimulador Alvar Soneclat. La lámpara se colocaba enfrente del sujeto a una distancia de 30 cm. Se emplearon destellos de luz de 1500 lumenes de intensidad y de 15 mseg. de duración.

El electrocardiograma se registró por medio de elec

trodos colocados en la muñeca de la mano no dominante y en la pierna ipsilateral.

Un "acelerómetro" (Shure Bros Inc.) se colocó en el antebrazo para registrar la iniciación de la contracción muscular.

Un Termopar colocado en la fosa nasal registraba el ritmo respiratorio así como la profundidad de los movimientos respiratorios.

El reflejo psicogalvánico se midió empleando un circuito de medición de la "desviación del puente" de Wheatstone con un amplificador operacional (Philbrick, G.A., 1966), colocando electrodos en la palma de la mano no dominante. Este circuito tiene muchas ventajas sobre un puente convencional de -- Wheatstone y es una aplicación del circuito básico de suma y -- resta. (Adder-subtractor).

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL. El sujeto era acostado en un sofá en una cámara a prueba de ruidos, con poca iluminación. Al sujeto se le pedía que mantuviera los ojos cerrados y respondiera al estímulo luminoso de cada serie (tarea monitora) tan rápido como le fuera posible oprimiendo el botón. El dedo índice de la mano dominante era colocado sobre el botón de respuesta conectado con el dispositivo que registraba la señal.

Se emplearon tres programas de estimulación: a) In--tervalo fijo (Isócrono). Consistían de series cortas de destellos a una frecuencia de 10 cps. Teniendo cada serie una duración de dos seg., el programa duraba 24 min., se aplicaron un total de 140 series. b) Intervalo variable (Estocástico). Este consistía en series de destellos de la misma intensidad y duración -

de los utilizados durante la prueba isócrona. La frecuencia intrínseca de las series variaba de 5 a 20 cps, los intervalos fluctuaban al azar de 5 a 17 seg. Igual que el anterior este programa duraba 24 min. y también estuvo formado por 140 series de destellos.

Los programas a y b se aplicaron a 12 sujetos, 7 -- hombres y 5 mujeres.

c) Intervalos fijos con estímulos estocásticos al azar. Consistía en series de destellos con las mismas características del programa a, pero con 36 estímulos que aparecían al azar de 1 a 9 seg. en el intervalo de los períodos fijos. Este programa duraba 45 min. y fué de 260 series de destellos.

El programa c se aplicaba tres veces en días consecutivos al mismo sujeto. Los sujetos sometidos a este programa fueron 12 en total, 6 hombres y 6 mujeres.

ANALISIS DE DATOS. Los valores del tiempo de reacción de los programas a y b se anotaron y perforaron consecutivamente en tarjetas. El análisis estadístico se efectuó en una computadora CDC - G-20, la que computó un histograma de la distribución del tiempo de reacción y de los resultados numéricos derivados de la ejecución monitorea de los sujetos durante cada prueba: a) Medía aritmética, b) desviación estándar, c) variancia, d) cuartil 1 y cuartil 3 (Q_1 y Q_3). El bloqueo del ritmo alfa se midió directamente sin ayuda instrumental del registro EEG y se relacionó con los tiempos de reacción. Las latencias del tiempo de reacción y el seguimiento o inducción fótica del EEG a los destellos luminosos repetitivos, también se midieron de la manera anteriormente citada.

La evolución del tiempo de reacción se correlacionó con los cambios electrocardiográficos y la disminución del alfa previos al estímulo. Los valores medios de las respuestas al - azar en las 36 pruebas del programa c se promediaron y compararon con las fluctuaciones del ritmo alfa entre los estímulos, - el electrocardiograma y las variaciones respiratorias.

RESULTADOS.

TAREA MONITORA. La figura 1 muestra que la distribución del tiempo de reacción está señalado positivamente y que el pico modal - muestra un valor del tiempo de reacción claramente menor para la situación isócrona (I) que para la situación estocástica (S). - Del mismo modo en todos los sujetos, la media del tiempo de reacción fué menor en la condición I que en la S. La media del tiempo de reacción I fué de 258 msec. y la del S de 310 msec. Las - diferencias individuales en ambos programas de estimulación varió de 5.13 a 128.00 msec. La diferencia media fué de 51.8 msec., once de los doce sujetos emitieron las respuestas más rápidas - durante la situación I. El promedio más corto del tiempo de - reacción en I fué de 174 msec. y en el S. 196 msec.

Las figuras 2 y 3 muestran los histogramas de distribución del tiempo de reacción para cada sujeto (la condición I arriba, S abajo). También se muestran la media del tiempo de - reacción y la variancia.

Se encontraron para ambos tipos de estimulación variaciones ligeras en relación con el sexo de los sujetos. La media del tiempo de reacción para mujeres fué 23.31 msec. más larga en

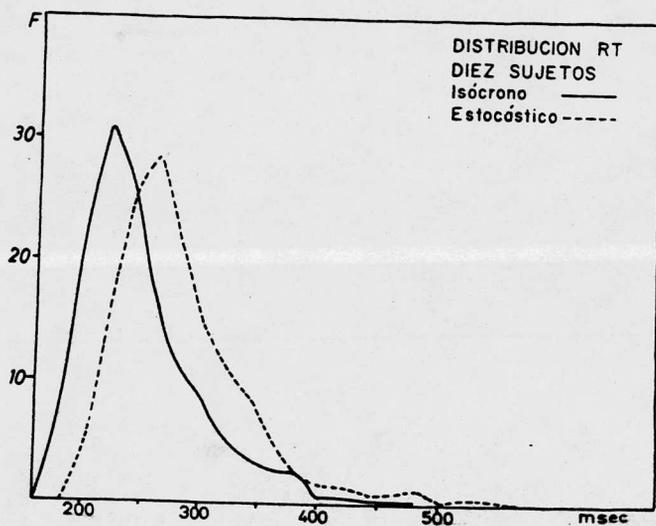


Figura 1. Poligonos de frecuencia del promedio total del tiempo de reacción (RT), de 10 sujetos para -- las situaciones I y S.

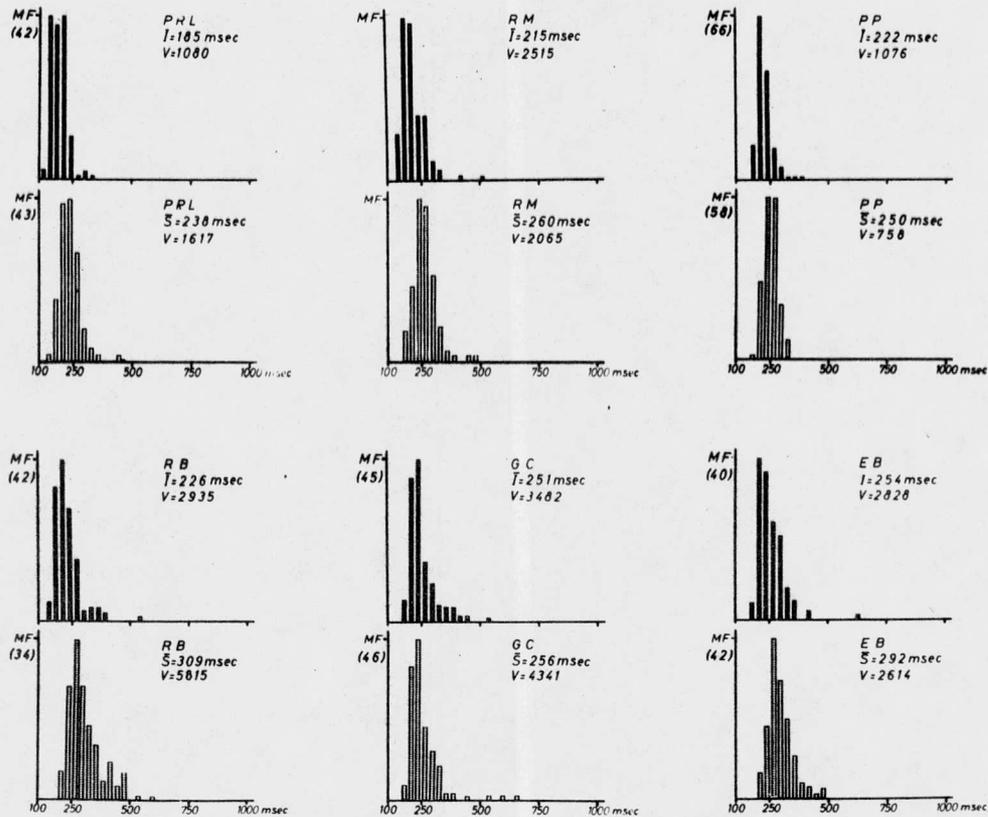


Figura 2. Histogramas de distribución del RT de 6 sujetos que muestran una buena tarea de ejecución monitora I, promedio de RT para I (histograma negro); S promedio del RT para S (histograma gris); V, variancia, MF, máxima frecuencia.

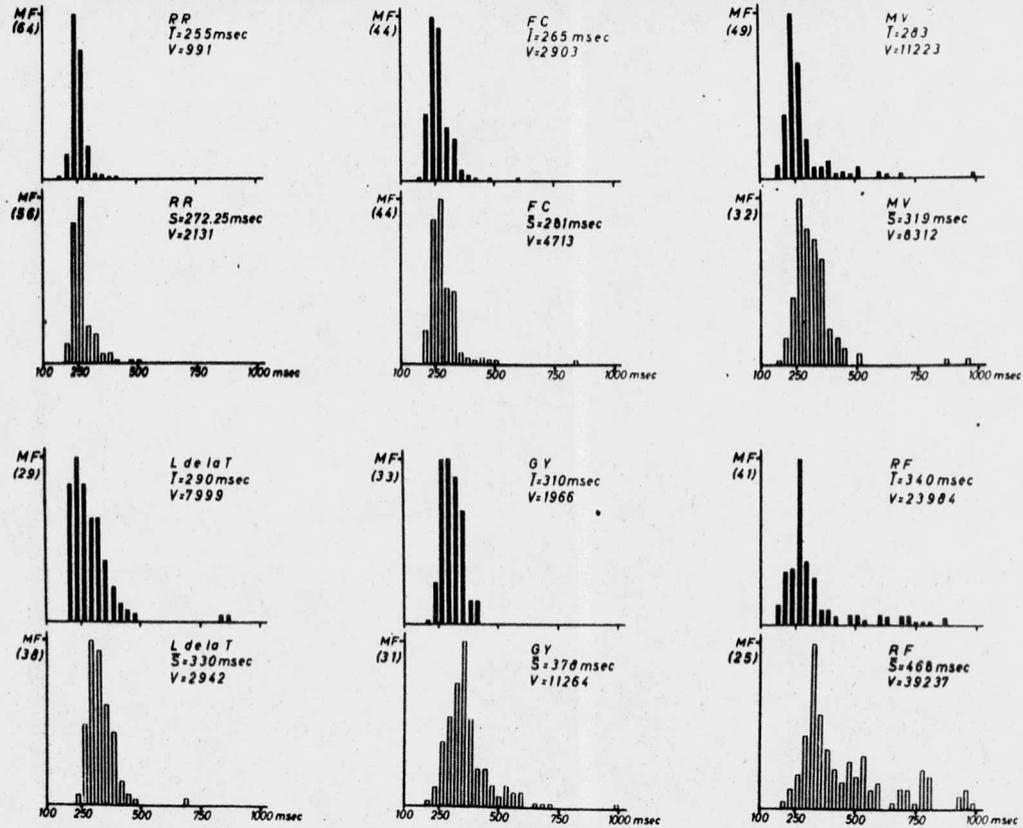


Figura 3. Histogramas de distribución del RT de 6 sujetos, muestran un deterioro progresivo de la tarea monitora. Significado de las abreviaciones igual que en la figura 2.

la condición I y 36.02 msec. más larga en la condición S que la de los varones.

La figura 4 muestra que la variabilidad del tiempo de reacción fué mayor durante el S. Los valores de la media -- absoluta del tiempo de reacción y la desviación estándar fueron 63.50 (I) y 72.55 (S). El tiempo de reacción de todos los sujetos expuestos a la estimulación isócrona mostró un decremento progresivo durante los primeros 150 seg. de estimulación, tras los cuales el tiempo de reacción se estabilizaba a alrededor de 250 msec. En relación con la media aritmética se encontró que la variabilidad era consistentemente mayor cuando el tiempo de reacción era elevado, siendo esto notorio durante los programas a y b de estimulación (figura 5).

La figura 6 muestra las medias y la variabilidad del tiempo de reacción para cada uno de los intervalos durante la condición S. El tiempo de reacción fué mayor cuando el intervalo entre los estímulos era menor que el intervalo medio del programa, es decir, cuando el intervalo entre los estímulos era menor de 7.5 seg. Este fenómeno era particularmente evidente cuando se presentaba un intervalo muy corto tras un período de intervalos cuya variación fluctuaba alrededor del intervalo medio de los estímulos.

CAMBIOS ELECTROENCEFALOGRAFICOS RELACIONADOS CON LAS VARIACIONES DEL TIEMPO DE REACCION. Se encontró que bajo la condición I, en una buena ejecución monitora la cantidad total del ritmo alfa registrada en el EEG fué siempre mayor que en la condición S en el mismo sujeto (figura 7). Se analizó la atenuación del ritmo alfa teniendo en cuenta si desaparecía del registro debido a la

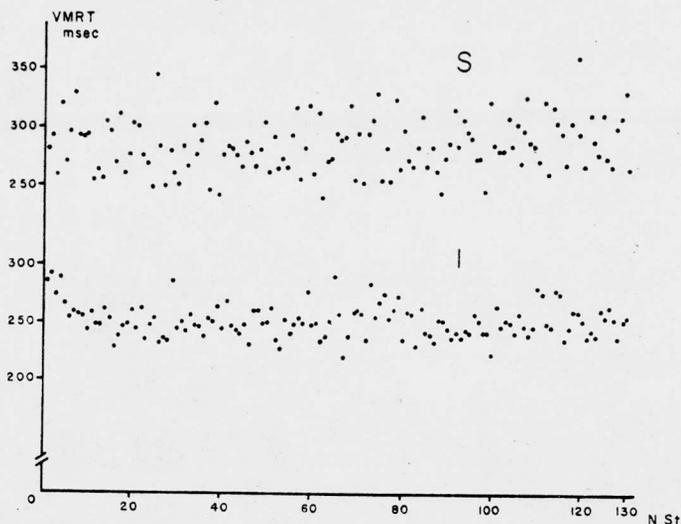


Figura 4. Diagrama que muestra la distribución de los pro medios del tiempo de reacción para cada uno de los 12 sujetos ante la estimulación en los programas I y S. Nótese la mayor variabilidad en S y la rápida caída del tiempo de reacción en I.

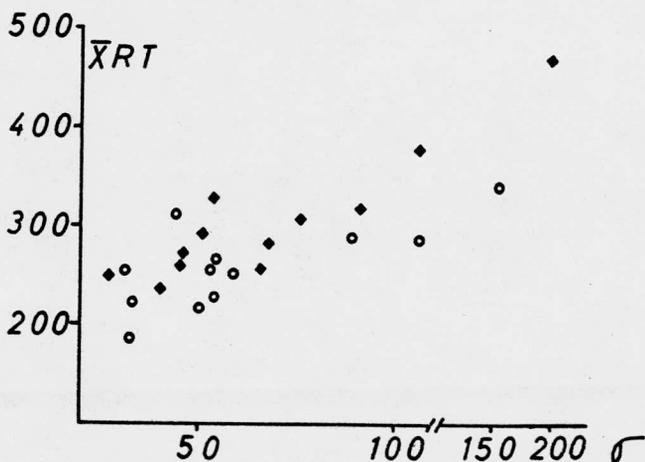


Figura 5. Desviación estándar (σ) contra valores para - los diferentes tiempos de reacción (RT), (medias aritméticas (X)) en S (cuadrados) e I (círculos).

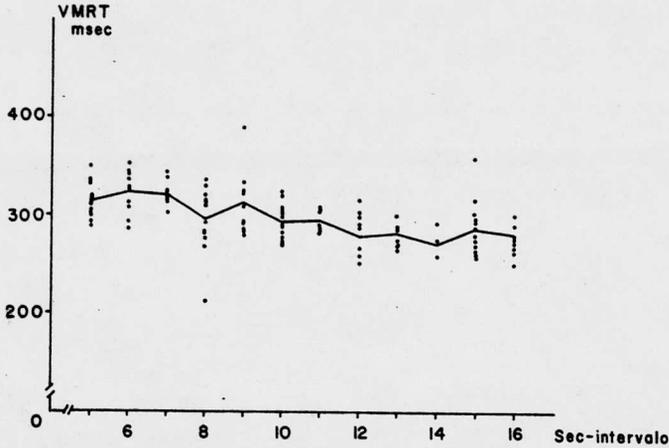


Figura. 6. Valores totales del tiempo de reacción para intervalos diferentes entre los estímulos durante S.

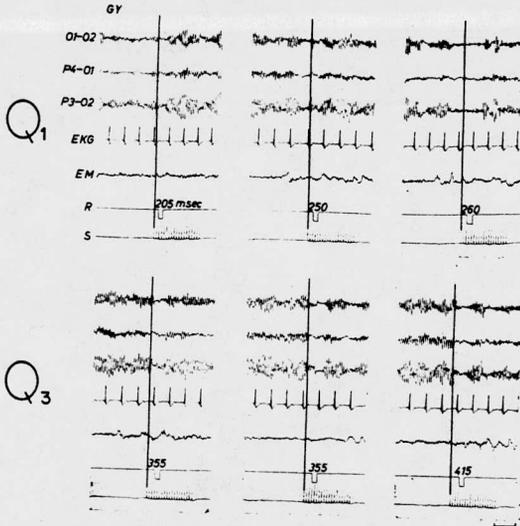


Figura 7. EEG, electrocardiograma (EKG), movimiento ocular - (EM), respuesta motora (R) y el artefacto del estímulo (S). Derivaciones parieto occipitales estándar. Q1 muestra la atenuación "predictiva" del ritmo alfa durante una buena tarea monitora. Q3 muestra la persistencia del ritmo durante los intervalos entre los estímulos cuando se deteriora la ejecución. En la figuras la línea marcada con R es el tiempo de reacción en msec. Cal: 1 seg., 100 mv.

depresión o a la activación. En el primer caso (depresión) el ritmo alfa era substituido por ondas lentas de gran amplitud. En el segundo caso (activación) el ritmo alfa era bruscamente substituido (con una latencia variable en mseg.) por ondas rápidas o por "aplanamientos" del registro EEG. Con el objeto de medir la latencia de la atenuación y duración del alfa, solo fué considerada la situación de activación.

Durante la condición I se observó en el registro una atenuación espontánea "previa o predictiva" de alrededor de un seg. (como promedio) que antecedió a la presentación de las series de estímulos. Este fenómeno mostró considerables variaciones y fué relacionado con las fluctuaciones del tiempo de -- reacción.

Cuando se correlacionó esta atenuación espontánea con la distribución del histograma del tiempo de reacción en la situación I, se encontró que se relacionaba significativamente con el tiempo de reacción más corto dentro del Q_1 del rango cuartilar. Por otro lado, cuando el ritmo alfa se presentaba persistentemente antes de las series de estimulación mostrando tan -- solo una breve latencia de atenuación (como promedio 198 mseg.) o cuando el ritmo alfa decaía y era reemplazado por ondas lentas, estos tiempos de reacción eran los más lentos del sujeto y caían dentro de Q_3 del rango cuartilar (figura 7). El análisis del período de la atenuación del ritmo alfa o "bloqueo", no logró demostrar la existencia de una relación con la distribución del tiempo de reacción en las condiciones experimentales I y - S.

Todos los sujetos que presentaron una desaparición

del ritmo alfa debida a la depresión reportaron somnolencia y presentaron un deterioro significativo en la ejecución de su -- tarea monitora.

Otro signo EEG analizado fué la inducción fótica o las respuestas de "seguimiento" a cada destello de luz en la condición I, cuatro de los doce sujetos presentaron esta -- respuesta con claridad suficiente para medirla. En todos los casos la amplitud de la respuesta de "seguimiento" así como su regularidad fueron más prominentes en el Q_1 y Q_2 que en el Q_3 de las distribuciones del tiempo de reacción.

La desaparición de la respuesta de seguimiento fué característica de los tiempos de reacción muy prolongados, que variaban sobre los 400 mseg. (figura 8).

Los movimientos oculares y el reflejo palpebral registrados por los electrodos orbitarios variaron ampliamente de un sujeto a tro. Solo tres características permanecieron constantes. a) En el primer tercio de la prueba, coincidiendo con el tiempo de reacción más rápido, el parpadeo fué muy activo. b) Se presentaba un decremento en los movimientos oculares y en el parpadeo cuando la tarea monitora era estable y los tiempos de reacción cercanos a la media aritmética. c) Coincidiendo con un decremento de los ritmos EEG y un incremento en los tiempos de reacción se presentaba un retardo en el parpadeo (figura 8).

FRECUENCIA CARDIACA. La figura 9 muestra el curso de la frecuencia cardíaca de dos sujetos (RF y GY) durante las pruebas I y S. Se observó un decremento en la frecuencia cardíaca durante el deterioro de la tarea monitora, como puede notarse en el sujeto RF en la condición S. Este sujeto inició la prueba

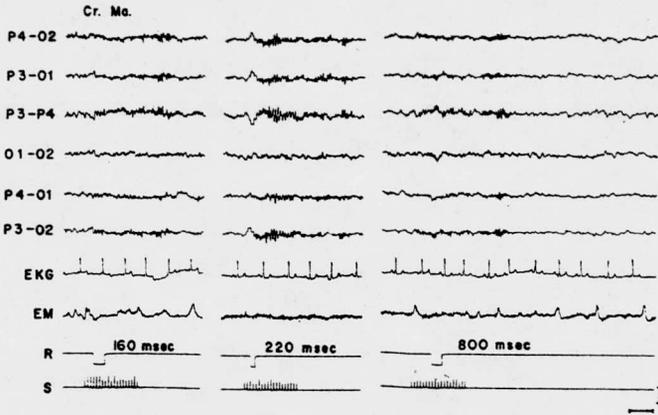


Figura 8. "Seguimiento" a los estímulos fóticos. Derivaciones EEG parieto occipitales estándar. EKG, movimientos oculares (EM); respuesta motora (R) y artefactos del estímulo (S). Notar los cambios en la amplitud de la respuesta de seguimiento a la luz cuando la ejecución se deteriora: Cal. 1 seg., 100 mv.

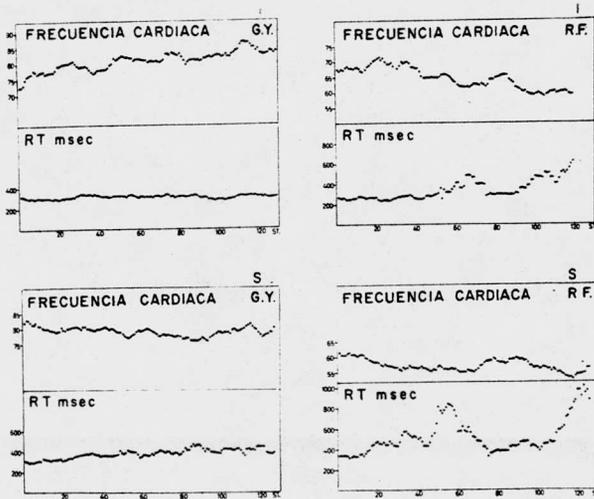


Figura 9. Frecuencia cardíaca y tiempo de reacción. Curvas atenuadas por medio del promedio variable de base. 10 para los sujetos G.Y. y R.F. durante ambos programas de estimulación I y S. ST número de estímulos.

I con una frecuencia cardíaca de 67 por min. y finalizó las series I con una frecuencia de 59, esto ocurrió con un considerable deterioro en la tarea monitora, la que fluctuó de los 270 - mseg. al inicio del I a 640 mseg. al finalizar. El mismo sujeto (RF) presentó un deterioro todavía más marcado de la tarea - monitora (de 340 a 900 mseg.) y un decremento más pronunciado - de la frecuencia cardíaca (de 61 a 53 por min.) bajo la condi-- ción S.

El sujeto del lado izquierdo de la figura 9 GY mostró una ejecución monitora considerablemente buena en la condición I. Su tiempo de reacción al principio fué de 340 mseg. y de 320 al final. Durante esta prueba su frecuencia cardíaca mostró un incremento progresivo de 72 por min. al iniciarse y - de 84 al final de los 140 estímulos isócronos.

Durante la condición S la ejecución monitora del mismo sujeto (GY) presentó cierto deterioro (tiempos de -- reacción de 310 a 380 mseg.); durante este tiempo la frecuencia cardíaca disminuyó de los 82 a los 77 por min. Comparar la figura 9 con los histogramas de distribución del tiempo de reac-- ción para ambos sujetos GY y RF en la figura 3.

EXPERIENCIAS SUBJETIVAS. Todos los sujetos percibieron la dife rencia temporal entre los programas de estimulación I y S y - encontraron que era más fácil responder a los estímulos isócronos.

La mayoría de los sujetos reportaron somnolen cia durante los últimos estadios de ambos programas. Pero, bas tante sorprendente por cierto, reportaron que inducía más al sue

ño la condición S que la I.

Otra experiencia subjetiva relacionada con la duración del intervalo fué que durante la situación I a pesar del hecho de que los intervalos entre los estímulos eran idénticos, algunos sujetos experimentaban la sensación de que estos iban aumentando progresivamente hacia el final de la prueba. - Esta sensación fué más pronunciada durante los últimos estadios, cuando comenzaba a deteriorarse la ejecución monitora y empezaban a aparecer ritmos lentos en el r egistro EEG.

De este modo, los resultados de los programas - de estimulación a y b revelan que ante el estímulo isócrono los sujetos desarrollan un cierto grado de expectación que facilita la ejecución, reduciendo tanto el tiempo de reacción como la variabilidad de la respuesta.

Hasta aquí hemos descrito los resultados de los programas a y b sealados en la sección de métodos. Los sujetos sometidos al programa c (intervalos fijos con estímulos ocasionales al azar) dieron los siguientes resultados:

a) CURSO TEMPORAL DE LA EXPECTACION. La figura 10 muestra la curva de las respuestas promedio al azar de 1 a 9 seg. en el transcurso del intervalo de 10 seg. Se encontró una correlación significativa entre el tiempo de reacción y el momento en el cual el estímulo al azar se presentaba. Los tiempos de reacción eran mayores cuanto más cerca del principio del intervalo se encontrar an.

Los individuos con respuestas muy rápidas y regulares presentaban diferencias personales importantes, pero la -- mayoría de ellos daban una curva similar a la de la gráfica en la

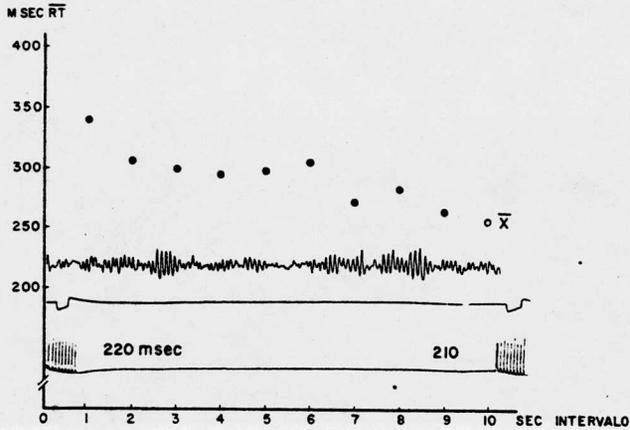


Figura 10. Curva temporal de la expectativa. Curva del promedio de las respuestas a los estímulos estocásticos en doce sujetos. Los estímulos se aplicaron a intervalos diferentes, de 1 a 9 seg. oX indica el promedio de las respuestas a los intervalos fijos. Notar la relación de la curva con las variaciones de una muestra del EEG. Línea superior: EEG; segunda línea: artefacto de la respuesta; tercera línea: artefacto del estímulo.

figura 10, que es la media de las respuestas en las tres pruebas de doce sujetos.

Para llevar más lejos el análisis de las diferencias entre las respuestas a los estímulos isócronos y estocásticos, que ya vimos que consideradas en su totalidad fueron significativas, se realizaron medidas y promedios de estas diferencias (Δ msec.). Para ello se promediaron en todos los sujetos las tres respuestas (tiempo de reacción) a los estímulos isócronos previas a la aparición de estímulos estocásticos y por otra parte se promediaron también las respuestas estocásticas para -- cada intervalo en las tres pruebas. Este método proporciona datos más fidedignos que los de comparar el tiempo de reacción estocástico con el promedio general del tiempo de reacción isócrono, para un sujeto, puesto que en este último caso se pasan por alto las variaciones instantáneas que pueden ser de importancia. El realizar el análisis del delta isócrono y estocástico tuvo -- también su origen en el hallazgo que ya aparece en la gráfica -- de la figura 10 en la que a partir del segundo sexto aparecen -- variaciones muy importantes en las respuestas estocásticas que no corresponden con el curso previo, suave, de la curva y que -- sugieren variaciones en la expectación hacia el final del intervalo que no han sido dilucidadas.

La figura 11 muestra el delta en msec. isó-- crono y estocástico para todos los sujetos obsérvese que la cur va tiene una forma similar a la de la figura 10, aunque en ella se hace más ostensible el aumento del delta en el octavo segundo.

Sospechando que este aumento se debiera a dis minución de la expectación hacia el final del intervalo produci-

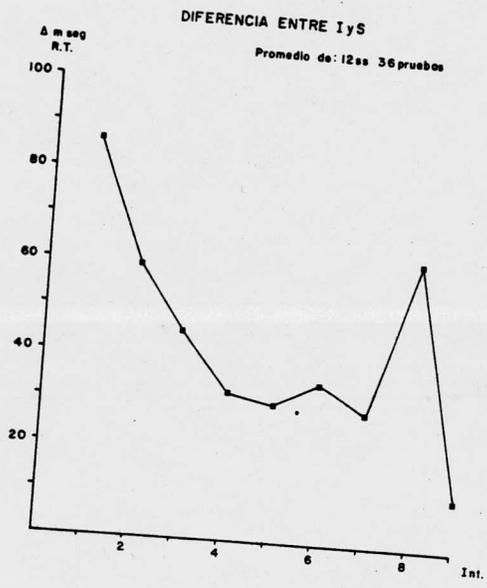


Figura 11. Curva de los deltas en milisegundos (Δ mseg.) del tiempo de reacción (R.T.) entre los estímulos isócronos (I) y estocásticos (S) para cada intervalo (int.) de 1 a 9 seg., ss sujetos.

do ya sea por fátiga o porque los sujetos desarrollaran una estima ción del intervalo con tendencia a acortarse en el transcurso de -- la prueba, se realizó el estudio de la figura 12, en la cual se -- comparan el delta isócrono y estocástico en mseg. de la primera -- parte de la prueba de todos los sujetos, contra la segunda parte. Esta figura resulta muy concluyente y demuestra: a) En la primera parte de la prueba los sujetos desarrollan una expectación progresivamente ascendente con deltas muy importantes para el segundo -- uno y dos del intervalo. b) Que la variación notable del octavo se gundo en la curva general se debe principalmente a diferencias que aparecen en la segunda parte de la prueba, cuando los sujetos en general muestran cierto grado de deterioro con una velocidad de -- reacción atribuible a disminución de la atención. No obstante es de notarse que aún en la primera parte de la prueba la curva de la expectación sigue mostrando un deterioro a partir del segundo sexto y se acentua en el octavo.

El otro análisis realizado fué comparar los seis sujetos más rápidos contra los seis sujetos más lentos, como muestra la gráfica de la figura 13 y aquí puede observarse que las cur vas son muy semejantes, pero es de señalar que hasta el segundo -- sexto los deltas isócronos y estocásticos (ΔI y S) son siempre -- mayores para los sujetos más rápidos invirtiéndose después y a par tir del segundo sexto los deltas de los sujetos más lentos se hacen mayores que los de los más rápidos. Una vez más las variaciones -- debidas al alza del segundo octavo aparecen en las dos gráficas no así la del segundo séptimo que sólo muestra un alza importante en los sujetos más lentos.

También se intentó valorar la influencia del sexo

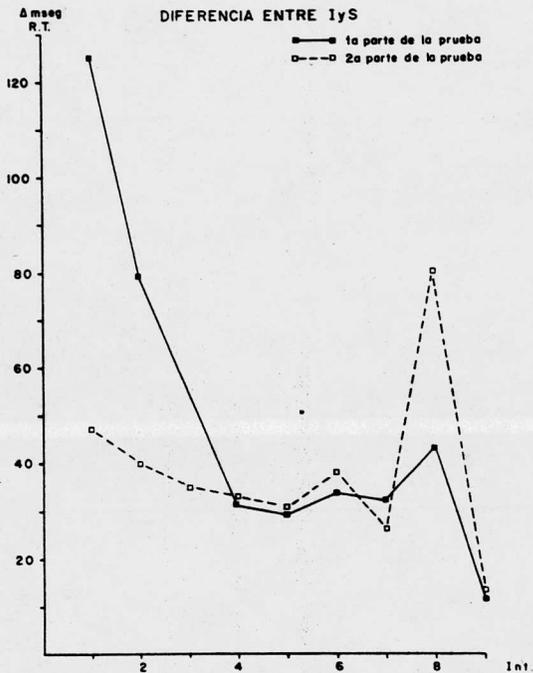


Figura 12. Curvas de los deltas I y S para cada intervalo de 1 a 9 seg. Primera parte de la prueba (línea con tínua) segunda parte de la prueba (línea discontínua). Significado de las abreviaciones igual que en la figura 11.

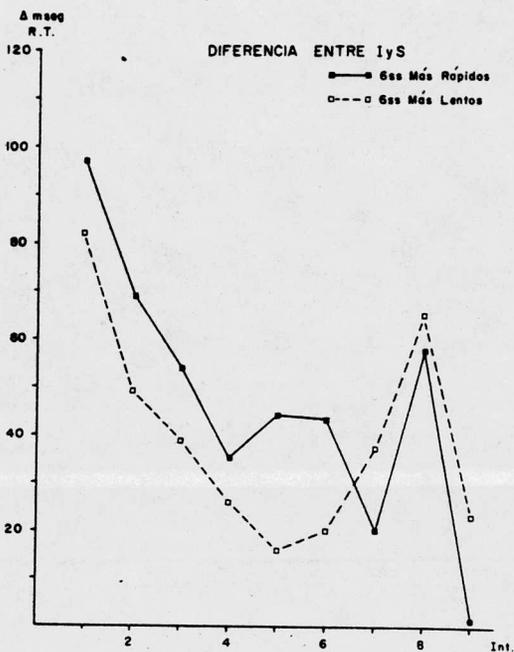


Figura 13. Curvas de los deltas I y S para cada intervalo de 1 a 9 seg. Los seis sujetos más rápidos (línea - continua), los seis sujetos más lentos (línea dis- continua). Significado de las abreviaciones igual que en la figura 11.

en las variaciones de la expectación al final del intervalo, para lo cual se graficaron los ΔI y S de hombres contra mujeres en -- las tres pruebas (figura 14) a excepción de un pequeño cruzamiento en el sexto segundo la curva de las mujeres mostró constantemente un ΔI -y S mayor para todos los segundos del intervalo y además - a semejanza de lo que vimos en la figura 12 entre la primera y la segunda parte se pone de manifiesto que el gran aumento del segundo octavo esta proporcionado principalmente por los sujetos femeni nos de la prueba.

b) HABITUACION RAPIDA DEL REFLEJO PSICOGALVANICO. -

De la misma forma que en el programa a, el tiempo de reacción en el programa c mostraba un decremento en los dos primeros minutos de - la estimulación. La respuesta galvánica de la piel que se presentaba en todos los sujetos al principio de la prueba, mostró una rá pida habituación, desapareciendo gradualmente en los primeros dos o tres minutos y coincidía con la mejoría de la tarea de ejecución monitora. A menudo el reflejo psicogalvánico reaparecía cuando se presentaban los primeros estímulos al azar, pero se habituaba de - nuevo durante el resto de la prueba (figura 15). Cuando el reflejo psicogalvánico reaparecía ante la presentación del estímulo al azar (figura 16) se acompañaba siempre de otros signos de la reacción de orientación tales como cambios cardíacos, bloqueo del ritmo alfa de larga duración e incremento en la amplitud de la contracción muscular del antebrazo. La reacción de orientación se presentaba más a menudo cuando el estímulo al azar caía en la primera mitad del intervalo fijo, y coincidía con el alargamiento del tiempo de reacción.

c) VARIACIONES DE LA FRECUENCIA CARDIACA. La figura 17 ilustra los cambios de la frecuencia cardíaca a lo largo de -

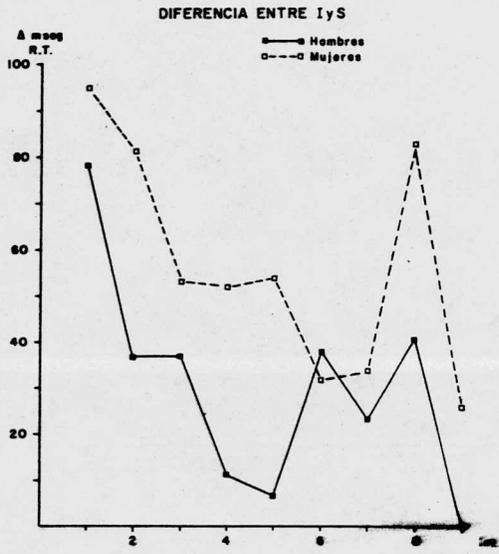


Figura 14. Curvas de los deltas I y S para cada intervalo de 1 a 9 seg. Sujetos hombres (línea continua) sujetos mujeres (línea discontinua). Significado de las abreviaciones igual que en la figura 11.

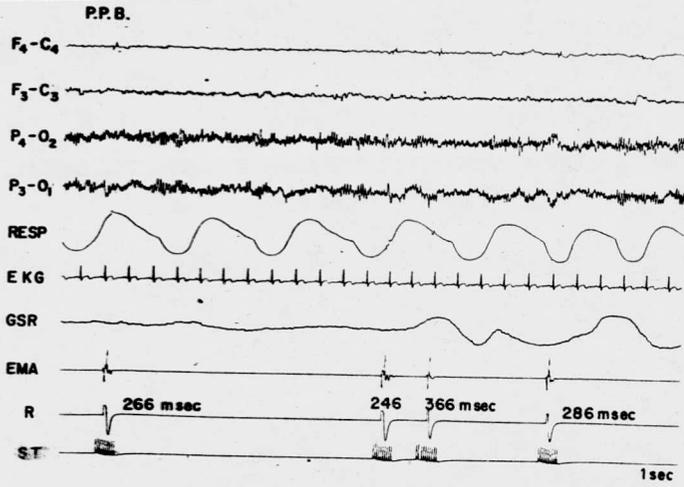


Figura 15. Habitación del reflejo psicogalvánico (GSR) obtenido por la estimulación a intervalos fijos y su deshabitación causada por un estímulo estocástico. -- EEG, Resp. respiración, EKG, GSR, respuesta galvánica de la piel; EMA, músculos del antebrazo; R, respuesta; ST, estímulo. Cal: 1 seg., 50 mv.

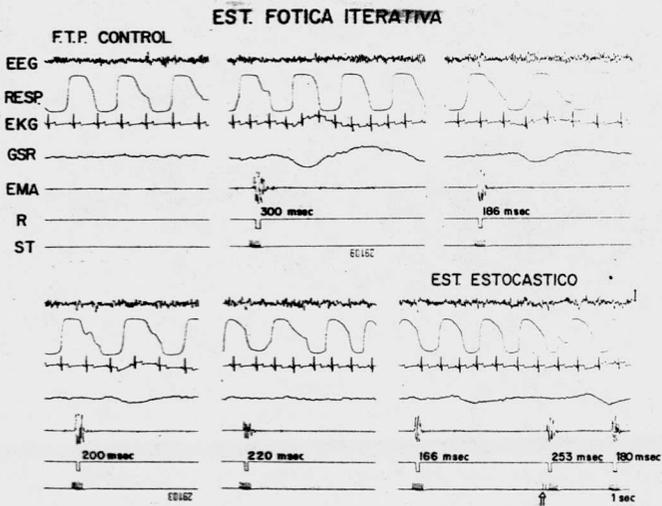


Figura 16. Atenuación del ritmo alfa, deshabitación de la respuesta galvánica de la piel e incremento de la frecuencia respiratoria, provocada por el estímulo estocástico. Significado de las abreviaciones igual que en la figura 15.

la prueba en un solo individuo FTP.

Se encontró una relación definida entre la frecuencia cardíaca medida en el segundo previo al estímulo y el tiempo de reacción. Al principio de la prueba, el corazón se acelera lo que coincide con la mejoría del tiempo de reacción anteriormente mencionado. Si la ejecución monitora se mantenía a un buen nivel, la frecuencia cardíaca mostraba una ligera tendencia a incrementarse. El deterioro de la tarea monitora en el último período de la prueba se acompañaba siempre de una desaceleración cardíaca.

Los estímulos al azar eran seguidos por una aceleración cardíaca. Algunos aspectos con relación a estos hechos se muestran en la tabla 1. Tras los estímulos que provocaban una --reacción de orientación se presentaba constantemente una frecuencia cardíaca más rápida que en la de los estímulos de la fase de adaptación.

Es interesante señalar que los tiempos de reacción eran más cortos en la fase de adaptación que durante la situación de la reacción de orientación. Diferencias individuales importantes se encontraron a este respecto en la frecuencia cardíaca. Los individuos con promedios más bajos en su tiempo de reacción y una buena tarea de ejecución monitora mostraban menos diferencias entre la frecuencia cardíaca de la reacción de orientación y la del estado adaptativo (tabla 1).

El coeficiente de correlación entre los promedios del tiempo de reacción isócronos y estocásticos fué igual a 0.829; el haber obtenido un valor como este indica que nuestros resultados solo pueden atribuirse al azar 1 de cada 100 veces.

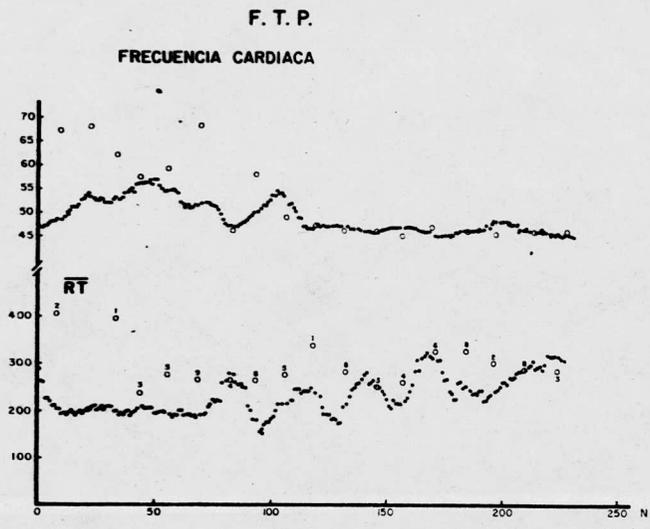


Figura 17. Frecuencia cardíaca y curvas del tiempo de reacción atenuadas por promedio variable de base 10 para el sujeto FTP. Los círculos corresponden a las respuestas de los estímulos estocásticos; N, número de estímulos.

SUJETOS	\bar{I} RT	\bar{S} RT	$\frac{\Delta}{\bar{I} \bar{S}}$ RT	$\overline{R.O.}$ Cardiaca	$\overline{R.C.}$ Cardiaca	$\frac{\Delta}{\overline{R.O.} - \overline{R.C.}}$ Cardiaca
G.S.M	195	249	54	76.2	73.9	2.3
F.V.G	214	248	29	100.3	89.9	10.4
I.K.	223	274	51	76.0	76.2	-0.2
S.F.	233	318	85	85.9	80.4	5.5
E.M.G.	253	259	6	66.6	64.2	2.4
C.M.C.	254	291	37	75.1	72.2	2.9
F.T.P	254	303	49	60.3	56.3	3.9
L.M.D	257	302	45	85.2	81.7	3.5
N.V.	276	310	34	73.0	62.4	10.6
C.L.G	285	291	6	66.6	64.3	2.3
S.K.S	294	348	54	92.8	88.2	4.6
M.C.F.	320	378	58	84.9	77.2	7.7
\bar{X}	255.2	297.5	42.3	78.5	73.9	4.6

Tabla 1. De izquierda a derecha.

- 1a columna. Iniciales de los sujetos.
- 2a columna. Promedio del tiempo de reacción para los estímulos isócronos (\bar{I}).
- 3a columna. Promedio del tiempo de reacción para los estímulos estocásticos (\bar{S}).
- 4a columna. Diferencia promedio entre \bar{I} y \bar{S} .
- 5a columna. Promedio de la frecuencia cardíaca durante la reacción de orientación (R.O.).
- 6a columna. Promedio de la frecuencia cardíaca durante la fase "adaptativa" (R.C.).
- 7a columna. Diferencia promedio entre R.O. y R.C.
- X. Columna de los promedios.

Rc. ⁺⁺	Rt. ($\alpha = 0.05$)	Rt. ($\alpha = 0.01$)
0.829	0.553	0.684

La estadística t resultó con un valor de 2.28, el valor tabulado con 22 grados de libertad ($\alpha = 0.05$) es de 2.074, por lo tanto concluimos que hay una diferencia significativa en ambos promedios. La figura 18 muestra la curva de los promedios del tiempo de reacción isócronos y estocásticos, con su regresión lineal.

Tc. ⁺⁺	Tt. ($\alpha = 0.10$)	Tt. ($\alpha = 0.05$)	Tt. ($\alpha = 0.01$)
2.78	1.717	2.074	2.819

El coeficiente de correlación entre el promedio de la frecuencia cardíaca en la reacción de orientación (R.O.) y la fase adaptativa (R.C.) fué igual a 0.959; el haber obtenido un valor tan grande indica que nuestros resultados solo pueden atribuirse al azar en menos de 1 de cada 100 veces.

Rc. ⁺⁺	Rt. ($\alpha = 0.05$)	Tt. ($\alpha = 0.01$)
0.959	0.553	0.684

La estadística t resultó con valor de 1.00, el valor tabulado con 22 grados de libertad ($\alpha = 0.10$) es de 1.717, por lo tanto concluimos que no hay una diferencia significativa entre --ambos promedios.

Los sujetos que mostraron una aceleración cardíaca mayor provocada por los estímulos estocásticos, mostraron una curva distinta a aquellos en que la respuesta cardíaca producida por el estímulo sorpresivo fué menor. Ambas curvas se ilustran en la figura 19 donde puede verse el delta del tiempo de reacción entre I y S cuando aparecía el estímulo estocástico en el primer segundo

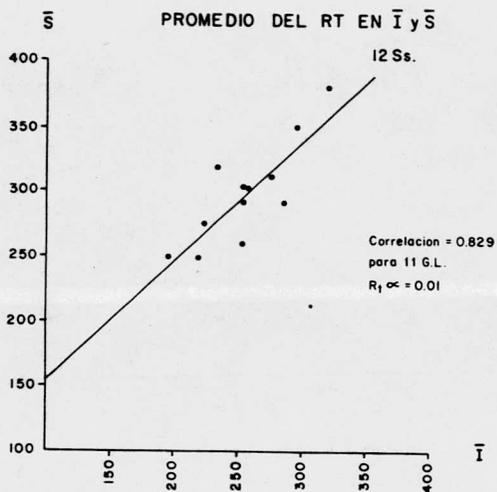


Figura 18. Curva de los promedios del tiempo de reacción a los estímulos isócronos y estocásticos, con su línea de regresión; GL grados de libertad y Rt. correlación tabulada.

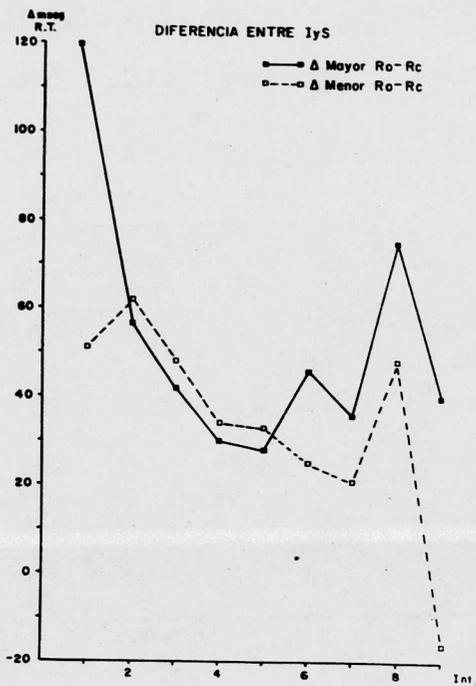


Figura 19. Curvas de los deltas I y S para cada intervalo de 1 a 9 seg. Tomando en consideración el delta de su frecuencia cardíaca entre la reacción de orientación (R.O.) y la fase adaptativa (R.C.). Delta mayor -- RO-RC (línea continua) delta menor entre RO-RC (línea discontinua). Significado de las abreviaciones igual que en la figura 11.

del intervalo es menor (50 mseg.) para los sujetos con menos reactividad cardíaca que para los más reactivos cuyo promedio fué 120 mseg. de diferencia. Diferencia semejante se encuentra para el noveno segundo en el cual los sujetos hiporeactivos cardíacos estaban por debajo de cero es decir su respuesta al estímulo estocástico era más corta que al estímulo isócrono.

Al comparar los cambios en la frecuencia cardíaca y la curva de la expectación se encontró que para el intervalo fijo de diez segundos, el corazón se acelera inmediatamente después del estímulo y de la respuesta compleja (siendo la aceleración más importante si estaba presente la reacción de orientación), entonces, aparecía un período de bradicardia el cual cubría la parte media del intervalo. Esta -- bradicardia se sustituía en ocasiones por otra aceleración breve al final del intervalo, pero sólo si el sujeto se encontraba en la fase adaptativa en la cual aparece la respuesta "predictiva", y si se presentaba una breve desincronización del ritmo alfa previa al estímulo.

CAMBIOS EN EL RITMO ALFA. De los 12 sujetos que intervinieron en la experiencia, 9 mostraron buen ritmo alfa en el control del registro EEG.

La atenuación del ritmo alfa se presentó en el principio de la prueba y coincidió con el reflejo psicogalvánico y otras -- manifestaciones de la reacción de orientación. Este bloqueo del ritmo alfa cesaba en la mayoría de los sujetos entre el primero y el quinto estímulo. No desaparecía repentinamente sino que paulatinamente se hacía más corto en forma oscilatoria. Este fenómeno era paralelo a la habituación del reflejo psicogalvánico. El bloqueo del ritmo -- alfa también reaparecía con el primer estímulo al azar. Cada vez que se repetían los intervalos fijos, la distribución del ritmo alfa cambiaba drásticamente; una breve atenuación "predictiva" del ritmo alfa

aparecía en el noveno segundo del intervalo de 10 seg., incrementándose gradualmente, cubriendo el octavo y aún el séptimo seg. Durante este período el complejo estímulo-respuesta provocaba una rápida reaparición del ritmo alfa, en lugar de su bloqueo (figura 20). Esta figura también muestra la respuesta predictiva que produce la -- orientación refleja. La correlación de los cambios del ritmo alfa, y el promedio del tiempo de reacción para los estímulos al azar en el intervalo, mostraban que dependiendo de su lugar en el intervalo fijo, la desincronización del ritmo alfa podría tener un significado muy diferente en la ejecución del sujeto. El bloqueo del ritmo alfa producido por el complejo estímulo-respuesta coincidía con un importante deterioro en los tiempos de reacción de los estímulos al azar que caían en este período. Por otra parte, el bloqueo del ritmo alfa que aparecía espontáneamente en el octavo y noveno segundo del intervalo, coincidía con una marcada mejoría en los tiempos de reacción a los estímulos al azar.

FRECUENCIA RESPIRATORIA. El estímulo que provocó la reacción de orientación modificaba la frecuencia respiratoria (figura 16) primero produciendo una breve apnea y después la aceleración de la frecuencia y el incremento de la amplitud. Más tarde en el - período adaptativo, generalmente la respiración se hacía regular y mostraba una disminución en su amplitud.

Aparecía un período de apnea en la parte final del - intervalo fijo (figuras 21 y 22) en la fase en la que el sujeto desarrollaba un claro estado de expectación suficiente para atenuar el ritmo alfa y provocar los cambios poligráficos ya descritos. La -- apnea coincidía para un sujeto determinado con el momento en el que se presentaba la mejor respuesta en la tarea de ejecución monitora.

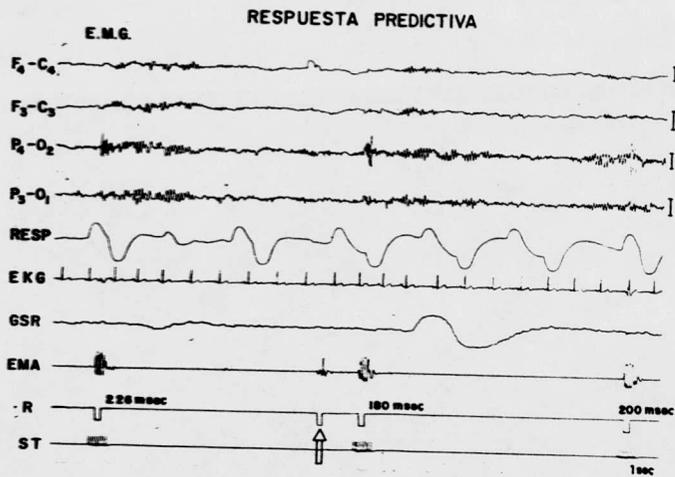


Figura 20. El complejo estímulo respuesta produce la rápida reparición del ritmo alfa. Se observa también una respuesta predictiva que provoca un reflejo de orientación (en el centro). Significado de las abreviaciones igual al de las figuras anteriores. Cal: 1 seg., 50 mv.

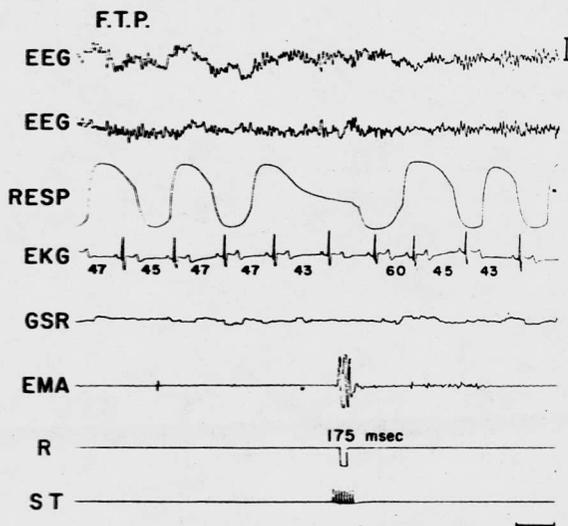


Figura 21. En los sujetos que desarrollan un estado de expectación, se observó un período de apnea que coincidía con el final del intervalo fijo. Significado de las abreviaciones igual al de las figuras anteriores. -- Cal: 1 seg., 50 mv.

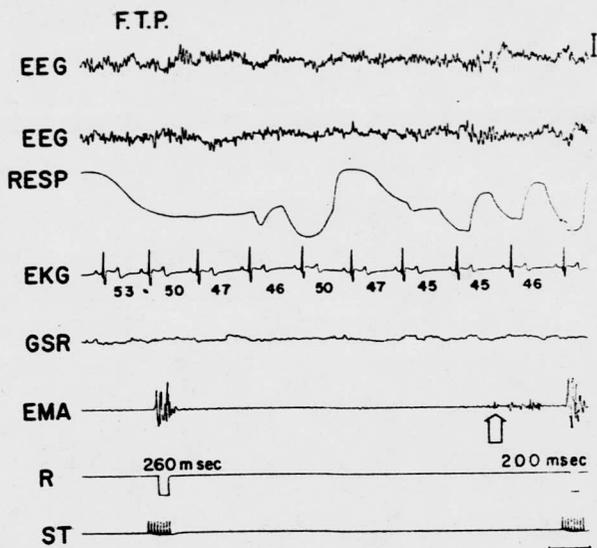


Figura 22. Contracción "predictiva" de los músculos del antebrazo (flecha) y cambios respiratorios. Significado de las abreviaciones igual al de las figuras anteriores. Cal: 1 seg., 50 mv.

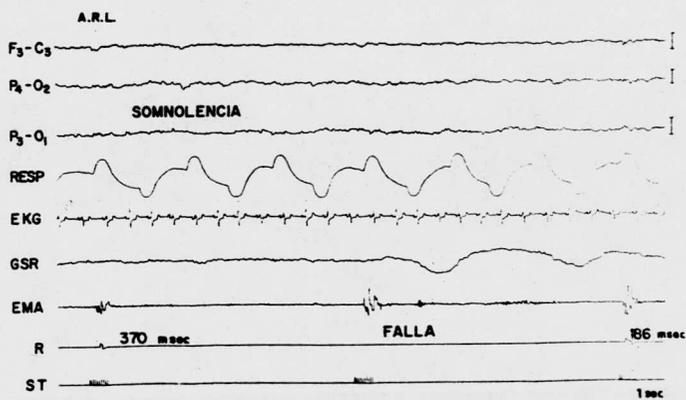


Figura 23. Cuando el sujeto esta somnoliento (al final de la fase de habituación); falla al dejar de apretar el botón, a pesar de eso la contracción de los músculos del antebrazo esta presente aunque retrasada y el reflejo psicogalvánico reaparece. Significado de las abreviaciones igual al de las figuras anteriores. Cal: 1 seg., 50 mv.

CONTRACCION DE LOS MUSCULOS DEL ANTEBRAZO. En todos los sujetos, la contracción refleja de los músculos del antebrazo registrada por el "acelerómetro" precedía a la respuesta motora -- del dedo. La latencia entre ambas respuestas era variable y fluctuaba dependiendo de la fase de la prueba. Durante el período del desarrollo de la expectación con mejoría progresiva de la tarea de ejecución monitora, la amplitud de la contracción de los músculos disminuía y la latencia de la respuesta caía en un valor constante de alrededor de 66 mseg. Con frecuencia en ese momento, estaba -- presente una pequeña contracción predictiva de los músculos del -- antebrazo (figura 22). La aparición repentina de los estímulos al azar provocaba la atenuación de ambas reacciones (figura 16); pero hay una disociación, y el retardo de la respuesta motora del dedo era siempre de mayor magnitud que el de la contracción del antebrazo por ejemplo; la reacción de orientación provocada por los estímulos al azar producía un retardo de los componentes periféricos de la respuesta motora. Además en la fase adaptativa o de habituación, cerca del final de la prueba, frecuentemente el sujeto fallaba al dejar de apretar el botón a un estímulo pero, a pesar de eso, la contracción de los músculos del antebrazo estaba presente (figura 23).

DISCUSION.

El hecho de que la detección de los estímulos es un fenómeno que fluctúa, se conoce desde hace mucho tiempo. Los psicólogos lo han llamado "la onda de la atención" y Hume (1896) lo describió en su libro "Tratado de la naturaleza humana". Las fluctuaciones del tiempo de reacción que se describen en este -- trabajo, pueden producirse por este fenómeno de la fluctuación en la detección de los estímulos. Sin embargo, los parámetros de - estimulación que hemos usado no parecen favorecer tal explicación. Diversos autores han señalado repetidamente que el tiempo de reacción y su variabilidad, disminuyen a medida que la intensidad del estímulo se incrementa, (Cattell (1886); Chocholle (1945); Hull - (1949); Steinman (1944)). En los experimentos que describimos -- aquí el estímulo era varios miles de veces superior al umbral y - sus características repetitivas lo hacían fácilmente perceptible aún para las frecuencias más bajas del S. Por lo tanto, si existen fluctuaciones causadas por los cambios perceptuales deben ser de origen central.

Por otra parte, aunque los sujetos recibieron los destellos luminosos con los ojos cerrados, es probable que existieran modificaciones pupilares de la luz que llegaba a la retina, pero esto no ha sido controlado en este trabajo, ni aparentemente por ningún otro investigador. Debido a la gran intensidad de los estímulos, el promedio del tiempo de reacción (258 mseg) se encuentra entre los más bajos que han sido reportados por otros autores (Cruikshank, 1937).

Durante estos experimentos, los sujetos tuvieron - el mismo grado de motivación para ambos programas de estimulación.

Sin embargo, su tarea de ejecución fué siempre mejor para la situación I. Más aún, cuando los sujetos fueron sometidos a la estimulación estocástica mostraron menos ondas alfa y más signos de somnolencia electroencefalográfica. Los resultados de esta investigación parecen contradecir la hipótesis que mantiene que la estimulación monótona es óptima para producir adormecimiento y sueño. Es preciso señalar que en realidad esta creencia tiene poca evidencia experimental. Recientemente Tizard (1966) fracasó en encontrar -- apoyo para la Teoría Pavloviana de las propiedades hipnagógicas de la estimulación monótona. Del mismo modo, en investigaciones del fenómeno de la habituación se ha mantenido una premisa similar. Se asume que la habituación sensorial, medida por el decremento en la amplitud de los potenciales evocados, se obtiene más rápidamente -- cuando se utiliza estimulación isócrona para habituar al animal. -- También existe una evidencia experimental contradictoria a este -- respecto. Simons y col. (1966) encontraron que no es necesario emplear la estimulación periódica para obtener la habituación sensorial. En la presente investigación la estimulación isócrona indujo una facilitación de la respuesta motora durante la tarea de ejecución. Esto es evidente debido a que todos los sujetos mostraron su promedio del tiempo de reacción más bajo y su latencia mínima -- de respuesta durante la estimulación I. La variabilidad del RT -- también aumentaba durante el programa S lo que confirma por otra -- parte , que durante el programa I las respuestas están facilitadas.

La disminución del RT que se detectó en los primeros dos minutos de la tarea monitora isócrona, está de acuerdo con los hallazgos de Mowrer (1940). En todos los sujetos estudiados por --

este autor, la latencia promedio de la reacción cayó de 369.78 mseg. en los primeros ensayos a 231.75 mseg. en el octavo ensayo, usando un intervalo de 12 segundos. En cuanto a la significación de este fenómeno es interesante recordar el incremento en la amplitud de los potenciales evocados registrados a través de las fases iniciales de la habituación sensorial a los estímulos o señales periódicas (Hernández-Peón y col., (1956); Fernández-Guardiola y col., (1967). Estos hechos deben relacionarse con los resultados de Donchin y Lindsley (1966) y - - Morrell y Morrell (1966), los cuales señalan que los RT más -- cortos a los estímulos visuales, se asociaban con las respuestas evocadas promediadas de mayor amplitud. Como la S (estimulación estocástica) fallaba al producir este decremento rápido del RT encontrado en la condición I, debe concluirse que las características isócronas y periódicas de este estímulo fueron las responsables de la facilitación de la tarea de ejecución monitora durante la condición I.

Algunos autores han encontrado que la variabilidad de las respuestas del RT durante una tarea monitora aumenta durante el transcurso de la prueba y está asociada con el deterioro de la ejecución (Boulter (1963); McCormack (1958, 1960); McCormack y col. (1961); Webb y col. (1960)). Se ha sugerido también que la variabilidad del RT está en relación con los cambios espontáneos de excitabilidad cortical medidos por la fase del ciclo de las ondas alfa Lansing (1957); Lindsley (1952). Los resultados de este trabajo muestran que la variabilidad aumenta a través de la duración de la tarea monitora. Es más, la variabilidad es desde el principio más grande en la situación estocástica. Esto parece

indicar que la variabilidad del RT es una función de por lo menos tres factores: a) el tiempo transcurrido; b) la irregularidad de los estímulos y c) el grado de activación electrocortical. Este último punto es apoyado por la depresión del ritmo alfa y por el seguimiento a la frecuencia de la lámpara que coincide con el de terio del RT.

Los sujetos expuestos a la estimulación estocás tica desarrollan cierto grado de expectación para los estímulos -- que se presentan a intervalos que están cercanos al promedio del - intervalo del programa. Este hecho parece apoyar la hipótesis que basa la expectación en la apreciación interna del tiempo y a par-- tir de estos resultados debemos admitir que la expectación aumenta en relación con la regularidad de los estímulos. La expectación - debe alcanzar su máximo alrededor de 200 msec antes de la llegada del siguiente estímulo periódico. Pero el curso temporal de la ex pectación fué analizado en la segunda parte del trabajo experimental aquí expuesto. Parece mostrar variabilidad al final del inter valo que analizaremos ahora, sin embargo, podemos asegurar que la expectación no se desarrolla completamente sino al final del inter valo.

Se ha mencionado frecuentemente que la estimula ción sensorial modifica el ritmo cardíaco. Se ha señalado un pa-- trón difásico caracterizado por una aceleración inicial y seguido por una desaceleración subsecuente, Lang y col. (1962) y Voronin y col. (1960), Bjerner (1949) midiendo el RT y el ritmo cardíaco encontró que la reacción retardada se asociaba con una caída transitoria en el ritmo del pulso. Esta desaceleración cardíaca era notable cuando aparecían reacciones muy retardadas en los últimos es

tadios del experimento.

La desaceleración del ritmo cardíaco que aparece durante el deterioro de la tarea de ejecución monitora, apunta hacia la depresión de los mecanismos autonómicos responsables de la aceleración cardíaca. Este fenómeno no aparece cuando se presenta la estimulación isócrona y la tarea monitora se mantiene a un buen nivel de ejecución.

Hay un acuerdo general en el hecho de que, durante la estimulación a intervalos fijos repetitivos y la respuesta motora a la señal estímulo, los sujetos desarrollan un estado peculiar de expectación. Esta expectación explica el mejoramiento de la tarea de ejecución. Los resultados de este trabajo muestran que el curso temporal de la expectación a intervalos fijos de 10 segundos es una curva casi exponencial. Por tanto, si hay un estímulo interno que provoca la expectación y todos sus signos concomitantes, debe existir como un proceso que se desarrolla gradualmente, a través del intervalo y no como un fenómeno que apareciese subitamente al final del intervalo fijo. Esta afirmación no se fundamenta solamente en los promedios de las respuestas al azar, sino en la evolución del ritmo alfa, cambios respiratorios, frecuencia cardíaca y actividad de los músculos del antebrazo a través del intervalo. Desde luego, la expectación alcanza su valor máximo hacia el final del intervalo, pero hay diferencias notables entre el principio y la parte media del período fijo.

Cuando se desarrolla la expectación, es frecuente la aparición de una respuesta predictiva, tanto en el dedo como en los músculos del antebrazo o solamente en estos últimos. Cuando esta respuesta aparece provoca la reaparición de los signos

del reflejo de orientación. El estado de expectación no solamente se comprueba por medio de las respuestas predictivas descritas anteriormente. Los histogramas de distribución del tiempo de reacción de los sujetos más rápidos mostró un importante grupo de respuestas que están por debajo del rango fisiológico del tiempo de reacción humano. Estas respuestas son también predictivas en el sentido de que su iniciación toma lugar antes de la presentación del estímulo.

Cual es entonces la naturaleza fisiológica -- de tal estado de expectación en el cerebro?

En los experimentos de habituación fónica a -- estímulos isócronos repetitivos de baja frecuencia; se ha descrito como la presencia de una falla a un solo estímulo de la serie provoca deshabitación en todos los niveles de la vía visual. (Fernández-Guardiola y col., 1967). Este fenómeno, así como también muchos otros descritos, se pueden explicar en base a la detección de un intervalo fijo por medio de neuronas que no se habitúan a estímulos sensoriales repetitivos.

En experimentos hechos con microelectrodos, se han reportado neuronas capaces de responder con expectación a un estímulo isócrono repetido. Tales neuronas se han encontrado en el hipocampo por el grupo de Sokolov y en la corteza cerebral (Muñoz y Fernández-Guardiola, 1965).

El concepto de "campo receptor del tiempo" introducido recientemente por Sokolov parece ser congruente con este aspecto y completa el "modelo neural" original de este autor.

No obstante, se podría relacionar la expectación con algunas medidas internas del tiempo a través de los ritmos

biológicos ya existentes. Tal correlación fué hecha desde hace algún tiempo por Hoagland (1951) en su interesante trabajo del ritmo alfa durante estados de fiebre e hipotermia.

En esta serie se presentó un hecho curioso: el - que algunos individuos tenían la sensación subjetiva de alargamiento del tiempo en los intervalos fijos durante los estadios finales de la prueba; esto coincidía siempre con bradicardia, también, el - ritmo alfa variaba con la ejecución monitora del sujeto.

Esto induce a aceptar la posibilidad de que el -- cerebro es capaz de usar ritmos internos particulares para medir la diferente duración de los intervalos a los que un animal puede estar expuesto a través de su vida.

Como ya hemos señalado, la expectación muestra variaciones importantes hacia el final del intervalo, este fenómeno - que ya había sido reportado por otros autores (Mowrer, 1940) no se conocen en cuanto a su integración. El análisis realizado por nosotros revela que en la magnitud de la variación de la expectación intervienen los siguientes factores: a) fátiga, ya que estas variaciones son siempre mayores hacia el final del experimento; b) activación central y velocidad de reacción puesto que al comparar los sujetos - más rápidos contra los más lentos, fueron estos últimos los que mostraron mayor variación en la expectación. Aunque hubo diferencia en cuanto al sexo, no las discutiremos aquí, porque fueron muy pocos su -
jetos.

Por otra parte, se encuentra el hecho muy interesante - que los sujetos con menos reactividad cardíaca producida por los - estímulos S presentan un delta I y S menor sobre todo en las fases --

iniciales y finales del proceso de la expectación siendo la variabilidad semejante para ambos grupos, o quizá un poco mayor para los sujetos con mayor reactividad cardíaca.

En fin, se ha supuesto repetidamente en trabajos de psicología experimental, que cuando se deja un intervalo temporal transcurrir entre dos estímulos sensoriales, ese intervalo está "vacío" y no representa para el sujeto ninguna información. Consideramos que es necesario modificar este concepto a la luz de los experimentos de poligrafía. Si bien es cierto, que el sujeto no recibe ningún estímulo del medio ambiente durante el intervalo, también lo es que está recibiendo señales, muchas de ellas periódicas que provienen ya sea de efectores del sistema autónomo, particularmente del corazón y los pulmones o de sus propios ritmos cerebrales especialmente de aquellos ritmos más regulares y que son bloqueados precisamente por los estímulos, el ritmo alfa cerebral.

El proceso de la expectación es un fenómeno de aprendizaje y debemos asumir que lo que aprende el cerebro en la situación I es precisamente a medida del transcurso del tiempo. Como en la situación experimental que hemos señalado faltan señales externas con las que llenar el intervalo, el sujeto debe indudablemente usar las internas para hacerlo. Nuestros resultados parecen demostrar que el ritmo cardíaco, juega en este un papel importante. ¿Pero como detectaría el cerebro y usaría en sus medidas el número de latidos que cubren una secuencia temporal?

Desde luego, poseemos datos de que el cerebro recibe esta información. Cada contracción ventricular produce una onda sanguínea que estimula a los baroreceptores del cuerpo carótideo. Estos a su vez, generan una descarga en las fibras aferentes del --

glosofaríngeo que es detectable en su entrada al bulbo raquídeo. Se han reportado por (Bonvallet y col., 1958) elementos nerviosos que descargan rítmicamente con la actividad cardíaca y muestran una latencia que no deja lugar a dudas en cuanto al origen aférente de esta descarga. Por lo tanto podríamos asumir que aunque estos fenómenos rítmicos no entren al campo de la conciencia si penetran como información al cerebro sobre todo a sus partes caudales inespecíficas. Información que es comparada con la llegada de los estímulos isócronos que también (se sabe estimulan dichas áreas) realizándose así la estimación temporal necesaria para el desarrollo de la expectación.

REFERENCIAS.

1. Adrian, E.D. The basis of sensation. The action of the sense organs. Londres, Christophers, 1928.
2. Adrian, E.D. Electrical activity of the nervous system. Arch. Neurol. (Chic.), 32: 1125-1134, 1934.
3. Adrian, E.D. y Matthews, B.H.C. The interpretation of potential waves in cortex. J. Physiol. (Lond.), 81: 440-471, 1934.
4. Angell, O.R. y Moore, A.W. Reaction time. A study in attention and habit. Psychol. Rev., 3: 245-258, 1896.
5. Baker, C.H. Towards a theory of vigilance. Canadian J. Psychol., 13: 35-42, 1959.
6. Bellis, C.J. Reaction time and chronological age. Soc. Exp. - Biol. Med. Proc., 30: 801-803, 1932-1933.
7. Bethe, A. Die biologischen Rhythmusphänomene als selbständige - bzw. erzwungene Kippvorgänge betrachtet. Pflügers Arch.ges. Physiol., 244: 1-42, 1940.
8. Bjerner, B. Alpha depression and lowered pulse rate during delayed reactions in a serial reaction test. Acta Physiol. scand., 19: - Suppl. 65, 1-93, 1949.
9. Blank, G. Brauchbarkeit optischer Reaktions messungen. Indust. - Psychotech., 11: 140-150, 1934.
10. Bonvallet, M. y Sigg, B. Etude électrophysiologique des afférences vagues au niveau de leur pénétration dans le bulbe. J. Physiol. - (Paris), 50: 63-74, 1958.
11. Boring, E.G. A history of experimental psychology. Appleton - Century Crofts, Inc. New York. 2nd. edition, 1957.
12. Boring, L.D. y Boring, E.G. Temporal judgments after sleep. - Studies in Psychology, Titchener commemorative volume., 255-279, 1917.
13. Boulter, L.R. y Adams, J.A. Vigilance decrement: The expectancy hypothesis, and intersignal interval. Canadian J. Psychol., 17: 201-209, 1963.
14. Breitwieser, J.V. Attention and movement in reaction time. Arch. Psychol., N.Y. 2: 1-49, 1911.
15. Brown, C.H. The relation of magnitude of galvanic skin responses and resistance levels to the rate of learning. J. exp. Psychol., 20: 262-278, 1937.
16. Buck, L. Reaction time as a measure of perceptual vigilance. - Psychol. Bull., 65: 291-304, 1966.
17. Cattell, J. Mck. Ueber die zeit der Erkennung un Benennung von - Schriftzeichen Bildern und Farben. Philos, St., 2: 635-650, 1885.

18. Cattell, J. Mck. The time taken up by cerebral operations. *Mind*, 11: 220-242, 1886.
19. Cruikshank, R.M. Human occipital brain potentials as affected by intensity-duration variables of visual stimulation. *J. exp. - Psychol.*, 21: 625-641, 1937.
20. Czermack, J.N. Ideen zu einer Lehre vom Zeitsinn. *Wien. Akadem. Sitzungsab., Nat. Cl.*, 24: 231, 1857.
21. Chocholle, R. Variation des temps de réaction auditifs on fonction de l'intensité a diverses fréquences. *Ann. Psychol.*, 41: 65-124, 1945.
22. Davis, R.C. Set and muscular tension. *Indiana U. Publ. Sci. Ser.*, 1940.
23. Deese, J. Some problems in the theory of vigilance. *Psychol. Rev.*, 62: 359-368, 1955.
24. Dmitriev, A.S. y Kochigina, A. The importance of time as stimulus of conditioned reflex activity. *Psychol. Bull.*, 56: 106-132, 1959.
25. Donchin, E. y Lindsley, D.B. Average evoked potentials and reaction times to visual stimuli. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 20: 217-223, 1966.
26. Donders, F.C. Die Schnelligkeit psychischer Prozesse. *Arch. Anat. Physiol.*, 657-681, 1862.
27. Dustman, R.E. Phase of alpha brain waves, reaction time, and - visually evoked potentials. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 18: 433-440, 1965.
28. Faulkner, T.W. Variability of performance in a vigilance task. *J. Appl. Psychol.*, 46: 325-328, 1962.
29. Fernández-Guardiola, A., Mejía-Bejarano, C., Roldán, E. y Berman, D. EEG and reaction time changes during intermittent sensory - stimulation in humans. *Bol. Inst. Estud. Méd. Biol. (Méx.)*, 23: 101-143, 1965.
30. Fernández-Guardiola, A., Toro, A., Aquino, J. y Guma, E. Peripheral and central modulation of visual input during "habituation". *Prog. Brain Res. (In Press)*, 22: 1-12, 1967.
31. Fessard, A. Les rythmes nerveux et les oscillations de relaxation. *Ann. psychol.*, 32: 49-117, 1931.
32. Fessard, A. Recherches sur l'activité rythmique des nerfs isolés. *Hemann, Paris*, 1936.
33. Finan, J.L. Effects of frontal lobe lesion on temporally organized behavior in monkeys. *J. Neurophysiol.*, 2: 208-226, 1939.

34. Fraisse, P. The psychology of time. Harper and Row. New York, 1963.
35. Fraisse, P. y Jampolsky, M. Premières recherches sur l'induction rythmique des réactions psychogalvaniques et l'estimation de la durée. *Ann. psychol.*, 52: 363-381, 1952.
36. Francois, M. Influence de la température interne sur notre - appréciation du temps. *C.R. Soc. Biol. (Paris)*, 108: 201-203, 1928.
37. Freeman, G.L. Introduction to Physiological Psychology. Ronald, New York, 1934.
38. Goodenough, F.L. The development of the reactive process from - early childhood to maturity. *J. exp. Psychol.*, 18: 431-450, 1935.
39. Gordon, I.E. Stimulus probability and simple Reaction Time. - *Nature*, 215: 895-896, 1967.
40. Gregg, L.W. y Brogden, E.J. The relation between reaction time and the duration of the auditory stimulus. *J. comp. Physiol. - Psychol.*, 43: 389-395, 1950.
41. Haider, M., Spong, P. y Lindsley, D.B. Attention, vigilance and cortical evoked potentials in humans. *Science*, 145: 180-182, 1964.
42. Hartman, J. Astron Nachrichten. *Arch. Math. Physik.*, 31: 1-26, 1858.
43. Helmholtz, H. On the methods of measuring very small portions - of time, and their application to physiological processes. *Philos. Mag. S. 4,6*: 313-325, 1853.
44. Hernández-Peón, R., Guzmán-Flores, C., Alcaraz, M. y Fernández-Guardiola, A. Photic potentials in the visual pathway during - attention and photic habituation. *Fed. Proc.*, 15: 91-92, 1956.
45. Hewish, A. Pulsars. *Scient. Amer.*, 219: 25-35, 1968.
46. Hoagland, H. The physiological control of judgments of duration: evidence for a chemical clock. *J. genet. Psychol.*, 9: 267-287, 1933.
47. Hoagland, H. Consciousness and the chemistry of time. In: - Problems of consciousness. Edited by Abramson, H.A., Josiah Macy, Jr. Foundation. Conference. New York, pp. 164-165, 1951.
48. Hull, C.L. Learning: II. The factor of conditioned reflex. In Murchinson, C. *Handbook of General Experimental Psychology*. - - Worcester Clark Univ. Press, pp. 382-455, 1934.
49. Hull, C.L. Stimulus intensity dynamism (V) and stimulus - - generalization. *Psychol. Rev.*, 56: 67-76, 1949.

50. Hume, D. Treatise of human nature. 2ed. Oxford, pp. 42, 1896.
51. Hyman, R. Stimulus information as a determinant of reaction time. *J. exp. Psychol.*, 45: 188-196, 1953.
52. Jasper, H. y Shagass, C. Conscious time judgments related to - conditioned time intervals and voluntary control of the alpha - rhythm. *J. exp. Psychol.*, 28: 503-508, 1941.
53. Kennedy, J.L. y Travis, R.C. Prediction of speed of performance by muscle action potentials. *Science*, 105: 410-411, 1947.
54. Kennedy, J.L. y Travis, R.C. Prediction and control of alertness. II. Continuous tracking. *J. comp. Physiol. Psychol.*, 41: 203-210, 1948.
55. Kleist, K. *Gehirnpathologie*. Barth., Leipzig, 1934.
56. Kleitman, N., Titelbaum, S. y Feiveson, P. The effect of body - temperature on reaction time. *Amer. J. Physiol.*, 121: 495-501, - 1938.
57. Klines, K. y Meszaros, A. Der Rhythmus als biologisches Prinzip. Seine Genese und pathologische Bedeutung. *Arch. Psychiat. Nervenkr.*, 115: 90-112, 1942-1943.
58. Kraepelin, E. Ueber die Einwirkung einier medicamentöser Stoffe auf die Dauer unfacher psychischer Vorgänge. *Philos St.*, 1: 417-462, 1883.
59. Lang, P.J. y Hnatiow, M. Stimulus repetition and the heart rate - response. *J. comp. Physiol. Psychol.*, 55: 781-785, 1962.
60. Lange, L. Neue Experimenten über den Vorgäng der einfachen Reaction auf Sinnesreizen. *Philos. St.*, 4: 29-51, 1888.
61. Lansing, R.W. Relation of brain and tremor rhythms to visual - reaction time. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 9: 497-504, 1957.
62. Lansing, R.W., Shuartz, E. y Lindsley, D.B. Reaction time and - EEG activation under alerted and nonalerted conditions. *J. exp. Psychol.*, 58: 1-7, 1959.
63. Leridon, S. y Leny, J.F. Influence de l'inhibition de retard sur le temps de réaction motrice. *Bull. Centre Etud. Rech. psychotec* 4: 259-268, 1955.
64. Lindsley, D.B. Psychological phenomena and the electroencephalog. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 4: 443-456, 1952.
65. Lindsley, D.B. Electrophysiology of the visual system and its - relation to perceptual phenomena. In: M.A.B. Brazier (Ed.) - *Proceedings of the First Conference on Brain and Behavior.*, Ameri Institute of Biological Sciences, Washington, D.C., pp. 359-392. 1961.

66. Loomis, A.L., Harvey, E.N. y Hobart, G. Electrical potentials of the human brain. *J. exp. Psychol.*, 19: 249-279, 1936.
67. Luschei, E., Saslow, C. y Glickstein, M. Muscle potentials in - reaction time. *Exp. Neurol.*, 18: 429-442, 1967.
68. Mach, E. Untersuchungen über den Zeitsinn des Ohres. *Sitz. Wien. Akad. Wiss., Kl.*, 51, 1865.
69. McCormack, P.D. Performance in a vigilance task as a function of inter-stimulus interval and interpolated rest. *Canadian J. Psychol.*, 12: 242-246, 1958.
70. McCormack, P.D. Performance in a vigilance task as a function of length of inter-stimulus interval. *Canadian J. Psychol.*, 14: 265-268, 1960.
71. McCormack, P.D. y Prysiazniuk, A.W. Reaction-time and regularity of inter-stimulus interval. *Percep. Mot. Skills*, 13: 15-18, 1961.
72. Medioni, J. L'orientation "astronomique" des arthropodes et des - oiseaux. *Ann. Biol.*, 32: 37-67, 1956.
73. Miles, W.R. Psychological aspects of ageing. In: E.V. Crowdry - (Ed.) *Problems of Ageing*. Williams and Wilkins, Baltimore, pp. 535-571, 1942.
74. Morrell, L.K. y Morrell, F. Non random oscillation in the response duration curve of electrographic activation. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 14: 724-730, 1962.
75. Morrell, L.K. Some characteristics of stimulus-provoked alpha - activity. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 21: 552-561, 1966.
76. Morrell, L.K. y Morrell, F. Evoked potentials and reaction times: A study of intra-individual variability. *Electroenceph. clin. - Neurophysiol.*, 20: 567-575, 1966.
77. Moruzzi, F. y Magoun, H.W. Brain stem reticular formation and - activation of the EEG. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 1: 455-473, 1949.
78. Mowrer, O.H. Preparatory set (expectancy). Some methods of - - measurement. *Psychol. Monogr.*, 52: 1-43, 1940.
79. Müller, J. *Handbook of Physiology*. W. Baly, (Trans) 1838-1842.
80. Muñoz-Martínez, E.J. y Fernández-Guardiola, A. La actividad unitaria en la corteza cerebral sensitiva. *Acta Physiol. Latinoamer.*, 15: 237-238, 1965.
81. Pavlov, I.P. *Conditioned reflexes; an investigation of the - - physiological activity of the cerebral cortex*. Oxford University Press. London, 1927.

82. Philbrick, G.A. Applications manual for computing amplifiers. Philbrick Researches, Inc. (Ed). Wheatstone Bridge-Deviation - Measurement Circuit. Boston, Mass. pp. 84, 1966.
83. Piaget, J. Les notions de mouvement et la vitesse chez l'enfant. Presses Univ. de France. Paris, 1946.
84. Piéron, H. L'évolution de la mémoire. Flammarion, Paris, 1910.
85. Piéron, H. Le probleme physiologique du sommeil. Masson et Cie, Paris, 1913.
86. Piéron, H. Les problemes psychophysiologiques de la perception - du temps. Ann. Psychol., 24: 1-25, 1923.
87. Popov, N.A. Action prolongée sur le cortex cérébral apres - - stimulation rythmique. J. Physiol. Path. gén., 42: 51-72, 1950.
88. Renner, M. Ein Transozeanversuch zum Zeitsinn der Honigbiene. Naturwiss., 42: 540-541, 1955.
89. Sams, C.F. y Tolman, E.C. Time discrimination in white rats. J. comp. Psychol., 5: 255-263, 1925.
90. Simons, L.A., Dunlop, C.W., Webster, W.R. y Aitkin, L.M. Acoustic habituation in cats as a function of stimulus rate and the role of temporal conditioning of the middle ear muscles. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 20: 485-493, 1966.
91. Smith, H.C. y Boyarsky, S. The relationship between physique and simple reaction-time. Character and Pers., 12: 46-53, 1943.
92. Stamm, J.S. On the relationship between reaction time to light and latency of blocking of the alpha rhythm. Electroenceph. clin. - Neurophysiol., 4: 61-68, 1952.
93. Steinman, A.R. Reaction time to change. Arch. Psychol., N.Y., 41: 292, 1944.
94. Stein, H. Untersuchungen über den Zeitsinn der Vögel. Z. Vergl. Physiol., 33: 387-403, 1951.
95. Surwillo, W.W. The relation of simple response time to brain wave frequency and the effects of age. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 15: 105-114, 1963.
96. Tizard, B. Repetitive auditory stimuli and the development of - sleep. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 20: 112-121, 1966.
97. Travis, R.C. y Kennedy, J.L. Prediction and automatic control of alertness. I. Control of look out alertness. J. comp. Physiol. Psychol., 40: 457-461, 1947.

98. Travis, R.C. y Kennedy, J.L. Prediction and control of alertness. II. Calibration of the alertness indicator and further results. - J. comp. Physiol. Psychol., 42: 45-47, 1949.
99. Voronin, L.C. y Sokolov, E.N. Cortical mechanisms of the orienting reflex and its relation to the conditioned reflex. In: The Moscow Colloquium on Electroencephalography of Higher Nervous Activity. Edited by N.H. Jasper and G.D. Smirnov. Electroenceph. clin. - - Neurophysiol., Suppl. 13: 335-344, 1960.
100. Webb, W.B. y Wherry, R.J. Jr. Vigilance in prolonged and repeated sessions. Percept. Mot. Skills., 10: 111-114, 1960.
101. Wiener, E.L. Knowledge of results and signal rate in monitoring: A transfer of training approach. J. Appl. Psychol., 47: 214-222, 1963.
102. Wilkinson, R.T. y Morlock, H.C. Auditory evoked response and - reaction time. - Electroenceph. clin. Neurophysiol., 23: 50-56, - 1967.
103. Wolf, C. Annales de l'Observatoire impérial de Paris, Mémoires, 8: 153-208, 1866.
104. Woodrow, H. Reactions to the cessation of stimuli and their nervous mechanism. Psychol. Rev., 22: 424-452, 1915.
105. Wundt, W. Grundzüge der physiologischen psychologie. Leipzig. Engelman. 2nd. Edition, II: 472, 1880.

