

11281
20j1

**CORRELATIVOS ELECTROFISIOLÓGICOS
DE LA COMUNICACION HUMANA
TESIS DOCTORAL
Jacobó Grinberg - Zylberbaum
Facultad de Medicina
U.N.A.M.**

Doctorado en Ciencias
Biomédicas 1987

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE.

AGRADECIMIENTOS.....	PAG.	1
INTRODUCCION.....	PAG.	2
CAPITULO I.		
Antecedentes.....	PAG.	7
A)Potenciales provocados en animales durante el aprendizaje.....	PAG.	9
B)Potenciales provocados y formación de conceptos.....	PAG.	37
C)Retroalimentación de la correlación interhemisférica.....	PAG.	49
CAPITULO II.		
Electrofisiología de la Comunicación Humana. Análisis Manual.....	PAG.	62
CAPITULO III.		
Patrones de Correlación Interhemisférica Durante la Comunicación Humana. Analisis Automatizado.....	PAG.	88
CAPITULO IV		
La Comunicación y las Funciones de Unificación.....	PAG.	108
BIBLIOGRAFIA.....	PAG.	112

Agradecimientos.

Los experimentos que se presentan en este trabajo y las ideas que los motivaron, han sido el producto de colaboraciones con diferentes Instituciones y personas.

En particular, quisiera agradecer a la Facultad de Medicina de la UNAM, a la Facultad de Psicología de la misma Institución, a la Universidad Anáhuac, a los Centros de Integración Juvenil, a la Secretaría de Educación Pública, al New York Medical College, al Instituto Nacional para el Estudio de la Conciencia y al CONACYT.

Debo gratitud al Dr. Hector Brust Carmona, al Dr. Roberto Prado Alcalá, al Dr. Edwin Roy John y al Dr. Karl Pribram.

Especialmente quiero agradecer a mi maestro el Dr. Alberto Guevara Rojas quien me ha enseñado a ser un mejor ser humano.

INTRODUCCION.*

Dilucidar los correlativos electrofisiológicos de la comunicación humana es una meta demasiado ambiciosa y este trabajo no pretende ser sino una muy modesta introducción en este campo.

En la literatura neurofisiológica, no conozco la existencia de antecedentes experimentales en este tema, aunque el interés por comprender la comunicación es tan antiguo como el hombre mismo.

Posiblemente fué Aristóteles en su retórica, el primero en plantear tres componentes fundamentales del proceso; el orador, el discurso y el auditorio. Esta idea no ha sido desechada pero sí modificada.

En 1949, Shannon C. y Weaver W., propusieron un modelo para la comunicación electrónica, que resultó descriptiva para la comunicación humana; en este modelo compatible con el de Aristóteles, se postulan cinco componentes: una fuente, un transmisor, una señal, un receptor y un destino.

Otros modelos se han desarrollado desde entonces por autores como Schramm (1954) cuyas diferencias básicas son; la terminología que utilizan, el número de elementos que sugieren y la interpretación que dan de los mismos.

David K. Berlo (1971), presenta un esquema que incluye parte de los anteriores, y los armoniza con las teorías y las investigaciones de los científicos de la conducta. Los componentes que propone son: una fuente, un codificador, un mensaje, un canal, un decodificador y un receptor.

*Parte de esta sección fué publicada en forma de artículo. Ver bibliografía.

En este diseño la fuente es el objetivo, el deseo o la necesidad de comunicar, el codificador es un elemento agregado para disponer las ideas tomadas de la fuente y convertirlas en forma de mensaje que a través de un canal llega a un receptor no sin antes haber sido tomadas por el segundo de los elementos agregados, o sea, el decodificador, para convertirlo en una forma utilizable por él.

El proceso de comunicación tiene diferentes niveles de complejidad aunque en todos ellos se puede observar la presencia de una fuente o transmisor de la información, un canal a través del cual cursa ésta y un receptor que la decodifica y utiliza.

Existen varios niveles de comunicación. Un nivel elemental de comunicación es la interacción entre dos células neuronales.

La célula que se activa por la excitación que recibe, transfiere esta excitación, como despolarizaciones de su membrana, a su axón. De aquí surge el mensaje que se transmite a través del canal axónico hasta llegar al receptor que lo recibe a través de los contactos sinápticos.

Un nivel más complejo de comunicación en el cual, sin embargo, se siguen observando los mismos procesos es la verbalización de un mensaje entre dos seres humanos.

Aquí, el transmisor activa sonidos, los que son transmitidos al receptor a través de los cambios en la presión de la atmósfera (el canal) y recibidos por el sistema auditivo y cerebral del receptor.

Podemos decir que, en todos los niveles, todo el que se

comunica tiende a buscar la máxima fidelidad y por lo tanto, el menor ruido en su proceso de comunicación. Un codificador de alta fidelidad, es aquél que expresa en forma perfecta el significado de la fuente y un decodificador de alta fidelidad es aquél que interpreta el mensaje con precisión absoluta.

Ahora bien, el término canal es utilizado en diversas áreas del conocimiento de maneras muy distintas.

En los ejemplos anteriores un canal era un axón o un medio atmosférico capaz de cambiar sus estados de presión.

Si los canales de comunicación que normalmente se utilizan son manejados adecuadamente estimulan un nivel de comunicación preverbal caracterizada por la detección directa de contenidos complejos manifestados a través de imágenes, sensaciones corporales, pensamientos y emociones compartidas.

A este tipo de comunicación lo he denominado "comunicación directa". (Grinberg-Zylberbaum J. 1978).

Posiblemente un predecesor de este proceso sea la empatía, que se define como una forma sana, limitada y temporal de identificación que permite a una persona sentir en lugar de otra y al mismo tiempo que ella, comprendiendo sus experiencias y sentimientos. (Kolb L., 1976).

En este trabajo se presentarán estudios experimentales acerca de la actividad electrofisiológica del cerebro de sujetos humanos adultos, durante diferentes niveles de comunicación; desde la puramente empática, la verbal y sobre todo la comunicación directa.

Esta tesis está dividida en cuatro grandes capítulos.

El primero de ellos, reporta estudios experimentales an-

tecedentes a las investigaciones de comunicación propiamente dicha. Estos estudios antecedentes muestran que existe una relación directa entre la complejidad de una función, el número y la correlación de elementos neuronales que le dan origen. En otras palabras, señalan una correlación entre complejidad y unificación funcional.

Puesto que los estudios de la electrofisiología de la comunicación, que se presentan en los siguientes dos capítulos, demuestran que la correlación interhemisférica de la actividad electroencefalográfica (EEG) de cerebros individuales está altamente relacionada con la comunicación, los experimentos antecedentes reportados en el primer capítulo no se pueden omitir a pesar de no estar directamente relacionados con el tema de la comunicación porque le sirven de base de sustentación.

Esto es así, porque la base de la comunicación humana es una actividad que involucra altos niveles de unificación y la correlación interhemisférica de la actividad EEG de un cerebro es la mejor medida conocida capaz de reflejar los estados de unificación del mismo.

La diferencia entre el segundo y tercer capítulo es que el segundo reporta experimentos realizados en la "Era pre-computacional" mientras que los del tercero, más recientes y realizados ex-profeso para esta tesis doctoral, presentan estudios en los que se utilizó análisis automático por computadora.

Los estudios, fueron hechos por el autor y sus colaboradores y muestran que existe una relación entre la comunica-

ción y las variaciones individuales de correlación interhemisférica.

El cuarto capítulo está dedicado a las conclusiones derivadas de los estudios.

Todo el trabajo experimental que se comparte aquí, se originó y fué motivado con el objeto de sustentar y probar los postulados de la teoría Sintérgica. Esta teoría no será tratada aquí puesto que ya fué comunicada en otros escritos (Grinberg-Zylberbaum, J., 1978)

La mención de esta teoría obedece al deseo de dejar sentado que los trabajos experimentales que se presentan están basados y forman parte de un cuerpo conceptual.

No se trata de experimentos aislados surgidos simplemente de la casualidad, sino parte de un ambicioso deseo de lograr la verdadera madurez científica; la que supone la creación de una teoría general acerca de la realidad.

En ese contexto debe ser considerado el esfuerzo que se encuentra por detrás de este trabajo y el trabajo mismo.

CAPITULO I
ANTECEDENTES.

INTRODUCCION:

Todo registro de la actividad electrofisiológica del cerebro, es el resultado de un conjunto de correlaciones entre la actividad de sus elementos neuronales.

A su vez, la actividad de uno de estos elementos neuronales o aún los cambios de potencial de un axón también resultan de la correlación sinérgica de la actividad de elementos más simples.

Bastarán algunos ejemplos para ilustrar las consideraciones anteriores.

Cuando, con un microelectrodo, se registran los cambios de la magnitud de un potencial de membrana, lo que realmente está detectando el instrumento de registro es la suma de millones de movimientos iónicos; es decir, el producto temporalmente correlacionado de multitud de procesos elementales.

Cuando por otro lado, un macroelectrodo, de dimensiones, miles de veces superiores al de cualquier neurona, es colocado sobre el cuero cabelludo para registrar la actividad electroencefalográfica humana, lo que registramos es el producto conjugado, y de nuevo temporalmente correlacionado, de una población neuronal gigantesca.

Otro ejemplo de una actividad electrofisiológica que refleja la correlación del funcionamiento de un gran número de elementos son los potenciales provocados. Ya veremos más adelante como, con ellos, se puede demostrar, además de la ley de correlación, otra muy importante que podría ser enunciada

de la siguiente forma:

"TODA ACTIVIDAD ELECTROFISIOLÓGICA, SE ASOCIA CON VARIABLES PSICOLÓGICAS, CUYA SUTILEZA Y COMPLEJIDAD, AUMENTAN CONFORME SE INCREMENTA LA POBLACION NEURONAL Y LA CANTIDAD DE CORRELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS NEURONALES QUE LE DAN ORIGEN".

Así, por ejemplo los componentes tardíos de los potenciales provocados, que resultan de un número mayor de elementos neuronales correlacionados en el tiempo, se asocian con procesos psicológicos más complejos que los primeros componentes de los mismos potenciales provocados.

En las siguientes secciones de este capítulo presentaré alguna evidencia experimental que apoya lo anterior.

A) POTENCIALES PROVOCADOS EN ANIMALES DURANTE EL APRENDIZAJE**

Si las consideraciones anteriores son correctas, podría esperarse que el cerebro de un animal sometido a un proceso de aprendizaje, manifieste una tendencia hacia estados de mayor correlación de su actividad electrofisiológica.

Que lo anterior es cierto, lo demuestra el siguiente experimento realizado en gatos, en la cual se observó una gran similitud en la morfología de potenciales provocados registrados de diferentes estructuras cerebrales en etapas sumadas de condicionamiento.

Se utilizaron un total de 9 gatos adultos, sin consideración de raza o sexo y con un peso corporal que fluctuaba entre 2.500 y 3.500 Kgrs.

Estos animales fueron sometidos a cuatro condiciones experimentales:

- I. En la primera condición se utilizaron cinco sujetos (S), que fueron condicionados a una luz verde (foco de la derecha) (EC), antes de la implantación crónica de electrodos.
- II. En la segunda condición, se utilizaron tres sujetos, en los que la implantación de electrodos se realizó antes de comenzar el entrenamiento conductual ante una luz (EC).

** Parte de esta sección fué publicada en forma de artículo. Ver bibliografía.

III. En la tercera condición, se utilizaron cinco sujetos que previamente implantados y condicionados ante una luz, fueron entrenados conductualmente ante un sonido (EC).

IV. En la cuarta condición se utilizaron ocho sujetos, que fueron sometidos a diferentes manipulaciones de comparación (controles).

Como se aprecia por el número total de gatos, varios de ellos fueron sometidos a cuando menos dos condiciones.

En todos los casos, el entrenamiento conductual se realizó en una cámara de reflejos semisilente, amortiguada para vibraciones mecánicas y electromagnéticamente aislada (cámara de Faraday).

En ésta cámara, los animales fueron enseñados a permanecer totalmente inmóviles sobre una plataforma, esperando la presentación del EC, luz o sonido.

Cuando el EC aparecía, el animal debía salir de la plataforma, tocar un bebedero, beber leche o regresar a la plataforma.

Además del entrenamiento positivo ante la luz verde y ante el sonido, los animales fueron sometidos a las siguientes condiciones:

I. A los animales condicionados a la luz verde les era extinguida su respuesta aplicando el EC sin reforzamiento hasta que dejaran de responder.

II. Los animales con respuesta positiva ante la luz verde (EC) extinguida se volvían a condicionar ante el mismo EC.

III. Al animal con respuesta positiva ante sonido le era extinguida su respuesta.

Los animales en la condición 4 (controles) fueron sometidos a las siguientes manipulaciones:

IV. Algunos de los animales condicionados a la luz verde eran sometidos a una situación de estimulación que consistía en la aplicación de luz verde durante 1 seg, seguida a los 500 msec de su iniciación por un sonido de 1 seg de duración.

Este patrón luz-sonido nunca fué reforzado. Esta situación fué denominada de inhibición condicionada IC.

V. A algunos animales condicionados a la luz verde, les eran presentados sonidos aislados sin reforzar. La presentación de los mismos era al azar.

VI. Un sujeto condicionado a la luz verde fué sometido a la estimulación con una luz roja (Foco de la izquierda) utilizando exactamente los mismos parámetros; sin embargo, esta aplicación de luz no era reforzada.

VII. Un sujeto condicionado a luz verde fue paralizado inyectándole intraperitonealmente una dosis de sustancia bloqueadora de la transmisión neuromuscular (flaxedil) y en esta condición se le aplicó el EC.

VIII. Un sujeto condicionado al sonido fue paralizado inyectándole intraperitonealmente flaxedil y en esta condición se le aplicó éste EC.

IX. En un sujeto condicionado fallecido minutos antes, se registró la actividad eléctrica del núcleo caudado ante la aplicación de la luz verde y del sonido.

X. Un sujeto fué sometido a condicionamiento clásico, utilizando la luz verde como EC y un choque eléctrico noci-ceptivo aplicado a una extremidad, como EI.

RESULTADOS.

Los resultados del experimento fueron los siguientes:

CONDICION I.

Los cinco S sometidos ante el entrenamiento conductual ante la luz verde (EC), antes de ser implantados, adquirieron la respuesta condicionada en forma rápida, de tal forma que en la tercera sesión de entrenamiento (todos ellos) sobrepasaban el 80% de respuestas correctas. Los niveles de adquisición alcanzados fueron muy semejantes en todos estos animales, como puede observarse en la fig. 1.A1 en donde se representa la desviación estándar obtenida en cada sesión de entrenamiento.

Después que los animales permanecían un mínimo de 10 sesiones consecutivas sobrepasando el 90% de aciertos conductuales, se les sometía a la implantación crónica de electrodos. Después, ya recuperados del trauma quirúrgico se efectuaba el primer registro electrofisiológico. Durante esta primera sesión de registro, se observó que los S manifestaban una conducta exploratoria relacionada con la presencia de los cables de registro; a pesar de este estímulo distractor todos los sujetos sobrepasaron el 90% de respuestas condicionadas correctas.

El registro monopolar en el NC y en el tálamo mostró la aparición de un potencial bifásico y en ocasiones trifásico de polaridad negativa para la primera deflexión, positiva para la segunda y negativa para la tercera (cuando ésta aparecía). La latencia de este potencial fué de 80 msec en promedio, aunque variaba en proporción inversa a la intensidad

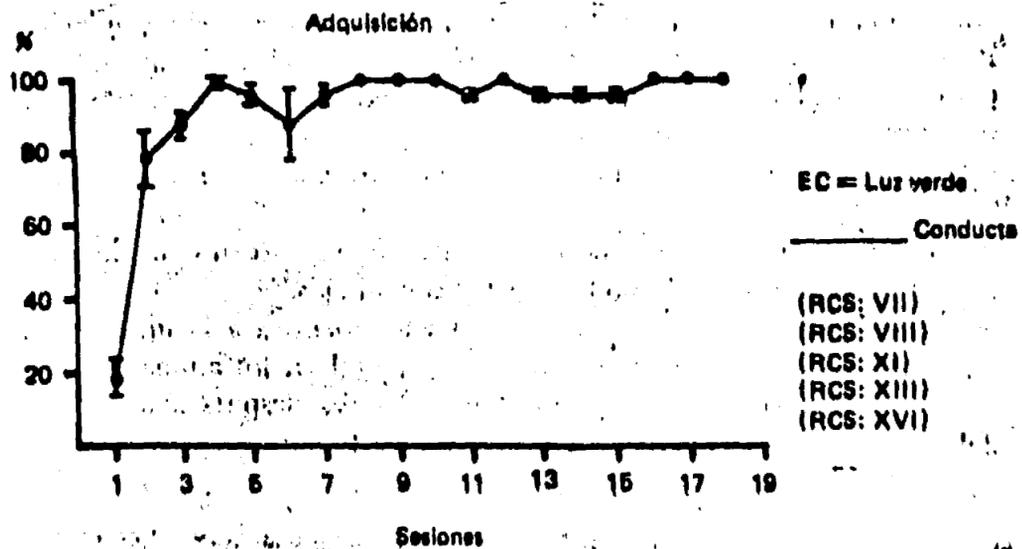


FIGURA 1. A1 Gráfica que ilustra la adquisición de la respuesta condicionada instrumental. En las ordenadas se representa el porcentaje de respuestas correctas; en las abscisas el número de sesiones. Cada punto representa el promedio obtenido en 5 animales y la línea vertical la desviación estándar. (Estas indicaciones se mantienen para todas las gráficas similares.)

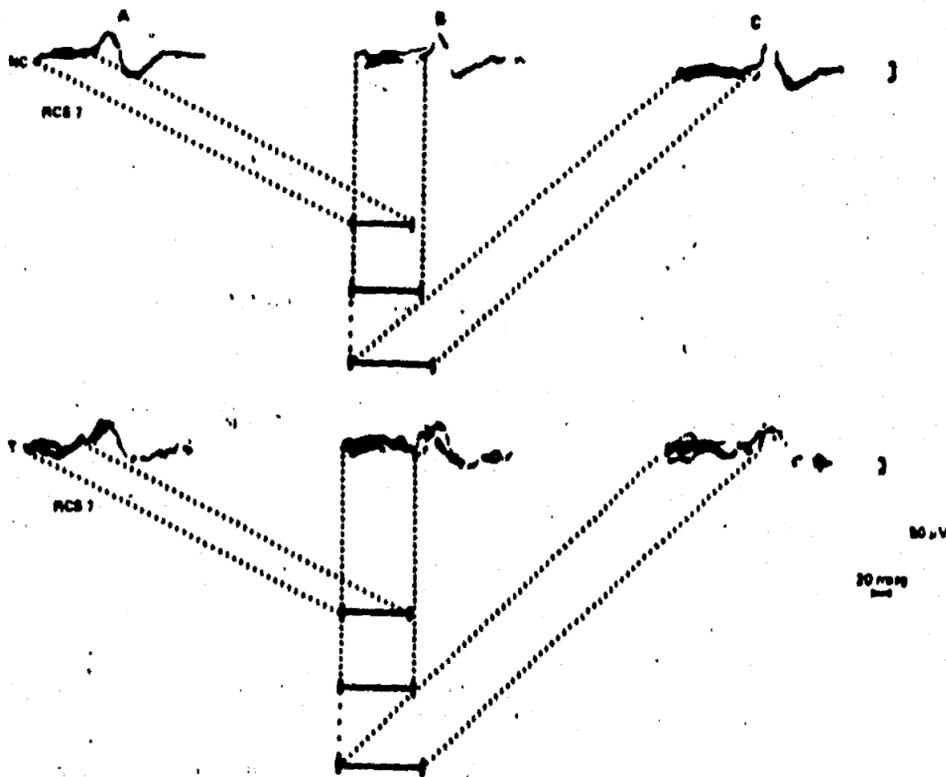


FIGURA 1. A2 La latencia del potencial registrado en el núcleo caudado y en el tálamo va siendo mayor conforme disminuye la intensidad del estímulo luminoso. Al mismo tiempo, la magnitud de los potenciales no sufre cambio. En A la intensidad fue de 3.5 bujía-pies; en B, de 2.5 bujía-pies, y en C, de 1.5 bujía-pies.

del estímulo como puede observarse en la fig 1.A2. En esta figura se muestran los potenciales provocados por estímulos luminosos de diferente magnitud, observándose cómo la latencia aumenta conforme disminuye la intensidad del estímulo luminoso. Es interesante hacer notar que la magnitud de los potenciales provocados no variaba en esta misma situación de disminución en la intensidad de los estímulos condicionantes.

En cambio, la magnitud de los potenciales variaba, dependiendo de la etapa de entrenamiento conductual en la que encontraban los animales; así, durante la etapa de mantenimiento de la respuesta condicionada, la aparición y la magnitud de estos potenciales permanecía relativamente estable mientras que consecutivamente a la supresión de la aplicación del reforzamiento (extinción), los potenciales disminuían de magnitud y su aparición se hacía inconstante hasta que en la mayoría de los casos llegaban a desaparecer. Durante la etapa de recondicionamiento, las respuestas conductuales correctas y las respuestas eléctricas aumentaron en tal forma que desde la primera sesión de recondicionamiento, el porcentaje conductual y eléctrico fué de 80%. En la fig. 1.A3 se muestran estos cambios de amplitud en los potenciales durante la etapa de mantenimiento, extinción y recondicionamiento de la respuesta condicionada. Estas variaciones de la magnitud del potencial se correlacionaron directamente con la respuesta conductual en forma muy precisa, como puede observarse en la fig. 1.A4 donde se aprecia que al disminuir el número de respuestas correctas, disminuye también la constancia y la magnitud de los potenciales, en relación con la supresión del

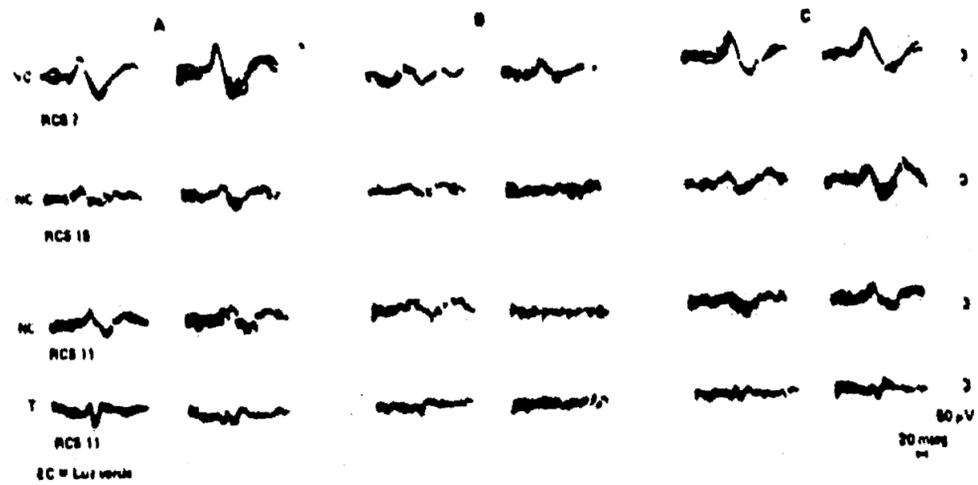


FIGURA 1.A3 La columna A ilustra los potenciales provocados por el EC registrados en el núcleo caudado (NC) de tres gatos y en el núcleo centromediano talámico de uno de ellos durante la etapa del mantenimiento del condicionamiento. En B dichos potenciales disminuyen o desaparecen durante la extinción y en C reaparecen concomitantemente a la reinstalación del reforzamiento. En esta y las figuras similares, cada trazo representa la suma fotográfica de 5 barridos del osciloscopio.

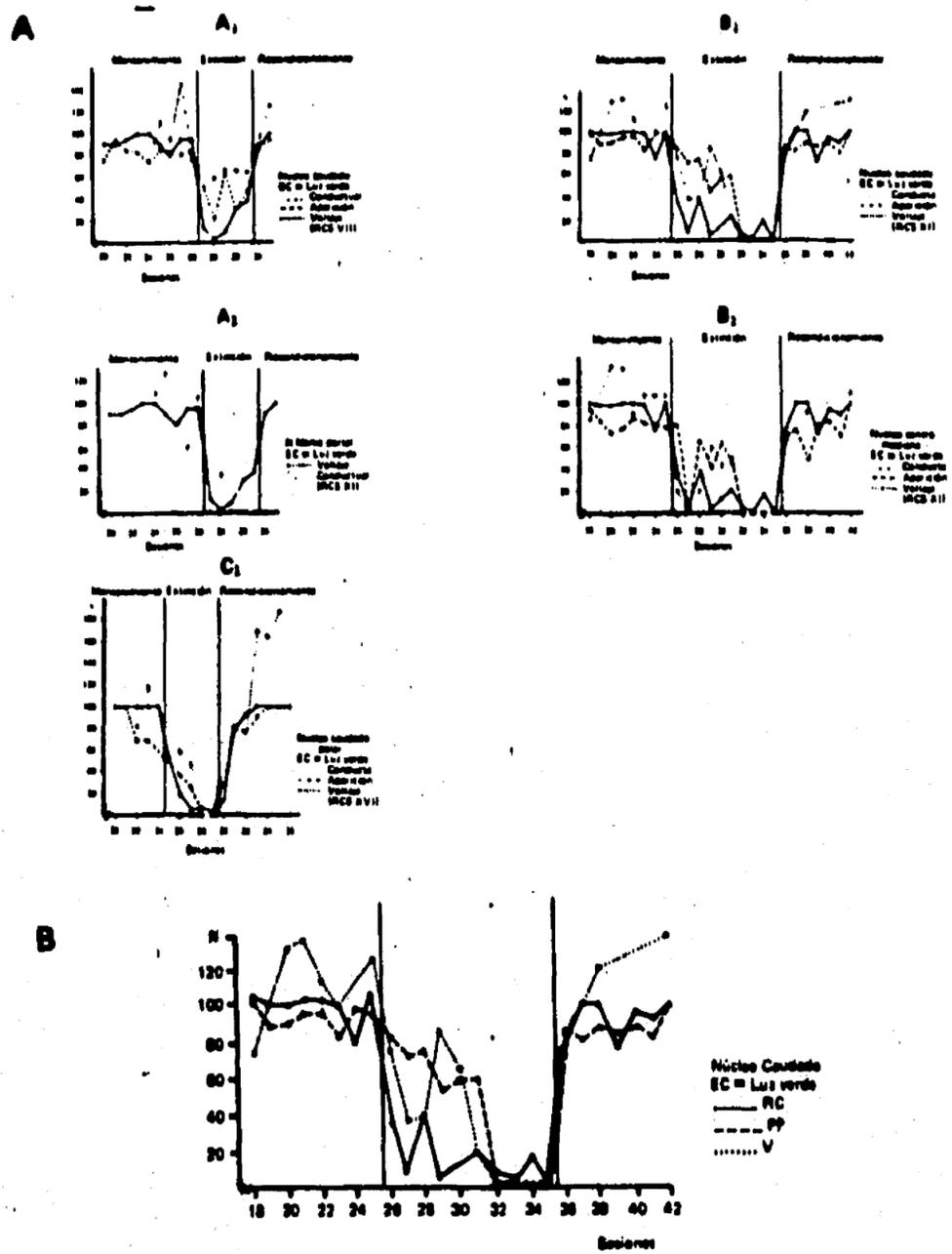


FIGURA 1.A4. Gráficas que representan la variación en el porcentaje de respuestas conductuales correctas (línea continua); la aparición del potencial provocado en el núcleo caudado en A1, B1 y C1 y en el tálamo A2 y B2 (línea discontinua) y su volaje (línea punteada) durante el mantenimiento, la extinción y la readquisición de una respuesta condicionada instrumental.

reforzamiento, para volver a aumentar después de unas cuantas aplicaciones de éste. Lo descrito se observó en todos los casos y estructuras en las que se registró, a excepción de un caso en el cual no se observó la recuperación de un potencial registrado en el núcleo medio dorsal talámico durante el periodo de recondicionamiento.

Las variaciones porcentuales de la conducta, de la aparición y del voltaje del potencial registrado en el núcleo caudado obtenidas durante el mantenimiento, la extinción y el recondicionamiento fueron comparadas entre sí, sometiéndolas a un análisis de varianza, utilizando un método de Diseño de Bloques al Azar. Se encontraron cambios significativos con una probabilidad asociada de ocurrencia por azar menor de 0.005 para los cambios conductuales y de aparición del potencial y de 0.025 para la variación del voltaje, entre el mantenimiento y la extinción y entre ésta y el recondicionamiento.

Además, se investigó el grado de correlación (Coeficiente de Spearman de Correlaciones de rangos r_s) entre la conducta y la aparición del potencial, y se encontró que fluctuaba entre $r_s = 0.74$ y $r_s = 0.97$ siendo en todos los casos significativo estadísticamente con una probabilidad asociada de incidencia por azar menor de 0.001.

CONDICION II.

Los tres S con electrodos implantados previamente a la iniciación del condicionamiento, en comparación a los animales sometidos a la condición I no presentaron diferencias apreciables en la adquisición de la respuesta condicionada conductual.

Esto se puede apreciar si se compara la gráfica de adquisición conductual de estos animales (fig.1.A5) con la de los animales sometidos condición I (fig 1.A1). Esta semejanza en los niveles de adquisición de los dos grupos indica que los sujetos que los formaron pertenecen a la misma población.

En estos animales fué posible realizar un estudio de la relación entre la conducta y la actividad eléctrica a partir de la primera sesión de condicionamiento. Se observó que a medida que adquirían la conducta condicionada, aparecían tanto en el núcleo caudado como en el tálamo potenciales idénticos a los registrados en los gatos sometidos a la condición I.

Durante la etapa de adquisición, estos potenciales aumentaron en su constancia de aparición, aunque este aumento fué más gradual que el de las respuestas conductuales acertadas. Estos resultados se ilustran en la fig. 1.A6 en la cual se hallan consignados los resultados obtenidos en un sujeto con registros en el núcleo caudado y en el tálamo.

En estos S también se observó que durante la extinción de la respuesta condicionada tanto la magnitud como la constancia de los potenciales disminuyen considerablemente.

El análisis de correlación entre la conducta aprendida y

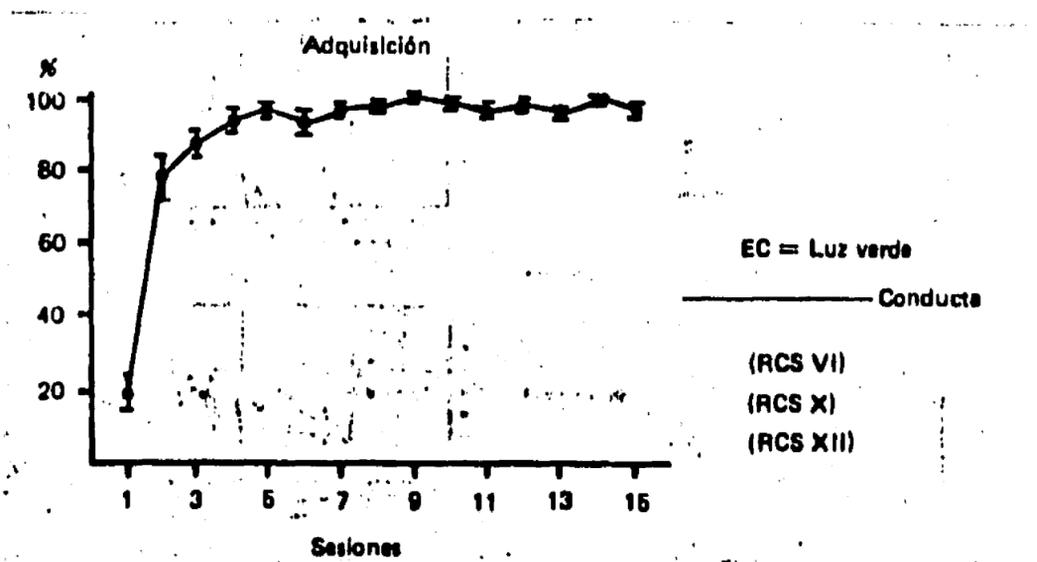


FIGURA 1.A5 Gráfica que muestra la adquisición de la respuesta condicionada instrumental en 3 S, con electrodos implantados previamente al aprendizaje en el núcleo caudado y en el tálamo. En las ordenadas se representa el porcentaje de respuestas correctas, en las abscisas el número de sesiones. Cada punto representa el promedio de tres animales con su desviación estándar (línea vertical). Obsérvese la similitud de esta gráfica con la fig. 1.A1.

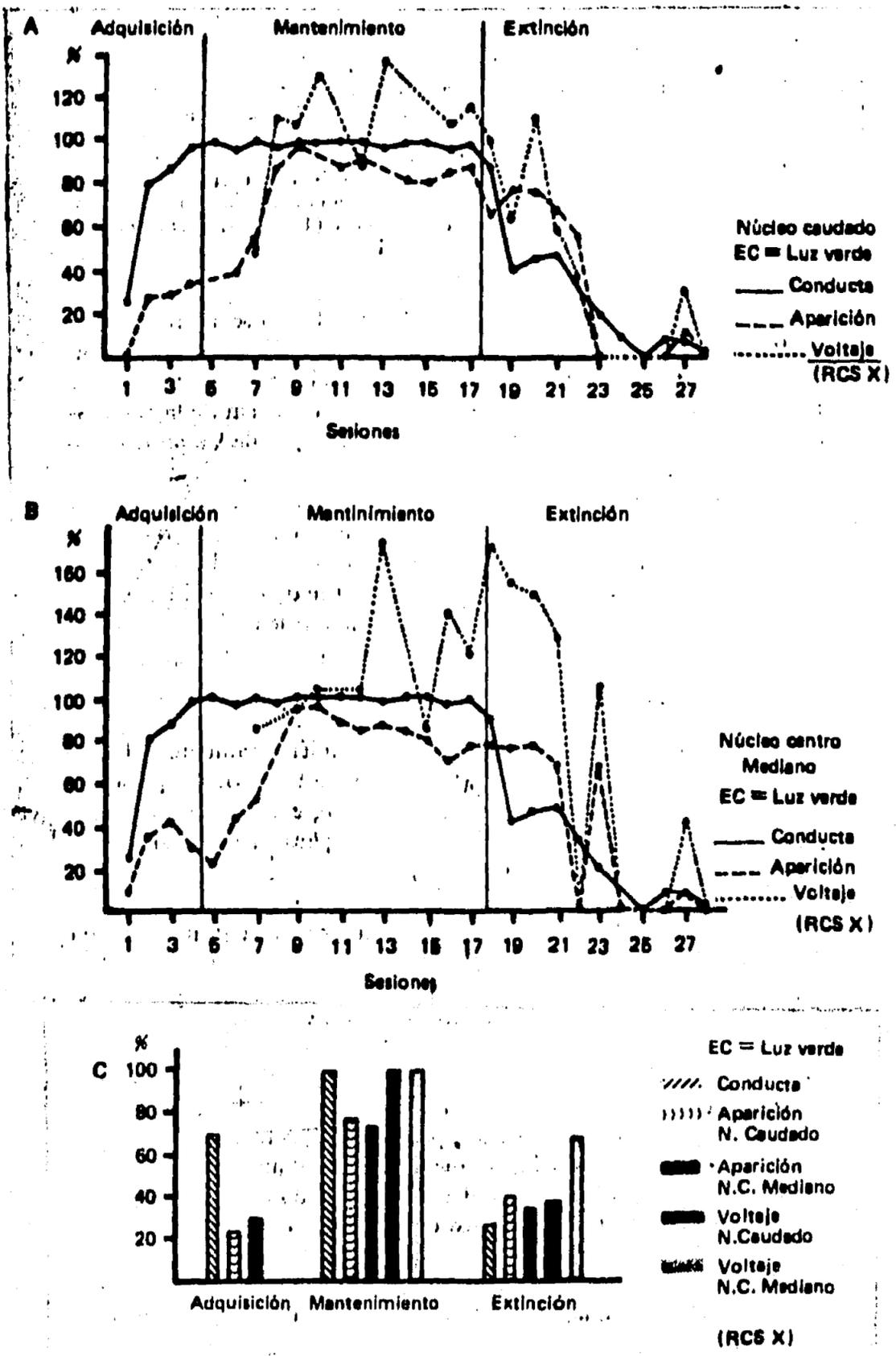


FIGURA 1. A6(A, B Y C). Gráficas que ilustran el aumento progresivo de las respuestas conductuales correctas (línea continua), de la aparición del potencial provocado registrado en el núcleo caudado A y en el tálamo B (línea discontinua) así como su voltaje (línea punteada) durante la adquisición de la RC. Los niveles alcanzados se mantienen más o menos constantes durante el mantenimiento de la RC para disminuir durante la extinción. Las columnas en C representan el promedio de las mismas variables de todas las sesiones durante la adquisición (4 sesiones), mantenimiento (19) y extinción (11).

la aparición de los potenciales mostró un valor de $r_s = 0.82$ con una probabilidad asociada de aparición por azar menor de 0.001, además, la correlación entre la conducta y el voltaje de los potenciales fué de $r_s = 0.74$ con una probabilidad asociada de aparición por azar menor de 0.001.

CONDICION III.

Los cinco S sometidos a la condición III también permitieron el análisis de la relación entre la conducta y la actividad eléctrica a partir de la primera sesión de entrenamiento. Sin embargo, en este caso se utilizó como EC un sonido; además este grupo de sujetos ya había sido condicionado a la luz verde.

Los resultados obtenidos mostraron que en promedio el nivel de respuestas conductuales acertadas de estos sujetos en la primera sesión de entrenamiento fué cercano al 45% en comparación al 20% obtenido en los gatos estudiados en las condiciones I y II. Por otro lado, se observó que la rapidez de adquisición de la respuesta condicionada varió de gato a gato. En la fig. 1.A7 se observan estos resultados.

Los registros osciloscópicos de la actividad eléctrica del núcleo caudado de este grupo de datos mostraron la aparición de un potencial con una latencia promedio de 25 mseg el que en los registros monopolares aparecía como una respuesta bifásica negativa-positiva y en ocasiones como trifásica negativa-positiva-negativa.

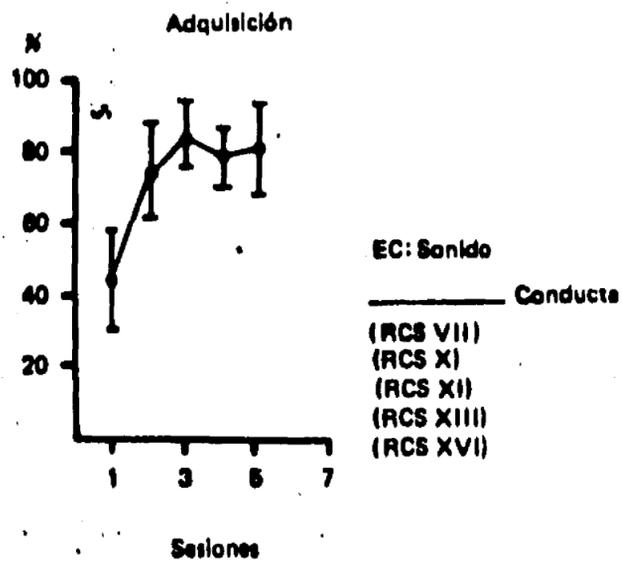


FIGURA 1. A7 Gráfica que muestra la adquisición de la respuesta condicionada instrumental ante un segundo EC, (sonido). Las ordenadas muestran el porcentaje de respuestas correctas y en las abscisas el número de sesiones. En la primera sesión se observa un 45%, lo que indica la "generalización del condicionamiento" o "transferencia del aprendizaje". Los puntos son el promedio de 5 S, y la línea vertical su desviación estándar.

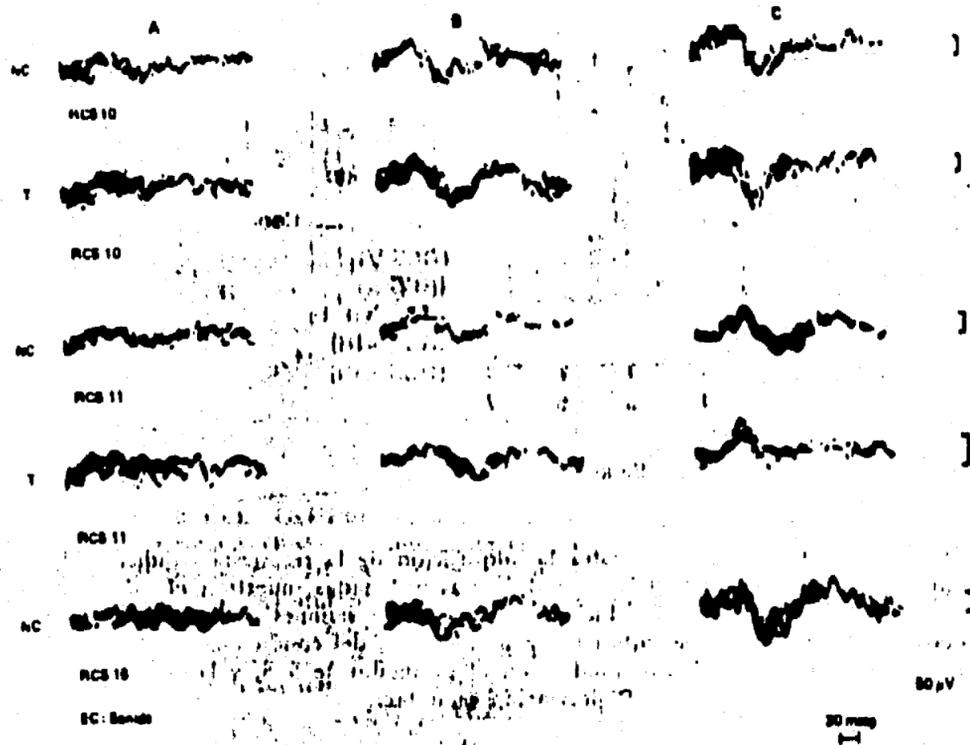


FIGURA 1. A8 Ilustra el potencial provocado por el sonido (EC) registrado en el núcleo caudado (3S), y en el tálamo (2S) durante la primera (A), la segunda (B) y la tercera (C) sesión de condicionamiento.

Conforme se repetían las asociaciones soni-do-respuesta-leche, dicho potencial aumentó de magnitud haciéndose muy evidente a partir de la segunda sesión de condicionamiento, como puede verse en la fig. 1.AB. La relación de voltaje de este potencial con la adquisición de la respuesta condicionada fué sumamente estrecha, de modo que el análisis de correlación mostró que estas variables se correlacionan con un índice que fluctúa entre $r_s = 0.98$ y $r_s = 0.99$ en los diferentes animales, con una probabilidad asociada de aparición por azar menor de 0.001. De la misma manera, la correlación de la conducta con la aparición del potencial fluctuó entre $r_s = 0.94$ y $r_s = 0.99$ en los diferentes animales, con una probabilidad asociada de ocurrencia por azar menor de 0.001.

En todos los casos en los que se registró simultáneamente actividad eléctrica del núcleo caudado y del núcleo centro mediano talámico se notó una gran correspondencia tanto en lo que se refiere a la constancia de los potenciales registrados de ambas estructuras, como a su voltaje. En dos S pertenecientes a la condición I se calculó el índice de correlación entre la aparición de los potenciales en las dos estructuras obteniendo un valor de $r_s = 0.85$ con una probabilidad asociada de aparición por azar menor de 0.001, y entre el voltaje de los potenciales en las dos estructuras de $r_s = 0.97$ con una probabilidad asociada de ocurrencia por azar menor de 0.001. Esta observación apoya la hipótesis de una mayor correlación de la actividad electrofisiológica correlativa con un incremento de la complejidad de la función considerada.

CONDICION IV.

En esta condición se incluyen todos los S en los que se efectuaron manipulaciones de control.

En primer lugar se utilizó un gato, con el objeto de investigar hasta dónde los movimientos musculares afectaban la presencia los potenciales y si estos se presentaban en ausencia de toda actividad muscular. Para ello el S fué entrenado utilizando como EC la luz y también el sonido. Después de varias asociaciones los potenciales aparecían con claridad. Obtenida esta respuesta el animal fué paralizado por la aplicación intraperitoneal de una dosis de un bloqueador de la transmisión neuromuscular (flaxedil). La parálisis fue completa, a excepción de los movimientos respiratorios. En esta situación, el gato fué introducido a la cámara de condicionamiento y colocado a la misma distancia del bebedero en el que permanecía durante el entrenamiento conductual. Al serle aplicados los EC se observó la aparición del potencial idéntico al registrado durante el entrenamiento.

En otra ocasión en este mismo animal, al ser repetido el procedimiento de paralización muscular y estando colocado dentro de la cámara a prueba de ruido, tuvo un paro respiratorio a consecuencia de lo cual falleció. En esta situación el potencial que se registraba desapareció completamente.

Con objeto de repetir la condición de obtención de registros eléctricos de núcleo caudado en ausencia de movimientos, se entrenaron tres gatos más utilizando la técnica de inhibición condicionada. Para ello, los animales fueron previamente entrenados a la luz verde de la manera más usual.

Cuando estos animales habían adquirido la respuesta condicionada ante la luz, les fué aplicado un patrón de estimulación consistente en la misma luz seguida después de 500 mseg, por la aparición de un sonido. Este patrón luz-sonido nunca era reforzado. Los S tenían que aprender a no responder ante la luz cuando ésta era seguida del sonido, y a responder ante ella si su aplicación era aislada. Nótese que tanto cuando los S salieran (luz-refuerzo) como cuando no debieran salir (luz-sonido-no refuerzo) los S debían permanecer por lo menos 500 mseg en la plataforma, inhibiendo la respuesta motora esperando la falta o la presencia del segundo estímulo (sonido) que le "indicaría" la respuesta adaptativa correcta.

En todos los sujetos, la adquisición de la inhibición condicionada fué lenta y gradual, sin embargo, cuando ésta era adquirida, los S permanecían en la plataforma mucho más tiempo sin moverse (de uno a dos segundos) que los 500 mseg "críticos".

En todos los casos estudiados se registraron potenciales provocados aun cuando el animal no se movía. Se realizó un análisis de correlación utilizando el mismo método que fué utilizado con los S de las condiciones I, II, y III, es decir, correlacionando la magnitud de los potenciales con los aciertos conductuales. Se encontró que entre la conducta y la aparición de los potenciales hay un valor de correlación negativo que fluctúa entre $r_s = -0.11$ y $r_s = -0.16$ siendo no significativo estadísticamente. Además, entre la conducta y el voltaje de los potenciales, el valor de la correlación también fué negativo y fluctuaba entre $r_s = -0.49$ y $r_s =$

0.68 siendo estos valores no significativos estadísticamente.

En un gato sometido al entrenamiento de la inhibición condicionada se realizó un análisis de la actividad eléctrica con el objeto de ver si ésta variaba dependiendo de si el animal incurría en aciertos o errores. Se observó que cuando el animal lograba un acierto ante el patrón de inhibición condicionada (permanecía en la plataforma) aparecía el potencial ante la luz así como también el potencial ante el sonido, en cambio, cuando el gato cometía un error (salía al bebedero) solamente aparecía el potencial ante la luz. Estos resultados se pueden apreciar en la fig. 1.A9.

Además de estudiar la relación conducta-actividad eléctrica durante la inhibición condicionada, se observó que la repetición monótona (sin reforzamiento) de un estímulo provocaba que los potenciales registrados en el núcleo caudado y en el tálamo disminuyeran rápidamente. En la fig. 1.A10 se observa que ante las dos primeras aplicaciones de un sonido aislado aparecen potenciales provocados tanto en el tálamo como en el núcleo caudado y a partir de la tercera aplicación, desaparecen. La relación estrecha entre la conducta condicionada instrumental y los potenciales provocados en el núcleo caudado se observó también en el sujeto que fué sometido a un procedimiento de condicionamiento clásico (véase método). En este gato, a medida que se aplicaban las asociaciones EC-EI, se observó un aumento en la magnitud y en la constancia de un potencial idéntico al registrado en las situaciones de condicionamiento.

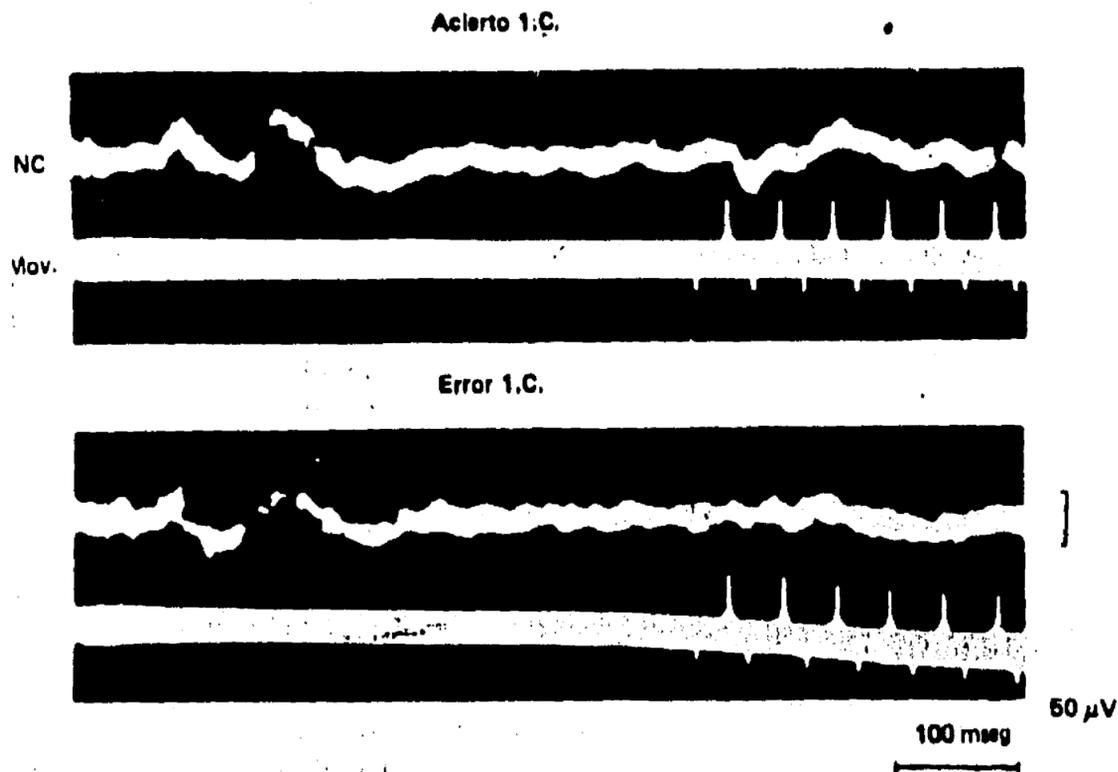


FIGURA 1 .A9 Registros simultáneos de la actividad eléctrica del núcleo caudado (NC) y de las variaciones de voltaje de la celda fotoeléctrica provocados por el movimiento del gato al ir de la plataforma al bebedero (Mov.), y la aplicación del sonido (líneas verticales en Mov.). En el trazo superior se muestran 5 superposiciones osciloscópicas durante la conducta acertada en la etapa de adquisición de la inhibición condicionada. En el trazo inferior, el registro en las mismas circunstancias durante la conducta catalogada como error (salir de la plataforma) en la inhibición condicionada. (Las líneas verticales en Mov. están retocadas en beneficio de la claridad.)

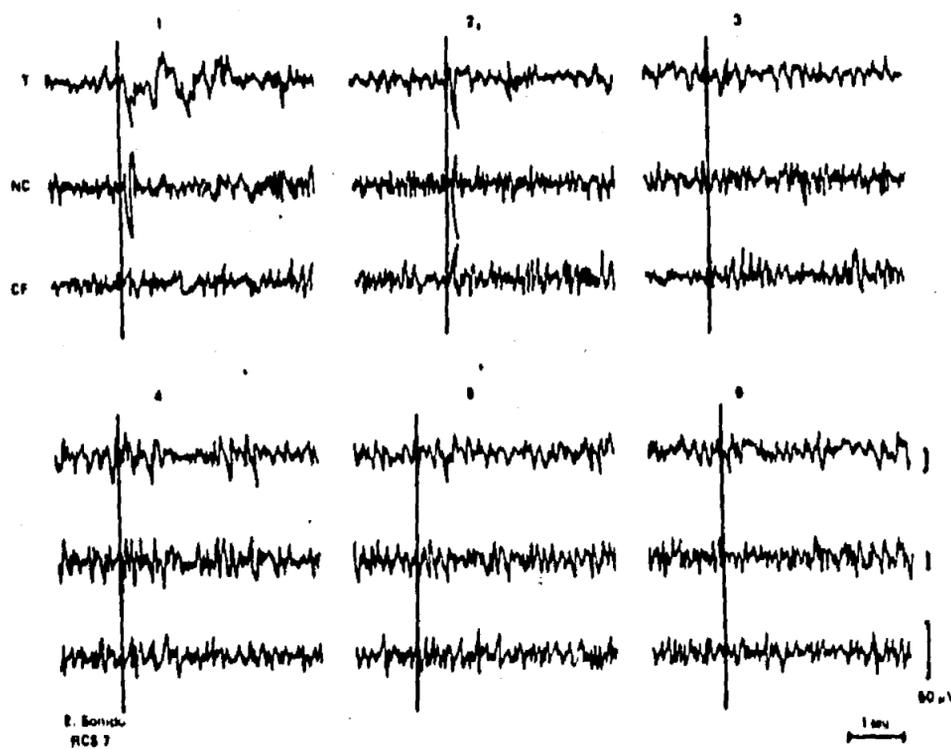


FIGURA 1 .A10 Se ilustra la aparición de un potencial en el núcleo caudado, en el tálamo y en la corteza frontal, por la aplicación de los dos primeros estímulos sonoros no reforzados. A partir de la tercera aplicación del sonido, los potenciales desaparecen y se observa una sincronización clara de la actividad "espontánea".

RESULTADOS HISTOLOGICOS.

El análisis de los cortes histológicos muestra que en los 9 S implantados, los electrodos fueron colocados en la cabeza del núcleo caudado. En este sitio fué donde los potenciales provocados por los EC se registraron con mayor claridad. En dos S los electrodos fueron colocados en el núcleo centro mediano, y en un S en el núcleo medio dorsal talámico. En la fig.1. Allí se pueden observar estos resultados.

En la tabla 1 se representan las coordenadas en donde terminaron las puntas de los electrodos implantados en los sujetos más representativos. Estos datos se obtuvieron proyectando el corte histológico correspondiente sobre el atlas estereotáxico para gatos de Jasper y Ajmone-Marsan.

OBSERVACIONES CUALITATIVAS.

En esta sección se describen algunos cambios conductuales difíciles de cuantificar que parecen coincidir con un considerable aumento de la magnitud de los potenciales provocados. Estos cambios conductuales ocurrieron siempre que el animal se enfrentaba a una situación de cambio o de alteración en un esquema de condicionamiento ("incertidumbre").

La primera de estas situaciones sucedió durante la primera sesión de extinción de la luz verde (EC) en dos sujetos. Durante esta sesión, al aparecer el EC la conducta de los sujetos, primero fué de salir de la plataforma hacia el bebedero, sin embargo, después de varias aplicaciones del EC sin reforzamiento, los sujetos manifestaron una conducta de voltear en dirección del foco, de la puerta, del bebedero, daban uno o dos pasos y se detenían, en otras ocasiones, per-

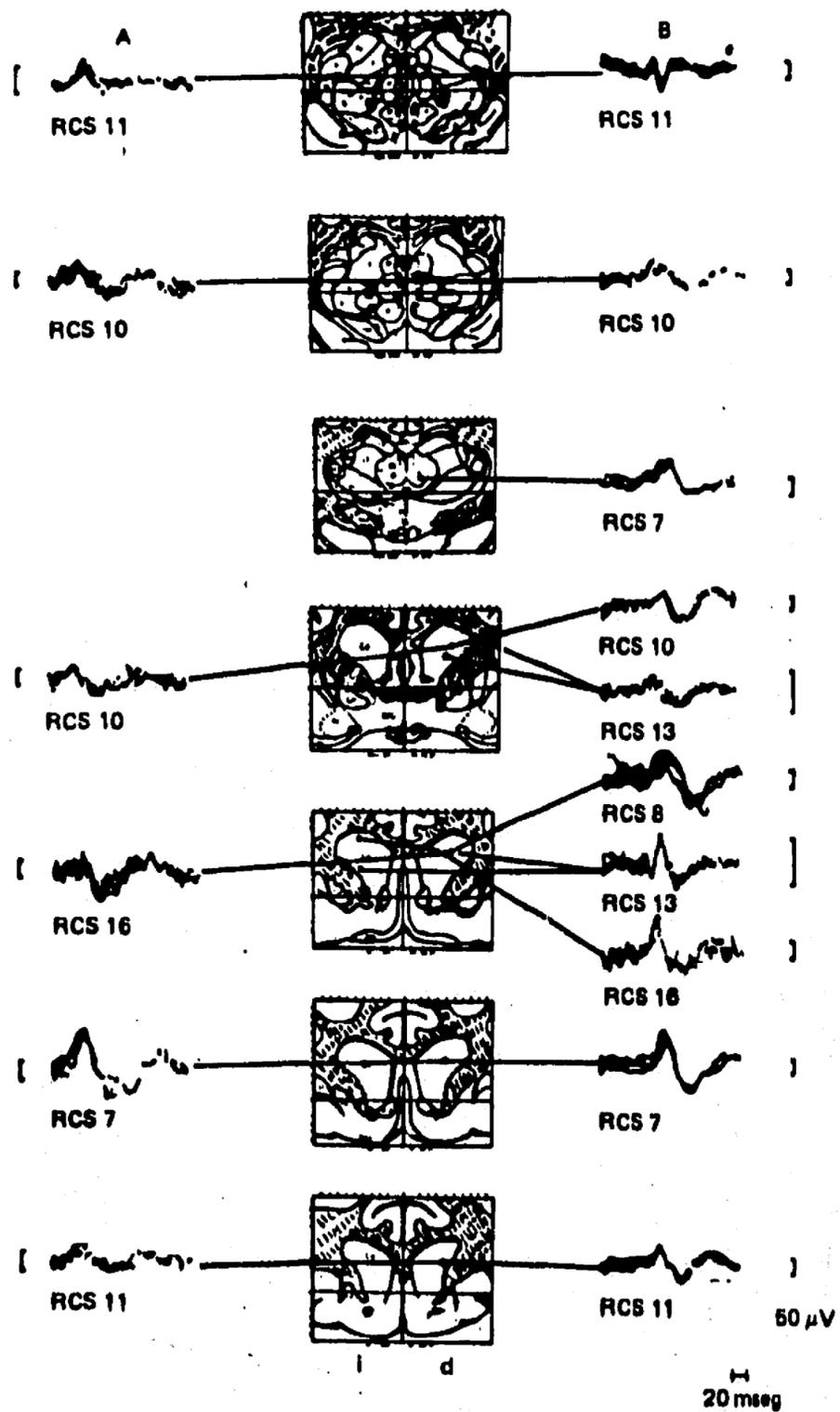


FIGURA 1. A11 Se ilustran las áreas cerebrales (6S) en las que se registraron los potenciales provocados, según los resultados del análisis histológico. A = sonido; B = luz.

Tabla 1. *Ilustra las coordenadas reales de implantación de los electrodos de 6 S obtenidas al proyectar los cortes histológicos sobre el corte transversal correspondiente del atlas estereotáxico (Jasper, H. y Ajmone-Marsan, C.)*

Sujeto	Estructura	Coordenadas		
		Anterior	Lateral	Altura
RCS 7	Núcleo caudado derecho	17.0	5.0	+5.2
	Núcleo mediano dorsal derecho	8.5	5.0	+2.0
RCS 8	Núcleo caudado derecho	16.0	5.5	+5.2
RCS 10	Núcleo caudado derecho	15.0	5.5	+5.5
	Núcleo caudado mediano derecho	7.0	2.5	+2.0
RCS 11	Núcleo caudado derecho	18.5	5.0	+4.0
	Núcleo caudado mediano derecho	6.5	2.0	+2.0
RCS 13	Núcleo caudado derecho	15.0	4.7	+4.2 a +8.2
	Núcleo caudado izquierdo	16.0	5.5	+3.1 a +7.1
RCS 16	Núcleo caudado derecho	16.0	5.0	+5.5

manecían en la plataforma. Los potenciales provocados en esta situación sufrieron un gran aumento en su magnitud. Hacia el final de la sesión, cuando los S permanecieron en la plataforma en presencia del EC, los potenciales empezaban a decrecer rápidamente hasta desaparecer en las subsecuentes presentaciones del EC.

La segunda situación sucedió durante la adquisición de la inhibición condicionada. Cuando el animal empezaba a adquirir la inhibición condicionada se observaron cambios conductuales muy semejantes a los de la situación de extinción; al aparecer la luz, el animal daba unos pasos, se detenía, volteaba en dirección al foco o a la bocina y en ocasiones a la puerta de la cámara. Asociada a esta conducta, la magnitud de los potenciales provocados por la luz y por el patrón luz sonido aumentaban en forma muy evidente. En cambio cuando el sujeto dejaba salir ante el estímulo de inhibición condicionada (adquiría la conducta de inhibición condicionada) los potenciales decrecían en magnitud. En la fig.1.A12 se pueden observar los resultados obtenidos en un gato durante la adquisición de la inhibición condicionada y el resultante aumento en la magnitud de los potenciales provocados por la luz.

La tercera situación ocurrió durante la adquisición de la respuesta condicionada ante el sonido en un gato sometido a la condición III. El entrenamiento conductual en este animal fué sumamente difícil, de tal forma que en las primeras sesiones de entrenamiento, no se logró que el animal saliera por sí mismo de la plataforma hacia el bebedero, sino que al aplicar el sonido lo único que hacía el gato era voltear a

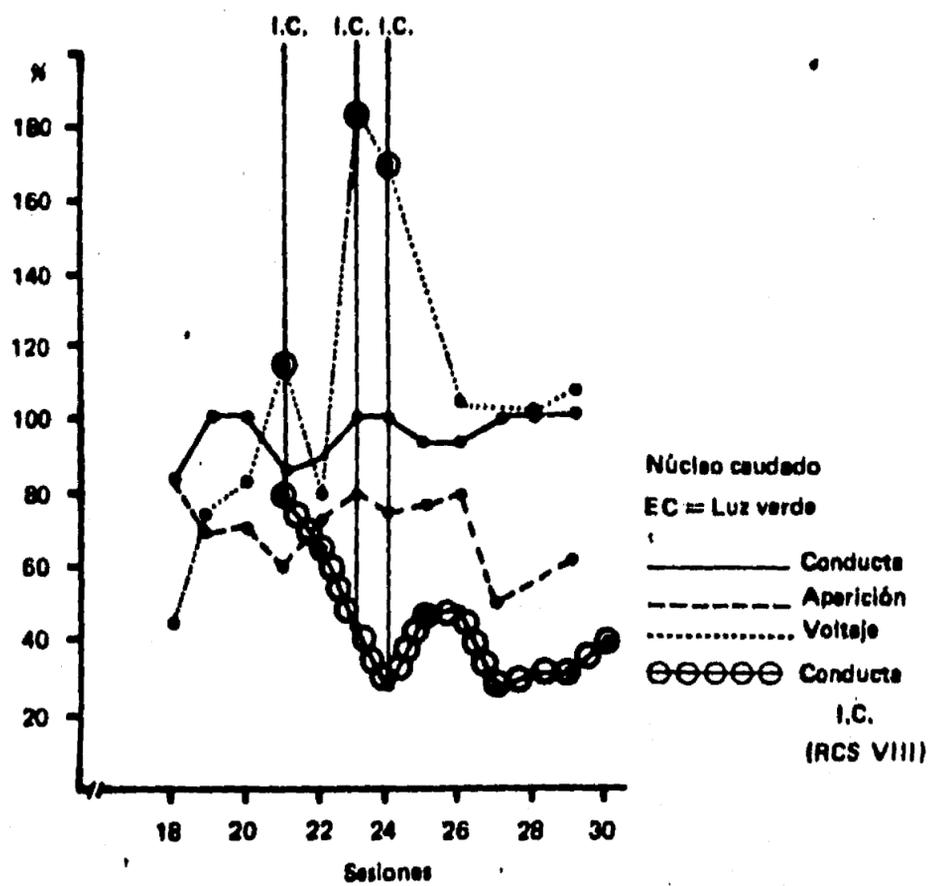


FIGURA 1. A12 Gráfica que ilustra el mantenimiento de la respuesta condicionada ante la luz (línea continua) y la adquisición simultánea de la inhibición condicionada (línea continua con círculos). Nótese que el voltaje de los potenciales provocados por la luz (línea punteada) sufre un aumento considerable durante la iniciación y la adquisición de la inhibición condicionada.

ver el bebedero, sin embargo, esta respuesta era reforzada. En la quinta sesión de entrenamiento se dejó de reforzar la respuesta de voltear y solamente se aplicaba el reforzamiento cuando el animal se dirigía por sí mismo al bebedero. Durante la sesión en la que se hizo la transición de reforzar el salir y no únicamente de voltear, la conducta del sujeto mostró las mismas características que se describieron antes, es decir, el animal volteaba en dirección del bebedero, de la ventana, daba unos pasos, se regresaba, etc., en este caso la magnitud de los potenciales aumentó apreciablemente, como puede observarse en la fig.1.A13.

Los potenciales provocados obtenidos en todas estas situaciones conductuales pueden observarse en la fig.1.A14.

CONCLUSIONES.

La similitud de los potenciales provocados registrados en el Núcleo Caudado, en el Tálamo y en la Corteza Frontal de los animales entrenados está de acuerdo con la hipótesis que presenté al principio de esta sección, es decir que existe un incremento en la correlación de la actividad cerebral durante procesos complejos como el aprendizaje.

Los resultados y conclusiones similares se desprenden de los estudios experimentales del grupo de E. Roy John. (18)

El hecho de que se observara un incremento en la magnitud de los potenciales registrados durante la conducta de "incertidumbre" también está de acuerdo y refuerza la conclusión anterior.

En todo este estudio no ocurrió una condición de complejidad mayor que la que se denominó "incertidumbre". El hecho

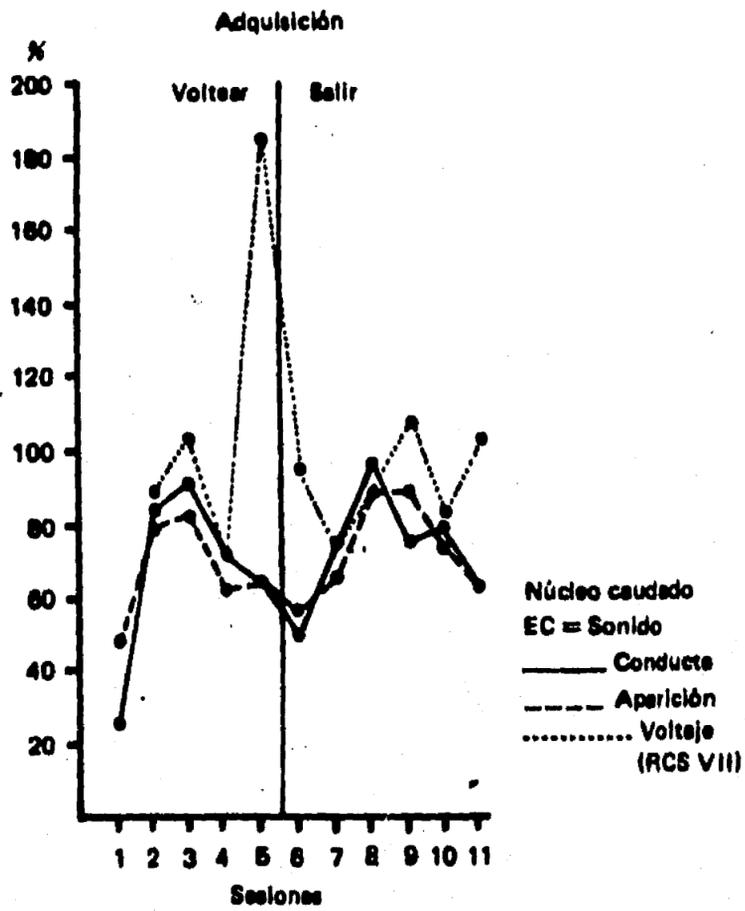


FIGURA 1.A13 Gráfica que ilustra la adquisición de la respuesta condicionada ante el sonido en un S. La adquisición se dividió en dos etapas, en la primera se reforzaba la conducta de voltear hacia el bebedero (sesión 1 a 4), en la segunda se reforzaba la conducta de salir de la plataforma (sesión 6 a 11). En la sesión 5 se hizo la transferencia de la conducta de voltear a salir, observándose un aumento considerable en la magnitud del potencial provocado por el sonido (línea punteada).

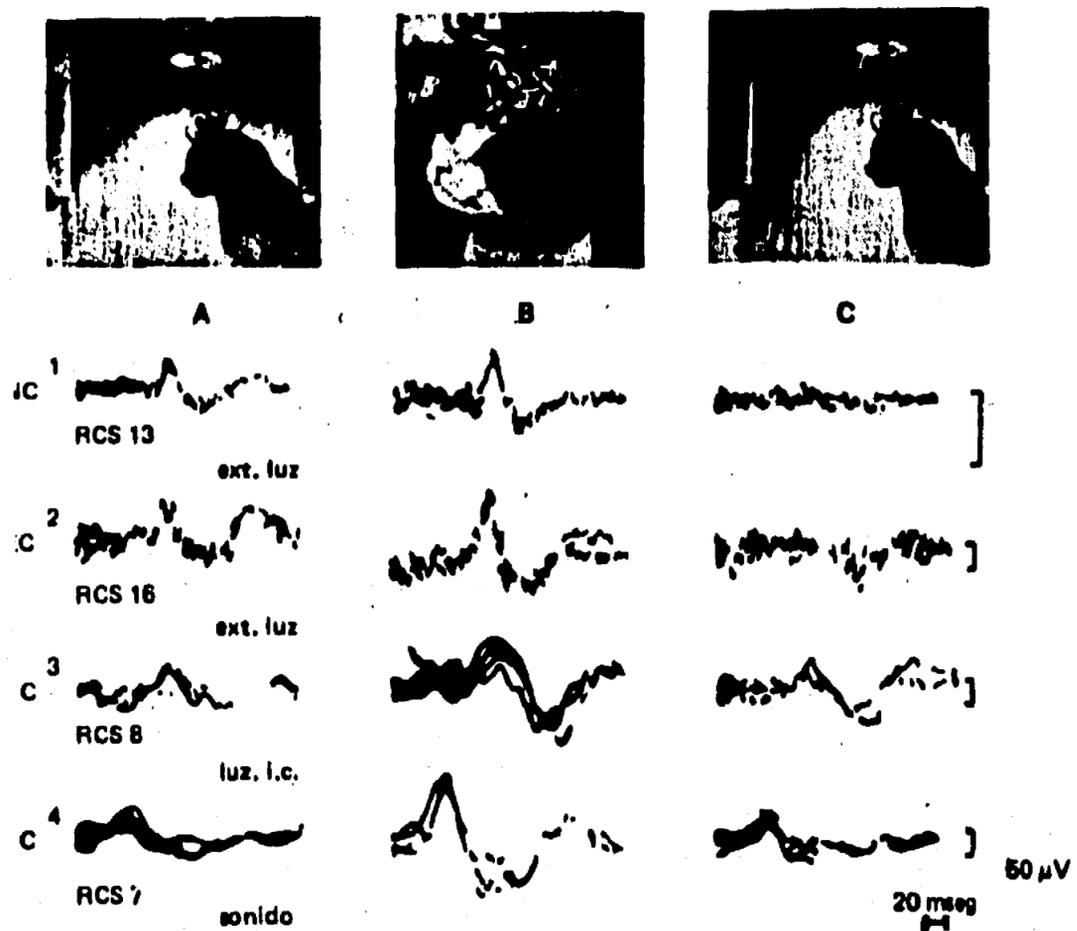


FIGURA 1. A1 y 2 son los potenciales registrados durante la primera sesión de extinción a la luz en dos S; A1 y A2 son los primeros potenciales de la sesión, B1 y B2 son en la porción intermedia de la misma sesión, C1 y C2 los de la última porción de la misma sesión. 3 significa los potenciales registrados durante la etapa de mantenimiento del condicionamiento a la luz. En B3 el S empezó a adquirir la inhibición condicionada y en C3, la adquisición de la IC estaba muy avanzada. 4 son los potenciales registrados durante la adquisición de la respuesta condicionada ante el sonido (EC). A4 corresponde a la etapa de "voltear", B4 es durante la etapa de transición voltear-salir, C4 corresponde a la etapa de salir.
NC = Núcleo caudado. Las fotografías en la parte superior fueron tomadas antes, durante y después de la presentación del EC.

de haber obtenido respuestas electrofisiológicas tan incrementadas y similares (en las estructuras estudiadas) durante ésta conducta tan compleja indica que a medida que una función se vuelve más complicada, aumenta la correlación de los elementos neuronales que la sustentan.

B) POTENCIALES PROVOCADOS Y FORMACION DE CONCEPTOS.***

Los estudios anteriores muestran que en una situación compleja la actividad cerebral incrementa su correlación manifestada por un correspondiente incremento en la similitud de la morfología de los potenciales provocados.

El experimento que presentaré a continuación demuestra indirectamente que existe una relación positiva entre la complejidad de una función y el número de elementos neuronales que intervienen en ella.

La metodología utilizada en este estudio fué el registro de potenciales provocados en humanos en dos diferentes situaciones de distinta complejidad; la percepción geométrica de un estímulo y la asignación de significado conceptual ante él mismo, o las llamadas operaciones "exógenas" o "endógenas" del cerebro. Para comprender las implicaciones de este experimento, es conveniente recordar que los componentes de mayor latencia de los potenciales provocados implican (para su aparición) la activación de mayor número de sinapsis y por ende de más elementos neuronales, que los de menor latencia.

INTRODUCCION.

Es una experiencia común y familiar el que un mismo objeto pueda ser percibido diferentemente dependiendo del humor, el estado de alerta y las experiencias pasadas. Esta es la manera en que el mundo externo es percibido por el cerebro y esto se logra cuando al menos un par de operaciones son

*** Parte de ésta sección fué publicada en forma de artículo. Ver bibliografía.

ejecutadas por él. Primero, a través de una transformación se construye una representación interna compleja, pero fija, del universo externo y de los objetos que forman parte de él. Segundo, es hecho un análisis de ésta representación. Este análisis implica la comparación de la información de entrada con las memorias almacenadas, y la extracción de significado a partir de la representación.

El cerebro tiene una gran capacidad para cambiar sus propias representaciones, de manera que podemos pensar sin caer en una exageración, que el mundo como lo percibimos es solo una descripción. Aún los psicólogos experimentales saben que un cambio de expectancia o disposición pueden tener efectos dramáticos sobre la manera en que un sujeto perciba los objetos que lo rodeen. Quizá el mejor ejemplo de ésta plasticidad sea el experimento hecho por Bruner y Minturn [1] en el que se mostró que el mismo estímulo que es identificado como "13" cuando el sujeto está esperando números, se vuelve "B" cuando espera letras. Desde un punto de vista neurofisiológico, este hallazgo quiere decir que el cerebro tiene la capacidad de cambiar sus propias señales de entrada independientemente de las características físicas de los estímulos que las originan.

Dónde, cuándo y cómo ocurren estas operaciones cerebrales, es aún materia de discusión entre neurofisiólogos contemporáneos. Algunos de ellos sostienen que los cambios son iniciados y hasta ejecutados en las primeras sinapsis de los sistemas aferentes [2]. Otros, menos atrevidos pero más realistas, piensan que las operaciones se llevan a cabo en nive-

les mas centrales [6].

Desafortunadamente, una aproximación fenomenológica no puede iluminar y satisfacer a estos dos estudiosos, porque sus cerebros occidentales, capaces como son de cambiar sus señales de entrada, son completamente incapaces de sentir su propia actividad.

Si no fuera por el desarrollo de técnicas electrofisiológicas que permiten que un observador externo registre y mida las señales específicas que son en sí mismas una manifestación más o menos directa de los procesos de codificación del cerebro, preguntas similares a las planteadas anteriormente permanecerían sin contestación. En este sentido, la técnica de promediación de potenciales provocados (TPPP) ha resultado ser una herramienta excelente para la diferenciación de cambios sutiles en la codificación cerebral, causados por diferencias en la configuración de los estímulos, la historia de aprendizaje de un sujeto y hasta futuras expectativas [3]. Además se ha mostrado que algunos componentes de las morfologías de onda de los potenciales provocados representan operaciones relacionadas específicamente con los procesos de lectura de memoria [4], mientras que otros son manifestaciones de la activación de entrada de sistemas aferentes. Los procesos de lectura son, sin duda, operaciones necesarias relacionadas con la asignación de significado a un estímulo. De manera que, cuando un mismo estímulo es percibido con un significado específico en cierta situación, pero completamente diferente en otras, puede esperarse que sean excitadas diferentes memorias y que estas lecturas de memoria puedan manifestarse como cambios en las morfologías de onda

de los potenciales provocados. Si estos cambios pudieran ser detectados, podían conocerse e identificarse las estructuras cerebrales relacionadas con la extracción y el análisis del significado. Además, sería posible saber el tiempo exacto en que se llevan a cabo los cambios y podría lograrse un mejor entendimiento de la secuencia de procesos cerebrales relacionados con el tiempo, necesarios para identificar y asignar significado a un estímulo.

METODO.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, diseñamos un experimento en el que fueron registrados potenciales provocados de 8 sujetos humanos a los que se presentaba una línea vertical; en algunos casos fué interpretada como el número "uno" y en otros como la letra "I".

Usando el sistema internacional 10-20 de colocación de electrodos, fueron colocados electrodos Grass en localizaciones central, parietal, temporal y occipital y en la derivación frontal anterior derecha (sensor de movimientos oculares). Después de éste procedimiento, los sujetos (seis hombres y dos mujeres, de 5 a 30 años de edad) se sentaban en una silla cómoda localizada en un cuarto silente, en el que eran presentados estímulos de 30 mseg de duración, entre intervalos de 400 mseg.

Primero era presentado un estímulo que era una línea vertical (número uno), seguido por el número dos. Estos estímulos se repitieron 100 veces mientras que un polígrafo Grass de 12 canales y una grabadora Mnemotron de 14 canales regis-

traban los movimientos de los ojos y la actividad EEG. Después de presentados estos números, se presentaba la misma línea vertical (ahora interpretada como la letra 'I') seguida de la letra "K", usando la misma estimulación y aparatos de registro. Es importante enfatizar que el número "uno" y la letra "I" eran presentados usando exactamente el mismo estímulo físico: una línea vertical. El hecho de que los sujetos interpretaran este estímulo como un número o como una letra, se debió a las instrucciones verbales que se les daban y al contexto en el que aparecían. Las morfologías de onda de los potenciales fueron promediadas usando una computadora PDP-12 y se calculó la diferencia entre las ondas, la prueba "t" y los coeficientes de correlación entre los potenciales provocados ante el número "uno" y la letra "I".

Se encontró que el 75% de los sujetos mostraban diferencias estadísticamente significativas (al nivel $p < 0.01$) entre los potenciales provocados registrados del lóbulo parietal (Pz, P4 y P3), 37% del lóbulo temporal (T4, T5 y T6) y solo 25% del lóbulo occipital. La diferencia mas clara se encontró en el lóbulo parietal en los componentes localizados entre 108 y 298 msec de latencias (la mayoría alrededor de 168 msec) de la morfología de onda de los potenciales provocados (fig. 1.B1).

Los coeficientes de correlación entre los potenciales provocados ante el número "uno" y la letra "I" registrados entre las derivaciones Pz, T4 y O1, tuvieron un valor promedio de 0.52, 0.43 y 0.83, respectivamente. Esto quiere decir que los lóbulos parietal y temporal son mas sensibles a cambios en significado que el lóbulo occipital. Para descartar

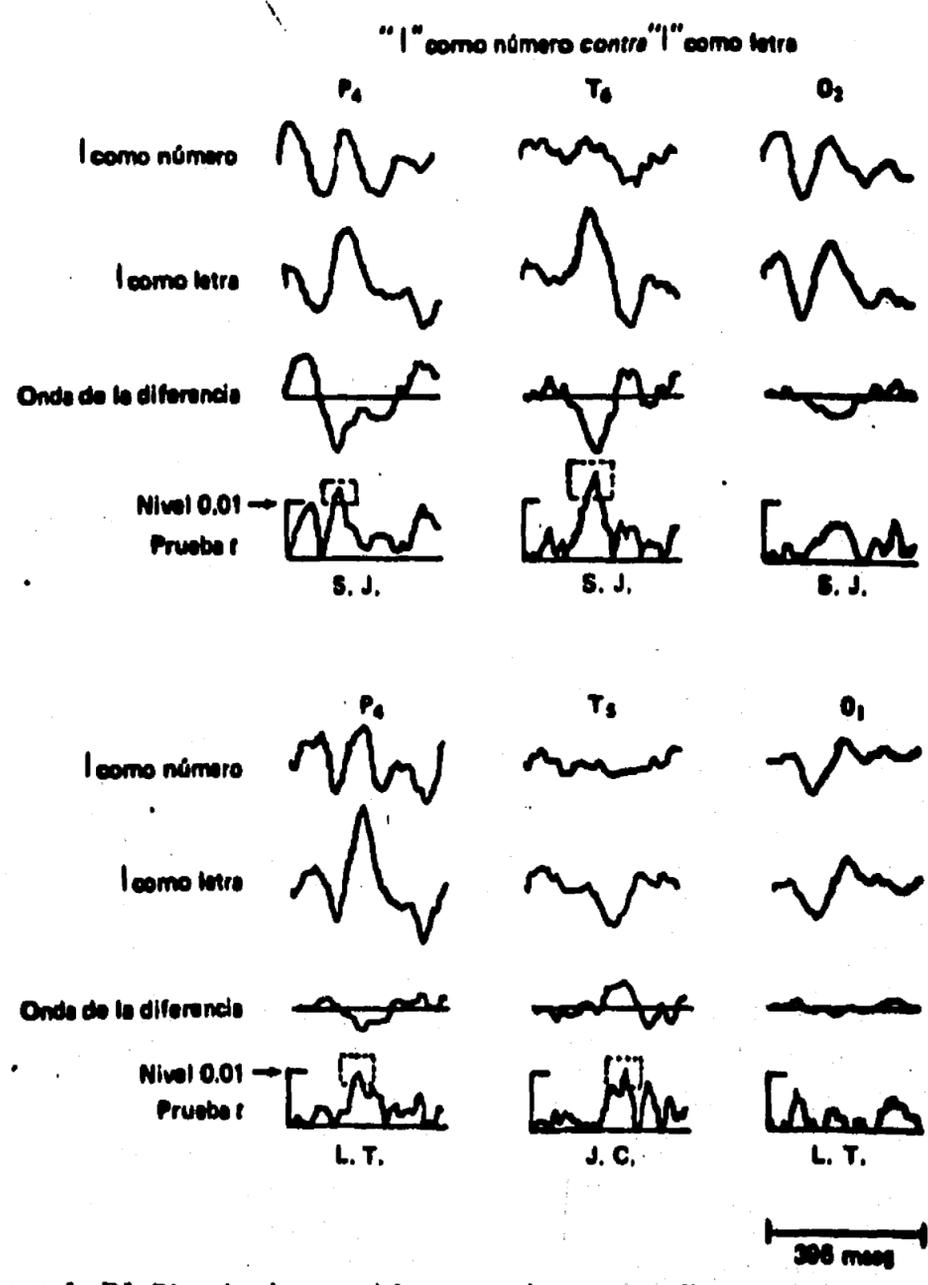


FIGURA 1. B1 Ejemplos de potenciales provocados ante una línea vertical presentada en un contexto de números (líneas 1 y 5) y dentro de un contexto de letras (líneas 2 y 6). Fueron obtenidas diferencias claras y estadísticas en las derivaciones parietal y temporal, en los componentes de los potenciales provocados localizados entre 150 y 200 msec de latencia. Cada potencial provocado fue obtenido a partir de 100 muestras. La diferencia entre las ondas y la prueba *t* fue computada usando una máquina PDP-12.

la posibilidad de que las diferencias hubieran sido por las interacciones entre las dos letras y los dos números, fue hecho un control en el que fueron presentados los números "1" y "0" y las letras "I" y "O", usando en ambos casos los mismos estímulos físicos. En este control, fueron obtenidos resultados similares; además, no encontramos diferencias significativas relacionadas a la edad, sexo ni movimiento de los ojos. Resultados similares fueron obtenidos cuando un sujeto ensayaba subvocalmente cada estímulo.

Si, como lo indican nuestros resultados, los lóbulos parietal y temporal están relacionados con el análisis del significado, puede esperarse entonces que si es extraído el mismo significado de dos estímulos físicos completamente diferentes (por ejemplo una A versal y una A versalita), no surjan diferencias en las morfologías de onda de los potenciales provocados en estas mismas localizaciones de la corteza cerebral.

Usando el mismo diseño experimental, fueron presentadas las letras "A" versal y "A" versalita y la "E" versal y "E" versalita en los mismos sujetos. Cuando se hizo la comparación entre los potenciales provocados por las mismas (en significado) pero diferentes (en tamaño) letras, se encontró que el 85% de los sujetos mostraban una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) en el lóbulo occipital, mientras que solo 12% mostraron diferencias en el lóbulo parietal (Pz y P4) y en las localizaciones temporal y central (T3, C4) (vease fig. 1.B2).

El hecho de que en casi 90% de los sujetos no fueran en-

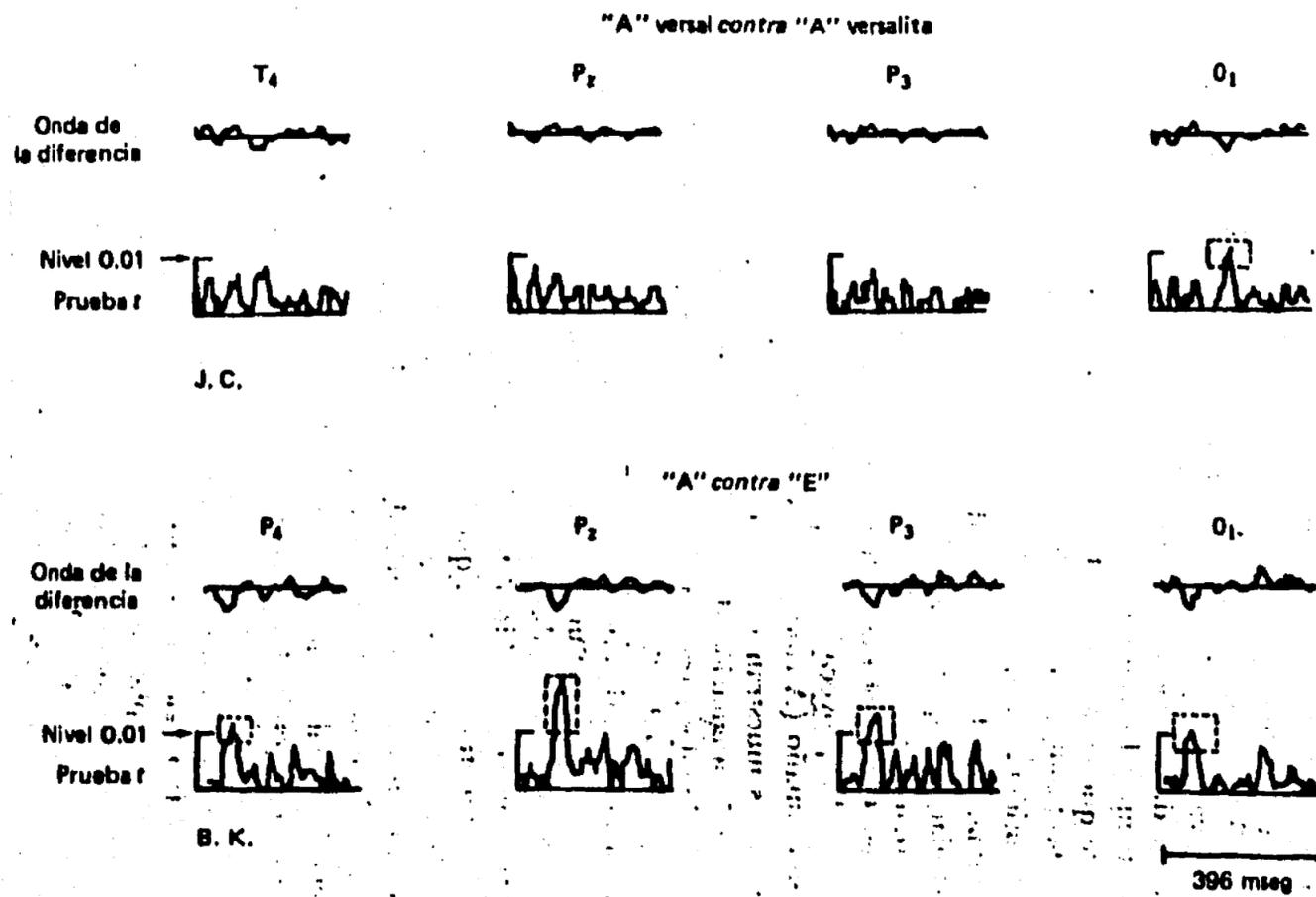


FIGURA 1, B2 En la parte superior se muestra la diferencia entre las ondas (línea 1) y la prueba t (línea 2) resultantes de la presentación de una A versal y una A versalita. Sólo la localización occipital muestra diferencias estadísticas entre ellas. En la parte inferior fueron hechos los mismos cálculos, pero ahora entre los potenciales provocados ante la "A" mayúscula y la "E" mayúscula. Todas las localizaciones mostraron diferencias estadísticas entre estos potenciales provocados.

contradas diferencias en las localizaciones parietal y temporal, es muy dramático si tomamos en consideración que los estímulos grandes eran por lo menos lo doble en tamaño de los pequeños, de manera que era obtenida una activación retiniana completamente diferente a partir de ellos. En contraste con este resultado, casi todos los sujetos (85% en C4, Pz; 71% en T6, y 100% en O2) mostraron diferencias significativas ($p < 0.001$) entre los potenciales provocados por las diferentes (en significado) letras pero del mismo tamaño (A contra E) (véase fig.1.B2).

Estos resultados muestran que las operaciones cerebrales necesarias relacionadas con la asignación de significado a un estímulo son llevadas a cabo en los lóbulos parietal y temporal, mientras que el análisis de las características físicas de ellos es hecho en los lóbulos occipitales. Además, las "operaciones de significado" ocurren entre los 100 y 300 msec después de la presentación de un estímulo. Aunque usando una metodología muy diferente, en un trabajo parecido fueron obtenidos resultados similares en el lóbulo frontal (Johnson, V.S. y Chesney, G.L., 1974). Este trabajo y el nuestro, muestran que las estructuras que llevan a cabo "Operaciones de Significado" están distribuidas en un sistema muy grande del que forman parte los lóbulos parietal, temporal y frontal.

Algunas consideraciones teóricas son aquí pertinentes; supongamos que la percepción visual de un objeto toma lugar cuando son ejecutadas dos operaciones cerebrales diferentes. Primero, la transformación de una energía de tipo electromagnético (luz), a una electrofisiológica, y segundo, un análisis de esta transformación. El sistema que está relacionado

con la transformación construye una representación del mundo externo que es muy complicada y sofisticada, pero aun así, es solo una descripción de él. Supongamos también que esta representación se manifiesta en algunos de los componentes de los potenciales provocados que podemos llamar "componentes exógenos". Además, también podemos pensar que una región anatómica definida y localizada está directamente relacionada con la construcción de esta representación. Nuestros resultados indican que ciertamente la región arriba postulada es la corteza occipital, porque muestran que la actividad electrofisiológica de ésta cambia al cambiar los estímulos externos. Ahora supongamos que algunas operaciones son hechas con esta representación, y que están relacionadas con el análisis y la comparación entre los procesos exógenos y los sistemas de almacenamiento de memoria, de manera que puede ser extraído un significado de la información; llamemos a estas operaciones "proceso endógeno" y, a los potenciales provocados que son una manifestación de él, "componentes endógenos". Si procedemos con la misma lógica de antes, podemos pensar que una región anatómica diferente está comprometida con estos procesos; una región que es más inespecífica, asociativa y polisensorial pero que al mismo tiempo tiene acceso a la representación exógena; Los lóbulos parietal y temporal. Si esto es cierto, podemos esperar que los potenciales provocados registrados de ésta región no cambien cuando solo es hecha una variación en las características físicas de un estímulo; pero sí cuando es hecho un cambio en el análisis de la representación; en otras palabras, cuando es extraída información acer-

ca de la información, es decir, cuando ocurre un cambio en el significado. Que éste es el caso está completamente demostrado por el experimento antes descrito.

En conclusión los hallazgos aquí discutidos muestran que existen dos sistemas diferentes en el cerebro. Uno de ellos, el occipital está relacionado con la construcción del mundo externo, es específico en su actividad, y la cambia con los cambios correspondientes con las características físicas de los estímulos. El otro sistema, parieto-temporal, hace un análisis de la representación y extrae un significado de ella. Su actividad cambia en término de las experiencias pasadas y de futuras expectativas. También es independiente, en sus cambios, de las variaciones en las características físicas de los estímulos externos, pero depende del proceso que construye una abstracción a partir de una imagen-percepto *.

Por último, el sistema encargado de las características físicas de los estímulos funciona con una menor latencia y presumiblemente utilizando un menor número de elementos neuronales que el sistema encargado de la asignación de significados, el cual es mucho más complejo y sutil que el primero.

CONCLUSIONES.

Sabemos que las características físicas de un objeto visual son decodificadas con una latencia promedio de 50 mseg. a partir de la activación retiniana. Este lapso de tiempo coincide con la latencia de los componentes tardíos o secundarios de los potenciales provocados. (Grinberg-Zylberbaum,

* En el libro "Más allá de los Lenguajes". Grinberg-Zylberbaum, J. Edit. Trillas. 1976. Se denominan primero y segundo lenguajes.

J. Psicofisiología del Aprendizaje. Edit. Trillas 1980) y con la duración del presente visual (Grinberg-Zylberbaum, J, El Espacio y la Conciencia. Edit. Trillas. 1981).

De acuerdo con el estudio anterior, la asignación de significados (una operación claramente más compleja que la percepción de formas) ocurre por lo menos, 100 mseg. más tarde. Es decir, involucra la activación de un número mucho mayor de elementos neuronales. Este resultado experimental está de acuerdo con la hipótesis presentada en el primer capítulo de esta tesis, a saber.

"TODA ACTIVIDAD ELECTROFISIOLÓGICA, SE ASOCIA CON VARIABLES PSICOLÓGICAS, CUYA SUTILEZA Y COMPLEJIDAD, AUMENTAN CONFORME SE INCREMENTA LA POBLACION NEURONAL Y LA CANTIDAD DE CORRELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS NEURONALES QUE LE DAN ORIGEN".

C) RETROALIMENTACION DE LA CORRELACION INTERHEMISFERICA.***

En la sección anterior, se observó que los procesos que requieren de una mayor cantidad de elementos neuronales, se asocian con funciones más complejas que las que son capaces de activar menos elementos.

Estos resultados, junto con los de la sección primera, indican que a medida que aumenta la unificación y correlación de la actividad cerebral, se estimulan funciones cada vez más complejas.

Un índice de unificación electrofisiológica, relacionada directamente con la correlación de los elementos neuronales de la actividad fisiológica, se observa en forma clara en los estudios de la coherencia cerebral.

Una medida de coherencia es una medida de similitud entre patrones electrofisiológicos registrados en diferentes porciones del sistema nervioso.

Una alta coherencia, implica una alta similitud en la morfología de los patrones electroencefalográficos promediados o analizados en una unidad de tiempo registrados en dos o más zonas, mientras que una baja coherencia implica lo contrario.

Una medida de similitud parecida a la coherencia es la correlación, la que además de mostrar la semejanza de patrones electrofisiológicos registrados en diferentes zonas cerebrales, muestra índices temporales de tal similitud.

*** Parte de esta sección fué publicada en forma de artículo. Ver bibliografía.

En otras palabras, tanto la coherencia como la correlación indican la similaridad o diferencia entre la actividad eléctrica del cerebro, pero mientras que la primera no toma en cuenta el tiempo, para la segunda el análisis temporal es fundamental.

El experimento que, se presenta a continuación, está dedicado al estudio de la correlación inter y transhemisférica en su relación con índices introspectivos de la actividad psicológica de sujetos humanos.

La idea que motivó el experimento fué la de explorar cuales correlativos subjetivos podían hallarse relacionados con diferentes estados de correlación de la actividad cerebral.

SUJETOS.

Se estudiaron 11 sujetos adultos; 5 hombres y 6 mujeres de edades comprendidas entre los 25 y 32 años.

REGISTROS.

Se realizaron registros de la actividad EEG de los sujetos. Estos registros fueron bipolares parieto-temporales (P3-T5 y P4-T6); temporo-occipitales (T5-O1 y T6-O2); y frontales.

METODOS EXPERIMENTALES.

Todos los experimentos fueron realizados en una cámara de Faraday sonoamortiguada, en donde los sujetos se sentaban mientras eran sometidos a una técnica EEG de bioalimentación que consistía en lo siguiente:

Registros EEG bipolares en ambos hemisferios, derecho e izquierdo y de porciones cerebrales anteriores y posteriores, eran visualmente presentados a los sujetos en forma continua utilizando un osciloscopio Techtronix de cuatro canales, con memoria integrada.

Después de un período de entrenamiento y familiarización con las señales osciloscópicas, los sujetos eran instruidos a aumentar la similitud de los patrones electroencefalográficos presentados en los cuatro canales, utilizando cualquier técnica interna escogida por ellos.

Cuando terminaba este período de entrenamiento, aparecía una señal de sonido y tres segundos después un barrido del osciloscopio. La memoria osciloscópica fue usada para mantener "congelado" y visible este patrón EEG. A los sujetos no se les permitía ver su patrón EEG hasta después de reportadas sus experiencias internas asociadas con el momento en el que se tomó la muestra EEG. Después de su reporte, se les mostraban los patrones de EEG y después se discutía y cuantificaba la relación entre su actividad cerebral y su experiencia subjetiva. Esta cuantificación era hecha por jueces independientes cuya tarea era medir la similaridad entre los patrones EEG construyendo una escala de correlación inter y transhemisférica. En esta escala, el 4 significaba identidad total, el 2 una similitud media y el 0 ausencia total de similitud entre los patrones EEG.

Los once sujetos utilizaron esta técnica de correlación bioretroalimentada durante un período de 3 años que llevó terminar el experimento. El estudio duró tanto tiempo para concluirse debido a que los sujetos tuvieron que ser entrena-

dos antes de que la actual investigación de correlación comenzara.

Utilizamos tres técnicas diferentes de entrenamiento para mejorar la sensibilidad de los sujetos y su capacidad discriminativa y para prepararlos a la técnica de bioalimentación de correlación. El primer proceso de entrenamiento consistió en la presentación visual (en un solo canal) de la actividad EEG de los sujetos registrada de un par de electrodos localizados en una derivación parieto-occipital. La tarea de los sujetos era identificar los cambios de su experiencia subjetiva correlacionados con cambios en el patrón EEG. En las primeras presentaciones del patrón, era aparente la carencia de sensibilidad interna y de discriminación de los sujetos en el sentido de ser incapaces de notar cualquier cambio en su experiencia cuando las morfologías EEG cambiaban. Los sujetos dijeron que poco a poco aumentó su sensibilidad hasta que sintieron una sutil alteración subjetiva que comenzó a corresponder primero a grandes y después a menores cambios en sus patrones EEG. Este aumento en la discriminación produjo un aumento generalizado en sensibilidad y estados internos de capacidad discriminativa.

Cuando esta técnica de bioalimentación EEG era dominada, los sujetos fueron entrenados en un segundo método de bioalimentación que llamamos: técnica de bioalimentación de potenciales provocados. Aquí registros occipitales eran hechos sincronizando el barrido osciloscópico con la aparición de un destello reflejado en una pantalla blanca. Se les dijo a los sujetos que pusieran atención al destello y a

su experiencia interna durante su presentación. Después, que observaran las formas de los potenciales provocados por el destello y finalmente que relacionaran la morfología de los potenciales provocados con la cualidad y características de su experiencia interna. Cuando los sujetos fueron capaces de identificar y correlacionar cambios en los componentes de sus potenciales provocados con alteraciones en su experiencia subjetiva, se introdujo una tercera técnica. En ésta, los sujetos eran instruidos para modificar uno o dos componentes de sus potenciales provocados utilizando cualquier medio de control que pudieran hallar excepto movimientos. Por último a través de la modificación consciente y voluntaria de su actividad cerebral, se les instruía en la técnica de bio-retroalimentación de su correlación interhemisférica descrita al principio.

RESULTADOS GENERALES.

Antes de mencionar los resultados obtenidos con la técnica de correlación interhemisférica, me gustaría mencionar algunas de las observaciones derivadas del uso de las otras técnicas.

Primero, era claro que la característica morfológica del EEG estaba relacionada a la cualidad de la experiencia subjetiva de nuestros sujetos.

Esta relación pudo ser más claramente apreciada en las esferas emotivas y cognitivas. Por ejemplo, cuando un sujeto sentía un estado emocional "suave y tierno", la morfología de su trazo EEG era suave y sin cambios bruscos. Cuando el sujeto se sentía ansioso, desorganizado e internamente caótico,

su trazo EEG también era desorganizado, irregular y caótico. En el mismo sentido, cuando los procesos intelectuales de los sujetos eran claros y organizados, su EEG también era claro y organizado.

Este isomorfismo era lateralizado; los procesos intelectuales tenían mejor relación con la actividad EEG del lado dominante (hemisferio izquierdo) del cerebro, mientras que los emocionales se reflejaban mejor en la actividad del hemisferio derecho. Después de trabajar algunos meses con esta técnica, algunos sujetos reportaron ser capaces de diferenciar su hemisferio izquierdo del derecho en su experiencia interna y algunas veces tuvieron la impresión de estar en un "lugar de unidad" desde el cual era posible la observación de su actividad cerebral como si fueran testigos externos de ella. Cuando este nivel de desarrollo era logrado, era claro que la relación entre la experiencia subjetiva y EEG era isomórfica, únicamente mientras los sujetos estaban en el proceso de aprendizaje.

Cuando terminaba el proceso y eran capaces de controlar con maestría su actividad cerebral, aparecía una especie de independencia entre experiencia y actividad cerebral. Esta independencia no carecía de sensibilidad como cuando los sujetos fueron sometidos por primera vez a la técnica.

Las reacciones de nuestros sujetos, cuando fueron capaces de reconocer cómo sus estados emocionales e intelectuales coincidían y estaban relacionados a las características de su actividad EEG, eran deliciosas de compartir y observar y constituyeron un incentivo motivacional muy poderoso para am-

bos, los sujetos y el autor del experimento.

Durante la aplicación de la técnica de biofeedback de potenciales provocados, los sujetos reportaron diferentes experiencias relacionadas a la aparición y modificación de la morfología de sus potenciales.

Desafortunadamente, las observaciones eran tan variables en su naturaleza que nada puede decirse acerca de ella, excepto una tendencia general de sentir una sensación de desintegración del sentido de límites y diferencias según se fueran acercando, los sujetos, a los primeros componentes de la morfología de sus potenciales provocados.

En cambio esta tendencia se invertía cuando los sujetos focalizaban su atención en los componentes de mayor latencia de sus potenciales provocados.

En este caso, los sujetos reportaban experiencias asociadas con procesos conceptuales complejos y en general sus vivencias correspondían a estados de mayor integración yóica.

RESULTADOS DE LA CORRELACION

Se tomaron un total de 654 muestras de EEG en las cuales se logró correlacionar la actividad cerebral con reportes verbales acerca de los estados subjetivos.

El análisis de estas correlaciones que se presentarán a continuación fué realizado de la siguiente forma:

1) Se dividieron los índices de correlación inter y transhemisférica en cinco categorías:

0 - nula correlación

1 - baja correlación

- 2 - media correlación
- 3 - alta correlación
- 4 - máxima correlación

2) Para cada categoría, se revisaron los protocolos en los cuales se anotaron los reportes verbales.

3) Los reportes verbales se dividieron en cinco categorías de la siguiente forma:

- 0 - reportes de dispersión, desequilibrio y ansiedad
- 1 - ansiedad disminuída
- 2 - relativa calma y sensación de integración
- 3 - calma, equilibrio y contacto con el yo
- 4 - total equilibrio e integración yoica

Esta división otorgó importancia a los índices de emocionalidad y contacto yoico porque los estudios piloto indicaron que estados bajos de correlación interhemisférica se asociaban con estados internos de desequilibrio, mientras que altos niveles de correlación interhemisférica se presentan cuando un sujeto logra estar en contacto con su yo en equilibrio, calma e integridad.

Por ello, y con el objeto de comprobar si las observaciones piloto eran correctas se incorporó este eje de integración-dispersión a la cuantificación.

Del total de 654 muestras, se tomaron al azar, cien muestras de actividad EEG con su correspondiente análisis cuantitativo de contenidos.

Estos datos se presentan en la tabla 2.

T A B L A 2

A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	3	1	2	26	3	3	0	51	0	0	0	76	1	1	0
2	3	3	0	27	1	1	0	52	1	1	0	77	1	3	2
3	2	2	0	28	2	2	0	53	2	2	0	78	1	1	0
4	4	3	1	29	4	3	1	54	0	0	0	79	1	1	0
5	2	2	0	30	3	1	2	55	1	2	1	80	3	3	0
6	3	3	0	31	3	3	0	56	0	1	1	81	1	2	1
7	1	1	0	32	1	1	0	57	3	2	1	82	2	3	1
8	2	1	1	33	1	1	0	58	2	2	0	83	4	4	0
9	1	2	1	34	2	3	1	59	0	0	0	84	2	3	1
10	3	3	0	35	3	3	0	60	0	1	1	85	1	1	0
11	0	0	0	36	0	1	1	61	2	2	0	86	3	3	0
12	2	3	1	37	1	1	0	62	0	0	0	87	1	1	0
13	2	1	1	38	3	1	2	63	0	0	0	88	0	0	0
14	3	3	0	39	0	0	0	64	2	1	1	89	0	1	1
15	0	2	2	40	2	2	0	65	0	1	1	90	0	1	1
16	4	4	0	41	1	2	1	66	0	0	0	91	1	1	0
17	2	1	1	42	1	1	0	67	1	3	2	92	4	4	0
18	4	4	0	43	0	0	0	68	2	1	1	93	0	0	0
19	3	3	0	44	1	1	0	69	0	0	0	94	1	1	0
20	1	1	0	45	2	2	0	70	1	2	1	95	0	1	1
21	3	1	2	46	3	3	0	71	2	2	0	96	2	2	0
22	1	2	1	47	3	2	1	72	2	1	1	97	1	0	1
23	0	1	1	48	0	0	0	73	2	2	0	98	1	2	1
24	3	1	2	49	1	1	0	74	3	3	0	99	1	1	0
25	3	2	1	50	0	0	0	75	0	0	0	100	4	4	0

A: Número de muestra

B: Correlación EEG

C: Reporte verbal

D: Diferencia

Los resultados indican que existe una gran relación entre la correlación EEG y los reportes verbales ya que en 61 de las 100 muestras escogidas al azar la diferencia de mediciones fué nula y en 31 de las muestras restantes, la diferencia solo fué de un dígito. Es decir, en el 92% de los casos, a medida que aumentaba la correlación EEG, los sujetos reportaban estar más calmados, centrados, equilibrados y en integración yoica. En cambio, a medida que disminuía la correlación los sujetos, reportaban estados de dispersión.

Por lo tanto, la unificación de la actividad cerebral, manifestada por la similitud de la actividad EEG está relacionada con estados de unificación interna, equilibrio y paz.

Se hicieron algunas observaciones cualitativas generales entre las que destaca la relación de la correlación de la actividad del lóbulo frontal con estados de mayor abstracción.

Otra observación interesante, es la aparición de imágenes y contenidos de pensamiento cuando la correlación disminuía y se activaban ondas rápidas beta en el registro.

Para todos los sujetos, cuando la correlación llegaba a ser máxima (4), se reportaban estados de satisfacción interior intensa, paz y éxtasis, mientras que cuando la correlación era nula (0) los sujetos reportaron estados de dispersión, angustia y miedo junto con sensaciones de ausencia del centro integrador; es decir, sensaciones de desintegración yoica. Dos ejemplos de registros de correlación se presentan a continuación (figs. 1.C1 y 1.C2).

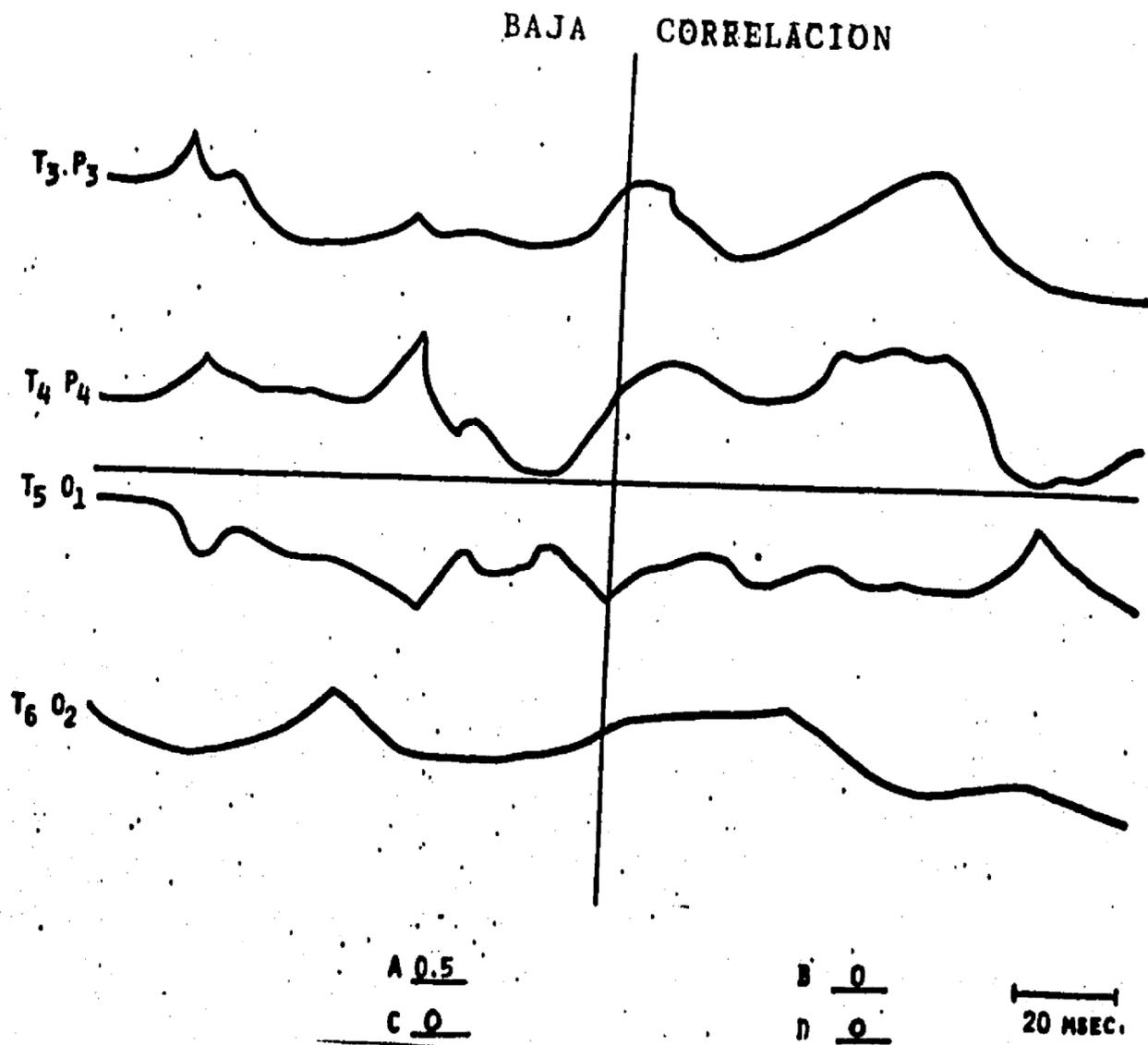


FIG. 1.C1. BAJA CORRELACION.

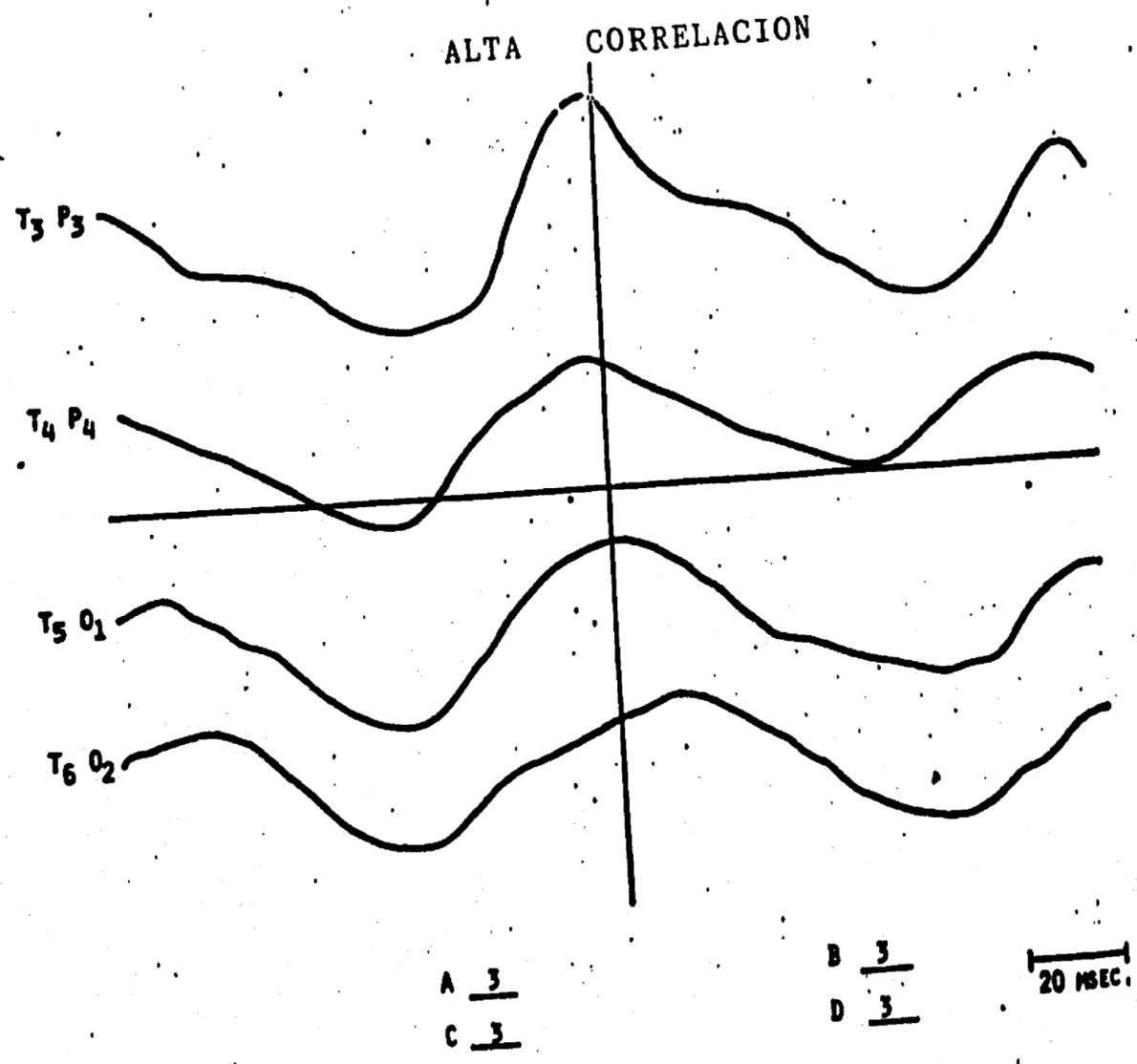


FIG. 1.C2. ALTA CORRELACION

CONCLUSIONES.

Este estudio indica que a medida que se incrementa la unificación de la actividad cerebral, se activan las funciones de mayor jerarquía del sistema; es decir, aquellas que están asociadas con la integración yoica.

Esto apoya la hipótesis de que existe una relación directa entre la activación de procesos de unificación y puesta en marcha de funciones complejas.

Estudios recientes de otros laboratorios, están de acuerdo con lo anterior.

Por ejemplo, O'Connor y Shaw (1978) mostraron la existencia de una relación entre los niveles de la coherencia interhemisférica en sujetos adultos y las funciones de Witkin de dependencia-independencia del campo.

Por otro lado, Orme-Johnson y Haynes (1981) han encontrado una relación entre estados meditativos y niveles de coherencia.

Por otro lado, resulta sumamente interesante haber obtenido claras muestras de un isomorfismo entre la morfología de la actividad cerebral y las características psicológicas sutiles de los estados subjetivos de los sujetos. Puesto que este no es el tema de esta tesis, no se profundizará más en este punto pero se sugiere realizar más estudios acerca del mismo.

CAPITULO II
ELECTROFISIOLOGIA DE
LA COMUNICACION HUMANA I
ANALISIS MANUAL

****** Parte de ésta sección fué publicada en forma de ar
tículo. Ver bibliografía.**

INTRODUCCION.

Hemos visto que existe una relación entre los niveles de complejidad de las funciones psicofisiológicas y la unificación y la cantidad de elementos neuronales activados.

Puesto que la comunicación humana es uno de los procesos de mayor complejidad, se pudiera pensar que sus correlativos fisiológicos podrían estar relacionados con algún índice de unificación de la actividad cerebral, específicamente con la coherencia y la correlación interhemisféricas.

Que esto es así se deduce de los resultados de los siguientes experimentos.

EXPERIMENTO I

El experimento I fué realizado con pares de sujetos que se encontraban en comunicación terapéutica; esto es, un analista y un paciente voluntario. Escogimos este tipo de comunicación, ya que por la experiencia del analista, pudimos establecer los criterios para calificar la comunicación, que serán explicados mas adelante.

Las sesiones se realizaron en cuartos semisilentes y en la cámara de Gesell; con cada sujeto se realizaron seis sesiones consecutivas, en cada una de las cuáles se tomó registro de cuatro derivaciones EEG por sujeto. De esta manera al concluir el estudio de cada sujeto teníamos un esquema completo de las 20 zonas cerebrales de acuerdo al sistema 10-20 internacional. El registro que fué monopolar se realizó utilizando un equipo ALVAR.

Simultáneamente fueron grabadas las sesiones con un

equipo de videotape Sony, para conservar la imagen y sonido de los sujetos durante el proceso de comunicación.

Las grabaciones fueron analizadas posteriormente por el analista, cuantificando el nivel de comunicación en una escala que iba de cero a diez; siendo cero una ausencia de comunicación y diez una comunicación directa. Los criterios para establecer esta calificación fueron: análisis de postura, de relajación-tensión, de movimientos corporales y de verbalizaciones.

Con las calificaciones resultantes de éste análisis se construyeron gráficas cuantificando el nivel de comunicación en cada uno de los puntos analizados que fueron elegidos al "azar", procurando un intervalo aproximadamente constante entre ellos. Por otra parte, en los mismos puntos del espacio temporal que el análisis de video, se hizo el análisis de los registros EEG. Ambos estudios se hicieron de manera independiente y a ciegas, o sea que el analizador de los niveles de comunicación nunca conoció los resultados del evaluador del EEG y viceversa.

En el análisis del EEG se correlacionaron pares de registros de sendas derivaciones de acuerdo a su morfología y frecuencia. Cada punto de análisis se estudió y comparó en cuanto a estos parámetros, teniendo la primera un valor de 60% y la segunda uno de 40% que sumadas daban el valor de coherencia total en una escala de 0 a 100 (los detalles del análisis se pueden ver en el experimento 3), el cero implicando la ausencia total de similitud entre los patrones y el cien una similitud total. Al igual que con el video, se construyeron gráficas de los estados del EEG y finalmente se con-

frontaron ambos grupos de datos.

En el experimento I, se intentó dar respuesta a tres preguntas:

1. ¿Existe una correlación entre los niveles de comunicación y la coherencia entre patrones EEG de zonas cerebrales de paciente y terapeuta?
2. ¿Existe alguna relación entre los niveles de comunicación y la coherencia entre las zonas del cerebro del terapeuta o del paciente?
3. ¿Existe una relación entre la coherencia de dos zonas del cerebro del terapeuta y dos zonas del cerebro del paciente?

La primera pregunta fué contestada relacionando las variaciones en los niveles de correlación entre patrones EEG de ambos cerebros en zonas homólogas de los mismos.

La segunda, fué resuelta relacionando las variaciones en los niveles de comunicación con los cambios de los niveles de coherencia de dos zonas del cerebro del paciente (por un lado) y del terapeuta (por el otro).

La tercera pregunta se solventó analizando la coherencia entre dos zonas del cerebro del paciente con la coherencia de las zonas del cerebro del terapeuta.

De todas las combinaciones posibles se obtuvieron índices de correlación que se presentan a continuación:

Primeramente se halló una correlación de +0.58 entre la comunicación y la coherencia entre las zonas T izquierdas de un paciente y terapeuta. Esta, que fué de las más altas implica que los patrones de esta zona se hacían similares a

medida que aumentaban los niveles de comunicación y diferían cuando la comunicación bajaba de nivel (gráfica I).

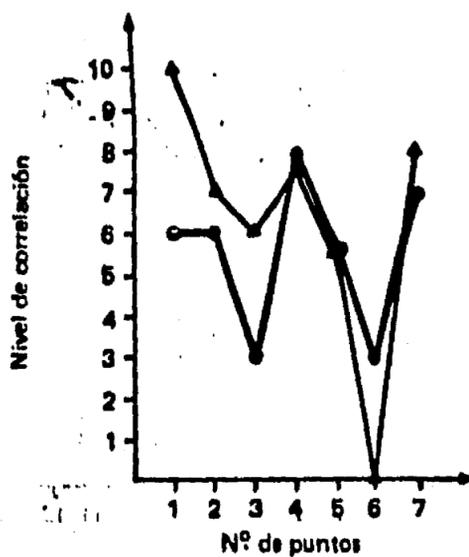
La coherencia entre las derivaciones centrales, C3 y C4 del terapeuta tuvieron una correlación negativa de 0.40 (gráfica II) con los niveles de comunicación, mientras que la del paciente fué positiva en +0.34 (gráfica III). Esto indica que la comunicación aumentaba a medida que disminuía la coherencia del cerebro del terapeuta y aumentaba la del paciente.

Como resultado de esto, se pudo responder a la tercera pregunta planteada, hallándose para ésta una correlación de 0.44 (gráfica IV). Esto quiere decir, que sí existe una relación entre la coherencia de dos zonas del paciente y dos zonas del terapeuta.

Una vez llegando a este punto se pudieron plantear ciertas conclusiones:

1. Algunas zonas cerebrales guardan mayor relación entre su actividad EEG y los niveles de comunicación que otras (hasta el momento se ha encontrado esto de una manera muy clara en las zonas temporo-parietales izquierdas)
2. Dos cerebros adquieren y manifiestan patrones similares de actividad dependiendo de la comunicación (sobre todo preverbal) que ocurra entre ellos.

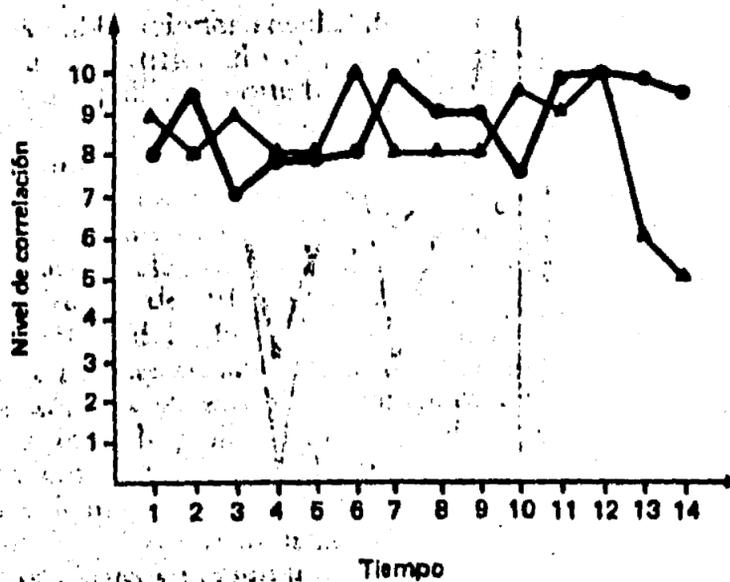
Se hizo un análisis más fino de estos datos, debido a lo que se encontró al analizar los registros, que en el momento en que la comunicación llegaba a ser de diez, esta se mantenía de una manera constante por un lapso largo de tiempo, mientras que en ocasiones se presentaban cambios impor-



Comunicación

Correlación entre la zona temporal izq. del terapeuta contra zona temporal izq. del paciente

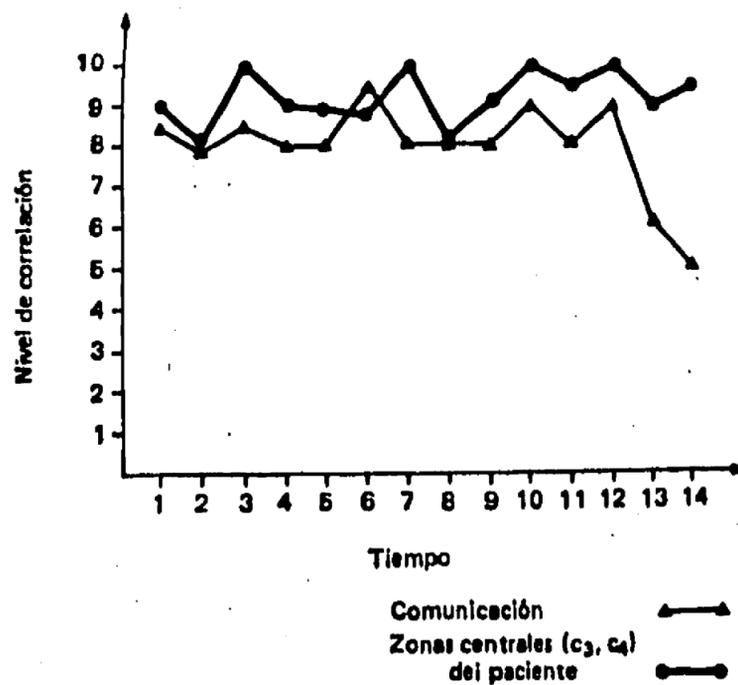
GRÁFICA I. Muestra la relación hallada entre el nivel de comunicación y la coherencia de las zonas T izquierdas de un paciente y el terapeuta, en 7 diferentes puntos del registro. La correlación estadística fue de $r = +0.58$. Esto indica que a medida que aumentaban los niveles de comunicación, los patrones EEG en esta zona se hacían más similares; y diferían a medida que la comunicación bajaba. El eje vertical X0.1.



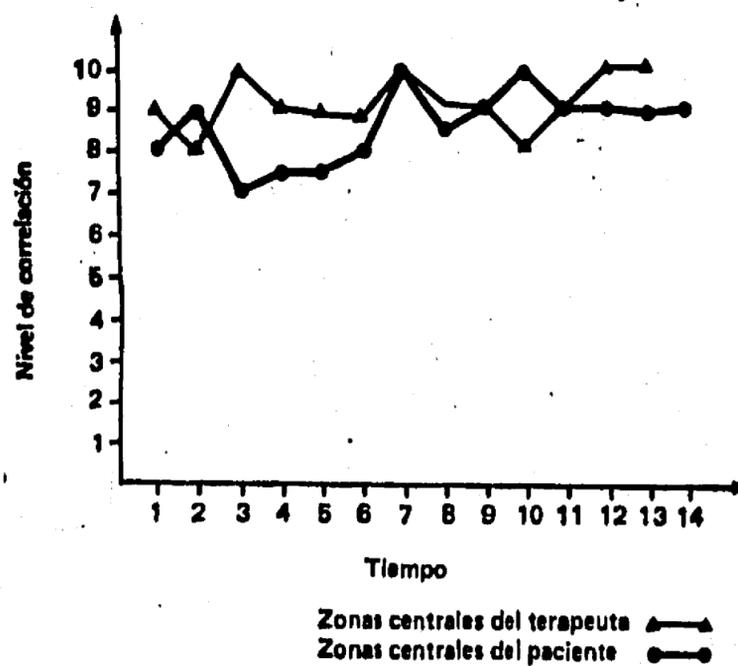
Comunicación

Zonas centrales (c3, c4) del terapeuta

GRÁFICA II. Presenta la correlación que se halló entre el nivel de comunicación y la coherencia de las zonas centrales de un sujeto en 14 puntos del registro, siendo ésta de $r = -0.40$. Esto significa que a medida que aumentaba la coherencia cerebral del sujeto en estas zonas, disminuía el nivel de comunicación y viceversa. El fenómeno fue altamente repetitivo. El eje vertical X0.1 en ésta y en las figuras B-3, B-4, B-5 y B-6.



GRÁFICA III Muestra el efecto contrario del que se encontró en la gráfica B-2. En la misma sesión y analizando los mismos 14 puntos, la correlación estadística fue de $r = +0.34$. Significa esto, que conforme aumentaba la coherencia cerebral de este sujeto en estas zonas, la comunicación aumentaba, y viceversa.



GRÁFICA IV. Está constituida por los 14 puntos que muestran la coherencia cerebral de cada uno de los dos sujetos de las gráficas B-2 y B-3. La correlación estadística fue de $r = -0.44$ y esto explica que a medida que aumentaba la coherencia cerebral en las zonas centrales de un sujeto, disminuía la coherencia en las mismas zonas del segundo sujeto y viceversa.

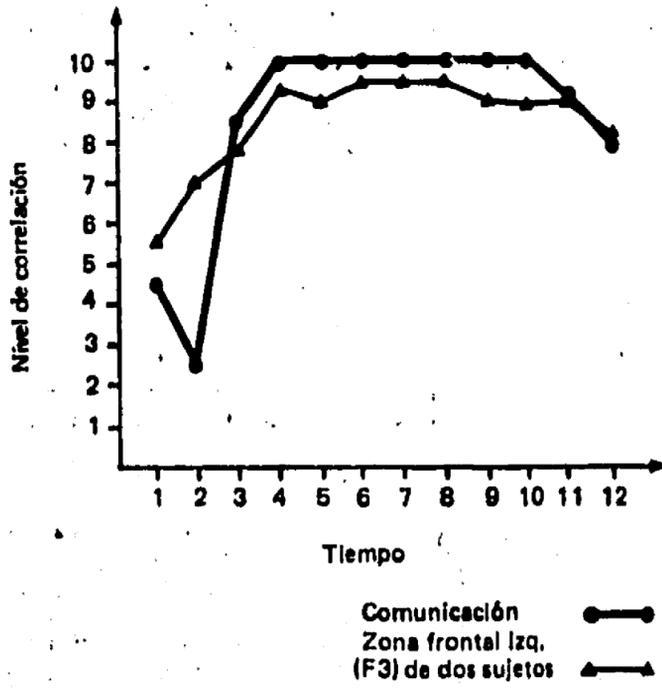
tantes en los patrones EEG de los dos individuos simultáneamente y en el mismo espacio temporal. Esto nos llevó a pensar que aunque se había llegado a una comunicación que tradicionalmente se consideraría como máxima, seguramente existían niveles de profundidad que podrían marcar la diferencia entre estar o no en comunicación directa.

Procedimos entonces a interpretar los datos, partiendo de los puntos que mostraban un cambio relevante desde el punto de vista electroencefalográfico. Auxiliándonos con las cintas de video, llegamos a los siguientes resultados:

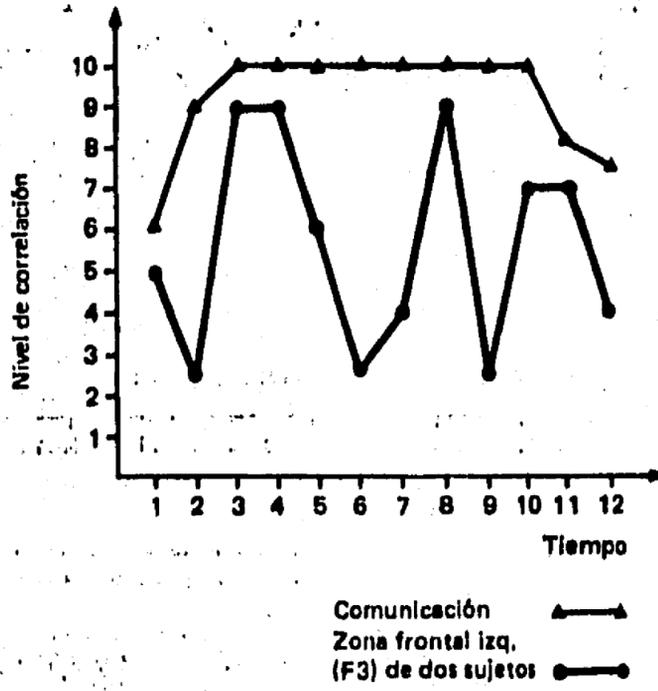
1. En las sesiones en las que el terapeuta reportó tener mayor empatía con el paciente, la coherencia entre los patrones cerebrales de ambos sujetos era más constante y casi no sufría modificaciones en el momento de estar en comunicación diez (gráfica V).
2. Por el contrario, en los sujetos que había menor empatía, las variaciones fueron mucho mayores tanto en calidad como en cantidad: esto además de repercutir en el valor de correlación -el cual disminuyó notablemente- no alcanzaba una estabilidad entre la actividad de ambos cerebros (gráfica VI).

EXPERIMENTO II.

Este experimento, tuvo un agregado importante, que fue la inclusión de una tercera persona en el sistema de comunicación, comenzando así la etapa en la que se estudió la comunicación en grupo. A continuación se expondrán preliminares.



GRÁFICA V



GRÁFICA VI

✓

Partiendo de los hallazgos mencionados anteriormente, decidimos que para eliminar algunas de las variables no controladas, sería importante que los tres individuos estuvieran realizando el mismo tipo de actividad; de esta manera sería más fácil detectar los cambios reales que se producían en la actividad individual y la influencia que estos cambios ejercían sobre la actividad de los demás.

Se registraron dos derivaciones bipolares en el lóbulo frontal de cada uno de los sujetos en el momento en que se encontraban en una cámara semisilente. Las instrucciones que se les dieron a éstos fueron la de concentrarse con los ojos cerrados en el entrecejo, dado que esto proporciona una sensación física muy característica y fácilmente discriminable que consiste en un cosquilleo acompañado de una ligera compresión en la zona, que aparece y desaparece súbitamente. En adelante nos referiremos a este fenómeno como "activación".

Cada uno de los sujetos poseía un interruptor por medio del cual daba aviso al experimentador en el momento en el que percibía estas sensaciones, así como en el momento en que dejaba de tenerlas (activación y desactivación).

De esta manera, se pudieron analizar los datos obtenidos del EEG bajo tres modalidades.

1. Cuando de manera exclusiva cada uno de los sujetos estuviera activado.
2. Cuando dos de los sujetos se hubieran activado.
3. Cuando existieran sensaciones de activación en los tres individuos.

Por un lado se comparó la actividad EEG presentada por

cada sujeto con la de cada uno de los demás en las tres modalidades, y por el otro se buscaron las variaciones específicas que pudieron presentar cada uno de ellos a lo largo de la sesión para verificar posteriormente si estas variaciones correspondían a cambios de modalidad.

El número de puntos analizados en cada uno de estas situaciones particulares se decidió procurando una similitud en cuanto a tiempo de duración de cada estado.

El análisis arrojó los siguientes datos:

1. En repetidas ocasiones, dos o los tres sujetos, indicaron simultáneamente algún cambio de estado (ya fuera activación o desactivación). (Fig. 2.1).
2. Uno de los sujetos mostró en todas las sesiones un decremento importante en voltaje de su actividad eléctrica cerebral, cuando los otros dos sujetos estaban activados; sin embargo, ésta no siempre se restituía en el momento mismo de desactivarse uno de los sujetos.
3. En las últimas sesiones se percibe un cambio importante en el registro EEG, algunos segundos antes de que se dé el aviso formal de cambio por medio del interruptor; estas variaciones fueron a veces en el sentido de aumento de actividad y otras de disminución de ésta. (Fig. 2.1).
4. Cada vez que uno de los sujetos estuvo activado, mostró mayor coherencia cerebral que al no estarlo, y casi siempre al activarse dos de los sujetos, el registro mostraba coherencia en los tres (figuras

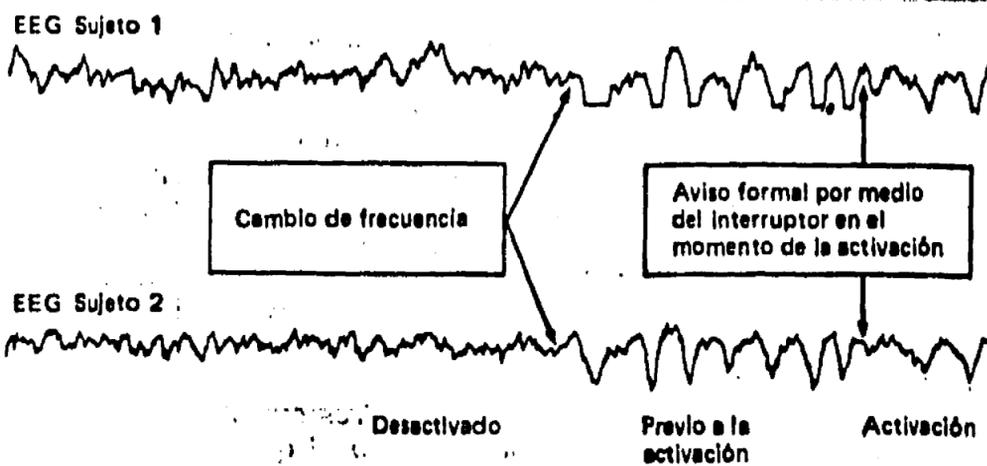


FIGURA 2.1 Aquí se muestra en primer lugar un cambio en el registro EEG de dos sujetos, antes de que se dé el aviso formal de cambio de estado, y en segundo lugar la simultaneidad del aviso formal de cambio de estado.

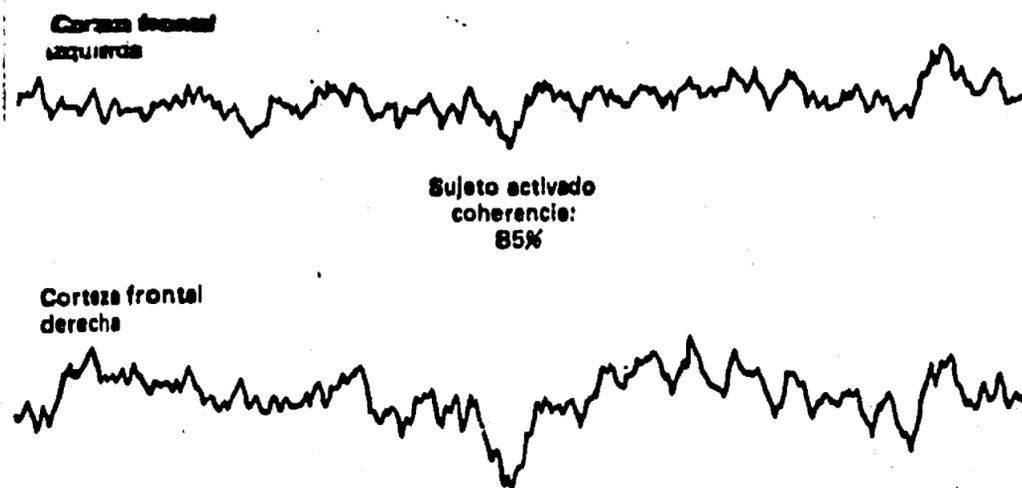


FIGURA 2.2 Muestra como un sujeto al estar activado, presenta un nivel alto de coherencia.

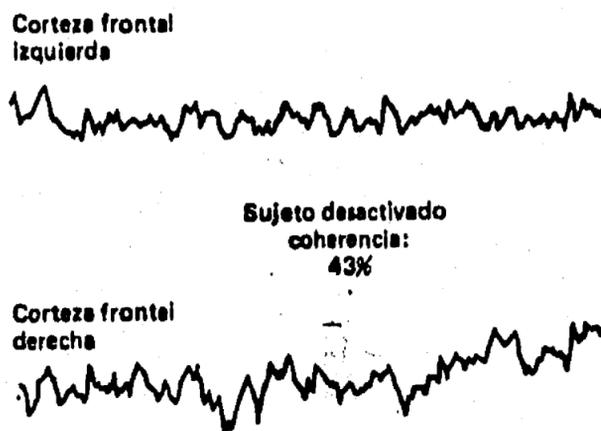


FIGURA 2.3 Muestra cómo un sujeto presenta un nivel relativamente bajo de coherencia, cuando no está activado.

2.2 y 2.3).

5. Se descubrieron otros cambios en frecuencia, amplitud y morfología de las ondas, sin embargo, son necesarias posteriores investigaciones para sondear más a fondo estos resultados.

EXPERIMENTO III.

Introducción:

Con el objeto de replicar y ampliar los trabajos anteriores, se llevó a cabo este tercer estudio, que trató de encontrar relaciones entre patrones electroencefalográficos y los que hemos denominado "comunicación directa". Específicamente se intentó que los sujetos probaran establecer relación con sus compañeros, echando mano exclusivamente de contenidos subjetivos (se procuró que las personas estudiadas estuvieran inmóviles, pero en una situación de completa libertad para expresarse, sin reprimir ningún sentido interno), al mismo tiempo que se realizaba un registro electroencefalográfico (EEG) de varias zonas del cráneo, de dos o más personas.

PROCEDIMIENTO.

En una campana de Faraday, dentro de una cámara silente, se sentaban cómodamente de 2 a 4 sujetos bajo las siguientes condiciones: 1) oscuridad casi completa, que solo dejaba ver contornos, sin poder apreciar detalles; 2) sentados inmóviles a una distancia aproximada de 20 cm. sin tocarse; 3) generalmente ojos cerrados; 4) tratar de atender a su experiencia interna; 5) intentar mantener lo más libre el pensamiento,

sin reprimir ninguna experiencia, y 6) procurar comunicarse, utilizando únicamente material subjetivo, como puede ser por ejemplo: evocar imágenes, recordar eventos, mantenerse en un estado apropiado para la recepción y emisión de mensajes.

Cada uno de los sujetos estaba alambrado con electrodos en corteza frontal (alrededor de F7, F3, F4 y F8), y en algunas ocasiones también en corteza temporal (alrededor de T3, T5, T4 y T6), siendo el registro bipolar. Los electrodos se conectaban con un sistema de amplificación y registro (Polígrafo Beckman de 8 canales), de modo que la actividad EEG de las personas estudiadas eran registradas en papel poligráfico por un cierto período de tiempo, generalmente de dos minutos (ensayo), en el que los participantes trataban de no reprimir ningún contenido subjetivo, al mismo tiempo que ensayaban comunicarse. Posterior a esto, los sujetos reportaban verbalmente qué experiencias subjetivas recordaban, las cuáles eran grabadas y escritas.

La eficacia, de este intento de comunicación, se cuantificaba comparando el reporte verbal de los sujetos, en cuanto a semejanza o relación de su contenido, de tal forma que si el reporte verbal de dos personas coincidían en uno o más elementos, se consideraba a éste como de nivel alto de comunicación; por el contrario, si no había semejanza de elementos y cada uno de los reportes difería en el tema, se le calificaba como de baja comunicación. Se construyó una escala de 0 a 3, en la cual el cero significaba completa ausencia de relación y el tres, comunicación directa.

Con el objeto de hacer más confiable esta apreciación la

evaluación de la escala se llevó a cabo independientemente y a ciegas por dos investigadores, comparándose posteriormente estas calificaciones.

Las dos apreciaciones tuvieron una correlación estadística de: $r = +0.89$, siendo estadísticamente significativa con una probabilidad asociada de ocurrencia por azar menor a 0.05. (Ver tabla 3).

Más adelante tomando en cuenta esta cuantificación, se comparó ésta con el análisis de la actividad EEG de los sujetos (ver más adelante), haciéndose esta confrontación "a ciegas", es decir, se compararon las calificaciones del análisis EEG sin conocer previamente las del reporte verbal.

Se calificaba un segundo de actividad EEG de cada una de las derivaciones de cada una de las derivaciones, denominándose esta zona estudiada, "punto". Cada ensayo se examinaba en cinco puntos, consistiendo una sesión generalmente de cinco ensayos. El análisis se realizó "a mano" (sin la ayuda de instrumentos) por no existir equipo capaz -hasta la fecha de llevar a cabo una comparación de tal naturaleza.

Cada punto de análisis se estudió y comparó con los puntos del resto de las derivaciones en cuanto a tres parámetros: 1) Morfología; 2) frecuencia; 3) fase; cada uno con un valor diferente, 1) 50% 2) 30% y 3) 20% que sumadas daban el valor de la coherencia total en una escala de 0 a 100. El último parámetro (fase) se introdujo en éste tercer experimento con objeto de proporcionar una nueva referencia que ayudara a hacer más fiel el análisis de coherencia efectuado.

La exploración de la morfología se realizó cotejando la forma o configuración de un segundo de actividad EEG de dos

TABLA 3
CALIFICACIONES DEL REPORTE VERBAL
 Calificación (escala de 0-3)

<i>Sesión (fecha)</i>	<i>Ensayo (parte)</i>	<i>Observador 1</i>	<i>Observador 2</i>
5/julio/79	1	0	0
	2	1	0
	3	1	0
	4	2	1
	5	3	3
	6	2	2
9/julio/79	1	2	1
	2	2	2
	3	0	0
	4	0	0
	5	2	1
12/julio/79	1	2	2
	2	3	2
	3	0	0
	4	1	2
	5	0	0
	6	0	0
16/julio/79	1	0	0
	2	2	3
	3	0	0
	4	1	1
	5	3	3

Esta tabla muestra las apreciaciones de dos observadores sobre la similitud de los reportes verbales (en una escala de 0 a 3). La correlación estadística de las apreciaciones fue de: $r = +0.89$, siendo estadísticamente significativa con una probabilidad asociada de ocurrencia por azar menor a 0.05.

derivaciones. Se construyó una escala de 0 a 50, en la cual cero implicaba morfologías disímiles y el 50 morfologías idénticas.

La frecuencia se reconoció comparando el número de ciclos en un segundo (cps) de cada derivación; dándose valores, de 0 a 30, dependiendo de la semejanza o diferencia en el número de cps, de cada canal; por ejemplo: si las dos derivaciones comparadas coincidían en el número de cps, se daba un valor de 15, y si la desigualdad era de 10 o mayor, se refería a un valor de cero.

Para estudiar la semejanza en fase, se echó mano de una escala de 0 a 20, en la cual el cero significaba ausencia de similitud completa en cuanto al alejamiento temporal de un grupo de ondas parecidas de dos derivaciones; es decir; cuando un grupo de ondas de una derivación se empalmaba perfectamente con la otra, esto significaba la calificación más alta; si el alejamiento se hacía tan marcado que uno de los extremos del grupo de ondas dejaba de tocar a cualquiera de los dos extremos del grupo de ondas parecido de la otra derivación, la calificación era la mínima.

La coherencia final entre dos puntos, está completamente dada por la suma los valores de similitud, resultantes de la morfología, frecuencia y fase, y se expresan en un escala de 0 a 100, siendo el cien coherencia completa, y el cero ausencia total de coherencia.

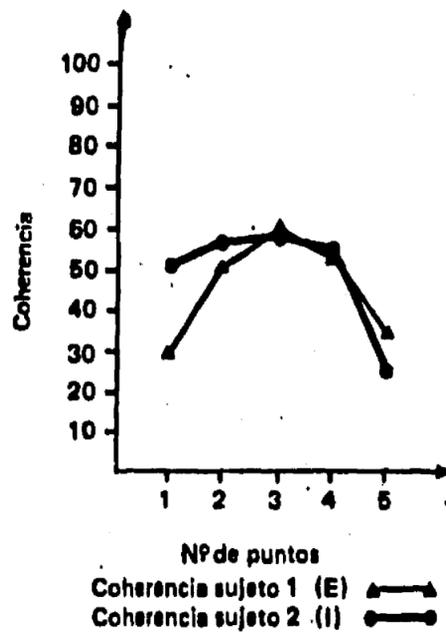
Se construyeron gráficas (ver gráfica VII a XI) en las que la abscisa indicaba los cinco puntos de análisis y la ordenada la cantidad de coherencia o similitud.

En las gráficas se presentan principalmente resultados de coherencia intrasujeto y coherencias promedio de todas las posibles comparaciones (coherencia promedio total) (ver gráficas VII a XI). En la tabla 4 se presentan los resultados de una evaluación "a simple vista" del conjunto de las coherencias intrasujetos y coherencias promedio total de dos investigadores utilizando una escala de 0 a 3, y la correlación estadística de algunos pares de coherencias. La correlación estadística de las dos apreciaciones fué: $r = +0.48$, siendo estadísticamente significativa con un probabilidad asociada de la ocurrencia por azar menor de 0.05. Además en las gráficas se presentan las transcripciones de los reportes verbales de los sujetos involucrados.

RESULTADOS.

Si comparamos la Tabla 3 con la Tabla 4, nos podemos dar cuenta que los reportes verbales que comparten calificaciones altas de los dos observadores, generalmente coinciden (5 a 7), con gráficas en las que existe una correlación alta, de por lo menos un par de coherencias. La Tabla 5 muestra las sesiones en que esta relación fué más marcada. Presentamos a continuación dos reportes verbales interesantes (uno muy relacionado y el otro no), con su respectiva relación estadística (ver gráficas VII y VIII). El 16 de julio de 1979 dos sujetos alambrados en corteza frontal derecha e izquierda, reportaron verbalmente lo siguiente: Sujeto 1. Primero imagen

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



GRÁFICA VII En esta gráfica y en la correlación estadística que se presenta, se puede observar la relación que existe entre la coherencia EEG de los sujetos, así como de los reportes verbales.

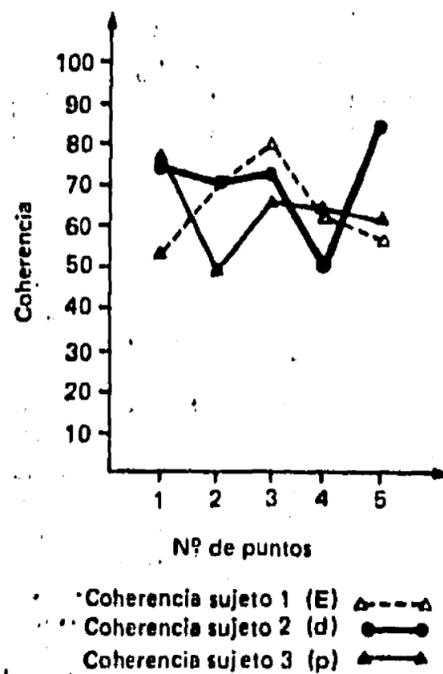
Se presenta el nivel de coherencia Interhemisférica de las zonas frontales y temporales de dos sujetos, en cinco diferentes puntos del registro EEG.
(Duración del registro: 2'10")

La correlación estadística entre estos dos sujetos fue: $r = +0.96$, siendo estadísticamente significativa con una probabilidad asociada de ocurrencia por azar menor a 0.05.

Reporte verbal:

Sujeto 1; Primero imagen de un trofeo con unas manos hacia arriba. Pensando en imágenes. Al último "metiéndose" en la meditación.

Sujeto 2; Se dejó ir. Imagen de un trofeo deportivo de oro. Muchas imágenes. Vio al sujeto 1 tal y como está sentado. Después imagen de la Patagonia y trofeo de oro.



GRÁFICA VIII En esta gráfica y en la correlación estadística que se presenta, se puede observar la falta de relación entre la coherencia EEG de los sujetos, así como de los reportes verbales.

Se presenta el nivel de coherencia interhemisférica de las zonas frontales de tres sujetos, en cinco diferentes puntos del registro EEG.

(Duración del registro: 2'5")

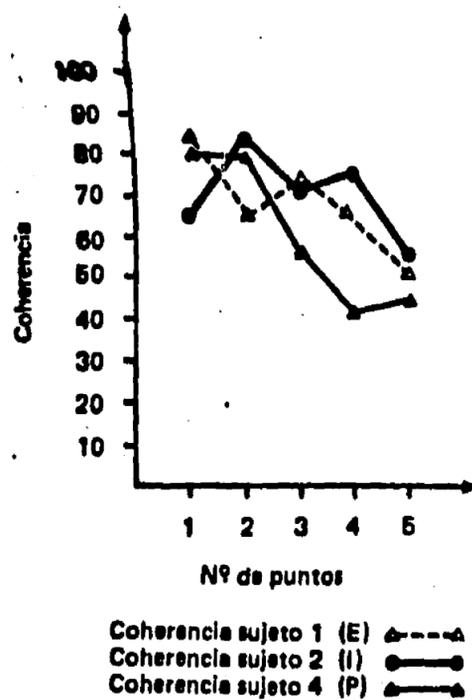
La correlación estadística entre el sujeto 1 y el sujeto 2 fue de: $r = +0.09$, no siendo estadísticamente significativo.

Reporte verbal:

Sujeto 1; Pensó que era muy rápido. No le daba tiempo de comunicarse.

Sujeto 2; Dolor o presión en el ojo izq. Recepción de mensaje inespecífico que termina al apagarse el polígrafo.

Sujeto 3; Trató de recibir un mensaje, sintió que ellos también trataban de recibir un mensaje.



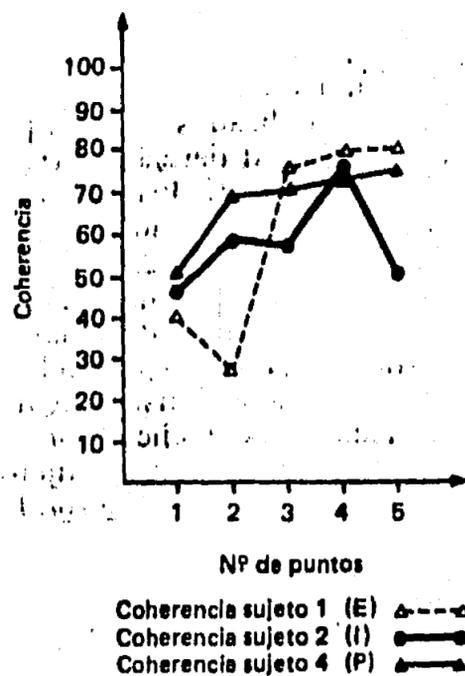
GRÁFICA IX. Gráfica que presenta un ejemplo de coherencias que se agrupan en la parte alta de la misma (por encima del valor 50).

Reporte verbal:

Sujeto 1; Pensó que la comunicación no es recibir ni transmitir mensajes. Después dolor en el lado izq. de la sien.

Sujeto 2; trató de recibir un mensaje, pero las sintió bloqueadas. No sintió comunicación.

Sujeto 4; presión en el ojo izq. Como recepción de mensaje inespecífico y hambre.



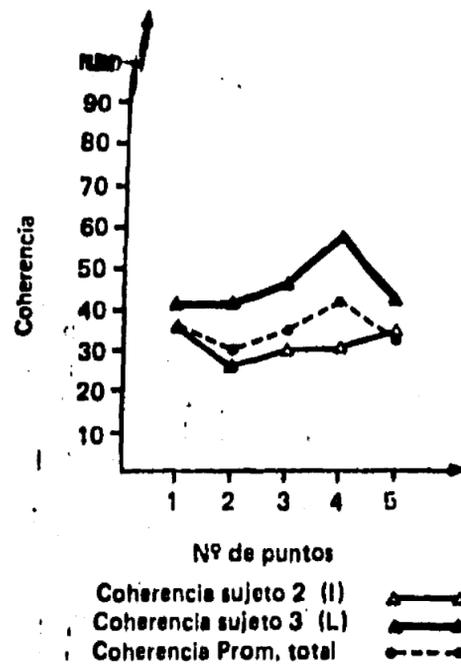
GRÁFICA X. Gráfica que presenta un ejemplo de coherencia que se agrupan en la parte media de la misma (alrededor del valor 50).

Reporte verbal:

Sujeto 1; Primero en expectativa, luego trató de concentrarse y relajarse. Se mantuvo así tratando de sentir al sujeto 2 y 4.

Sujeto 2; Mandó la imagen de unos planetas. Luego trató de recibir un mensaje de los otros sujetos y no pudo.

Sujeto 3; Pensamientos dispersos.



GRÁFICA XI Gráfica que presenta un ejemplo de coherencias que se agrupan en la parte baja de la misma (por debajo del valor 50).

Reporte verbal:

Sujeto 2; Primero pensando en el sujeto 1. Súbitamente la imagen de la gran pirámide, la esfinget se transformó en un Chac-Mol y luego de nuevo en la esfinget de la gran pirámide. Vefa al león con cabeza de mujer. Vefa la pirámide y el león.

Sujeto 3; Trató de mandar imágenes de pirámides. Le vino la imagen de pirámides como montones de hielo en el Polo Norte. Pensó en ovnis.

de un trofeo con unas manos hacia arriba; pensando en imágenes; al último "metiéndose" a la meditación. Sujeto 2. Se dejó ir; imagen de un trofeo deportivo de oro; muchas imágenes; vió al sujeto tal y como está sentado; después imagen de la Patagonia y trofeo de oro. La correlación estadística de los niveles de coherencia interhemisférica de ambos sujetos fué de: $r = +0.96$ siendo estadísticamente significativa con una probabilidad asociada de ocurrencia por azar menor a 0.05.

El 5 de julio de ese mismo año, tres sujetos alambrados en corteza frontal derecha e izquierda reportaron lo que sigue: Sujeto 1. Pensó que era muy rápido; no le daba tiempo de comunicarse. Sujeto 2. Dolor o presión en el ojo izquierdo; recepción de mensaje inespecífico que termina al apagarse el polígrafo. Sujeto 3. Trató de recibir un mensaje, sintió que ellas trataban de recibir un mensaje. La correlación estadística de los niveles de coherencia interhemisférica más parecidos (sujeto 1 y 2) fueron: $r = +0.09$.

Dentro de los reportes verbales, que coinciden con coherencias que se correlacionan, se puede hacer la siguiente subdivisión:

- a) Gráficas correlacionadas de coherencia alta, que vendrían a ser coherencias que presentan la mayor parte de sus puntajes por arriba del valor 50 (gráfica IX).
- b) Gráficas correlacionadas de coherencia media, que serían coherencias que presentan la mayor parte de sus puntajes alrededor del valor 50 (gráfica X).

TABLA 4
APRECIACIÓN VISUAL Y CORRELACIÓN ESTADÍSTICA
DE LOS VALORES GRAFICADOS

Sesión (fecha)	Ensayo (parte)	Observ. 1	Observ. 2	r
5/jul.	1	1	1	I-P = +0.52
	2	1	1	E-I = +0.09
	3	2	2	E-I = +0.31
				P-E = +0.57
	4	1	0	I-P = +0.47
	5	2	2	E-I = +0.62
9/jul.	6	2	1	E-P = +0.61
				E-I = -0.05
12/jul.	1	1	2	L-E = +0.53
	2	3	3	L-E = +0.94
				E-I = +0.79
	3	1	2	L-I = +0.64
	4	1	1	L-I = -0.77
16/jul.	5	2	0	E-L = +0.01
	1	2	3	I-L = -0.86
				E-L = +0.49
	2	3	3	L-I = -0.32
				I-c. tot. = +0.85
	3	2	1	L-I = -0.16
			L-c. tot. = +0.89	
	4	2	2	I-L = -0.39
	5	2	2	I-L = +0.52
	6	1	2	I-L = -0.66
	1	2	0	I-L = +0.04
	2	2	1	E-I = -0.36
	3	2	2	E-I = -0.42
	4	2	3	E-I = +0.42
	5	3	3	E-I = +0.94
	6	3	3	temporales (') = +0.37
				E-I = +0.96
				temporales (') = +0.96

Esta tabla presenta la apreciación visual de dos observadores de los valores graficados, así como su correlación estadística.

La correlación estadística entre los observadores fue de: $r = +0.48$, siendo estadísticamente significativa con una probabilidad asociada de ocurrencia por azar menor a 0.05.

Para los valores de r, el punto de decisión fue de: $r = 0.878$.
 c. tot. = coherencia promedio total E = sujeto 1 I = sujeto 2
 L = sujeto 3 P = sujeto 4
 (') = r de temporales izquierdos contra temporales derechos-temporales-izquierdos

TABLA 5
CALIFICACIONES DE GRAFICAS DE COHERENCIA QUE
COINCIDEN CON CALIFICACIONES DE REPORTES
VERBALES SIMILARES

Sesión (fecha)	Ensayo (parte)	Calif. reporte verb.		Calif. val. graficados	
		Observ. 1	Observ. 2	Observ. 1	Observ. 2
5/jul./79	5	3	2	2	2
9/jul./79	2	2	2	3	3
12/jul./79	1	2	2	2	3
	2	3	2	3	3
16/jul./79	5	3	3	3 (3')	3 (3')

Nota: (') = valores graficados de cortezas temporales.

Esta tabla muestra comparativamente las apreciaciones tanto de los reportes verbales como de las graficaciones.

c) Gráficas correlacionadas de coherencia baja, que obviamente serían coherencias que presentan la mayor parte de sus puntajes por abajo del valor 50 (gráfica XI).

En este estudio esta subdivisión no es muy marcada, por el pequeño número de casos que pertenecen a subdivisiones extremas (altas y bajas), sin embargo las presentamos por marcar posibles tendencias que en estudios posteriores se puedan reforzar más.

De los reportes verbales que concuerdan con coherencias altas, se puede decir que aparentemente expresan un estado de tranquilidad y sentimientos de bienestar en el sujeto. Los que comparten coherencias bajas manifiestan en su mayor parte la aparición de imágenes visuales.

Cuando no existía correlación entre los sujetos o zonas, generalmente aparecían reportes de temas disímiles y falta de comunicación directa; estando en algunas ocasiones algunos de los sujetos en expectativa de que sucediera algo relacionado con la satisfacción de necesidades, que podríamos llamar "materiales", por ejemplo: pensar en obtener tal o cual objeto, o tal o cual situación (gráfica VIII).

En resumen podríamos decir, que una comunicación directa se relacionó en este estudio con la aparición de coherencia EEG que se correlacionaba entre sí, independientemente del nivel -ya fuera alto o bajo- de coherencia que presentaban. En contraste, un nivel bajo de coherencia traía aparejada una falta de comunicación directa, y la aparición de expectativas al futuro en algunos sujetos. Cuando por otro lado, las coherencias eran altas, se reportaban sentimientos de bienes-

tar y tranquilidad y cuando eran bajas imágenes vívidas.

CONCLUSIONES.

En conclusión y de acuerdo con los resultados que se expresan antes, se podría afirmar que la comunicación se hacía más efectiva entre los sujetos, conforme más coincidía el nivel de su coherencia inter y/o intrahemisférica independientemente de si fuera ésta era alta o baja.

Lo anterior está de acuerdo con la hipótesis inicial que señala una relación estrecha entre procesos complejos o funciones de un alto grado de evolución y la unificación de la actividad electrofisiológica del cerebro.

La comunicación humana en cualquiera de sus niveles es una de las funciones más complejas y recientes en la evolución de los organismos. El hecho de que su correlativo electrofisiológico sea precisamente la coherencia interhemisférica, indica que se asocia con procesos de unificación de la mayor complejidad. Puesto que ya vimos antes que la coherencia y la correlación interhemisférica son la sustentación fisiológica de las experiencias del yo y la función yoica es de las más complejas existentes, la relación entre procesos de unificación y la complejidad funcional quedan demostradas experimentalmente.

CAPITULO III
PATRONES DE CORRELACION INTERHEMISFERICA
DURANTE LA COMUNICACION HUMANA
ANALISIS AUTOMATIZADO

INTRODUCCION.

Hemos visto antes, que existe una relación entre la complejidad de una función y el número y correlación de elementos neuronales que le dan origen.

Un ejemplo de ésta relación se mostró en el capítulo anterior en el cual se describió una medida electrofisiológica (la coherencia interhemisférica) asociada con el proceso complejo de la comunicación humana.

Cuando tuvimos la oportunidad de utilizar una computadora PDP 11-40 instalada en la Facultad de Psicología, nos propusimos automatizar el cálculo de la correlación interhemisférica, desarrollando un programa* que permitió por primera vez, graficar una serie de correlaciones interhemisféricas en forma de patrones, y así volvemos a poner a prueba experimental, la hipótesis original con un método aún más estricto y confiable que el utilizado anteriormente.

En éste capítulo se presentan los resultados obtenidos durante los últimos años utilizando este cálculo de patrones de correlación interhemisférica.

*Gracias a la ayuda de Miguel Angel Guevara, Daniel Zarabozo y Julieta Ramos, por el desarrollo de los programas utilizados.

METODO.

Sujetos adultos eran invitados a sentarse cómodamente en el interior de una cámara de Faraday sonoamortiguada. Los sujetos eran instruidos a permanecer tranquilos, en condiciones de obscuridad casi total, con los ojos cerrados, sin proferir palabra alguna y estando separados uno del otro por una distancia de aproximadamente 50 cm. En esta situación era registrada la actividad electroencefalográfica del hemisferio derecho e izquierdo de cada sujeto, en derivaciones bipolares fronto-occipitales. En algunos sujetos también se utilizaron registros monopolares. La actividad electroencefalográfica era amplificada utilizando un polígrafo Beckman con filtros abiertos entre 3 y 45 hertz. La actividad electroencefalográfica, era captada en una grabadora instrumental de FM y después transformada a dígitos mediante un convertidor analógico digital y sometida a un análisis, utilizando una computadora PDP 11-40. La mayor parte de los experimentos se realizaron con parejas de sujetos; un total de 13 parejas han sido investigadas hasta la fecha. Además se han realizado estudios en cuatro tríos de sujetos.

La actividad electroencefalográfica de cada hemisferio, de cada sujeto era digitalizada con un muestreo de 1 dato cada 4 milisegundos. Cada 64 datos (256 msec.) se realizaba un análisis de correlación utilizando el algoritmo Producto-Momento de Pearson. Aproximadamente 320 correlaciones eran realizadas cada 82 seg. de actividad electroencefalográfica. Estas correlaciones, fueron graficadas de tal forma que se pudieran obtener patrones de correlación interhemisférica de

cada uno de los sujetos, durante cada una y todas las sesiones, que en promedio duraban aproximadamente 15 minutos. Los sujetos eran interrogados para conocer las experiencias subjetivas que habían tenido durante la sesión de comunicación. Se tomaron 10 muestras para cada condición experimental.

Se utilizó un esquema A-B-A', para realizar algunos de los experimentos. En el período A era registrada la actividad de cada uno de los sujetos en forma independiente. Las gráficas de correlación interhemisférica así obtenidas se denominaron gráficas correspondientes a una situación de control inicial. Después de este período A de control inicial, los sujetos eran instruidos para comunicarse dentro de la cámara de Faraday, y durante 15 min. en las condiciones antes relatadas, se realizaban las grabaciones de la actividad electroencefalográfica. A este período se le denominó período B, o período experimental de comunicación en parejas. Este período de 15 minutos era seguido inmediatamente después por un período A' de control final, en el que se volvía a registrar la actividad electroencefalográfica pero con los sujetos aislados y sin comunicación. La instrucción durante el período B de comunicación fue verbal y consistió en solicitarle a los sujetos que sintieran su presencia mutua mientras permanecían en silencio y dejando fluir sus pensamientos. Se aseguraba que los sujetos entendieran las instrucciones anteriores, a través de un interrogatorio anterior y posterior a la sesión. El interrogatorio posterior, además, permitía conocer el grado de éxito obtenido durante la comunicación directa.

En algunos experimentos, se instruyó a los sujetos para

presionar un interruptor cada vez que lograban sentir la presencia de su compañero (a). Los interruptores estaban conectados con un generador de pulsos cuadrados los que eran grabados en cintas magnéticas simultáneamente con los registros de la actividad EEG. El registro de los pulsos se utilizó para realizar comparaciones con la actividad EEG y como medida objetiva de la comunicación.

En ocasiones se realizaron registros en más de dos sujetos, estos registros se denominaron registros de comunicación en grupo.

Además de los estudios de comunicación interhemisférica individuales, se realizaron estudios que denominamos de concordancia electroencefalográfica intersujetos. En estos estudios lo que se hacía era: utilizando la misma metodología A-B-A' que en los estudios de correlación interhemisférica, la actividad del hemisferio derecho de un sujeto era correlacionada con la actividad del hemisferio derecho de otro sujeto, de la misma forma la actividad del hemisferio izquierdo de un sujeto era correlacionada con la actividad del hemisferio izquierdo de otro sujeto. De esta forma se obtuvieron correlaciones entre la actividad electroencefalográfica de pares de sujetos. Estas correlaciones tenían una densidad similar a las correlaciones interhemisféricas individuales, esto es aproximadamente 320 correlaciones cada 82 segundos.

RESULTADOS.

En la figura número 3.1, se observan dos patrones de correlación interhemisférica de dos sujetos, en una sesión du-

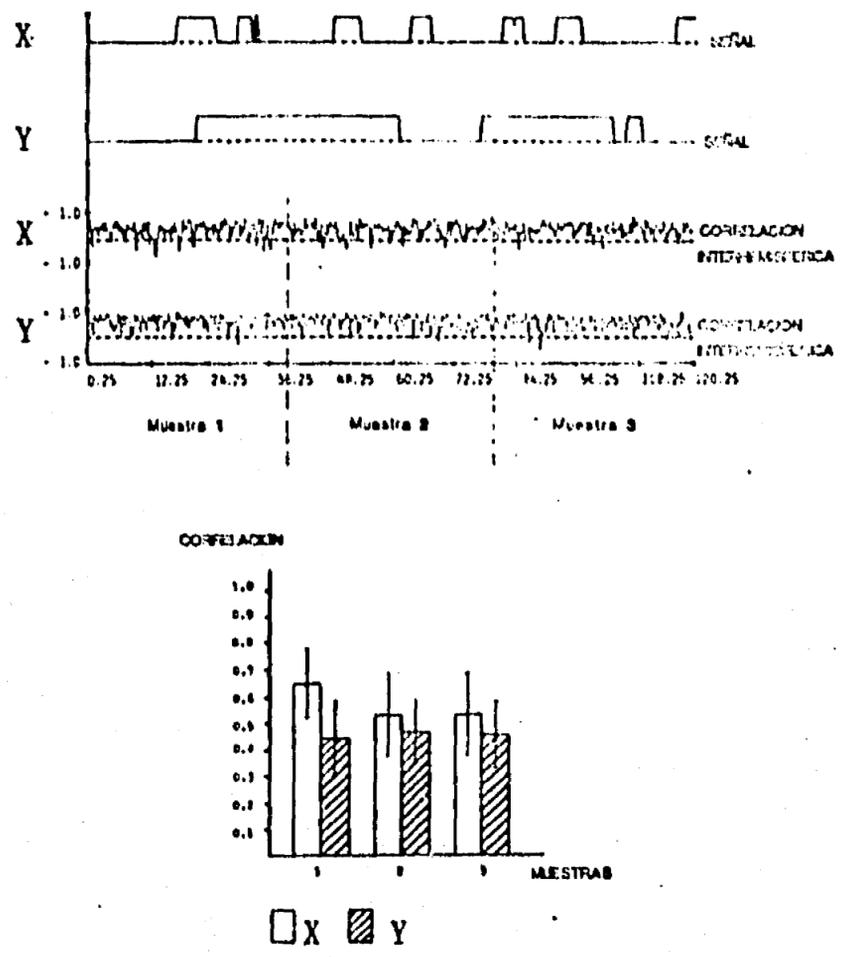


FIG. 3.1

rante la cual, la comunicación se calificó como intensa y profundamente empática. En la figura se observa además de los patrones de coherencia interhemisférica individuales, la señalización que cada uno de los sujetos hacía, utilizando un interruptor, de los periodos en que se sentía en comunicación directa con su compañero. Se observó que durante los 82 segundos que están registrados en la figura, existen una gran cantidad de señales enviadas por los sujetos. Esto indica que la comunicación era directa y al mismo tiempo se observa una gran similitud en la morfología de los patrones individuales de la correlación interhemisférica. Lo anterior muestra que durante la comunicación directa, los patrones de correlación interhemisférica de cada sujeto se parecen entre sí. En la parte inferior de la figura se observan, mediante barras, los valores de las medias y las desviaciones estandar de las correlaciones al inicio (muestra 1) a la mitad (muestra 2) y al final de la sesión.

Con el objeto de analizar la dinámica y la evolución de esta similitud, realizamos el siguiente experimento, que está ilustrado en la figura 3.2. Aquí dos sujetos que nunca antes habían estado en comunicación, son invitados a penetrar en la cámara de Faraday y se inicia el registro de la actividad electroencefalográfica, mientras permanecen con los ojos cerrados, en silencio, sin tocarse y sin verbalizar. La sesión de registro se dividió en 6 periodos de análisis que están mostrados en la figura, desde el periodo 1, hasta el 6. En el periodo 1, se inicia la sesión. Uno de los sujetos la inicia con un nivel de correlación interhemisférica muy alto, mientras que el otro sujeto, muestra un patrón de correlación os-

PATRONES DE CORRELACION INTERHEMISFERICA

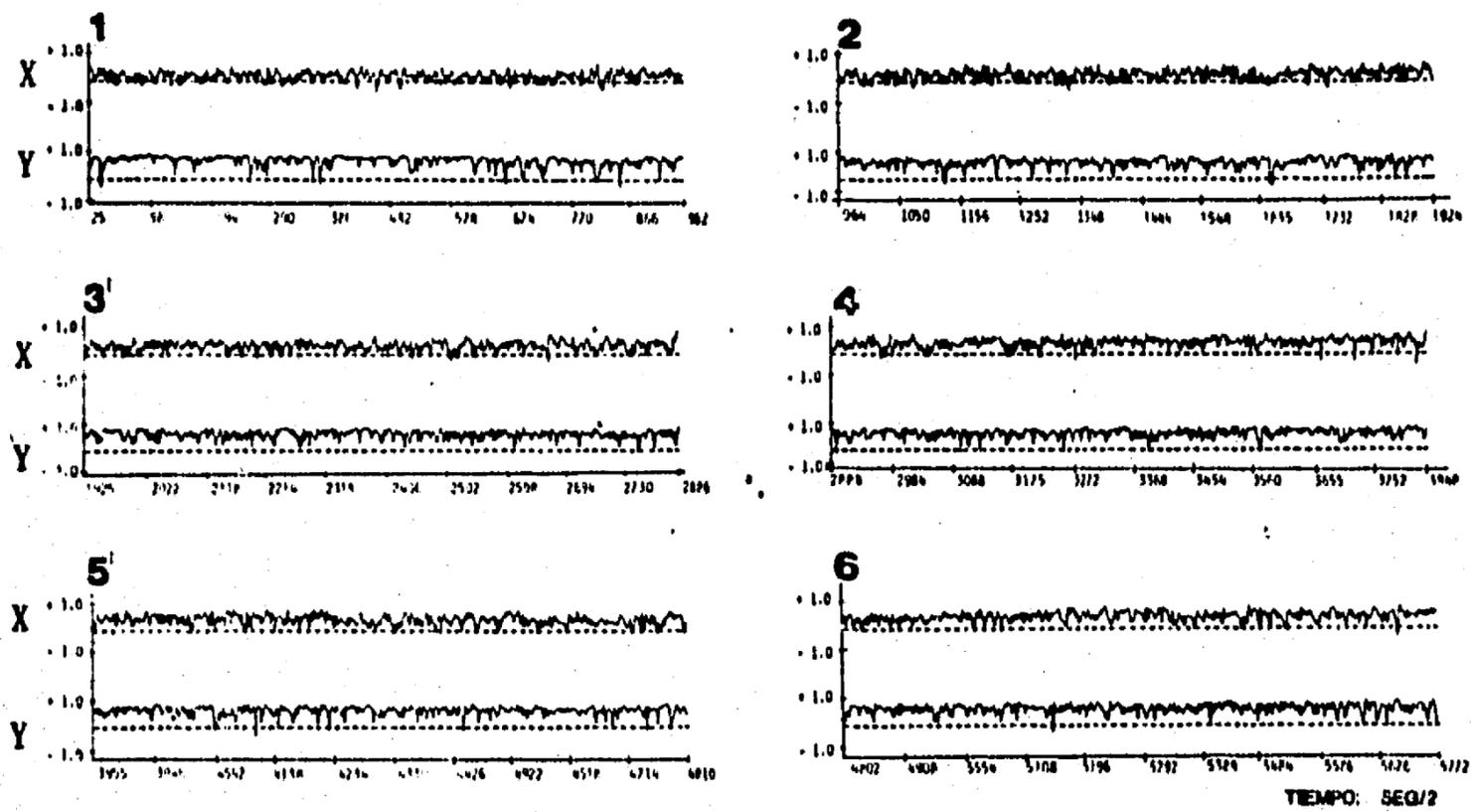


FIG. 3.2

cilante alrededor del valor cero. A medida que continúa la sesión los dos patrones se vuelven cada vez mas similares entre sí, hasta que al final, en el período 6, los patrones son prácticamente indistinguibles.

El resultado anterior indica, que a medida que dos sujetos están en comunicación directa, sus patrones de correlaciones interhemisféricas individuales sufren una modificación que los hace volverse parecidos entre sí.

El análisis estadístico de los promedios de correlación de los sujetos, está mostrado en la fig. 3.3. Aquí se observan mediante barras, los promedios de correlación durante los 6 períodos de análisis de la sesión y sus respectivas desviaciones estandar. Se observa con claridad que a medida que transcurre la sesión, los promedios de correlación interhemisférica individual se parecen cada vez más entre sí y en el último período inclusive hay una sobreposición de las desviaciones estandar, lo que indica que no existen, al final de la sesión diferencias estadísticamente significativas entre las correlaciones interhemisféricas individuales.

Con el objeto de analizar si la similitud entre los patrones de correlación interhemisférica, que se observan durante las sesiones de comunicación directa, son específicos o se deben a variables inespecíficas, tales como la habituación, el estereotipo, o la fatiga; se realizó el siguiente experimento.

En la fig. 3.4, se muestra el patrón de correlación interhemisférica individual de un sujeto aislado. Este patrón se comparó con patrones obtenidos del mismo sujeto, cuando

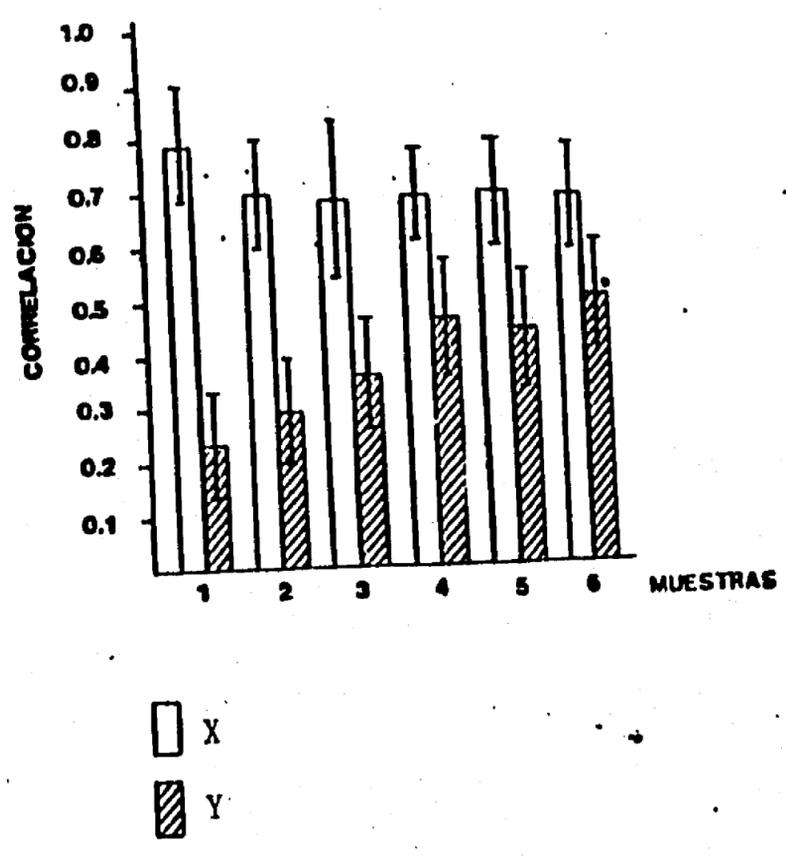


FIG. 3.3

PATRONES DE CORRELACION INTERHEMISFERICA

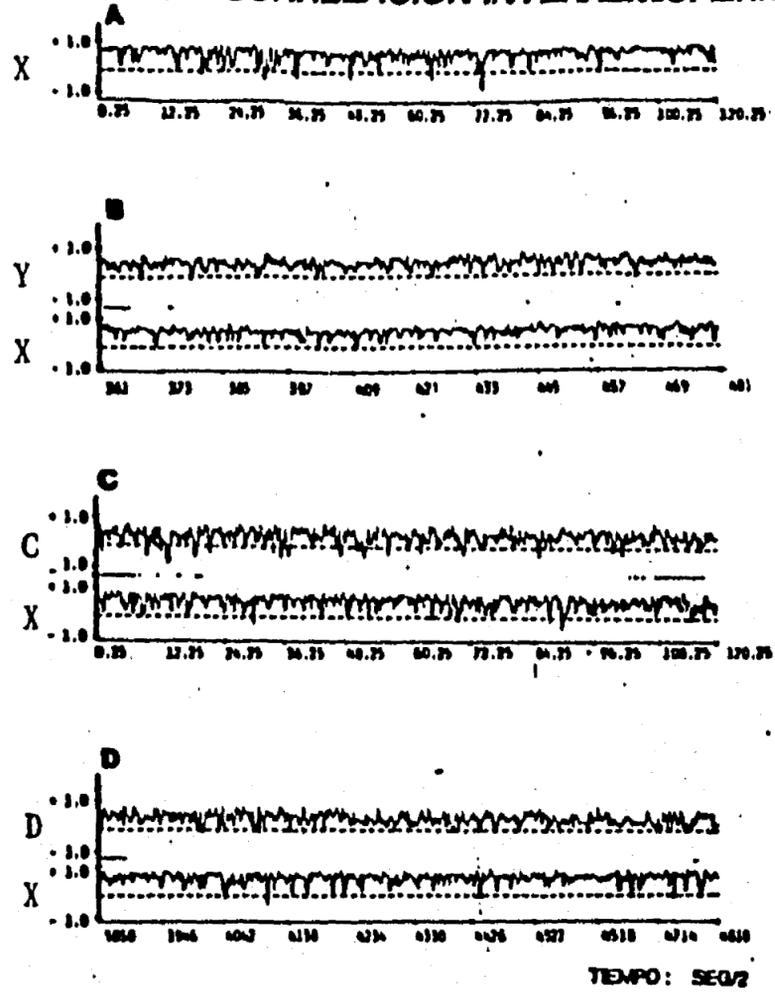


FIG. 3.4

éste establecía una comunicación directa con otros tres sujetos. En la figura se observa que la morfología del patrón individual, mostrado en la primera línea, cambia cuando el sujeto registrado se coloca en comunicación directa con otro sujeto. Esto se muestra en las siguientes dos líneas de la figura. A su vez los patrones de otra pareja de sujetos en la que está incluido el mismo sujeto vuelven a cambiar y a hacerse similares entre sí. Estos resultados indican que la similitud de los patrones de correlación interhemisférica individuales, son específicos para cada par de sujetos y no se deben a variables inespecíficas, tales como fatiga, cansancio, o habituación.

Con el objeto de hacer una comparación visual entre estos patrones de correlación de un par de sujetos que participaron en cada experimento, se realizó una prueba de jueces. Diez personas que no tenían ninguna relación con los sujetos hicieron una comparación entre dos pares de patrones de correlación a la vez. Tres pares correspondieron con los pares de sujetos registrados simultáneamente en el mismo experimento (los pares mostrados en la fig. 3.4), y los 12 pares restantes se formaron al combinar al azar los tres pares originales de patrones. Se presentaron todas las combinaciones posibles de pares de patrones. Los jueces fueron instruidos para indicar cual de los dos pares presentados simultáneamente mostró mayor similitud. En el 70% de los casos los jueces consideraron que los pares de patrones registrados simultáneamente en el mismo experimento eran más similares entre sí que el resto de los pares.

Con el objeto de explorar si la modificación de los pa-

trones de correlación, durante la comunicación directa, tiene un sentido de incremento en la correlación individual o de decremento durante el proceso se realizó el siguiente experimento: Se obtuvieron los patrones de correlación individual de sujetos, durante una situación de control inicial y después estos sujetos se colocaron en la situación de comunicación directa y se volvieron a registrar sus patrones. Se escogieron parejas de sujetos que difirieron notablemente en los valores de correlación promedio, obtenidos en la situación de control inicial y uno de estos casos se observa en la fig.3.5. En esta figura se observan cuatro patrones de correlación interhemisférica individual en dos sujetos, el sujeto X y el sujeto Y. En la situación control que es la primera y tercera línea, se observa que el patrón del sujeto X, era relativamente alto en promedio, mientras que el patrón del sujeto Y, era relativamente bajo oscilando alrededor del cero. Cuando los dos sujetos se colocaron en la situación de comunicación directa, lo que se muestra en la segunda y cuarta línea de la figura, se observa que el patrón de Y, que en el control inicial oscilaba alrededor del cero, ahora está relativamente elevado, como si la elevada correlación inicial del sujeto X hubiera atraído hacia sí, la correlación del sujeto Y. En la parte inferior de la figura se muestran, mediante barras, estos resultados.

Cuando los niveles de correlación iniciales de dos sujetos, son muy similares, el efecto de la comunicación no altera a ambos patrones. Esto se observa con claridad en la fig. 3.6, en la que están registrados los patrones de correlación

PATRONES DE CORRELACION INTERHEMISFERICA

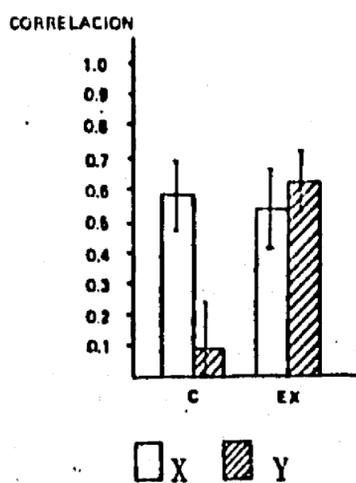
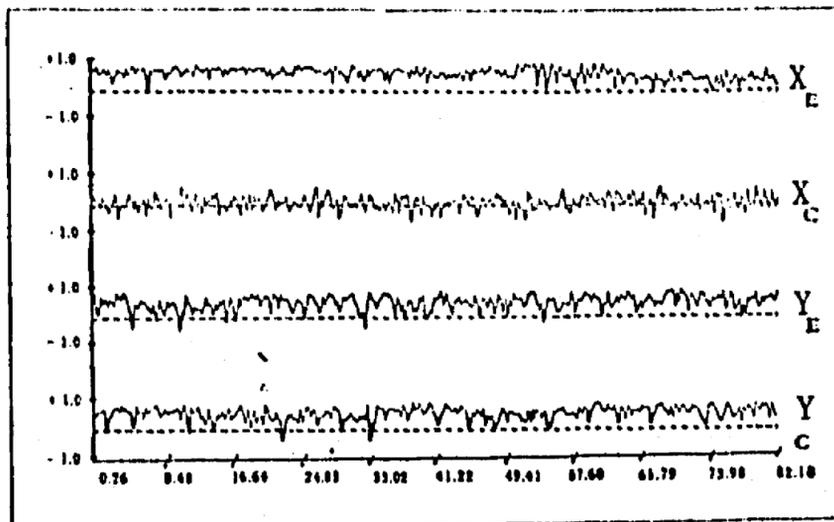


FIG. 3.5

PATRONES DE CORRELACION INTERMEDIARIA

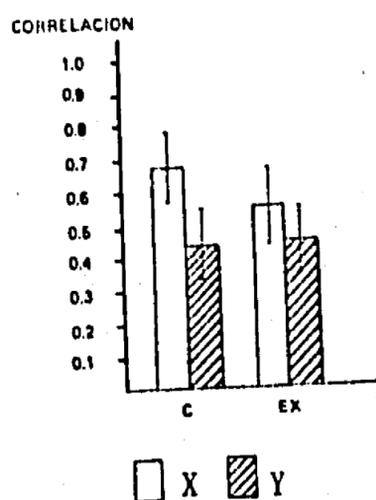
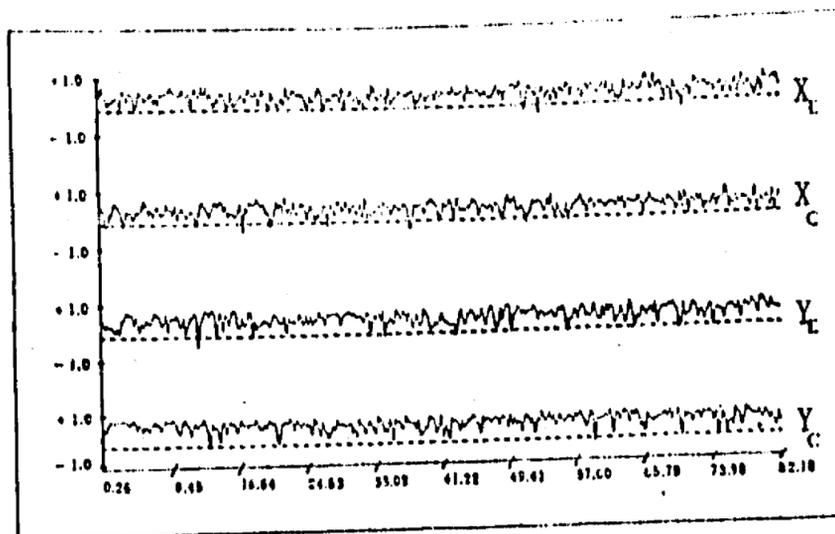


FIG. 3.6

interhemisférica individual del sujeto X y del sujeto Y , durante controles iniciales y durante la comunicación directa. En la parte inferior de la figura se muestran, mediante barras, estos resultados.

En un estudio previo realizado hace algunos años (Grinberg-Zylberbaum 1982) y presentado en el capítulo anterior, encontramos que además de una similitud en los patrones de correlación interhemisférica individual de sujetos durante la comunicación, se observaba una tendencia a que la actividad electroencefalográfica individual, también se haga similar en la misma condición. Estos resultados se replicaron en los siguientes estudios , en los cuales , como se mencionó en la sección de método, se realizaron análisis de correlación de la actividad electroencefalográfica entre sujetos, obteniendo lo que denominamos, patrones de concordancia intersujetos.

Un ejemplo de un estudio de concordancia, se muestra en la siguiente fig. 3.7. En esta figura se muestran los patrones de concordancia obtenidos de dos sujetos durante una situación de comunicación en pareja, durante una situación de control inicial, durante una situación de comunicación en grupo y durante la situación de control final sin comunicación. Aquí, durante el control inicial los valores de concordancia giran alrededor de cero y aumentan extraordinariamente durante la comunicación en pareja, alcanzando un nivel promedio alrededor de 0.80. Durante la comunicación en grupo, disminuye la concordancia manteniéndose arriba de un valor de .40 y por último en el control final, vuelve a oscilar alrededor de cero.

PATRONES DE CORRELACION INTERSUJETO

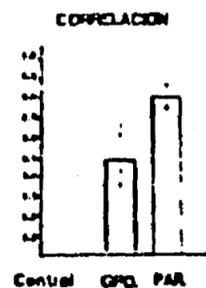
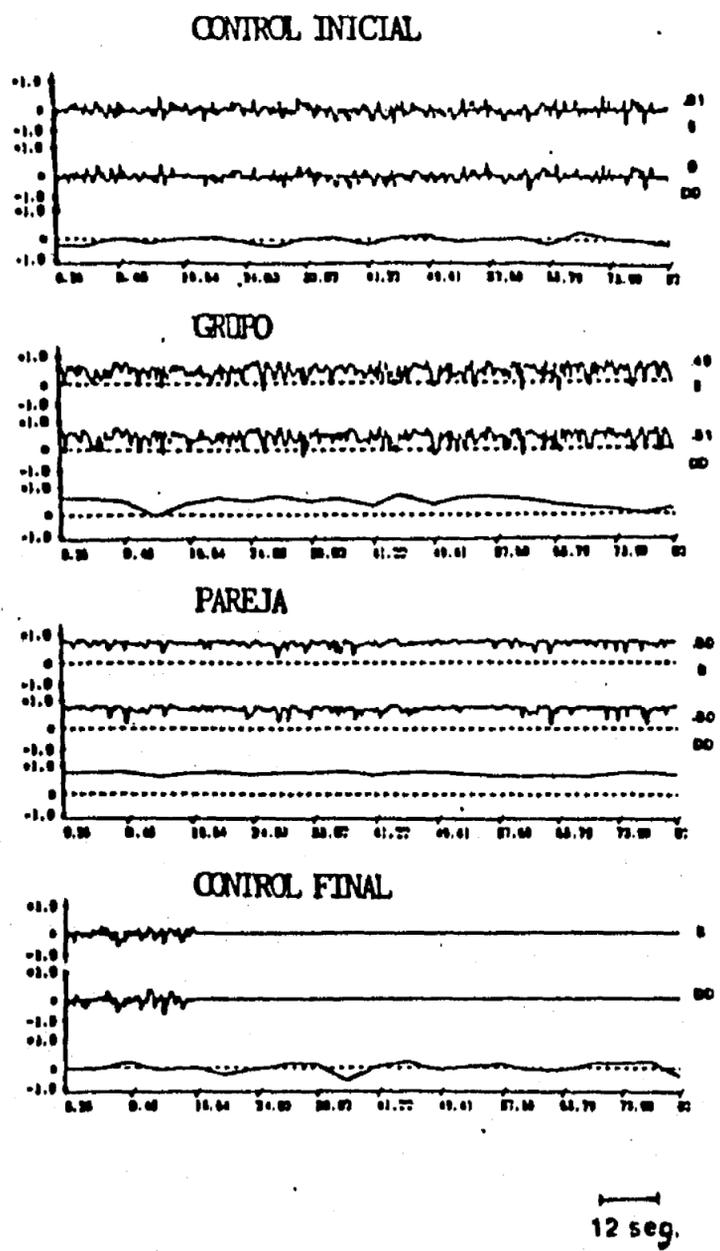


FIG. 3.7

Estos resultados sugieren que durante la comunicación directa, la actividad electroencefalográfica de dos cerebros humanos se vuelve muy similar entre sí. En la parte derecha de la figura se muestran, mediante barras, los resultados del análisis anterior.

Finalmente en la siguiente figura número 3.8, se presentan muestras obtenidas al azar de la actividad electroencefalográfica de dos sujetos, durante una situación inicial de falta de comunicación, durante la comunicación en pareja y durante un control final sin comunicación. Es notable el gran parecido de la actividad electroencefalográfica directa durante el período de comunicación en pareja y aún durante el período de comunicación en grupo, comparado con las situaciones de control inicial o de control final.

CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos durante este estudio indican que los patrones de correlación interhemisférica de sujetos humanos, se vuelven similares entre sí durante la comunicación.

Esta similitud no se debe a factores inespecíficos tales como la fatiga, la habituación al estereotipo o el azar tal y como lo demuestran los controles realizados. Por otro lado, el estudio muestra que existe una dinámica específica en los intercambios de correlación durante la comunicación. Esto es, que sujetos que inician la comunicación en estados de elevada correlación interhemisférica provocan, en su pareja, un incremento en su correlación interhemisférica, mientras que su-

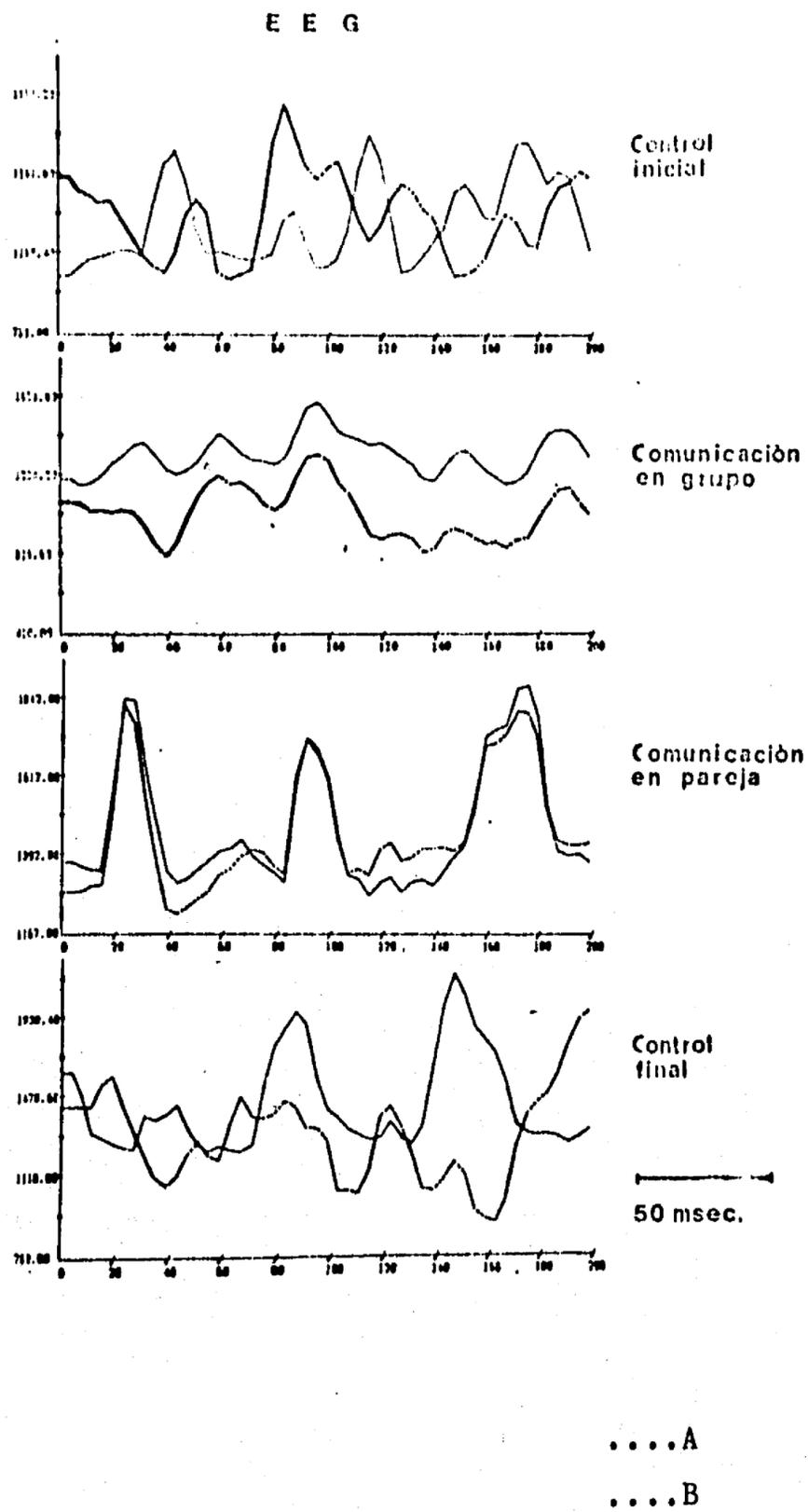


FIG. 3.8

jetos que no difieren inicialmente en sus índices de correlación no los modifican durante la comunicación.

Que la primera dinámica de interacciones parece reflejar un verdadero intercambio energético, lo muestra el hecho de que la elevación de la correlación interhemisférica del sujeto "bajo" conlleva la disminución (ligera pero notable) de la correlación interhemisférica del sujeto "alto".

Los experimentos con tríos de sujetos son ilustrativos de intercambios aún más sofisticados, y permiten asegurar que los efectos observados no son resultados del ruido inespecífico del sistema.

En estos estudios se observó que la introducción de un sujeto "distractor" hace disminuir la similitud electrofisiológica de la pareja en comunicación.

Además, estos experimentos muestran que no solo los patrones de correlación interhemisférica son los que se asocian con la comunicación sino también lo hace la actividad electroencefalográfica.

Es importante hacer notar que los controles iniciales y finales de los experimentos indican que cuando se compara una muestra de la actividad EEG de un sujeto obtenida en tiempos diferentes a la de otro sujeto, no se obtiene valor alguno de correlación confiable, significativa y constante indicando que los resultados obtenidos durante la comunicación no pueden ser adjudicados al ruido del sistema, o al azar.

El que, durante la comunicación directa, los valores altos de correlación reflejan variables de interacción reales lo demuestra el hecho, antes discutido de que durante la comunicación grupal (con un sujeto distractor) estos valores

disminuyen.

Durante la comunicación grupal, un tercer sujeto actúa como un estímulo distractor para los otros dos, de manera que el haber obtenido una disminución considerable (de .80 a .49) en los valores de concordancia intersujeto, apoya la relación existente entre patrones electrofisiológicos y variables complejas.

Por último, el registro de patrones de correlación interhemisférica es una novedosa herramienta de estudio de las funciones cerebrales superiores y promete ser una llave de abundantes descubrimientos para el futuro.

7

CAPITULO IV
LA COMUNICACION
Y LAS FUNCIONES DE UNIFICACION

En 1935 Alberto Einstein, Nathan Rozen y Boris Podolsky, intentaron resolver algunos problemas planteados, por la mecánica cuántica, proponiendo lo que, en la actualidad se conoce como la hipótesis Einstein-Rozen-Podolsky. (ERP)

Esta hipótesis ERP afirma que como fundamento de la realidad y en la base del espacio existe una matriz que interconecta todos los objetos conocidos.

De esta forma, concluyeron, que si dos partículas elementales interactúan y después se alejan; cualquier acción sobre una afectará a la otra independientemente de la distancia a la que se encuentren entre sí.

Einstein, pensaba que los efectos de interacción a distancia estaban sostenidos por una especie de "mar de resonancias" cuyas "olas" comunicaban entre sí a todo lo que existe.

La hipótesis ERP ha recibido una incrementada atención a medida que pasa el tiempo y se han propuesto (y realizado) experimentos de laboratorio para poner a prueba sus postulados.

No es de mi competencia ni me encuentro capacitado como para explicar con detalle los desarrollos contemporáneos de esta hipótesis. Sin embargo, si quisiera mencionar que el físico Bell demostró su bondad y que últimamente el grupo de París encabezado por Aspen (1983) confirmó la predicción original.

En este momento, los físicos debaten la cuestión acerca de la velocidad a la que se transmiten los efectos que predice la hipótesis ERP.

Existen, en este sentido dos escuelas de pensamiento. Por un lado, los físicos encabezados por Jack Sarffati (1985) quienes suponen que las interacciones se realizan a una velocidad supraluminal. Por el otro, los físicos que siguen a Alberto Einstein, quienes consideran que la velocidad de transmisión es la de la luz.

Los resultados experimentales que se presentan aquí, parecerían ser una extensión de la hipótesis ERP a nivel humano y, desde éste punto de vista, despiertan interrogantes similares.

La primera de ellas es acerca de la explicación del efecto observado de intercambio de correlaciones.

De alguna manera dos cerebros humanos en interacción son capaces de afectarse mutuamente.

¿A través de que medios y como se realiza la interacción? es una pregunta que merece ser considerada. Lo único que me atrevería a afirmar aquí es que la respuesta a ésta pregunta implica la actuación de funciones de unificación.

Por otro lado, al igual que con la hipótesis ERP, se podría plantear la existencia de una velocidad de interacción para los intercambios de correlaciones interhemisféricas entre dos o más sujetos.

Estas y otras preguntas deberían ser contestadas a través del diseño y la realización de experimentos cuidadosos.

El autor está consciente de que su trabajo es apenas un modesto inicio del trabajo encaminado a resolver estas y otras preguntas.

Por ahora, es posible afirmar que, independientemente de nuestro conocimiento acerca de la física y la fisiología de

la interacción, los patrones de correlación cerebral de un cerebro afectan a cerebros vecinos modificando sus propios patrones.

Puesto que ya habíamos demostrado que los patrones de unificación interhemisférica (la correlación interhemisférica) refleja la unificación psicológica (yoica) de un sujeto, se podría afirmar (de acuerdo con nuestros resultados) que dos seres humanos se afectan mutuamente transfiriéndose sus patrones de unificación. Esto último podría querer decir que cuando un sistema se logra unificar, la "fuerza" de su desarrollo "contagia" este incremento de la función unificadora como si ésta guiara el proceso.

Algo similar se puede observar en el proceso evolutivo de la materia y la vida; lo que primeramente eran unidades aisladas (partículas elementales) se constituyeron en conglomerados unificados tales como los átomos, los que a su vez se unificaron en unidades más complejas como las moléculas y éstas, a su vez, formaron las proteínas, los ácidos nucleicos, las células, los tejidos y los organismos.

Esta direccionalidad enfilada hacia el incremento en la complejidad, el número y la unificación ha sido considerada (ver Theilhard de Chardin) como uno de los ejes fundamentales de la evolución.

Se antoja especular que las interacciones entre cerebros también forman parte de una "hiperunidad" extraordinariamente compleja cuyas unidades (cada cerebro) son sistemas constituidos por miles de millones de elementos. Esta hiperunificación (si nuestra hipótesis es correcta) debe estar asociada a

funciones de una complejidad inimaginable.

Uno de los más excitantes temas de investigación del futuro deberá ser precisamente la elucidación de las relaciones que existen entre cerebros individuales y las funciones de hiperunificación que surgen de ellas.

Este podría iniciar el estudio de lo que podría denominarse "psicofisiología de los organismos sociales".

Por último, en cualquier organismo, sus procesos de unificación afectan y son afectados por sus elementos.

Así por ejemplo, si un ser humano decide ayunar, su decisión (unificadora) afecta todas las células. De la misma forma, si una parte del cuerpo se enferma, acaba por afectar a todo el organismo.

Algo similar debe ocurrir con las funciones de hiperunificación y con sus elementos individuales.

Ambos, se afectan mutuamente en formas y a través de dinámicas que merecen ser investigadas.

BIBLIOGRAFIA.

1. Berlo K.P. El Proceso de la Comunicación. Argentina. El Ateneo, 1971.
2. Grinberg-Zylberbaum J. Los Fundamentos de la Experiencia. Edit. Trillas. México, 1978.
3. Grinberg-Zylberbaum, J. El Cerebro Consciente. Edit. Trillas. México, 1979.
4. Grinberg-Zylberbaum J. La Transformación de la Actividad Cerebral en Experiencia. En Grinberg-Zylberbaum J. El Cerebro Consciente. Edit. Trillas, 1979 pag.143.

5. Grinberg-Zylberbaum J. Enseñanza e Investigación en Psicología. Correlativos Electrofisiológicos de la Experiencia Subjetiva. 1980. Vol. VI. Num.1 (11). Pag.44-52.
6. Grinberg-Zylberbaum J. The Transformation of Neural Activity into Conscious Experience. The Syntergic Theory. Journal of Social and Biological Structures. 1981. Vol.4, pag.201-210.
7. Grinberg-Zylberbaum, J. El Espacio y la Consciencia. Edit. Trillas. México, 1981.

8. Grinberg-Zylberbaum, J. Psychophysiological Correlates of Communication, Gravitation and Unity. The Syntergic Theory. Journal of Psychophysical Systems. 1982. Vol. 4, pp.227-256.
9. Grinberg-Zylberbaum, J. Extraocular Vision. Journal of Psychophysical Systems. Vol.5, 141-158, 1983.
10. Grinberg-Zylberbaum, J. The Orbitals of Consciousness . A Neurosyntergic Approach to the Discrete Levels of Conscious Experience. Journal of Psychophysical Systems. 1983. Vol 5, 235-242.

*

11. Grinberg-Zylberbaum J., Cueli, J. Riefkohl, A. y Szydio, D. Correlativos Electrofisiológicos de la Comunicación

Humana. Enseñanza e Investigación en Psicología. 1981. Vol. VII Num. 2 (14) pag. 271.

12. Grinberg-Zylberbaum J., Cueli J. y Szydlo D. Comunicación Terapéutica, una Medida Objetiva. Enseñanza e Investigación en Psicología. Vol. IV, No. 1 (17), 1978, pag 97.

**

13. Grinberg-Zylberbaum J., Prado Alcalá R. y Brust-Carmona H. Correlations of Evoked Potentials in the Caudate Nucleus and Conditioned Motor Responses. Physiology and Behavior 10 (6), 1005-1009. 1973.

14. Grinberg-Zylberbaum J., Prado R. y Brust H. Actividad Electrofisiológica del Núcleo Caudado durante el Aprendizaje. En Grinberg-Zylberbaum J. Ed. Bases Psicofisiológicas de la Memoria y el Aprendizaje. Vol. III. Edit. Trillas, 1980, pag. 61.

15. Grinberg-Zylberbaum J. y Roy John. Actividad Conceptual en el Hombre. En Grinberg-Zylberbaum. Bases Psicofisiológicas de la Memoria y el Aprendizaje. Edit. Trillas. 1980. Vol. III, pag. 409.

16. Grinberg-Zylberbaum J. y Roy-John, E. Evoked Potentials and Concept Formation in Man. Physiology and Behavior Vol. 27, pp. 749-751, 1984.

17. John, E.R. "Switchboard versus Statistical Theories of Learning and Memory". Science, 1972, pag. 177, 850-864.

18. John, E.R., Bartlett, F., Schimokochi, M. y Kleinman D. "Neural Readout from Memory". Journal of Neurophysiology. Vol. 36 pp. 893-924, 1973.

19. Kolb L. Modern Clinical Psychiatry. U.S.A. Saunders, 1976.

20. Morrall F. Señales Eléctricas de la Codificación Sensorial. En Grinberg-Zylberbaum J. Ed. Bases Psicofisiológicas de la Memoria y el Aprendizaje Vol. III. Edit. Trillas. México, 1980, pag. 21.

21. O'Connors, K.P. y Shaw, J.C. Field Dependence, Laterality and the EEG. Biological Psychology Vol. 6 pp. 93-109.

22. Orme-Johnson D.W. and Haynes C.T. EEG Phase Coherence, Pure Consciousness, Creativity and TM-Siddhi Experiences. Neuroscience. Vol.13 pp.211-217.
23. Shannon C. y Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, 1949.
24. Scharamm W. How Communication Works. The Process and Effects of Mass Communication. University of Illinois Press, 1954.

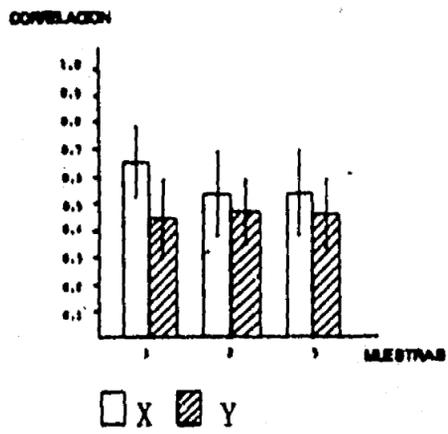
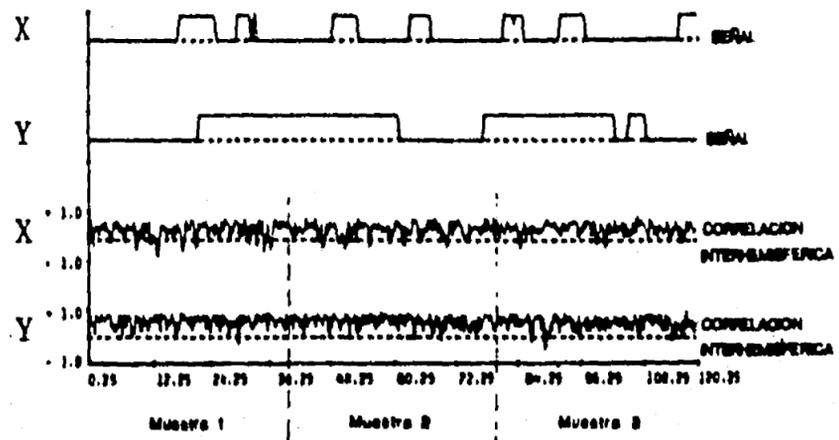


FIG 3.1

PATRONES DE CORRELACION INTERHEMISFERICA

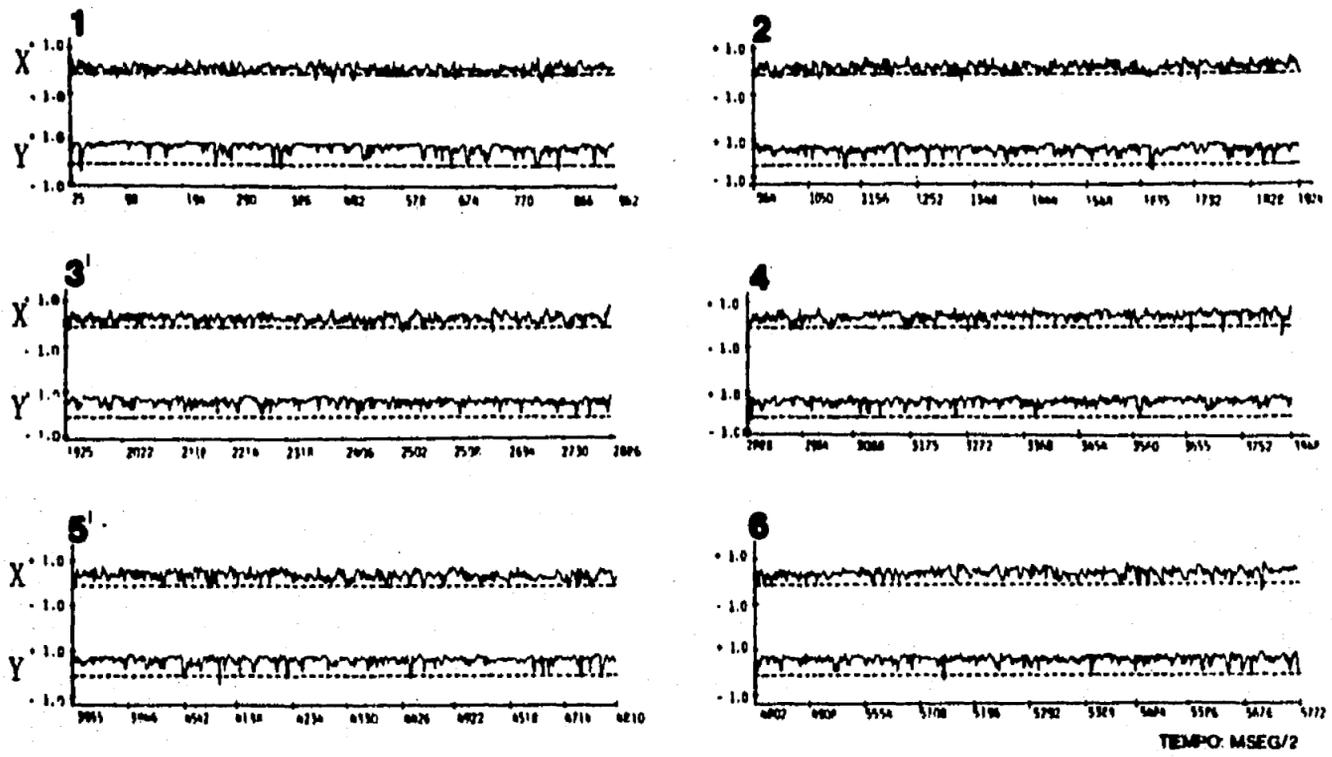


Fig 3.2

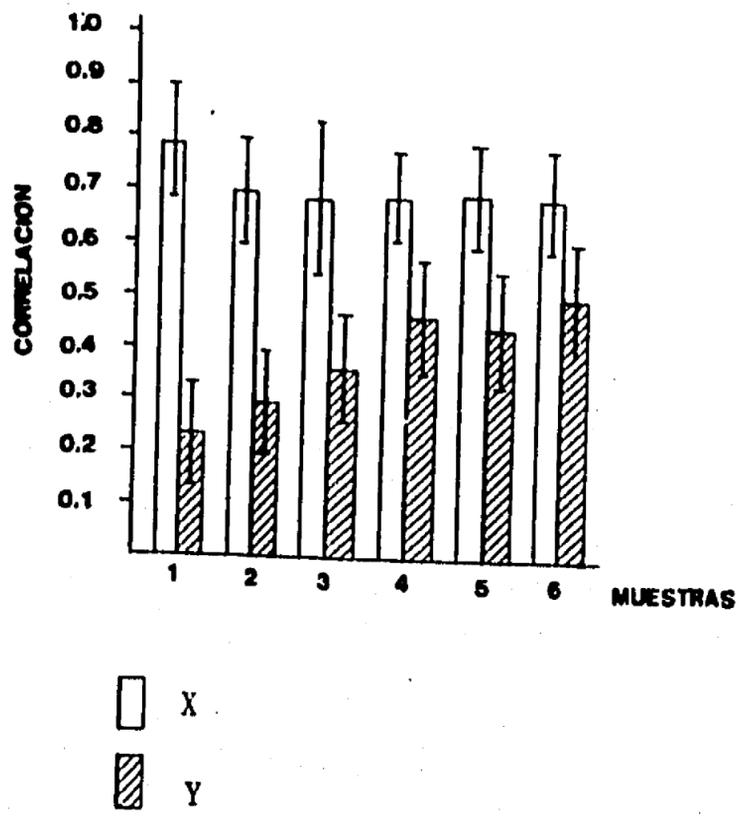


Fig. 3.3

PATRONES DE CORRELACION INTERHEMISFERICA

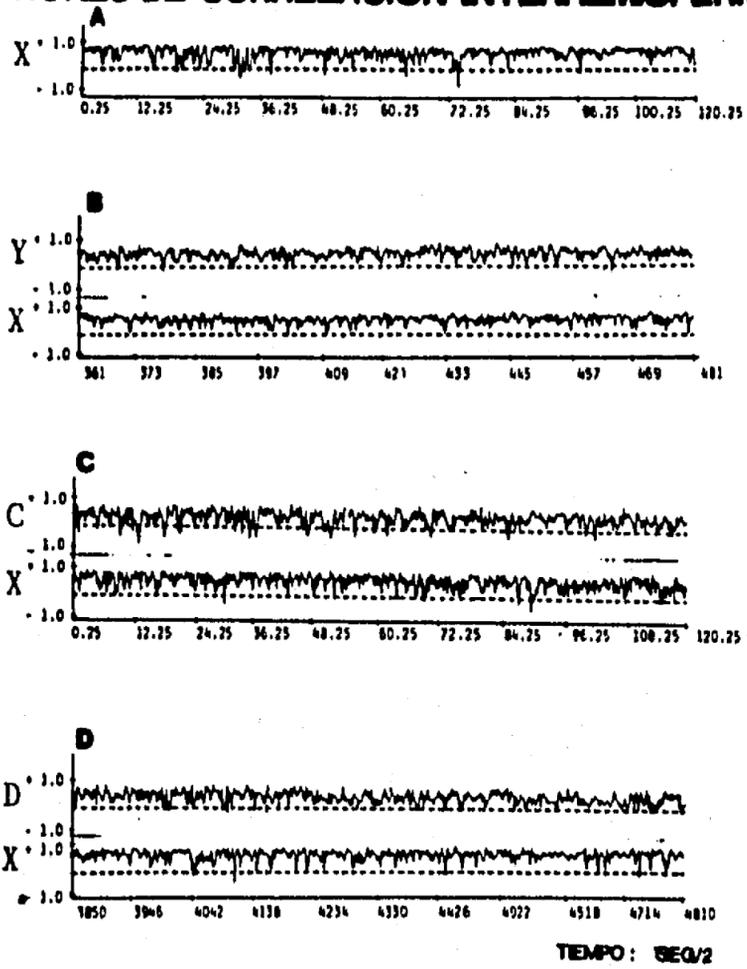


Fig. 3.4

PATRONES DE CORRELACION INTERHEMISFERICA

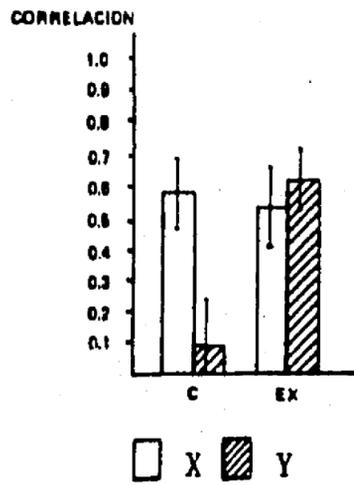
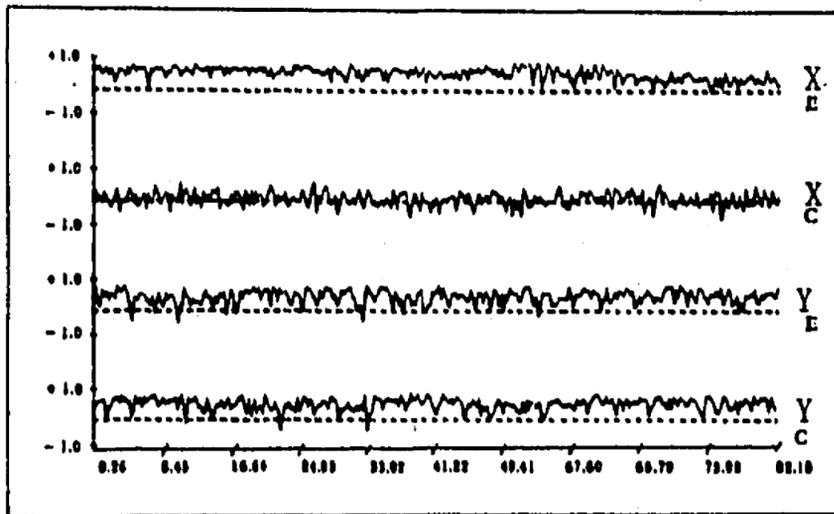


Fig. 3.5

PATRONES DE CORRELACION INTERHEMISFERICA

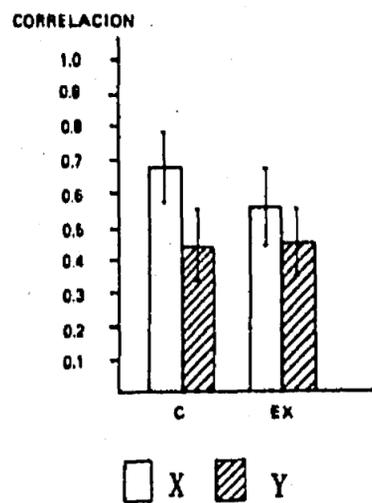
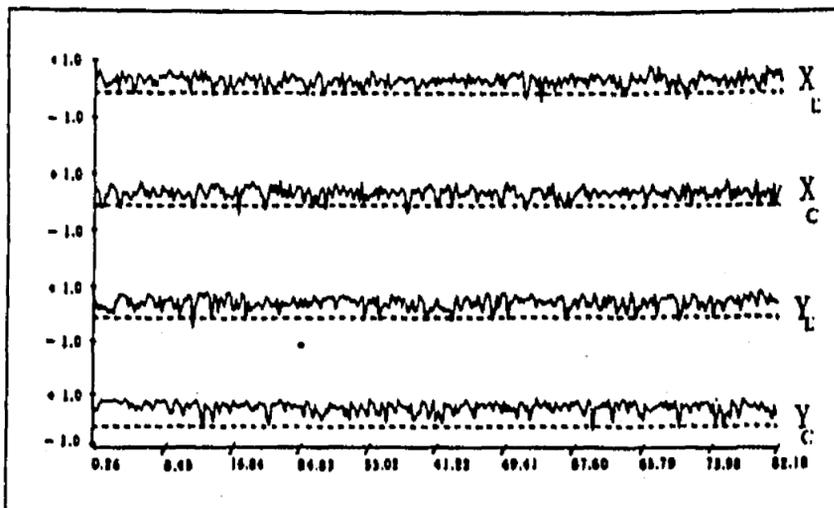
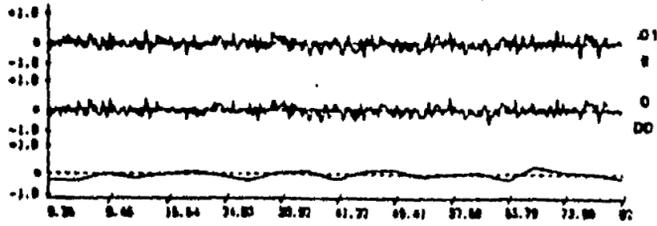


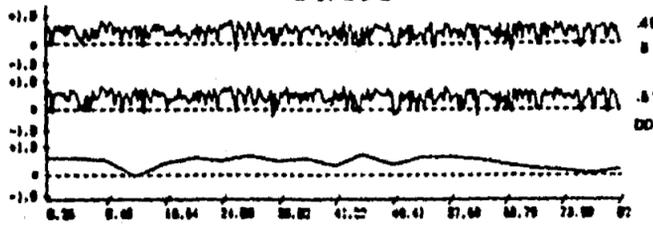
Fig. 3.6

PATRONES DE CORRELACION INTERSUJETO

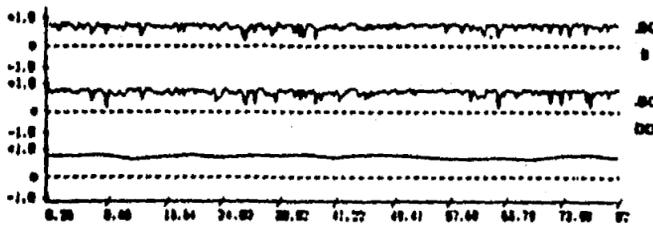
CONTROL INICIAL



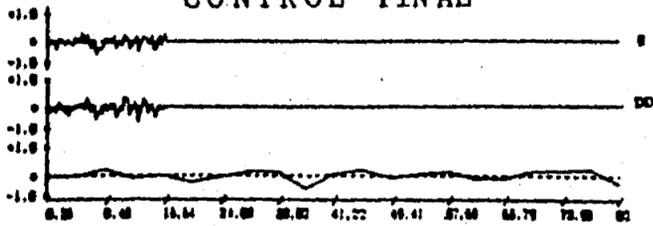
GRUPO



PAREJA

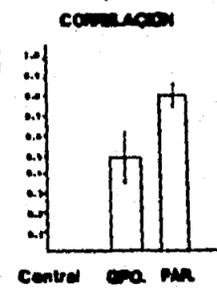


CONTROL FINAL



12 sec.

FIG. 37



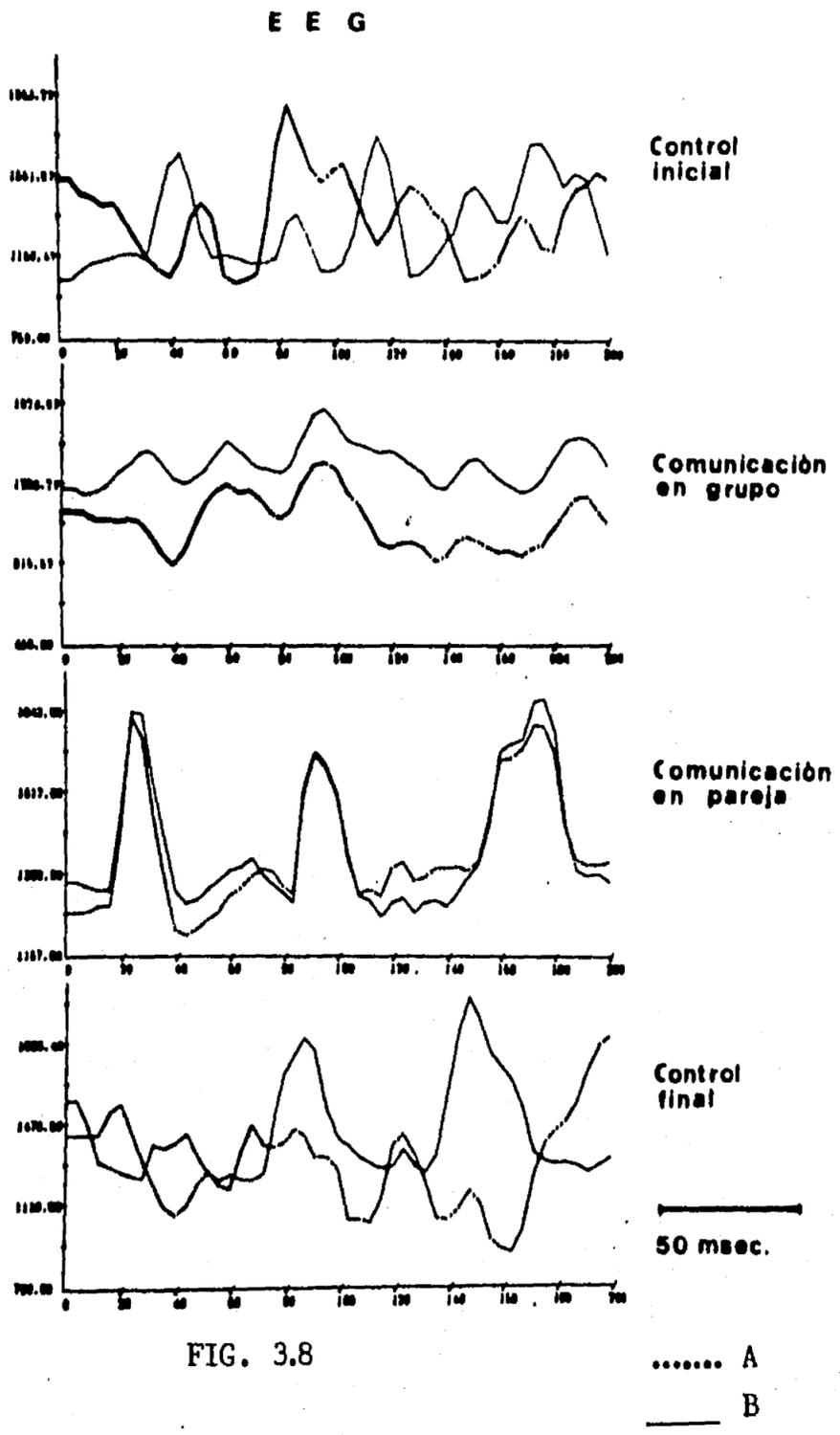


FIG. 3.8