

01961  
2ej.  
1



FACULTAD DE PSICOLOGIA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONTROL DISCRIMINATIVO  
DE RITMOS CORTICALES

T E S I S

QUE PARA OPTAR AL GRADO DE:

MAESTRIA EN ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA  
CONDUCTA

PRESENTA:

JORGE LUZORO GARCÍA

México, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1984



## **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 está 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.

Probablemente una de las quimeras más generalizadas en la Psicología Occidental (especialmente en América) durante los años sesenta y setenta fue la idea de un hombre capaz de controlar voluntariamente ciertas pautas específicas de funcionamiento que se consideraban abarcadas en el área de las respuestas autónomas (ritmo respiratorio, ritmo cardíaco, presión sanguínea, así como la actividad eléctrica de la corteza cerebral).

Esta quimera se creó como resultado de la interacción entre dos desarrollos: el creado por los monjes tibetanos llegados a California enseñando su forma de meditar, y la investigación del grado de amplitud que podría tener el control operante sobre diversas formas de la interacción de la especie humana con su ambiente: La pregunta que nació fue ¿qué pasa con la actividad eléctrica cortical cuando "se medita"? O formulado de otra manera ¿qué es meditar desde la perspectiva del EEG? Esta pregunta traía necesariamente encadenada la siguiente: ¿Se puede controlar operativamente esta actividad?

En este campo, el de la actividad eléctrica cortical, podemos observar la ocurrencia de distintos tipos de actividades, a través de los graficados automáticos en un polígrafo y/o osciloscopio alimentados por señales electroencefálicas (EEG). Se diferencian estas distintas actividades de acuerdo a diferentes frecuencias, amplitudes y localizaciones, dando lugar a las designaciones ritmo alfa, beta, theta, de Kalandó y otras.

### Definición.

La actividad alfa se puede definir como un potencial oscilante regular que tiene una frecuencia entre 8 y 12 Hertz, y un voltaje entre 25 y 50 mV localizada en la zona occipital. (Drazer, 1958).

Esta definición corresponde a una estricta descripción y por lo tanto no implica nada más que la ocurrencia de esta actividad dentro de las características mencionadas de frecuencia, voltaje y localización.

### Popularización.

A pesar de la severidad de la definición anterior y especialmente a partir de ciertas investigaciones que revisaremos posteriormente, se ha difundido una imagen de alfa rodeada de connotaciones místicas y/o terapéuticas, que van mucho más allá del producto real de la investigación. Esta imagen popularizada de alfa no sólo ha permitido hacer periodismo al respecto sino que ha alentado toda una actividad industrial y comercial. Respaldándose en promesas del orden de que logrando incrementar la producción de alfa se asegura la obtención de un equilibrio cósmico, experiencias Zen, incremento de la felicidad interpersonal, ofrecen al público pequeñas unidades transistóricas portátiles que emiten una señal sonora cuando el sujeto produce alfa.

Pensamos que una aproximación científica al problema, como es nuestro propósito, empieza por revisar el material existente.

## Historia.

Esta actividad (alfa) fue descrita por primera vez en 1929 por Berger, quién inicialmente creyó que el ritmo alfa era el resultado de la actividad sincrónica del cerebro. Este mismo investigador observó que la producción de ritmo alfa era bloqueada cuando los sujetos recibían estímulos visuales y desde entonces muchos investigadores mantienen que alfa depende de la ausencia de estímulos visuales para ser producida. (Brazier, 1958; Gardner, 1963; Proler, 1963).

A partir del descubrimiento de Berger, se ha continuado una línea de investigación que intenta delimitar a alfa y sus relaciones con otros niveles de funcionamiento del organismo.

## Relación de alfa con niveles de funcionamiento fisiológico.

Berger en 1929 ya había notado la relación entre alfa y estímulos visuales. En 1934, Adrian y Matthews encontraron que el patrón alfa era generado en el área visual y el área occipital del cerebro. Este hallazgo sugirió que esta actividad neurológica y el funcionamiento del aparato visual estaban asociados. Durup y Fessard (1935), hipotetizaron que el ritmo alfa estaba relacionado con la acomodación ocular.

Mulholland (1967) argumenta que "... el alfa occipital se 'bloquea' u ocurre su activación cuando la tríada de la acomodación ocular no está estabilizada". Esta tríada ocular comprende la presencia de tres requisitos:

- a) minimización del ángulo entre el foco visual y la fovea.
- b) minimización del foco de difusión.
- c) control de las pupilas en orden a optimizar el nivel de estimulación.

De acuerdo con Mulholland, cuando estos tres fenómenos ocurren, el alfa se bloquea. Existen estudios que apoyan esta hipótesis:

- Mulholland (1967, 1971), comprueba que algunos de sus sujetos pueden emitir alfa solamente al desviar sus ojos hacia arriba. Este movimiento impide la estabilización de la tríada ocular.
- Dewan (1967) no sólo ratifica lo anterior, sino que comprueba que sus sujetos podían enviar mensajes Morse a una computadora. Adecuándose perfectamente a la hipótesis de Mulholland; Dewan explica este fenómeno, afirmando que el sujeto al desviar sus ojos hacia arriba, desenfoca y relaja la convergencia ocular.
- Fenwick y Walker (1969) realizan una réplica de Mulholland, aunque estos autores aclaran de que para muchos sujetos la relación alfa-convergencia ocular no es válida. Como veremos en varias oportunidades más, es corriente encontrarse con evidencias no concluyentes en el campo de la investigación de alfa y sus relaciones con otros niveles de funcionamiento del individuo.
- Mulholland (1967) realiza un experimento en que utilizó tres grupos de sujetos y sus respectivos electroencefalogramas. Cada grupo debía realizar una tarea específica:  
Grupo 1: focalización de un estímulo móvil y su trayectoria.  
Grupo 2: nublar el estímulo y focalizar la trayectoria.  
Grupo 3: nublar el estímulo y la trayectoria.

Como se esperaba, la producción de alfa fue mayor en el grupo 3; datos como estos sugieren que, al menos en algunos sujetos, existe una relación entre alfa y movimiento y acomodación ocular.

Mulholland (1967), argumenta que la desviación de los ojos hacia arriba es sólo un efecto secundario de lo que considera un proceso que llama reflejo de orientación. De hecho, el experimento de Dewan aporta evidencia de sujetos realizando una operación mental de cierta complejidad (mensajes Morse coherentes a una computadora) mientras emitían alfa. En otros experimentos los sujetos han podido leer mientras mantenían los ojos desviados hacia arriba, mediante el uso de lentes especiales - (Peper, 1970). También se pudo lograr emisiones de alfa en un público de sujetos que escuchaban con intenso alerta, sólo manteniendo los ojos arriba.

Finalmente, incluimos una evidencia que relativiza lo que hemos señalado. J. Kamiya (1969): logró emisión de alfa en sujetos que miraban recto al frente e incluso escuchaban con atención.

Pero la investigación muestra que, si bien es cierto, la atención, especialmente visual, bloquea la emisión de alfa, la relación entre ambas es menos clara que la sugerida originalmente (Rosenfeld, 1970). De hecho, una considerable cantidad de atención y actividad mental pueden aparecer sin bloquear alfa. (Dewan, 1967).

Otros autores (Salamón y Post, 1965) ampliaron la gama de estímulos bloqueadores, incluyendo auditivos y táctiles.

### Control de alfa.

La primera indicación de que alfa puede ser alterado por aprendizaje, data de 1935. Casi por accidente Durup y Fessard (1935) descubrieron que el bloqueo de alfa puede ser condicionado clásicamente. Se asoció una luz brillante al click de una cámara. Después de varios ensayos, el click adquirió la capacidad bloqueante de la luz. Así como alfa puede condicionarse clásicamente para su bloqueo, lo puede ser también para su aparición, asociando el estímulo con alguna contingencia que facilite la emisión de alfa, como la oscuridad. Sin embargo, surgieron problemas:

- a) el aprendizaje se extinguió rápidamente;
- b) los sujetos no adquirieron control voluntario de la respuesta.

Miller (1970), al comprobar que se puede aprender a tener un control estable sobre respuestas autónomas, revolucionó el campo del condicionamiento operante. Condicionó en ratas, el ritmo cardíaco y la presión sanguínea. Posteriormente y a través de este paradigma de condicionamiento, enseñó a seres humanos a discriminar y controlar sus diferentes ondas cerebrales.

Kamiya, durante la última década ha sido probablemente el principal autor de mucha de la reciente y actual investigación en ritmo alfa.

Inicialmente, Kamiya se interesó en ver si sus sujetos podían aprender a reconocer qué ondas cerebrales estaban emitiendo en un momento dado. El método de Kamiya (1968) fue conectar a los sujetos al polígrafo, diciéndoles que quería ver si



podían reconocer dos distintas ondas cerebrales. Les decía que observaría su actividad cerebral y ocasionalmente sonaría un timbre. Al escuchar este sonido, que ocurría tanto en alfa como en beta, los sujetos debían decir que tipo de ondas emitían en ese momento. Kamiya iba corrigiendo los errores que cometían. Al comienzo, los sujetos sólo acertaban en un 50%, y luego de tres horas de entrenamiento, acertaban en un 75% y algunos sujetos hasta en un 100%.

El siguiente paso fue probar si este conocimiento de los sujetos les permitía alterar y controlar sus ondas cerebrales. Los sujetos pudieron emitir estas ondas voluntariamente.

Luego se trató de ver si los sujetos podían producir estas ondas sin antes haber aprendido a discriminarlas. Se conectó a los sujetos al polígrafo y se les dijo que cada vez que produjeran alfa escucharían un sonido que se mantendría si ellos permanecían en alfa. La tarea de los sujetos fue aprender a mantener el tono. La mayoría de los sujetos de Kamiya incrementaron su producción de alfa como función del feedback sonoro. (Réplicas de Mulholland y Leper, 1970; Brown, 1970).

En el estudio de Brown (1970), los sujetos usaron como feedback una luz, en vez de sonido. Estos sujetos aprendieron a controlar más rápido su alfa que los sujetos de Kamiya. Este último reconoció esto diciendo que sus sujetos, controlaban alfa mejor con los ojos abiertos que con los ojos cerrados.

Peper (1970), sugirió que los sujetos que tenían los ojos abiertos estaban más conscientes de los efectos de la posición, enfoque y acomodación del ojo en la generación de alfa.

Toda esta evidencia nos permite asegurar de que se puede provocar cambios estables en la producción de alfa mediante procedimientos de condicionamiento operante.

### Alfa y su relación con reportes subjetivos.

No ha sido el hecho comprobado de que alfa puede ser controlado por aprendizaje lo que ha suscitado el interés popular, sino por las descripciones subjetivas de sensaciones durante la emisión de alfa.

En estudios realizados por Nowlis y Kamiya (1970); Brown, (1970) y Peper y Mulholland (1970), se interrogó a los sujetos que habían aprendido a controlar alfa acerca de cómo lo lograban y como se sentían durante la emisión de dos distintos tipos de ondas, alfa y beta.

Los reportes consistieron en que los sujetos bloqueaban alfa y desarrollaban un rápido beta, mediante una intensa imaginación visual y examinando en detalle las imágenes; también lo lograban enfocando sus ojos en los fosfenos manteniendo los ojos cerrados. Al respecto y como antecedente, debemos citar a Hamano, 1972; que afirman que alfa es: "... estado atencional no enfocado, que puede ser bloqueado por la atención a estímulos visuales tanto reales como imaginarios".

Los mismos sujetos antes mencionados, incrementaban alfa desarrollando una actitud no crítica hacia el ambiente presente y hacia el experimento en particular.

En el estudio de Nowlis y Kamiya (1970), los sujetos dijeron que relajaban sus mentes, su aparato mental, detenían el

pensamiento sobre el mundo exterior y se dejaban llevar por el sonido. Los sujetos de Brown reportaron sentimientos similares: - perdían conciencia de la luz usada como feedback y se sentían disueltos en el ambiente.

Salamón y Post (1965), describen alfa como: "... un estado de reposada lucidez. Cuando la atención se enfoca en un estímulo determinado, alfa desaparece o se reduce su amplitud".

Las descripciones del punto anterior corresponden en mucho a las hechas por los practicantes de Yoga y los meditados - res Zen.

#### Alfa y Budismo Zen.

Kamiya en 1969, invitó a algunos sacerdotes Zen a registrar sus ondas cerebrales en EEG. Estos sujetos aprendían más rápido a controlar alfa, al parecer a través de procedimientos de meditación. Las variables fisiológicas correlacionadas con meditación han sido estudiadas y apoyan a Kamiya (Fagachi y Wenger, 1957; Anand, Chhina y Singh, 1961; Wallace, 1970; Kasamatsu e Hirai, 1966).

Kasamatsu e Hirai (1966), estudiaron las ondas cerebrales de 48 discípulos y maestros de dos escuelas Zen: Soto y Rinzai. Se descubrió que respecto al funcionamiento cerebral, la meditación Zen es factible de ser dividida en cuatro etapas:

- a) desarrollo de largas emisiones de alfa,
- b) aumento de la amplitud de alfa,
- c) disminución de la frecuencia de alfa,
- d) desarrollo de ondas theta de alta amplitud.

En los meditadores dependía del número de años de en trenamiento para llegar al estado (á), y solo los más altamente entrenados podían lograrlo.

El hecho es que no hay base adecuada como para ofrecer "experiencias Zen instantáneas", o el "equilibrio cósmico". El maestro o meditador Zen que da esta clase de reportes tiene tras de sí una filosofía y un largo entrenamiento y, por supuesto, no tiene nada que ver con el incremento de alfa en un sujeto normal después de cuatro horas de entrenamiento en un labora torio.

#### Alfa y Emocionalidad.

Existen estudios según los cuales la emisión de alfa se correlacionaría con el nivel de activación (arousal), especialmente afectivo.

En un estudio realizado por Goldstein y Murphree - (1963), con esquizofrénicos, notaron que un incremento en el ni vel de activación (arousal) emocional bloqueaba alfa.

Si alfa no puede ser emitido en un sujeto en estado alerta, con cambios en la acomodación ocular, en una situación de compromiso del 'ego', entonces podría serlo, como lo sugieren los meditadores Zen, en un estado de no compromiso del ego, sin cambios de acomodación ocular, pero estando alertas o atentos.

### Alfa e Hipnotizabilidad.

Agregando más elementos que contribuyen a esta imagen de alfa, Kamiya define a un buen sujeto alfa, como una persona que parece relajada e interesada, miran a los ojos y se sienten cómodas en relaciones interpersonales estrechas. Esta descripción corresponde a la hecha por Erickson (1967) de un buen sujeto hipnótico.

Engstrom, London y Hart (1970) realizaron un estudio para observar correlaciones entre incremento de alfa e incremento de hipnotizabilidad. Los resultados fueron concordantes a lo esperado: a un incremento en alfa corresponde un menor incremento en hipnotizabilidad. (0.79).

### Alfa y Logros Terapéuticos.

Otro punto interesante en el estudio de alfa es si su emisión y desarrollo corresponde a la existencia y desarrollo de confianza en el sujeto (habilidad para abandonar parte de nuestro control inter e intra-personal). La pérdida de confianza se traduce en un incremento del nivel de ansiedad y esto bloquea alfa. Saul y Davis (1949) anotan que los sujetos agresivos son malos "sujetos alfa".

En muchas de las terapias de orientación humanista el énfasis está puesto en el desarrollo de la confianza. Pero la información acerca de cambios en alfa en relación a la terapia es mínima o sólo correlacional. Kamiya notó que los guías y consejeros del Instituto Esalen (centro humanista de desarrollo personal en California) eran buenos productores de alfa. Pero parece haber más relación entre terapia e hipnotizabilidad

(Tart, 1970; Shapiro y Diamond, 1972). Aunque falta evidencia acerca de la relación alfa-nivel de emocionalidad, hay datos correlacionales que permiten una especulación. Existen cambios correlacionados en las siguientes áreas: alfa-hipnotizabilidad-habilidad meditativa.

Al fin, aparecen algunas formas por las cuales los sujetos pueden obtener algún beneficio: alfa y su relación con relajación muscular y esto con tratamientos de estados hipersensitivos o ansiosos; si alfa refleja bajo nivel de emocionalidad, se puede usar en el desarrollo de la auto aceptación, tolerancia y empatía por otros. También y siempre que aceptemos la igualdad alfa-meditación, parece ser que en alfa habría un quiebre de los límites del yo y en la acostumbrada relación sujeto-objeto. Este quiebre aporta el beneficio de una enriquecida y nueva percepción, como si viéramos por primera vez.

Por último, podemos agregar respecto a posibilidades terapéuticas, que aunque el desarrollo de alfa no nos lleve al control de toda la fisiología del cuerpo, conduce al desarrollo de habilidades que le permiten al sujeto permanecer en calma en una situación de tensión. Es una posibilidad que cumpliría con el objetivo, por ejemplo, de la desensibilización sistemática.

Un experimento en control operante de la actividad eléctrica cortical fue realizado con los siguientes parámetros básicos:

#### METODO

Sujetos. Se utilizaron como sujetos experimentales cinco estudiantes de pregrado en psicología, con edades entre 20 y 24 años, y un sujeto de 30 años, traductor de profesión (sujeto

núm. 6). Ninguno de los seis sujetos tenía información sobre el experimento ya que la explicación que recibieron fue la contenida en las instrucciones específicas para cada fase del procedimiento. Los sujetos 1, 2 y 3 fueron utilizados en una etapa exploratoria. Los datos que aquí se presentan corresponden a los sujetos 4, 5 y 6. A los seis sujetos se les describió el equipo como un instrumento construido específicamente para registrar la actividad eléctrica de la corteza cerebral. Fue necesario aclararles que el equipo solamente registraba, pues cuatro de los seis sujetos expresaron temores de recibir descargas eléctricas o sufrir alteraciones "mentales".

Aparatos. El registro se tomaba con los sujetos instalados dentro de una cámara aislada eléctricamente (cámara de Faraday), con un electroencefalógrafo (EEG) Alvar Reega X de diez canales. Se utilizaron electrodos tipo Gray-Walter. La cámara de Faraday estaba iluminada por un foco de 40 watts, cuya señal era recibida por una célula fotoeléctrica conectada a un canal del EEG. Como emisor de sonidos se utilizó un fotoaudioes timulador Soneclat, cuya señal también era registrada en un canal del EEG. A la cadena de amplificadores del EEG se conectó, ocasionalmente, un osciloscopio Tektronix 513.

Procedimiento. Los sujetos eran conducidos diariamente a la cámara de Faraday luego de colocar los electrodos sobre su cuero cabelludo, que previamente era frotado con alcohol. Las localizaciones que se emplearon fueron las designadas C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> en el sistema internacional 10 - 20 de Jaspers.

FOTOGRAFIA PARA SER INTERCALADA APROXIMADAMENTE EN LA PAGINA 13

1. CÁMARA PRINCIPAL

2. CÁMARA DE REFLEJO

3. OBJETIVO

4. CÁMARA DE REFLEJO

5. CÁMARA DE REFLEJO

6. CÁMARA DE REFLEJO

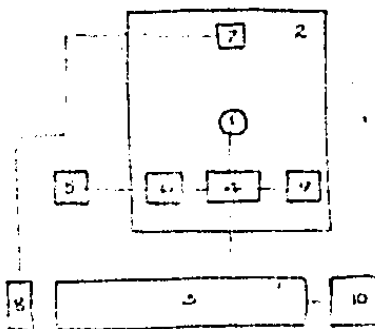
7. CÁMARA DE REFLEJO

8. CÁMARA DE REFLEJO

9. CÁMARA DE REFLEJO

10. CÁMARA DE REFLEJO

Equipo



Relación esquemática del equipo utilizado. Ver en el texto la función de cada aparato.



Línea Base I. Se realizaron dos registros de línea base, de cinco minutos cada uno. Las instrucciones fueron las siguientes: "voy a tratar de registrar la actividad eléctrica de su corteza cerebral, puede hacer lo que usted desee, excepto aquello que causaría el desprendimiento de los electrodos".

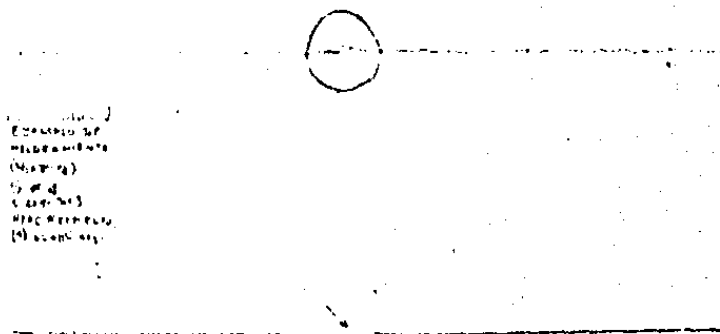
Fase de moldeamiento de la respuesta 1 ( $R_1$ ). En la tercera sesión experimental se pidió a los sujetos que escogieran, de entre las posibilidades del fotoaudioestimulador, un sonido que les resultara agradable. Esta vez las instrucciones fueron las siguientes: "debe usted tratar de obtener el máximo de sonidos posibles". Previamente se había concertado que la acumulación de un número significativo de sonidos era canjeable por un cursillo sobre el experimento y/o créditos académicos. En otras palabras, se le asignó a los sonidos el papel de reforzadores sobre conducta de los individuos.

Se definió  $R_1$  como una actividad de entre 25 y 50 uv que se desarrolla en las zonas occipitales, dentro de un rango de frecuencias entre 10 y 12 Hz; o sea, un ritmo comprendido en la banda alfa.

El sonido se empezó a aplicar simultáneamente a la aparición de la actividad eléctrica, que en este caso se aproximaba a la definición de  $R_1$ . Así, por ejemplo, el sonido se aplicaba a muestras de actividad que aparecieron como oscilaciones transitorias que, de mantenerse durante un segundo, hubiesen presentado 10 o 12 ciclos. Paulatinamente se fue elevando la exigencia hasta reforzar sólo aquellas actividades que cumplían con el requisito impuesto en la definición de  $R_1$ .

FOTOGRAFIA PARA SER INTERCALADA APROXIMADAMENTE EN LA PAGINA 14

---



Ejemplo de  
Módulo de  
(Módulo)  
5.4  
5.4  
5.4  
(Módulo)

En el segundo y cuarto canal aparece el ritmo "alfa".  
En el canal 3 aparece el sonido que hace de refuerzo. Si bien  
la amplitud corresponde al ritmo alfa la frecuencia esta en esta  
ra de moldeamiento.

El registro dedicado al moldeamiento de  $R_1$ , duró aproximadamente entre 15 y 20 minutos en cada sujeto. Al final de este tiempo fue posible observar consistentemente la aparición de  $R_1$ .

Fase reforzamiento I. Una vez instalada la respuesta se hicieron dos registros de aproximadamente cinco minutos cada uno, por sujeto experimental. Las instrucciones fueron las siguientes: "trate usted de obtener el máximo de sonidos posibles". La intención fue aplicar un programa de reforzamiento de razón fija 1 ( $R F_1$ ) aunque como se apreciará más adelante, esto no fue completamente posible.

Castigo. Al día siguiente del segundo registro de la fase de reforzamiento I, se le pidió al sujeto cuatro que escogiera el sonido que le resultara más desagradable entre las posibilidades que presentaba el fotoaudioestimulador. Las instrucciones fueron las siguientes: "trate de obtener el máximo de los primeros sonidos, y de evitar los nuevos". Durante un minuto se reforzó  $R_1$ , tal como se hacía en los registros de reforzamiento; a partir del segundo minuto se aplicó el sonido "desagradable" contingente a  $R_1$ . Se siguió este procedimiento hasta completar cinco minutos.

Extinción. Ese mismo día, se condujo al sujeto experimental número cinco a la cámara, sin variar las instrucciones. Durante el primer minuto se reforzó  $R_1$ ; a partir del segundo minuto se discontinuó el reforzamiento hasta completar un período de cinco minutos.

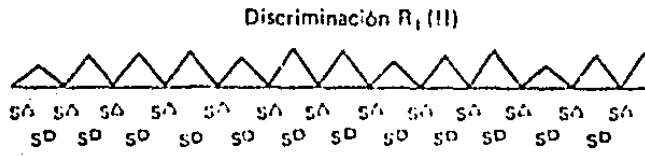
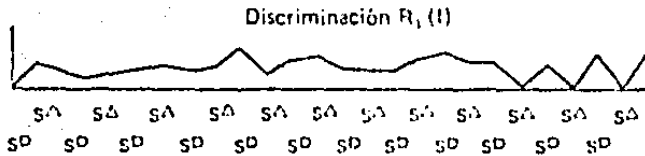
Fase del reforzamiento II. Se siguió el mismo procedimiento que en la fase del reforzamiento I.

Línea Base II. Los pasos fueron los mismos que en la línea base I.

Control discriminativo. Después de los dos registros de la fase de reforzamiento I, se establecieron en el sujeto seis condiciones discriminativas en las cuales, a la luz de la cámara de Faraday, se le hizo cumplir funciones de estímulo discriminativo (ED); es decir, el reforzamiento se empleaba sólo si dicho estímulo estaba presente. El oscurecimiento de la cámara funcionó entonces como S ; o sea, se presentó una situación en la cuál nunca se proporcionaba reforzamiento. Veinticinco pares de condiciones S - S , de cuarenta segundos cada una, se impusieron al sujeto. Las instrucciones fueron las mismas que para los registros de la fase de reforzamiento. Los veinticinco pares S - S se realizaron distribuyéndolos en tres sesiones experimentales de cinco minutos cada una.

Encadenamiento. Voldeamiento de una segunda respuesta ( $R_2$ ). Utilizando como estímulo reforzador condicionado el encendido de la luz interna de la cámara de Faraday, se moldeó una segunda respuesta. Se empleó un procedimiento de aproximaciones sucesivas semejante al utilizado con  $R_1$ . Esta segunda respuesta ( $R_2$ ) se definió como una actividad entre 8 y 10 Hz, con un voltaje de entre 20 y 50 uv, localizada en las zonas centrales del cerebro. Para registrarla se colocaron electrodos en los puntos  $C_3$  y  $C_4$ , según el sistema internacional 10 - 20 de Jaspers.

GRAFICO PARA SER INTERCALADO APROXIMADAMENTE EN LA PAGINA 16



Establecimiento de una respuesta alfa discriminada. Resulta claro el progresivo control ejercido por los estímulos discriminativo y delta, los cuales al término de la sesión II aumentan y disminuyen respectivamente la probabilidad de aparición de dicha respuesta. En las ordenadas se presentan las respuestas acumuladas, y en las abscisas las condiciones con S<sup>D</sup> y con S<sup>Δ</sup>.

El ritmo de estas regiones fue bautizado por Gastaut (1952) como ritmo en arcadas o ritmo u. Se diferencia del alfa por su localización topográfica y por su reactividad. Mientras alfa se atenúa al cerrar los ojos, el ritmo u lo hace solamente ante la estimulación propioceptiva, como por ejemplo la derivada del cierre de los puños.

Cabe en este momento señalar que el encendido de la luz de la cámara de Faraday adquirió el valor de reforzador condicionado por su asociación con el estímulo reforzante, el cual se empleaba para incrementar la frecuencia de  $R_1$ . Sobre esa base, se supuso que podría servir para reforzar  $R_2$ .

### Resultados.

En la fase de línea base I se encontró una actividad desincronizada de bajo voltaje y persistente a todo lo largo del registro. La respuesta fue instalada de manera progresiva durante la fase de moldeamiento en la que se vio cómo la entrega del sonido contingente, con la aparición de ondas transitorias comprendidas en la banda de alfa, fue poco a poco incrementando su número hasta que estas ondas ocuparon la mayor parte del registro.

La construcción de un registro acumulado a partir del registro electroencefalográfico permite presentar mejor los resultados. De esta manera se observa que, en general, en las dos sesiones de la primera fase de línea base no se llegan a contar más de 30 respuestas por sesión.

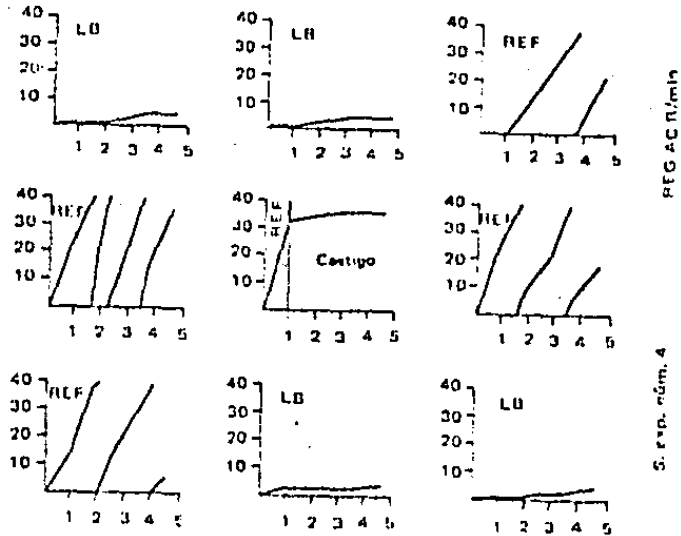
Durante los dos primeros minutos casi no hubo muestras de alfa; sin embargo la segunda parte de cada sesión presenta brotes dispersos de dicha actividad, esta vez en forma aleatoria. No se observaron tendencias a que alfa aumentara en la segunda sesión. Por ejemplo, mientras el sujeto cuatro dió la misma cantidad de respuestas en la primera y segunda sesiones, el sujeto cinco las disminuye solamente en la segunda sesión.

En las dos fases de reforzamiento se comprobó una tendencia a incrementar el alfa. Es el sujeto cuatro quien muestra el fenómeno en forma más notable, pues llega a dar en la segunda sesión de la fase de reforzamiento, alrededor de 40 respuestas por minuto. En este sujeto, durante la primera sesión de reforzamiento, se acumularon tan sólo unas 15 respuestas por minuto; de ahí que podamos decir que se duplicó el número de respuestas de una sesión a otra.

El sujeto cinco presentó también una tendencia a aumentar su número de respuestas entre la primera y la segunda sesión, como puede verse en los registros acumulados correspondientes, en los que igualmente se constata que para la última sesión el número de respuestas se multiplica por dos. El sujeto seis no presenta este fenómeno, en él la respuesta alfa empieza a aparecer bruscamente a partir del primer minuto de encontrarse sometido en la cámara experimental, a las contingencias de reforzamiento. La tasa de respuestas que alcanza de ahí en adelante es de 20 a 30 respuestas por minuto.

Es interesante destacar que además se observó en todos los sujetos una diferencia, con respecto a sus respuestas, entre las dos sesiones de la primera fase de reforzamiento. En la pri-

GRAFICO PARA SER INTERCALADO APROXIMADAMENTE EN LA PAGINA 18



Registros acumulados reconstruidos de la frecuencia de aparición de la respuesta alfa occipital en tres condiciones: línea base, reforzamiento y castigo. Nótese cómo durante la línea base casi no aparecen respuestas alfa; asimismo, véase cómo el reforzamiento las incrementa y el castigo las suprime. En las ordenadas aparece el número de respuestas acumuladas, en tanto que las abscisas se presenta el número de minutos.



mera sesión la respuesta no surge, sino hasta después del primer minuto. En la segunda sesión alfa se presenta desde que se inicia el experimento.

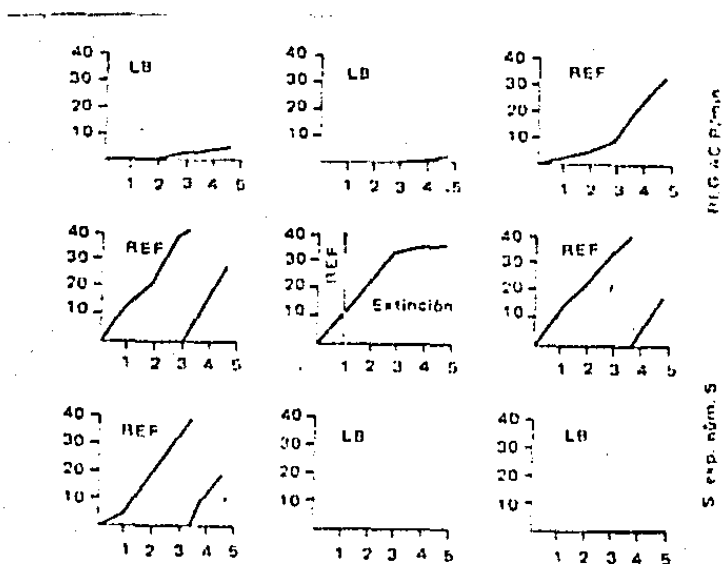
El programa de reforzamientos que se pretendió imponer fue, como ya se dijo, de razón fija 1; pero en virtud de no haber contado con equipo automatizado esto no fue posible. Hubo momentos en los que la respuesta no se reforzó. Una proporción promedio de reforzamientos fue de nueve reforzadores por ocho respuestas, debido a que en ocasiones una misma respuesta recibió dos reforzamientos.

La respuesta se interrumpió bruscamente y casi dejó de aparecer cuando se sometió a castigo. La tasa R era de 35 por minuto antes del primer año aversivo. La entrega del reforzador negativo bajó la tasa a tres respuestas por cuatro minutos; o sea, en total sólo se castigaron cuatro respuestas durante los cinco minutos que abarcó esta fase.

Cuando en las condiciones de extinción se retira el reforzamiento, en el primer aparece un ligero aumento en la tasa de R, y alfa sigue apareciendo en las mismas condiciones durante dos minutos más; hacia el cuarto minuto disminuye a una respuesta por minuto, y esta tasa se mantiene durante el minuto final de la sesión. La reinstalación de las contingencias originales en la segunda fase de reforzamiento da lugar a que la respuesta vuelva a presentarse con frecuencias semejantes a las de la primera fase.

El restablecimiento de la situación de línea base, caracterizada por el hecho de que no se les pide a los sujetos que

GRAFICO PARA SER INTERCALADO APROXIMADAMENTE EN LA PAGINA 19



Registros acumulados reconstruidos de la frecuencia de aparición de la respuesta alfa occipital en tres condiciones: línea base, reforzamiento y extinción. Durante la línea base hay una reducida aparición de respuestas alfa; el reforzamiento las incrementa y la extinción propicia que desaparezcan. En las ordenadas aparece el número de respuestas acumuladas, y en las abscisas el número de minutos.

procuren obtener reforzamientos, da lugar a que alfa aparezca solamente de manera esporádica.

En cuanto a la imposición de un control discriminativo a los ritmos corticales, se observó que si bien el primer oscurecimiento de la cámara experimental determinó una baja en las respuestas, en los oscurecimientos sucesivos alfa siguió presentándose. No fue sino hasta la décima ocasión, cuando se oscureció la cámara y no se proporcionó reforzamiento a la respuesta, que esta quedó bajo control de estímulos. A partir de ese momento, la aparición del E originó inmediatamente brotes sostenidos de alfa, mientras que la presentación del E produjo la supresión de la respuesta.

Cadena de respuesta ritmo  $\mu$  - ritmo alfa. El registro de línea base de la actividad  $\mu$  o de Rolando, permitió observar que este ritmo no apareció durante los cinco minutos que duraba la sesión. Mientras se efectuaba el moldeamiento de la respuesta, utilizando como reforzador el encendido de la luz de la cámara de Faraday, se observó la instalación progresiva del ritmo de Rolando y siguiéndolo, por el hecho de que su reforzador era a la vez estímulo discriminativo de la respuesta alfa, la presentación de esta última actividad.

El encendido de la luz de la cámara incrementaba la actividad  $\mu$ , con aproximadamente 16 respuestas por minuto. El reforzador que se empleaba con la respuesta 1, o sea la presentación del tono, daba lugar a que el ritmo alfa apareciera también en una proporción de alrededor de 16 respuestas por minuto. Esto quiere decir que ambos estímulos reforzantes controlaban en igual medida sus respectivas respuestas. Con la luz apagada aparecían 16 respuestas por minuto, como ya se señaló y respuesta alfa en una proporción de

dos por minuto. Con el tono sonando, las respuestas alfa -- se daban en la proporción ya mencionada de 16 por minuto y -- las respuesta u con un promedio de 10 por minuto.

En otras palabras, se veía que una y otra respues-- tas llegaban a correr en forma paralela en ambas condiciones. de estímulo. Sin embargo, la aparición de  $\beta$  superaba a la de alfa en las dos situaciones, se llama a este efecto "de arrastre" porque parece que el surgimiento de un ritmo trae consigo la aparición de otro.

## DISCUSION

Parece ser que las manipulaciones experimentales llevadas a cabo demostraron la existencia de un control operante sobre la actividad cortical. El ritmo alfa se incrementó como consecuencia del esforzamiento; lo mismo sucedió con el -- ritmo u. La tasa de respuesta se hizo mayor y constante gracias a la entrega del estímulo sonoro para un caso y de la -- luz para el otro.

Es cierto, las líneas base fueron de muy breve duración; sin embargo, en la mayor parte de los estudios sobre -- condicionamiento de ritmos corticales (Kamiya, 1968, 1971), -- también se han utilizado periodos breves, en razón de que me-- diante métodos bidireccionales (Black, 1973) se puede demos-- trar el control. Es decir, el sujeto aprende a responder -- frente a un estímulo con un ritmo, el alfa occipital, y con -- un ritmo distinto: el beta, cuando se le presenta un estímulo diferente.

El control discriminativo que se estableció es una -- prueba más que la respuesta estuvo claramente bajo control -- operante y que el simple paso del tiempo no fue la variable -- principal en el incremento de alfa.

La susceptibilidad al castigo de la respuesta alfa -- es asimismo una constatación de su carácter operante.

La rápida supresión de la actividad previamente re-- forzada indica que sus apariciones no llegan a constituir rit-- mos intrínsecos inmodificables a causa de las contingencias -- ambientales.

El fenómeno de extinción, por su parte, apunta al -- mismo tipo de conclusiones que hemos venido manejando en este

análisis de los resultados. Cabe, sin embargo, hacer ciertas reservas. La curva no muestra las oscilaciones típicas de la extinción; es obvio, la sesión experimental fue demasiado breve o impidió seguir en el tiempo las variaciones en la res- puesta. Los datos de un periodo tan limitado nos impiden saber a ciencia cierta cuáles son las verdaderas tendencias.

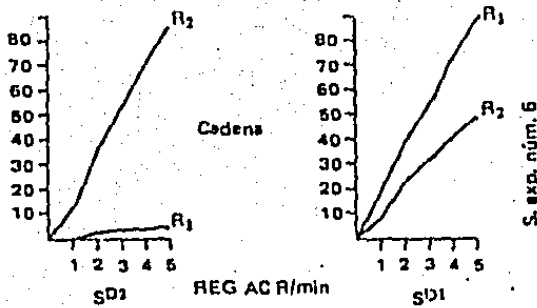
Habría que realizar nuevas investigaciones para hacer un análisis del comportamiento de los ritmos corticales bajo extinción. A través de algunos textos que analizan este tema (Deutsch, 1960, Miller, 1970), tenemos noticia de que -- las curvas de extinción en el condicionamiento de la actividad del sistema nervioso central no se equiparan a las encontradas con respuestas glandulares o músculoesqueléticas. En el sistema nervioso la respuesta deja de aparecer cuando se suprime el reforzamiento; parece ser que esto se debe sobre todo a los parámetros temporales utilizados en esta clase de experimentos. La investigación sobre extinción debería -- pues orientarse hacia ese aspecto.

La cadena de respuestas establecidas nos indica que es factible la organización de la actividad cortical a través del reforzamiento. No sabemos si factores exteroceptivos o de la misma dinámica nerviosa, sean los que se hallen en la raíz del fenómeno de arrastre.

En todo caso, es claro que con la luz encendida no sólo se señaló la condición en la que las respuestas alfa fueron reforzadas, sino que también se dio reforzamiento al ritmo u. Por el contrario, con luz apagada se presentaba una si tuación en la que se había especificado la falta de estímulos reforzantes para la actividad alfa. A pesar de esto, hubo -- una ligera tendencia por parte de dicho ritmo a aparecer aún en esas circunstancias.

Es posible que el conjunto de estimulaciones propio e interoceptivas que se relacionan con la aparición del ritmo de Rolando se hayan convertido en estímulos evocadores de alfa. Como fundamento de lo anterior es suficiente recordar que el ritmo de Rolando es reactivo ante estimulaciones de tipo propioceptivo.

En fin, los datos que se recogieron en el presente experimento abren nuevos caminos para el estudio de un fenómeno que hasta la fecha sigue siendo motivo de polémica -- (Lynch y Paskewitz, 1971, Beatty, 1972, Travis, y col. 1974). Quisieramos sólo señalar que para hacer más clara la demostración del control operante, establecimos situaciones estimulativas que en principio se oponen a la evocación de uno de los ritmos que reforzamos, el alfa occipital. De esta manera, el uso de una luz como estímulo discriminativo debería haber bloqueado el ritmo. El hecho de que la iluminación de la cámara se convirtiera en todos los sujetos en una evocadora del ritmo alfa, es otro elemento que nos induce a aceptar que llevamos a cabo un genuino condicionamiento.



Registros acumulados reconstruidos de las respuestas alfa ( $R_1$ ) y ( $R_2$ ) (bajo dos condiciones: una ( $S^{D1}$ ) en la que está presente el estímulo-discriminativo que controla al alfa y otra ( $S^{D2}$ ) en la que se presenta el estímulo que controla al ritmo. Puede verse el control ejercido por ambos estímulos sobre sus respectivas respuestas y el efecto de arrastre que ejerce  $R_1$  sobre  $R_2$ , o sea que la aparición de  $R_1$  trae consigo la de  $R_2$ . En las ordenadas se muestra el número de respuestas acumuladas, y en las abscisas, el tiempo en minutos.



R E F E R E N C I A S

- ADRIAN, E.E., & Matthews, B. The Berger rhythm: Potential changes from the occipital lobes in man. Brain, 57, 355, 1934.
- ANAND, B.K., Chhina, G.S., & Singh, B. Some aspects of electroencephalographic studies in yogis. En Barber, T.X. y col. (Eds.) Biofeedback and Self Control. Chicago: Aldine-Atherton, 1971.
- BEATTY, J., Similar effects of feedback signals and instructional information on EEG activity en Physiology and behavior, 1972, 9, 151-154.
- BLACK, A.H., y Young, G.A. Electrical activity of the hippocampus and cortex in dogs operantly trained to move and to hold still. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 1972, 79, 128 - 141 (b).
- BRAZER, M. The electrical activity of the nervous system. New York: The McMillan Company, 1958.
- BROWN, B.B. Recognition of aspects of consciousness through, association with EEG alpha activity. Psychophysiology, 6, 442 - 452, 1970.
- BAGCHI, B., & Wenger, M. Electro-physiological correlates of some yogi exercises. EEG and clinical Neurophysiology, 1957.

- DEWAN, E. Occipital alpha rhythm eye position and lens accommodation. Nature, 214, 975 - 977, 1967.
- DOLLARD, J. y Miller, N.E. Personality and Psychotherapy. McGraw-Hill. New York, 1950.
- DURUP, G. y Fessard, A. L'electroencephalogramme de l'homme. Observations Psycho-Physiologique relatives a l'action des stimuli visuels et audirifs. Ann. Psychol. Paris, 36, 1 - 36, 1935.
- DEUTSCH, J. The structural basis of behavior, Chicago, University of Chicago Press. 1960.
- ENGSTROM, D.R., London, P. y Hart, J.T. Hypnotic susceptibility increased by EEG alpha training. Nature. 227, 1261 - 1262, 1970.
- ERICKSON, M.H. A transcript of a trance induction with commentary. En Haley (Ed.), Hypnosis and Therapy. New York Grune y Stratton, 1967.
- FENWICK, P.B. y Walker, S. The effect of eye position of the alpha rhythm. En Evans y Mullholland (Eds.), Attention in Neurophysiology. New York: Appleton-Century-Crofts, 1969.
- FERSTER, C.B. y Skinner, B.F. Schedules of Reinforcement. New York: Appleton-Century-Crofts, 1957.
- FETZ, E.E. y Finocchio, D.V. Operant conditioning of specific patterns of neural and muscular activity. Science 1971, 174, 431 - 435.

- GAVALA-MEDICI. Use and abuse of mediation construct. Behaviorism, 1, 1972.
- GARDNER, E. Fundamentals of Neurology. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1963.
- GOLSTEIN, L., y col. Quantitative electroencephalographic analysis of naturally occurring (schizophrenic) and drug induced psychotic states in human males. Clinical Pharmacology & Therapeutics, 4 10 - 21, 1963.
- HAMANO, K. y Okita, T. Some experiments on instrumental modification of automatic responses, Psychologia, 1972, 15 101 - 109. (a)
- HAMIYA, J. Operant control of the EEG alpha rhythm and some of its reported effects of consciousness. En Tart (Ed.), Altered states of consciousness, 480 - 501, 1968.
- KASAMATSU, A. e Hirai, T. An electroencephalographic study of the Zen meditation. En Barber y col. (Eds.), Biofeedback and Self-Control. Chicago: Aldine-Atherton, 1971
- LYNCH, J. Y PASKEIWITZ, D.A. On the mechanisms of the feedback control of human alpha rhythm, Journal of nervous and mental diseases, 1971, 1953, 205-217.
- MILLER, G.A., Gallanter, E. y Pribam, K.H. The unit of analysis 1960, en K.H. Pribam (Ed.) Brain and Behavior, 2, Penguin Books, 1969.
- MILLER, N.E. y Bañuazizi, A. Instrumental learning by curarized rats of a specific visceral response, intestinal or darsiac. Journal of Comparative Physiological Psychology 1968, 65, 1.

- MILLER, N.E. Learning of visceral and glandular responses. Science, 1969, 163, 434 - 445.
- MILLER, N.E. y col. Learning modification of automatic functions: a review and some new data. En Barber y col. (Eds.) Biofeedback and Self-Control. Chicago, Aldine, 1970.
- MULHOLLAND, T. Feedback electroencephalography. En Barber y col. Biofeedback and Self-Control. Chicago, Aldine, 1971.
- NOWLIS, D.P. y Kamiya, J. The control of electroencephalographic alpha rhythms through auditory feedback and the associated mental activity. Psychophysiology, 6, 476 - 484, 1970.
- PEPER, E. Feedback regulation of the alpha electroencephalogram activity through control internal and external parameters. En Barber y col. (Eds.) Biofeedback and Self-Control, Chicago: Aldine-Atherton, 1970.
- PEPER, E. y Mulholland, T. Methodological and theoretical problems in the voluntary control of the electroencephalographic occipital alpha by the subject. En Barber y col. (Eds.) Biofeedback and Self-Control. Chicago: Aldine-Atherton, 1970.
- PROLER, M.L. The alpha rhythm Part I. American Journal of EEG Technology, 3, 65 - 70, 1963.
- ROSENFELD, J.P. Operant control of a neural event evoked by a stereotyped behavior. Disertación doctoral no publicada, Universidad de Iowa, 1970.
- SALAMON, I. y Post, J. Alpha blocking and schizophrenia. Archives of General Psychiatry, 13, 367 - 374, 1965.
- SAUL, L. y Davis, H. y Davis, P.A. Psychosomatic Medicine, 11 361, 1949.

- SHAPIRO, J. y Diamond, M.J. Increases in hypnotizability as a function of encounter training some confirming evidence. Journal of Abnormal Psychology, 79, 112 - 115, 1972.
- SHAPIRO, J. y Schwartz, G.E. Biofeedback and visceral learning clinical applications. En Shapiro y col. (Eds.), Biofeedback and Self-Control. Aldine, Chicago, 1972.
- SHAPIRO, Schwartz, G.E. y Tursky, B. Control of diastolic blood pressure in man by feedback and reinforcement. Psychophysiology, 1972, 9, 296 - 304.
- TRAVIS, T., KONDO, C. y KNOTT, J. Alpha conditionign: A controlled study en Journal of Nervous and Mental Disease, 1974, 158, 163-173.
- TART, C. Increases in hypnotizability resulting from a prolonged program for enhancing personal growth. Journal of Abnormal Psychology, 75, 260 - 266, 1970.
- TAYLOR, W.K. A model of learning mechanism in the brain. En Wiener y Schadé (Eds.) Progress in brain research, 17, Amsterdam, Elsevier, 1965.
- WALLACE, R.K. Physiological effects of transcendentl meditation. Science, 167, 1751 - 1754, 1970.
- ZEMAN, J. Information and psychic activity. En Wiener y Schadé (Eds.) Progress in brain research, 17, Amsterdam, Elsevier, 1965.