

019637  
72ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE PSICOLOGIA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

"ACTIVIDAD ELECTRICA CORTICAL DURANTE LA  
SOLUCION DE TAREAS COGNOSCITIVAS EN MUJERES"

T E S I S

Que para obtener el grado de

MAESTRA EN PSICOBIOLOGIA

P R E S E N T A :

JULIETA RAMOS LOYO

Directora: Mtra. Maria Corsi Cabrera  
Sinodales: Dr. Víctor Alcaraz Romero  
Dr. Alfonso Salgado Benitez  
Dra. Feggy Ostrosky Solis  
Mtro. Oscar Prospero Garcia

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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.

## RESUMEN

Se han encontrado diferencias sexuales en la organización funcional del cerebro. Sin embargo, en relación a los patrones de la actividad eléctrica cerebral durante la solución de tareas, prácticamente no existen estudios en los que se haya tomado en cuenta el sexo de los sujetos. Por otra parte, en los últimos años, se han publicado numerosas investigaciones sobre la especialización del hemisferio izquierdo (HI), para el procesamiento de información lógico-analítica y del derecho (HD) para espacial, pero no toda la información que manejamos en la vida diaria tiene esas características, más bien la mayor parte, requiere de la combinación de los dos tipos de procesamiento y por lo tanto, del trabajo coordinado de los dos hemisferios. En relación al sexo, se ha encontrado que los hombres están más lateralizados que las mujeres.

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) investigar en un grupo de mujeres, los patrones de la actividad eléctrica cerebral (EEG) durante la solución de tareas; 2) observar si existen diferencias hemisféricas durante la solución de una tarea mixta en comparación a una lógico-analítica y otra espacial y; 3) comparar los resultados de este estudio, con los que se obtuvieron en un experimento previo, realizado en hombres.

En la investigación participaron 20 mujeres diestras. El EEG se registró en C3, C4, P3 y P4, referidas a la oreja ipsilateral, en reposo con ojos abiertos (LB) y durante la solución de tres tareas: verbal, espacial y mixta. Se obtuvo la potencia relativa (PR) de alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) y theta ( $\theta$ ), mediante un análisis de Fourier y la correlación inter e

intrahemisférica para cada banda. El análisis estadístico (ANOVA) mostró los siguientes resultados significativos:

a) La PR de  $\theta$  fue mayor en las tareas que en la LB, mientras que la de  $\alpha$ , por el contrario, se atenuó durante las tareas. La PR de  $\beta$  no mostró ningún cambio durante las tareas.

En relación a las diferencias entre hemisferios, se observó que la PR de  $\beta$  fue mayor en el HD que en el HI. Las bandas  $\alpha$  y  $\theta$  no mostraron diferencias entre los hemisferios.

b) La correlación interhemisférica fue mayor durante la solución de las tareas en comparación a la LB, con excepción de la tarea verbal.

c) La correlación intrahemisférica también mostró un incremento durante la solución de las tareas, incluyendo a la verbal, en comparación a la LB.

Los datos obtenidos concuerdan con otras investigaciones en las que se ha observado una atenuación del ritmo  $\alpha$  y un incremento de  $\theta$  durante el procesamiento de la información. Al igual que en algunos estudios, también se encontró un incremento en la correlación interhemisférica durante la ejecución de diferentes tipos de tareas. Los resultados encontrados en las mujeres -una ausencia de diferencias en la PR de las bandas entre los hemisferios, una menor atenuación de  $\alpha$  durante la solución de las tareas y una mayor correlación interhemisférica, en comparación con los hombres-, apoyan la idea de que existen diferencias sexuales en la organización funcional del cerebro.

# I N D I C E

I. INTRODUCCION	1
II. ESPECIALIZACION HEMISFERICA	4
III. ACTIVIDAD ELECTRICA CEREBRAL (EEG)	14
A. DESCRIPCION GENERAL DEL EEG	14
B. EEG DURANTE EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	16
C. ESPECIALIZACION HEMISFERICA Y EEG	20
D. COHERENCIA CEREBRAL Y PROCESAMIENTO DE INFORMACION	25
IV. DIFERENCIAS SEXUALES EN EL FUNCIONAMIENTO CEREBRAL	28
V. TRABAJO EXPERIMENTAL	34
A. INTRODUCCION	34
B. METODO	38
B1. SUJETOS	38
B2. TAREAS	38
B3. PROCEDIMIENTO	41
B4. OBTENCION Y ANALISIS DE DATOS	43
a) Captura de la señal de EEG	43
b) Análisis de la señal de EEG	44
c) Análisis estadístico	47
VI. RESULTADOS	50
A. POTENCIA RELATIVA	50
A1. REPOSO	50
a) Condiciones de reposo	50
b) Hemisferios	53
c) Derivaciones	53

A2. TAREAS	54
a) Tareas	56
b) Hemisferios	59
c) Derivaciones	62
B. CORRELACION INTERHEMISFERICA	64
B1. REPOSO	64
B2. TAREAS	65
C. CORRELACION INTRAHEMISFERICA	69
C1. REPOSO	69
C2. TAREAS	71
D. DESCRIPCION GENERAL DE LAS TAREAS	72
VII. DISCUSION	76
VIII. APENDICE	93
IX. BIBLIOGRAFIA	96

## I. INTRODUCCION

Una de las interrogantes dentro del área de la Psicofisiología se refiere a la forma en la que el cerebro procesa la información que recibe, tanto del medio interno como externo. Para responder a esta pregunta se han utilizado diferentes técnicas conductuales y fisiológicas.

Una de las técnicas fisiológicas que ha resultado ser de gran utilidad en el estudio de la organización funcional del Sistema Nervioso Central, es la electroencefalografía, que consiste en el registro de la actividad eléctrica cerebral (EEG).

Se han encontrado diferencias en el nivel de activación cerebral entre diferentes estados conductuales, por ejemplo, el sueño, la vigilia en reposo y durante el procesamiento de diferente tipo de información. Sin embargo, a pesar de que la información de la que se dispone en este campo es muy rica, quedan todavía muchas variables que medir y controlar.

Nuestro interés se centra, precisamente, en los cambios que sufre el EEG durante el procesamiento de la información y en las diferencias sexuales que existen en la organización funcional del cerebro.

Se han encontrado diferencias sexuales en el metabolismo basal del cerebro (Gur et.al., 1982), en la distribución de las bandas del EEG en el reposo (Glass, 1967; Flor-Henry, Koles y Reddon, 1987 y; Matsuura, 1984), en el nivel de coherencia

interhemisférica (Beaumont, Mayes y Rugg, 1978; Corsi-Cabrera, Herrera y Malvido, 1988; Flor-Henry y Koles, 1982) y, respecto a la especialización hemisférica, se ha observado que las mujeres están menos lateralizadas que los hombres (Jones, 1980; Willis et.al., 1979; Beaumont, Mayes y Rugg, 1978 y; Trotman y Hammond, 1979). Sin embargo, únicamente Flor-Henry, Koles y Reddon (1987) han estudiado las variaciones en la distribución de las bandas del EEG durante el procesamiento de la información. Es posible que estas diferencias funcionales del cerebro entre ambos sexos, se asocie a las diferencias que se han visto en el grado de habilidad verbal y espacial (Buffery y Gray, 1972; Maccoby y Jacklin, 1975).

Puesto que, se han encontrado resultados que apoyan el hecho de que el cerebro de los hombres y las mujeres muestran diferencias funcionales, es muy probable que existan también, diferencias sexuales en la distribución de las bandas del EEG durante el procesamiento de la información y resolver esta interrogante, constituye el principal objetivo de este trabajo.

El presente trabajo parte de una investigación previa realizada en hombres (Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988 y; Corsi-Cabrera et.al., 1988), en la cual se observaron los cambios en el EEG, durante la solución de tres tipos de tareas (verbal, espacial y mixta).

El objetivo de esta investigación es observar si la actividad eléctrica cerebral de las mujeres difiere a la de los hombres. Con tal objeto, se registró el EEG en las mujeres,



durante la solución de las mismas tareas presentadas a los hombres, incluyendo dos variables más al estudio anterior: la potencia de las bandas en la zona central, además de la parietal, y la correlación intrahemisférica, además de la correlación interhemisférica.

En la primera parte de esta tesis, se hace una revisión de los antecedentes de la teoría de la especialización hemisférica, así como de algunos de los problemas que se han presentado, en sujetos normales, para su estudio.

En el capítulo III se describen los aspectos básicos de la actividad eléctrica cerebral y se presenta una revisión de las investigaciones en las que se han estudiado los cambios que ésta sufre durante el procesamiento de la información y en relación a la teoría de la especialización hemisférica.

En el siguiente capítulo, se hace referencia a las diferencias sexuales que se han encontrado en el funcionamiento del cerebro.

Posteriormente, se describe el trabajo experimental que se llevó a cabo y los resultados encontrados en él y finalmente, se presenta una discusión en torno a dichos resultados.

## II. ESPECIALIZACION HEMISFERICA

Desde hace mucho tiempo, el ser humano se ha preguntado cómo funciona su cerebro; cómo es que se elabora el pensamiento, el lenguaje, las emociones, el aprendizaje, la memoria y otros procesos complejos.

En 1810, Franz Gall propuso que las funciones de la mente se realizan en el cerebro. Postuló que el cerebro no es un órgano unitario, sino una colección de centros, cada uno correspondiente a una función mental específica, así nació la frenología. Posteriormente, Pierre Fluorens intentó determinar la contribución específica de diferentes partes del cerebro a la conducta. Concluyó que las funciones mentales particulares no están localizadas, sino que el cerebro, especialmente la corteza cerebral, actúa como un todo para cada función mental. (Kandel y Schwartz, 1985).

Actualmente, se conoce que cada zona del cerebro procesa preferentemente un tipo de información, de tal manera que, el lóbulo frontal organiza, dirige y ejecuta los movimientos del cuerpo; el lóbulo temporal se encarga de la percepción y el análisis de los sonidos y se encuentra fuertemente relacionado con regiones típicamente emotivas (sistema límbico); el lóbulo parietal recibe la información somestésica y; el lóbulo occipital procesa la información visual. Además de estas zonas específicas, existen áreas terciarias en las regiones corticales posteriores, temporo-parieto-occipitales, y en la zona frontal.

La superposición de los lóbulos de las regiones posteriores tiene que ver con la asociación, almacenamiento, integración e interpretación de las diferentes modalidades sensoriales, la información almacenada en la memoria y otros procesos psicológicos. Una parte de los lóbulos frontales ejerce un papel decisivo en la formación de intenciones y programas, y en la regulación y verificación de las formas más complejas de la conducta humana. (Luria, 1979).

Por otra parte, el cerebro se encuentra dividido en dos hemisferios, cada uno de ellos recibe información principalmente, desde la mitad opuesta del cuerpo. Así, el hemisferio izquierdo recibe información auditiva, visual y somestésica del hemicuerpo derecho, y el hemisferio derecho del hemicuerpo izquierdo. Los hemisferios se encuentran conectados entre sí por fibras comisurales, de las cuáles el cuerpo calloso constituye el principal punto de unión, por lo cual, desempeña un papel fundamental en la comunicación y coordinación de las actividades de los dos hemisferios.

En el caso del sistema visual, la mitad derecha del campo visual se proyecta sobre la porción temporal del ojo izquierdo y la nasal del ojo derecho, las que a su vez envían la información al hemisferio izquierdo; en el caso de la mitad izquierda del campo visual, sucede lo contrario, llegando la información, exclusivamente, al hemisferio derecho.

Para el caso del sistema auditivo, se observa que la entrada de información auditiva desde cada oreja alcanza a ambos

hemisferios, sin embargo, el 80% de las vías se cruzan al hemisferio contralateral, mientras que el 20% restante llega al hemisferio ipsilateral. De este modo, la llegada de estímulos auditivos al oído derecho alcanzarán principalmente, al HI, mientras que los estímulos que sean recibidos por el oído izquierdo, llegarán predominantemente, al HD.

En el sistema somestésico también se presenta un entrecruzamiento importante de la información, ya que las dos vías principales que conducen la información somestésica desde la médula espinal a la corteza cerebral, presentan entrecruzamientos. Estas vías son el lemnisco medio, el sistema espinotalámico y el sistema del quinto par craneal. En este sistema, al igual que en el auditivo, existen vías ipsilaterales en menor proporción.

En las dos últimas décadas se han realizado un gran número de investigaciones en relación a la teoría de la especialización hemisférica, la cual establece que el HI, es dominante en las personas diestras y en un alto porcentaje de zurdas, y se encarga de procesar aspectos de la comprensión y la producción del lenguaje, basado en un análisis lógico y secuencial de la información. Mientras que, el HD procesa, principalmente, la información musical, emotiva, espacial de una manera global, paralela y sintética.

La idea de que cada hemisferio cerebral procesa la información de una manera diferente, se observó desde el año 1861, cuando Paul Broca describió el caso de un paciente que

podía comprender el lenguaje pero que había perdido la habilidad para hablar. El paciente podía decir palabras aisladas y cantar una melodía sin dificultad, pero no podía estructurar oraciones. La autopsia mostró una lesión en la porción posterior del lóbulo frontal (área de Broca). Después, Broca analizó 8 casos más, todos mostraban lesiones en esta zona. En todos los casos la lesión estaba en el hemisferio izquierdo, todos los pacientes eran diestros y tenían debilidad o parálisis en la mano derecha. Esta observación llevó a la generalización, errónea en muchos casos, de que existe una relación cruzada entre dominancia hemisférica y la preferencia manual. (Kandel y Schwartz, 1985).

En 1876, Wernicke encontró otra área implicada en el procesamiento lingüístico, localizada en la circunvolución temporal superior del HI, cuya lesión produce incapacidad para comprender el lenguaje hablado, presentándose un habla fluida pero carente de significado.

Los pacientes que sufren lesiones en el HI tienen alteraciones en la memoria verbal (Penfield, 1968), dificultades para escribir (Simernitskaya, 1974), no pueden comprender el lenguaje presentado de manera visual o auditiva, son incapaces de hablar y leer palabras sencillas y poseen un vocabulario reducido en la mayoría de los casos a expresiones de tipo "telegráfico", carentes de sintaxis, (Luria, 1963, 1977). En resumen, los dos aspectos fundamentales de las lesiones del HI son en el reconocimiento y la organización fonética del lenguaje y la organización de movimientos especializados que requieren cambios breves en el tiempo (Ostrosky-Solís y Ardila, 1986).

Por otra parte, los pacientes con lesiones en el HD tienen problemas: para percibir, manipular y recordar las relaciones espaciales de los objetos; para percibir y recordar estímulos visuales, táctiles y auditivos complejos, que se encuentran fragmentados y son difíciles de nombrar y describir verbalmente; de desorientación espacial, les cuesta trabajo orientarse en los lugares, no pueden copiar la inclinación de las líneas, ni la posición de un punto en una página, o formas simples como una estrella de 4 puntas. Tampoco pueden realizar tareas como el arreglo de bloques y; para recordar caras, identificar emociones, música y sonidos no verbales. (Nebes, 1977; Shapiro, Grossman y Gardner, 1981). También se presentan alteraciones en el lenguaje como falta de entonación de las palabras, repetición de sílabas y problemas de articulación (Ardila, 1984).

Sperry y Gazzaniga (1967) describieron el síndrome del cerebro dividido, que se presenta en los pacientes a quienes se les secciona el cuerpo calloso, con el objeto de que las crisis epilépticas no ocurran simultáneamente en ambos hemisferios. Esta sección a simple vista no parece tener repercusiones en la conducta del paciente, debido a que normalmente la información sensorial le está llegando a los dos hemisferios al mismo tiempo. Sin embargo, si se les presentan estímulos a los campos visuales, separadamente, se observa lo siguiente:

El paciente es incapaz de leer todo lo que caiga sobre su campo visual izquierdo (HD), aunque puede reconocer palabras simples de uso frecuente, no puede ejecutar órdenes verbales con

la mano izquierda, pasa desapercibido todo que le sucede a la región izquierda de su cuerpo o a su campo visual izquierdo. El sujeto es capaz de presentar reacciones emocionales manifestadas en el Sistema Nervioso Autónomo: si sobre su campo visual izquierdo se proyecta la fotografía de una mujer desnuda, presenta claras muestras de una reacción afectiva (sonríe, se ruboriza), aunque no es capaz de verbalizar el porqué de su respuesta, ya que el HI no conoce la razón de la reacción afectiva. (Gazzaniga, 1970). (Ver tabla A).

Tabla A. Datos sobre dominancia cerebral obtenidos de investigación con pacientes comisurectomizados (tomada de Ardila, Ostrosky y Canseco, 1981).

<u>ORGANIZACION FUNCIONAL</u>	
HEMISFERIO IZQUIERDO	HEMISFERIO DERECHO
1. Codifica información sensorial con base en descripción lingüística.	Codifica información sensorial en términos de imágenes.
2. Análisis temporal.	Sintetiza espacialmente.
3. Ejecuta comparaciones conceptuales independientemente del contenido lingüístico.	Hace pareamiento visual sin realizar comparaciones conceptuales.
4. Percibe detalles.	Percibe forma.
5. Falta de un sintetizador gestáltico.	Falta de un analizador fonológico.
6. Comunicación verbal.	Maneja relaciones espaciales y análisis de las partes en relación al todo.
7. Procesamiento lingüístico y numérico.	Reconocimiento perceptual de cosas.
8. Pensamiento analítico y secuencial.	Pensamiento no verbal.

Otra forma de estudiar la asimetría cerebral es a través de una técnica diseñada por Wada (1949), que consiste en inyectar amital sódico en la arteria carótida interna izquierda o derecha, de tal manera, que uno de los hemisferios queda inactivado temporalmente hasta que cesa el efecto de la anestesia. De esta manera, si se anestesia el HI, el paciente queda mudo, mientras que si es el HD el anestesiado, el paciente tiene problemas en el reconocimiento de caras, lugares, melodías, en la solución de tareas espaciales, etc.

En sujetos normales se han ideado varias técnicas para estudiar la especialización hemisférica a través de la presentación de distinto tipo de información a cada lado del cuerpo y observar cómo se lleva a cabo el procesamiento bajo estas condiciones. Para el caso de la estimulación auditiva, la técnica se denomina escucha dicótica, en el caso de la estimulación visual se denomina taquitoscópica y, para la somatosensorial, estimulación diháptica.

#### Presentación dicótica

En esta técnica se le presentan al sujeto, en forma simultánea, distintos estímulos en cada oreja, a través de audífonos y, posteriormente, se le interroga sobre lo que escuchó; los parámetros de estimulación pueden ser iguales o variar en alguna característica.

Esta técnica fue desarrollada por Kimura (1961). Por medio de ella, se ha encontrado una superioridad de oído derecho en la



identificación de palabras y sílabas, mientras que el oído izquierdo es superior en la identificación de melodías y sonidos no verbales. (Cohen, 1973; Nebes, 1977; Bryden, Ley y Sugarman, 1982; Kallman y Corballis, 1975; Haggard y Parkinson, 1971).

### Presentación taquitoscópica

Consiste en presentar estímulos visuales, de muy breve duración (100 msec), a uno u otro lado de una pantalla, mientras el sujeto mantiene la vista fija en un punto central de la misma. De esta forma, se puede presentar información a un sólo campo visual, haciendo que ésta alcance, en principio, al hemisferio contralateral, o se puede presentar, en forma simultánea, distinta información a cada campo visual.

Se ha encontrado que hay un mejor reconocimiento de letras cuando son presentadas en el campo visual derecho, mientras que tareas que implican reconocimiento de rostros, identificación de emociones en caras, problemas de rotación espacial, etc., son mejor ejecutadas cuando se presentan al hemicampo visual izquierdo. (Ley y Bryden, 1979; Suberi y Mckeever, 1977; Bryden, 1982).

### Presentación diháptica.

Esta técnica ha sido menos utilizada. Witelson (1974) presentó a sus sujetos letras formadas por bloques de madera; los sujetos debían manipularlas, sin verlas, una con cada mano, durante dos segundos, después de los cuales se le presentaba otro par de letras durante el mismo tiempo; y posteriormente, se le

pedía que indicara cuáles eran las letras que se le presentaron, encontrándose una ligera ventaja en la identificación de las letras manipuladas con la mano derecha.

Todas estas técnicas han sido criticadas debido a que la información está llegando a ambos hemisferios directamente, en el caso de la estimulación dicótica y diháptica, además de que como ya se mencionó ambos hemisferios están interconectados y se transmiten la información en unos cuantos milisegundos; otra crítica tiene que ver con las grandes diferencias individuales que se han encontrado, así como con la estabilidad de las respuestas en un mismo sujeto, ya que, cambian de una sesión a otra y aún dentro de la misma sesión de pruebas. Por otra parte, existen otros factores que pueden alterar los resultados observados al presentar la información, como el nivel de atención, las diferencias perceptuales entre los órganos de ambas partes del cuerpo, las diferencias causadas por la experiencia previa, etc.

Estas técnicas que se han utilizado para presentar información visual, auditiva y somestésica, dan una medida de la lateralidad de la persona, sin embargo, es importante tomar en cuenta que la lateralidad no está, necesariamente, relacionada con la especialización de las funciones del Sistema Nervioso Central. Esto es, el que una persona sea diestra, no implica que su hemisferio dominante para el lenguaje sea el izquierdo. De hecho, Watson y Kimura (1988) sugieren que la preferencia manual en el hombre es dinámica y cambia dependiendo de las

demandas de la tarea y con el grado de procesamiento HI/ HD involucrado en una tarea.

Aparentemente, lo que distingue a cada hemisferio cerebral no es el tipo de estímulos que procesa, sino cómo los procesa y el modo cognoscitivo o estrategia que cada hemisferio emplea. En la mayoría de los individuos, el HI analiza secuencialmente la entrada sensorial, abstrae los detalles relevantes y le adhiere una etiqueta verbal, mientras que el HD atiende a la configuración total del estímulo y sintetiza los fragmentos de los datos perceptuales en un todo significativo (Ardila, Ostrosky y Canseco, 1981).

Podemos concluir, en base a la información presentada anteriormente, que la especialización hemisférica, en el procesamiento de las funciones cognitivas, es claramente observada en pacientes que han sufrido lesiones unilaterales y en condiciones de laboratorio, en pacientes a quienes se les ha practicado la comisurotomía o se les ha dormido uno de los hemisferios por un breve tiempo. Sin embargo, en el caso de los sujetos normales, las técnicas conductuales que se han empleado para medir la lateralidad, no han resultado ser muy confiables en el estudio de la especialización hemisférica, por lo que surge la necesidad del empleo de técnicas más objetivas y más directamente relacionadas con el funcionamiento del Sistema Nervioso Central, que las técnicas puramente conductuales.

### III. ACTIVIDAD ELECTRICA CEREBRAL (EEG)

#### A. DESCRIPCION GENERAL DEL EEG

En este capítulo se describirán los aspectos básicos de la actividad eléctrica cerebral espontánea, así como los trabajos realizados con el fin de observar los cambios que ésta sufre durante el procesamiento de la información.

La electroencefalografía (EEG) es una técnica que permite registrar la actividad eléctrica espontánea del cerebro. Nos indica la manera en la que está organizado funcionalmente el cerebro. Fue utilizada por primera vez en humanos por Hans Berger en 1929 (Walter, 1961). Esta técnica ha sido de gran utilidad en el estudio del funcionamiento del Sistema Nervioso Central, en relación a la conducta, tanto en animales como en el hombre.

El EEG abarca un rango de frecuencias entre los 0.5 y los 50 Hz, con una amplitud entre 20 y 100 microvolts, aproximadamente.

Se han clasificado 4 bandas principales en base a su: frecuencia, morfología, amplitud y el estado conductual en el que aparece.

Generalmente, se considera que el ritmo beta ( $\beta$ ) abarca un rango de frecuencias entre los 13 y 30 Hz, aunque en algunas ocasiones se toma hasta los 50 Hz, tiene una baja amplitud y aparece preferentemente en las zonas anteriores de la corteza.

cerebral. Este ritmo es característico de los adultos en estado de vigilia y se ha relacionado con el alertamiento y la reacción de orientación ante estímulos externos.

Alfa ( $\alpha$ ) abarca un rango de frecuencias entre 8 y 12 Hz, con amplitud variable mayor a la de  $\beta$ , aparece en forma de husos o trenes. Se ve más claramente en las zonas posteriores de la corteza y principalmente en un estado de relajación, con los ojos cerrados, aunque en algunas personas no aparece.

Theta ( $\theta$ ) tiene una frecuencia entre 4 y 7 Hz, con alta amplitud, se registra preferentemente en las regiones temporales y parietales. En el hombre se observa mediante inspección visual durante el sueño y en casos de patología cerebral, y en niños en estado de vigilia y sueño.

El ritmo delta ( $\delta$ ) tiene el rango de frecuencias más lento, entre .5 y 3.5 Hz y la mayor amplitud de las bandas del EEG. Se registra preferentemente en las regiones fronto-temporales de la corteza. Es un ritmo característico de las fases III y IV de sueño lento y en vigilia, solamente se presenta visualmente en condiciones patológicas.

Clásicamente, se ha descrito una relación inversa entre  $\alpha$  y  $\beta$ . La actividad  $\alpha$  se atenúa al abrir los ojos, al prestar atención a un estímulo externo, y se incrementa la proporción del ritmo  $\beta$ , por lo que se ha considerado como un índice del nivel de activación cerebral el incremento del ritmo  $\beta$  y la disminución de  $\alpha$ .

Los ritmos  $\alpha$  y  $\beta$  han sido los más estudiados en el EEG de sujetos adultos normales y en relación al procesamiento de la información; mientras que los ritmos  $\theta$  y  $\delta$  se habían estudiado relativamente poco, debido a que se presentan solamente durante el sueño en adultos normales, en niños o en casos patológicos mediante la inspección visual. Gracias al avance del análisis del EEG, por medio de computadoras, ha sido posible estudiar ritmos  $\theta$  y  $\delta$  en vigilia.

Se han utilizado varios métodos visuales, analógicos y digitales para analizar el EEG. En este trabajo se emplean dos métodos digitales que son la Transformada Rápida de Fourier y el análisis de correlación cruzada de Pearson. El primero nos permite descomponer la señal de EEG, en las diferentes frecuencias que la componen, obteniendo la potencia, ya sea, de cada frecuencia en forma aislada, o de las frecuencias agrupadas en bandas.

El segundo método, nos indica el grado de semejanza existente, en la actividad eléctrica de dos zonas cerebrales en relación a su frecuencia, su fase y su forma. Los valores de la correlación pueden oscilar de 1 a -1, pasando por el cero, el cual indica una ausencia de correlación entre las señales.

## B. EEG DURANTE EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

En relación al procesamiento de información, se considera que una zona cerebral se encuentra más activa y más involucrada en el procesamiento, cuando se observa un incremento en la

cantidad de ritmo  $\beta$  y una disminución de  $\alpha$ . Estas conclusiones se basaron en análisis de tipo visual, sin embargo, por medio de los análisis computacionales antes mencionados, se ha podido observar también, la participación del ritmo  $\theta$ . A continuación se describen algunas investigaciones que tratan sobre los cambios en los patrones del EEG durante el procesamiento de diferentes tipos de tareas cognoscitivas.

Dolce y Waldeier (1974) registraron el EEG de sujetos diestros en diferentes condiciones, encontrando que  $\alpha$  se decrementa cuando los sujetos abren los ojos, pero este decremento es mayor cuando tienen que solucionar tareas aritméticas y leer en silencio. El ritmo  $\beta$  por el contrario, muestra un incremento durante la lectura, al igual que el ritmo  $\theta$ .

Otros autores también han encontrado un decremento de  $\alpha$  (Gevins et.al., 1979a y 1979b y; Rugg y Dickens, 1981) y un incremento de  $\theta$  (Gevins et.al., 1979a y 1979b; Doyle, Ornstein y Galin, 1974 y; Rugg y Dickens, 1981) durante la solución de diferentes tipos de tareas.

Mizuki et.al. (1980) observaron la aparición de  $\theta$  en trenes de 1 a 7 seg. de duración, en la línea media frontal, en 19 de 30 sujetos durante la ejecución de una tarea aritmética y no durante el reposo. Esta actividad parece tener ciclos de aparición, uno entre los 40 y 50 seg. y otro a los 160 seg. de iniciada la tarea. Estos autores relacionan este ritmo con un incremento en el nivel de atención.

El incremento de  $\Theta$ , registrado a nivel del cuero cabelludo durante la solución de tareas, también fue observado al registrar directamente la actividad del hipocampo en una paciente epiléptica durante la escritura (Arnolds et.al., 1980). Es posible que la relación inversa entre el ritmo  $\Theta$  hipocámpico y  $\beta$  cortical, encontrada en animales por Green y Arduini en 1954 (López Antúnez, 1979) no se presente de la misma forma en el hombre. Es difícil realizar experimentos en este sentido, debido a las consideraciones éticas implícitas en el uso de técnicas invasivas en el hombre.

El incremento de ritmo  $\Theta$  durante la solución de tareas ha sido interpretado como un reflejo del incremento en el nivel de atención, aunque existe una investigación en la que no se ha encontrado una relación entre el ritmo  $\Theta$  y la atención (Townsend y Johnson, 1979). En la mayoría de las investigaciones en las que se ha encontrado el ritmo  $\Theta$  durante el procesamiento de la información, no se ha discutido su significancia funcional y en ocasiones se ha interpretado como un estado de somnolencia.

Los cambios que se observan en los ritmos cerebrales  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\Theta$ , durante el procesamiento de la información, están muy relacionados con las características individuales, tales como:

- a) Las estrategias que utilizan en la solución de problemas (Slatter, 1960 y; Galin, 1978).
- b) La distribución de las bandas en el estado de reposo. Hay sujetos que tienen una gran cantidad de  $\alpha$  en reposo y que



muestran una clara atenuación de este ritmo al solucionar tareas, mientras que los sujetos con poca  $\alpha$  inicial muestran una menor atenuación durante la ejecución de las tareas (Mundy-Castle, 1958; Goodman, Beatty y Mulholland, 1980; Creutzfeldt, 1969).

c) Características de personalidad. Las personas extrovertidas y menos ansiosas muestran ritmo  $\theta$  en la línea media frontal (de 6 a 7 Hz) durante la solución de una tarea aritmética, lo cual no se observa en sujetos introvertidos y ansiosos (Mizuki, 1983).

d) La inteligencia. Thompson y Wilson (1966) encontraron más actividad  $\beta$  parieto-occipital, en condiciones de reposo y con estimulación fónica con los ojos cerrados, en sujetos que aprenden rápido, en comparación a los que aprenden lentamente. Warren, Peltz y Haueter (1976) encontraron que los sujetos que mostraban un bloqueo de  $\alpha$  mayor, memorizaban más palabras de contenido verbal y emocional que los que tenían un bloqueo de  $\alpha$  menor. Por el contrario, otros estudios han propuesto una correlación positiva de  $\alpha$  con la inteligencia (Mundy-Castle, 1958 y; Giannitrapani, 1969).

Debido a la gran variabilidad individual del EEG, se estima conveniente que un sólo grupo de sujetos sea medido en las diferentes condiciones involucradas en una investigación, de tal manera, que un mismo sujeto funcione como su propio control en los análisis estadísticos, evitando así la interferencia de una variable importante. Además de esto, es conveniente analizar en qué sentido se dan los cambios de los patrones del EEG durante la solución de tareas, en cada sujeto, ya que en algunas ocasiones,

estos cambios en algunos sujetos, pueden darse en dirección opuesta a los experimentados por otros sujetos, dentro del mismo grupo experimental, anulando las posibles diferencias.

### C. ESPECIALIZACION HEMISFERICA Y EEG

El EEG es una forma objetiva para medir las asimetrías del cerebro. Se han llevado a cabo estudios que demuestran una activación diferenciada de los hemisferios cerebrales en función del tipo de tarea que es realizada.

Se ha descrito una mayor activación del HI, entendido como un incremento del ritmo  $\beta$  y/o un decremento de  $\alpha$ , durante la solución de tareas de tipo lógico, verbal, matemático, de forma analítica y secuencial. (Doyle et.al., 1974; Butler y Glass, 1973; Galin y Ornstein, 1972; Moore, 1984; Inouye et.al., 1981; Goodman et.al., 1980 y; Willis et.al., 1979).

Un incremento en el nivel de activación del HD se ha observado en tareas que involucran estrategias de tipo espacial (Dumas y Morgan, 1975; Galin y Ornstein, 1972; Denoth et.al., 1981 y; Grabow et.al., 1979), musical (Hirshkowitz, Earle y Paley, 1978 y; Davidson y Schwartz, 1977) y emocional (Hoffman y Goldstein, 1981 y; Warren, Petz y Haueter, 1976) en sujetos diestros.

Esta forma de clasificar las tareas en lógico-analíticas y espaciales son útiles únicamente, en la investigación dentro del laboratorio, puesto que la mayor parte de los problemas a los que nos enfrentamos diariamente, involucran la participación de ambos

hemisferios para su resolución, ya que no son puramente verbales o puramente espaciales. En el caso del lenguaje, por ejemplo, el HI es el dominante y regula su producción y comprensión (la gramática, la lógica, la articulación, etc.), mientras que el HD se encarga de procesar el contenido emotivo, melódico y sintético del mismo (Ardila, 1979). Por otra parte, aunque el HD es el principal involucrado en el procesamiento de la música, el HI participa, también, en algunos aspectos como: el ritmo, la secuencia melódica y el canto (Shapiro, Grossman y Gardner, 1981).

Yoshikuni (1980) realizó una investigación en la cual, presentó a los sujetos una tarea verbal, una espacial y otra de lectura en Kanji, que es un lenguaje japonés en el que se representa una idea completa mediante un símbolo gráfico. Encontró una atenuación de  $\alpha$ : en el HI durante el procesamiento verbal, excepto en el Kanji; en el HD en el no-verbal y; en ambos hemisferios durante el procesamiento del Kanji. Este es uno de los pocos experimentos en los cuales, se ha estudiado la especialización hemisférica con una tarea que podríamos clasificar como mixta ya que la representación del Kanji es espacial, pero su contenido es verbal.

Otros investigadores no han encontrado una activación selectiva de los hemisferios en diferentes tipos de tareas en sujetos diestros normales (Dolce y Waldeier (1974); Mckee, Humphrey y McAdam, 1973 y; Gevins et.al., 1979a).

En las investigaciones relacionadas a la especialización

hemisférica, existen variables muy importantes que hay que tomar en cuenta, además de las características individuales mencionadas anteriormente (la estrategia empleada en la solución de los problemas, la distribución de las bandas del EEG en reposo, las características de personalidad y la inteligencia). Estas variables son: el sexo; la lateralidad manual; el nivel de atención y; los requerimientos de la tarea utilizada.

En relación al último punto, Gevins et.al. (1979a y 1979b) señalan que las asimetrías en la activación hemisférica se deben a los componentes motores que requieren las tareas y no al procesamiento mismo de la información. Para apoyar esta hipótesis, realizaron varias investigaciones en las cuales los sujetos tenían que realizar tareas analítico-verbales y espaciales en dos condiciones: 1) en la que la tarea requería una manipulación motora y sin control del movimiento de extremidades y de los ojos y; 2) en la cual los movimientos del sujeto eran controlados al máximo. Encontraron asimetrías hemisféricas, sólo en el caso en el que los sujetos tenían libre movimiento, por lo cual, concluyeron que las diferencias encontradas en la activación hemisférica, se debían al movimiento relacionado con la ejecución motora, más que a las estrategias cognitivas del procesamiento.

En apoyo a esta teoría está el trabajo de Doyle et.al. (1974), en el cual se observó que las tareas motoras incrementan las asimetrías entre los hemisferios durante la solución de ocho tipos de tareas cognitivas.

Con el objeto de eliminar los artefactos de tipo motor y los producidos por las diferentes condiciones de estimulación, que pudieran influir en las diferencias encontradas en el EEG entre los hemisferios, algunos investigadores han estudiado la especialización hemisférica, registrando el EEG durante la actividad mental encubierta. Ehrlichman y Wiener (1980) registraron las zonas temporoparietales referidas a vértex mientras solucionaban tareas verbales, visoespaciales y tareas que involucraban a ambas, sin que el sujeto tuviera que observar un estímulo ni dar una respuesta motora. Reportan una mayor activación del HI en tareas verbales, del HD relacionada a la imaginación visual y el afecto y concluyen que la asimetría del EEG refleja diferencias cognoscitivas entre los hemisferios.

Las variaciones del ritmo  $\alpha$  dependen de la dificultad de la tarea. Así, se ha encontrado una mayor cantidad de ritmo  $\alpha$ , en las zonas temporoparietales, en el HD que en el HI en tareas lógicas y musical y esta diferencia se acentúa a medida que la tarea aumenta en su nivel de dificultad (Mckee, Humphrey y McAdam, 1973). Galin, Johnstone y Herron (1978) aplicaron tareas de diseño de bloques con diferente grado de dificultad y observaron un incremento en la potencia de  $\alpha$  en el HD, en zonas centrales y parietales, más notorio a medida que incrementaba la dificultad de la tarea. Estos resultados fueron interpretados por los autores de la siguiente manera: el HD está involucrado en el procesamiento de la información espacial, sin embargo, al incrementarse la dificultad de la tarea, el sujeto cambia la estrategia de solución de espacial a verbal y se observa un

aumento de  $\alpha$  en el HD, lo cual implica que existe una mayor activación del HI.

Existen cambios en la actividad cerebral relacionados con la lateralidad. Las personas zurdas presentan un nivel mayor en el metabolismo general del cerebro, en reposo y durante la solución de tareas, en comparación con los diestros (Gur et.al., 1982). Algunas personas zurdas presentan la dominancia del lenguaje en el HI, otros en el HD y otros no muestran una clara especialización (Davis y Wada, 1978).

A partir de las investigaciones citadas anteriormente, en relación a la especialización hemisférica, medida a través del EEG, se puede observar que existe una gran controversia sobre su existencia. Estos resultados contradictorios, se deben en gran medida al gran número de variables, ya mencionadas, que intervienen al estudiar sujetos humanos normales. En estas personas que no presentan ningún tipo de patología cerebral, los hemisferios cerebrales se encuentran interconectados y existe un continuo flujo de información entre ellos. En condiciones normales, los hemisferios funcionan de manera coordinada para procesar la información que reciben, mientras que en las condiciones experimentales de laboratorio, normalmente, se somete al cerebro a condiciones artificiales, en las que se pretende aislar la actividad que realiza cada hemisferio.

El hecho de que el cerebro en condiciones normales, funcione de una manera integral, permite al hombre llevar a cabo una integración e interpretación más eficiente de la información.

Dimond y Beaumont (1972) encontraron que al presentar figuras simétricas para ser apareadas, a ambos hemisferios, el nivel de ejecución era mayor a cuando eran presentadas en cualquiera de los hemisferios por separado, lo que demuestra que el uso simultáneo de los dos sistemas perceptuales, mejora la ejecución y revela algunas de las limitaciones del procesamiento de la información en forma aislada.

Otra consideración, que hace falta tomar en cuenta en el estudio de la especialización hemisférica por medio del EEG, es que las diferencias entre hemisferios podrían observarse en el ritmo  $\theta$  y no únicamente en  $\alpha$  y  $\beta$  como se ha reportado hasta ahora.

#### D. COHERENCIA CEREBRAL Y PROCESAMIENTO DE INFORMACION

La coherencia o semejanza entre dos señales electroencefalográficas (EEG), determinada por medio de técnicas como la correlación, es un índice frecuentemente empleado para estudiar las relaciones funcionales entre dos regiones cerebrales y puede aplicarse al estudio de la especialización hemiférica (Shaw, O'Connor y Ongley, 1977).

Aunque existen diferencias entre la coherencia y la correlación, comúnmente, se entienden como sinónimos. Las diferencias en el EEG observables entre dos zonas, sugieren que diferentes actividades están sucediendo en diferentes partes de la corteza y que éstas deben tener un significado funcional.

Estas diferencias pueden ser detectadas por el análisis de correlación. (Shaw, 1984).

Beaumont, Mayes y Rugg (1978), han encontrado diferencias en la correlación intrahemisférica durante la solución de tareas cognoscitivas. Ante la solución de una tarea espacial la coherencia era mayor en el HD que en el HI, y era mayor en la tarea espacial que en la tarea verbal, en el HD.

Shoppenhorst et.al. (1980) encontraron un incremento de la coherencia en alfa durante una tarea motora manual, en la zona central, en relación al reposo. Ford, Goethe y Dekker (1986), también encontraron mayor coherencia, inter e intrahemisférica, de  $\alpha$  durante tareas motoras, en áreas premotoras y motoras relacionadas con el movimiento, pero no en otras regiones como la parietal.

Busk y Galbraith (1975) midieron la coherencia durante la ejecución de tareas visomotoras y encontraron que las tareas más difíciles producían niveles mayores de coherencia y las más fáciles menor coherencia, además, la práctica de las tareas se asoció a un decremento en la coherencia, lo que interpretan como una disminución en el nivel de dificultad.

Shaw et.al. (1978) encontraron que el grado de correlación interhemisférica de  $\alpha$ , en parietal, aumentaba durante la ejecución de una tarea de imaginación espacial y en menor grado, en una tarea aritmética, en relación al reposo.

Sklar et.al. (1972) midieron la coherencia durante la



solución de tareas mentales, encontrando que la coherencia entre zonas del mismo hemisferio, era más alta en niños disléxicos que en normales, mientras que, la coherencia entre regiones homólogas de ambos hemisferios, tendía a ser mayor en los normales.

Shaw, O'Connor y Ongley (1977), por el contrario, observaron una disminución de la coherencia en  $\alpha$ , durante la solución de una tarea aritmética y una espacial, en relación al reposo.

Koles y Flor-Henry (1985) encontraron un incremento en la coherencia interhemisférica en  $\alpha$ , en parietal y temporal en una tarea de fluidez de palabras, y lo opuesto en la tarea espacial de asociación de forma.

Tucker (1985) encontró en un estudio intensivo de dos sujetos, registrados semanalmente por varios meses, que el cambio mayor que se da del estado de reposo es un incremento de la coherencia interhemisférica, en la zona anterior izquierda, durante tareas de fluidez de palabras.

Aún no se conoce el significado funcional de la correlación entre diversas zonas cerebrales; sin embargo, en los estudios mencionados se observa que la correlación ya sea, inter o intrahemisférica, es mayor durante la ejecución de tareas en relación al reposo, lo cual sugiere que la actividad de diferentes regiones cerebrales se unifica para lograr un procesamiento más eficiente de la información. Posiblemente, la correlación esté asociada al mantenimiento de un nivel óptimo de alertamiento cortical como propone Grindel (1982).

La coherencia parece ser un indicador sensible a los cambios que experimenta el EEG durante la solución de tareas, aunque se requiere de un mayor número de investigaciones, con el objeto de poder establecer un marco de información coherente, que nos ayude a comprender el funcionamiento del cerebro.

#### IV. DIFERENCIAS SEXUALES EN EL FUNCIONAMIENTO CEREBRAL

En algunas investigaciones se han reportado diferencias sexuales en las habilidades cognoscitivas y han concluido que los hombres son mejores en la ejecución de tareas visoespaciales, mientras que las mujeres muestran superioridad en las pruebas de tipo verbal (Buffery y Gray, 1972; Maccoby y Jacklin, 1975).

Estas diferencias en las habilidades cognoscitivas pueden deberse a diferencias en la organización funcional del cerebro entre los hombres y las mujeres.

Se ha visto que las mujeres tienen mayor activación cerebral que los hombres, medido a través del flujo sanguíneo cerebral, tanto durante el reposo como durante la solución de tareas verbales y espaciales (Gur et.al., 1982).

Glass (1967) observó una mayor cantidad del ritmo alfa en hombres que en mujeres, tanto durante el estado de reposo como durante la solución de diferente tipo de tareas.

Flor-Henry, Koles y Reddon (1987) observaron que en estado de reposo con los ojos abiertos, las mujeres tienen mayor

potencia que los hombres, en el área frontal, en las bandas lentas ( $\delta$  y  $\theta$ ) y que las oscilaciones de la banda  $\alpha$  a lo largo del tiempo también son más rápidas en las mujeres que en los hombres.

Matsuúra (1984) encuentra diferencias sexuales en los patrones del EEG dependientes de la edad. Después de la pubertad el porcentaje de  $\alpha$  en occipital, es mayor en los hombres, pero la amplitud media de esta banda es mayor en las mujeres después de los 18 años; después de los 22 años el porcentaje del ritmo  $\theta$  es mayor en las mujeres, en todas las edades, al igual que la amplitud media de  $\beta$ .

En relación a la lateralización hemisférica, Tucker (1977) presentó preguntas de tipo verbal-emocional, verbal-no emocional, espacial-emocional, espacial-no emocional, en dos situaciones, bajo estrés y neutral. Encontró movimientos de los ojos hacia el lado izquierdo (HD) mayor en las mujeres que en los hombres en las preguntas emocionales, especialmente bajo estrés. Las mujeres parecen tener más práctica para describir sus sentimientos y tienden a comportarse más consistentemente con sus reportes de estados emocionales y a creer que su activación emocional y su expresividad, son indicadores reales de lo que sienten, mientras que los hombres, con frecuencia, no le dan importancia a sus sentimientos y reacciones expresivas (Cupchick y Leventhal, 1974).

Jones (1980) encontró una especialización del HD en los hombres durante la categorización de caras de hombres y mujeres,

presentadas en el campo visual derecho e izquierdo, separadamente. En las mujeres no hubo lateralización.

Davidson y Schwartz (1976) encontraron que al incorporar una tarea de retroalimentación de la respuesta cardiaca, las mujeres muestran una activación del HD, lo cual sugiere un cambio a una estrategia más afectiva, mientras que en los hombres sucedió lo contrario, una activación del HI, aunque no en forma significativa. Los autores interpretan estos resultados en el sentido de que, cuando los hombres experimentan afecto lo hacen de una forma más analítica, mientras que las mujeres lo hacen de una manera más global.

Moore (1984) encontró una supresión de  $\alpha$  en el HI mayor en las mujeres que en los hombres durante una tarea de imitación de oraciones y otra de comprensión de historias. Esto lo interpreta como que las mujeres dependen más que los hombres del HI para activar el procesamiento de tareas que implican estímulos lingüísticos continuos; con estímulos discretos, los hombres tienen mayor activación del HI que las mujeres. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otras investigaciones en las que se observa un nivel de procesamiento mayor en el HD en las mujeres, mientras que los hombres muestran mayor procesamiento en el HI (Lake y Bryden, 1976; Hannay y Malone, 1976; Moore y Lorendo, 1980). Sin embargo, se oponen a los resultados encontrados por otros autores, por ejemplo, Haynes y Moore (1981) reportan que las mujeres muestran mayor proporción de alfa en el HI durante el procesamiento de dos tipos de oraciones, unas requerían un nivel alto de imaginación y las otras un nivel bajo,

mientras que los hombres tuvieron menor proporción de alfa en el HD en ambas condiciones. Es posible que las diferencias entre los estudios se deban a factores mencionados anteriormente, como son las diferencias entre el tipo de estímulos utilizados, los requerimientos de la tarea y las estrategias de procesamiento de la información.

En general, se ha encontrado que las mujeres muestran un menor grado de asimetría entre los dos hemisferios, en comparación con los hombres, utilizando simultáneamente estrategias analíticas y globales tanto para situaciones cognitivas como emocionales (Davidson y Schwartz, 1976).

Willis et.al. (1979), Beaumont, Mayes y Rugg (1978) y Trotman y Hammond (1979) observaron que las mujeres muestran menor asimetría entre los hemisferios en la banda  $\alpha$ , durante la solución de tareas verbales y espaciales.

En relación a la coherencia interhemisférica, se ha encontrado que las mujeres muestran mayor coherencia que los hombres (Beaumont, Mayes y Rugg, 1978; Flor-Henry and Koles, 1982; Koles y Flor-Henry, 1985; Corsi-Cabrera, Herrera y Malvido, 1988). Beaumont, Mayes y Rugg (1978) sugieren que el mayor nivel de coherencia interhemisférica encontrado en las mujeres, está relacionado con una menor lateralización cerebral.

Las mujeres muestran una correlación positiva entre el grado de correlación interhemisférica y los puntajes de la Prueba de Aptitudes Diferenciales (D.A.T.), ésto es, que a mayor

correlación mejor es la ejecución en las pruebas espacial y de razonamiento abstracto, mientras que, para los hombres, la correlación es negativa, lo que indica que a mayor correlación, peor es la ejecución. (Corsi-Cabrera, Herrera y Malvido, 1988).

En su investigación Flor-Henry, Koles y Reddon (1987) señalan que las mujeres presentaron un patrón de organización cerebral neuroeléctrico más sincronizado y menos lateralizado que los hombres. La ejecución de las tareas cognitivas verbales y espaciales involucran más a ambos hemisferios que en los hombres, quienes muestran mayor lateralización, tanto para el procesamiento verbal como espacial.

En base a lo anteriormente expuesto, podemos ver que existen diferencias sexuales en el metabolismo basal del cerebro, en la distribución de las bandas del EEG en el reposo, en el nivel de coherencia interhemisférica y, respecto a la especialización hemisférica, se ha observado que las mujeres están menos especializadas que los hombres. Sin embargo, únicamente Flor-Henry, Koles y Reddon (1987) han estudiado las variaciones en la distribución de las bandas del EEG durante el procesamiento de la información en hombres y mujeres.

En las investigaciones citadas, en el apartado sobre procesamiento de la información y EEG, no se tomó en cuenta el sexo en la selección de los sujetos, con excepción de Flor-Henry, Koles y Reddon (1987), por lo que los resultados pueden estar contaminados por esta variable. Puesto que, se han encontrado resultados que apoyan el hecho de que el cerebro de los hombres y

las mujeres muestran diferencias funcionales, es muy probable que existan también, diferencias sexuales en la distribución de las bandas del EEG durante el procesamiento de la información.

Las diferencias sexuales encontradas pueden implicar diferencias en la forma en la que los hombres y las mujeres perciben, analizan e interpretan la información, de hecho se han observado diferencias sexuales en las estrategias utilizadas para procesar la información (Davidson y Shwartz, 1976), que pueden reflejarse en algunas habilidades cognitivas. Es difícil aislar los factores que pueden estar determinando estas diferencias, pero podríamos pensar en aspectos genéticos, anatómicos, hormonales y/o socioculturales.

## V. TRABAJO EXPERIMENTAL

### A. INTRODUCCION

Como se vió en la revisión anteriormente citada, se han encontrado diferencias en el nivel de activación cerebral entre el estado de reposo y el procesamiento de diferentes tipos de tareas (Dolce y Waldeier, 1974; Gevins et.al., 1979a y 1979b; Rugg y Dickens, 1981; Doyle, Ornstein y Galin, 1974; Mizuki et.al., 1980). Sin embargo, en estos estudios, no se ha tomado en cuenta el sexo en la selección de los sujetos. En algunas investigaciones se han registrado únicamente hombres y en otras, sujetos de ambos sexos, en número desigual. Únicamente Flor-Henry, Koles y Reddon (1987) han estudiado las variaciones en la distribución de las bandas del EEG durante el procesamiento de la información. Puesto que, se han encontrado resultados que apoyan el hecho de que el cerebro de los hombres y las mujeres muestran diferencias funcionales, como se reseñó previamente, es muy probable que existan también, diferencias sexuales en la distribución de las bandas del EEG durante el procesamiento de la información.

En relación a la coherencia, se han realizado, solamente, dos investigaciones (Beaumont, Mayes y Rugg, 1978 y; Flor-Henry, Koles y Reddon, 1987) en las que se ha encontrado que la coherencia interhemisférica es mayor en las mujeres que en los hombres.

Por otra parte, la teoría de la especialización hemisférica,



ha conducido a un gran número de investigaciones en las que se ha demostrado que los hemisferios izquierdo y derecho, en el hombre, se encuentran especializados en el procesamiento de la información. Así, el hemisferio izquierdo se encuentra más relacionado con el procesamiento de información de tipo lógico, analítico, secuencial, como el lenguaje y las matemáticas, mientras que el hemisferio derecho preferentemente procesa información espacial, emocional, y musical, de una manera sintética y global (Doyle et.al., 1974; Butler y Glass, 1973; Galin y Ornstein, 1972; Grabow et.al., 1979). Sin embargo, en la vida diaria, el hombre utiliza ambas estrategias, prácticamente no existen situaciones en las que se utilice, exclusivamente, uno de los hemisferios para el análisis de la información. Existen muy pocos estudios en los que se haya registrado el EEG ante la solución de una tarea mixta, es decir, que requiera un procesamiento tanto lógico-analítico como espacial (Yoshikuni, 1980; Ehrlichman y Wiener, 1980 y; Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988). El último de estos estudios fue el único realizado con el propósito expreso de analizar los cambios hemisféricos producidos por este tipo de tarea, en comparación con una tarea verbal y una espacial, en la zona parietal. Se encontró una mayor activación del hemisferio izquierdo (mayor potencia de  $\beta$ ) ante la solución de la tarea verbal, del hemisferio derecho durante la tarea espacial y una activación similar en ambos hemisferios en la tarea mixta en relación al reposo, mientras que la correlación interhemisférica no mostró diferencias entre las tareas.

Dicha investigación, fue realizada en sujetos del sexo

masculino, sin embargo, además de las diferencias encontradas en el metabolismo basal del cerebro (Gur et.al., 1982), en la distribución de las bandas del EEG en el reposo (Glass, 1967; Flor-Henry, Koles y Reddon, 1987 y; Matsuura, 1984) y en el nivel de coherencia interhemisférica, se han descrito diferencias sexuales en la especialización hemisférica, como se mencionó anteriormente, (Glass, 1967; Matsuura, 1984; Tucker, 1977; Jones, 1980; Davidson y Schwartz, 1976; Moore, 1984; Willis et.al., 1979; Beaumont, Mayes y Rugg, 1978; Corsi, Herrera y Malvido, 1988). Es posible que estas diferencias funcionales del cerebro entre ambos sexos, se asocie a las diferencias encontradas en las habilidades verbales y espaciales (Buffery y Gray, 1972; Maccoby y Jacklin, 1975) y/o a diferencias en las estrategias utilizadas en la solución de tareas (Davidson y Schwartz, 1976).

En el presente estudio, se registró el EEG en las mujeres, durante la solución de las mismas tareas presentadas a los hombres incluyendo dos variables más al estudio anterior, la potencia de las bandas en la zona central, además de la parietal, y la correlación intrahemisférica, además de la correlación interhemisférica, contemplándose los siguientes objetivos:

- a) Observar, en un grupo de mujeres, los cambios en la potencia relativa de las bandas del EEG, cuando se realiza una actividad cognoscitiva, así como la correlación entre zonas homólogas de los hemisferios (interhemisférica) y la correlación entre dos zonas dentro del mismo hemisferio cerebral (intrahemisférica).
- b) Ver si existen diferencias en la activación de los hemisferios

cerebrales de las mujeres, durante la solución de los tres tipos de tareas (verbal, espacial y mixta).

c) Realizar una comparación, no estadística, con los resultados obtenidos en el estudio realizado previamente en hombres, con el objeto de estudiar las diferencias sexuales en la organización funcional del cerebro durante el procesamiento de la información, tanto en la distribución de la potencia relativa de las bandas del EEG, como en la correlación interhemisférica, en la zona parietal.

## B. METODO

### B1. SUJETOS

En el estudio participaron 20 sujetos voluntarios del sexo femenino, con un rango de edad entre los 18 y 35 años ( $X = 25.5$ ), estudiantes o profesionistas del área de la Psicología. Todos los sujetos eran diestros, de acuerdo a una prueba estandarizada de lateralidad (Annet, 1967). Se excluyeron del estudio aquéllos sujetos que: hubieran sufrido golpes fuertes en la cabeza y/o tuvieran problemas neurológicos; tomaran medicamentos que se conozca que afecten el EEG; tuvieran alteraciones en el ciclo vigilia-sueño; no fueran diestros de acuerdo a la prueba mencionada o; tuvieran antecedentes familiares de lateralidad zurda.

La información que se les dió a los sujetos fue que participarían en un experimento en el cual se les iba a registrar el EEG mientras resolvían algunos problemas.

### B2. TAREAS

Las tareas aplicadas a los sujetos fueron de tres tipos: una tarea lógica-verbal, la cual requería de un procesamiento analítico; una tarea espacial que requería de un manejo sintético y "gestáltico" de la información y; una tarea mixta, en la cual era necesario tanto del procesamiento lógico-analítico como global de la información.

Cada tarea constaba de 15 estímulos, los cuales fueron escogidos en base a un estudio piloto realizado en 15 sujetos.

Los estímulos escogidos le tomaban a los sujetos al menos 20 seg para su solución. Posteriormente, los estímulos fueron divididos en tres grupos, en base al promedio obtenido del tiempo que tardaban en dar la respuesta los sujetos para cada estímulo, los cuales comprendían los siguientes rangos: de 20 a 45 seg, de 45 a 70 seg y de 70 a 95 seg. Se utilizó la misma cantidad de estímulos de cada rango de tiempo en las tres series (verbal, espacial y mixta) con el objeto de controlar que el nivel de dificultad de los estímulos fuera semejante en las tres tareas.

Los estímulos verbales consistieron en acertijos populares tomados del libro "What is the name of this book?" (Smullyan, 1978), adaptados al español y a información adecuada a nuestro contexto social. En base a los reportes obtenidos de los sujetos en dos estudios piloto, en relación a la forma en que buscaban la solución de los problemas, se determinó que la solución de estos acertijos requería del establecimiento de relaciones de tipo lógico-analíticas. (Ver figura 1).

En una caja hay 24 calcetines rojos y 24 azules. ¿Cuál es el mínimo que debo sacar para obtener por lo menos 2 calcetines del mismo color?

Fig. 1. Ejemplo de los reactivos de la tarea verbal.

Los estímulos espaciales requerían del apareamiento de una figura modelo con figuras ocultas dentro de un patrón complejo (figura 2). En esta tarea era necesario realizar un

procesamiento de tipo espacial de la información, tomando en cuenta la forma y la localización de figuras dentro de un espacio.

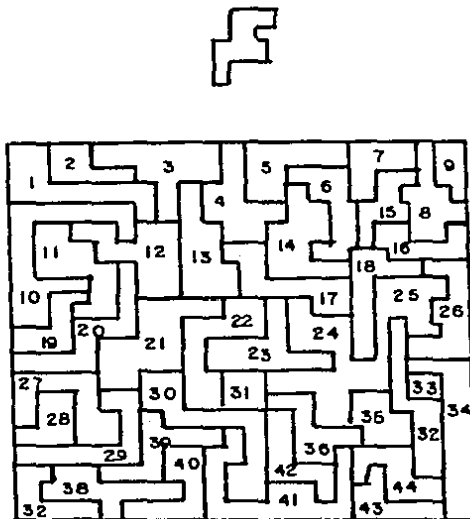


Fig. 2. Ejemplo de los reactivos de la tarea espacial.

La tarea mixta fue tomada de la subprueba de razonamiento abstracto de la Prueba de Aptitudes Diferenciales (Bennet et al., 1951). Esta prueba requiere, por una parte, de la habilidad para percibir las relaciones secuenciales entre patrones de figuras presentadas en forma espacial y, por otra, de la habilidad para procesar esta información en forma lógica y analítica, por esta razón fue escogida como tarea mixta. El formato vertical original de la prueba se modificó para fines prácticos de la presentación de los estímulos. (Ver figura 3).

Las tres series de estímulos fueron presentadas en forma de diapositivas sobre una pantalla blanca.

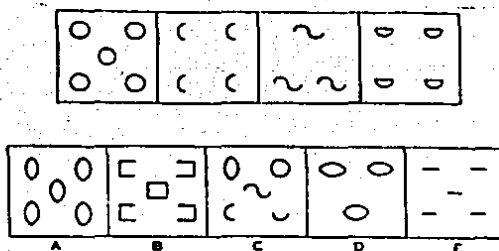


Fig. 3. Ejemplo de los reactivos de la tarea mixta.

### B3. PROCEDIMIENTO

El experimento se llevó a cabo en una sola sesión, para cada sujeto, de aproximadamente dos horas y media de duración, la cual se desarrolló de la siguiente manera:

1) Se le aplicó al sujeto la prueba de lateralidad (Annet, 1967) en la que se observan las siguientes conductas: cepillarse los dientes, clavar un clavo con un martillo, ensartar una aguja, ver a través de un tubo, patear una pelota, repartir una baraja, escribir, cortar un papel con tijeras, aventar una pelota y encender un cerillo. En el caso de que el sujeto fuera diestro en estas conductas se procedía con la sesión experimental, de lo contrario, se suspendía.

2) Colocación de electrodos. La actividad electroencefalográfica (EEG) fue registrada en forma monopolar en las derivaciones C3, C4, P3 y P4, referidas a la oreja ipsilateral, de acuerdo al sistema internacional 10-20 (Jasper, 1958). La impedancia de los electrodos tenía un máximo de 10 Kohms.

3) Posteriormente a la colocación de los electrodos, el sujeto era situado en un cuarto sonoamortiguado, sentado en una silla de frente a la pantalla blanca, aproximadamente a 1.5 m de distancia, aunque si era necesario se colocaba más cerca de la misma, y se le dió un periodo de adaptación a las condiciones de registro de 10 min. En caso de necesitar lentes, el sujeto los usaba durante el experimento.

4) Registro del EEG. El EEG fue registrado en un polígrafo Grass modelo 8-16E de 8 canales con frecuencias de corte de 1 y 30 Hz. La señal fue registrada durante: una línea base inicial de un minuto con los ojos abiertos (LB); el tiempo total de presentación de cada uno de los estímulos de las tres series de tareas (verbal, espacial y mixta), a partir de su aparición hasta el momento en que el sujeto daba la respuesta y; tres periodos de reposo, uno después de cada tarea, con los ojos abiertos.

5) Tratamiento. La orden de presentación de las tres series de tareas (verbal, espacial y mixta) y de los estímulos dentro de cada serie fue contrabalanceada entre los sujetos. Antes de iniciar la presentación de los estímulos se daban al sujeto las indicaciones generales y antes de cada una de las tareas se leían las instrucciones específicas para cada tarea. El sujeto resolvía un ejemplo de la tarea, con el fin de verificar que había comprendido lo que tenía que hacer. Los ejemplos y su explicación fueron iguales para todos los sujetos.

El tiempo que requerían los sujetos para solucionar cada estímulo fue registrado por medio de un reloj. Tanto el reloj



como la presentación de la diapositiva eran iniciados automáticamente por un disparo, por medio de un controlador múltiple de tiempo de reacción marca Lafayette modelo 63013. El reloj era detenido, a través de un sensor de voz colocado en el cuello del sujeto, en el momento en que éste emitía verbalmente la respuesta, al mismo tiempo que la diapositiva desaparecía. El nivel de sensibilidad del sensor era ajustado para cada sujeto.

Al terminar cada una de las tareas, el experimentador preguntaba al sujeto la estrategia que había empleado en la solución de los problemas presentados en esa tarea.

#### B4. OBTENCION Y ANALISIS DE DATOS

##### a) Captura de la señal de EEG

La señal de EEG fue capturada en línea en una computadora Printaform tipo PC, a través de un convertidor analógico/digital de 8 canales, con 12 bits de resolución y un rango de voltaje de -1 a +1 volts.

Las señales de EEG de las cuatro derivaciones registradas (C3, C4, P3 y P4) fueron muestreadas simultáneamente, una en cada canal del convertidor. Se tomaron 8 muestras de EEG, libres de artefactos, para cada derivación durante los periodos de reposo y 2 muestras durante la solución de cada uno de los estímulos de las tres series de tareas. Se analizaron 8 estímulos por tarea. Cada muestra tenía una duración de 2.56 seg (256 puntos) y se utilizó un intervalo de muestreo de 10 mseg entre un punto y otro (100 Hz). (Ver figuras 4).

Las muestras de las condiciones de reposo fueron tomadas al azar, mientras que las de las tareas fueron tomadas en el rango comprendido después de los 2 primeros segundos de la presentación del estímulo y antes de los 5 seg previos a la respuesta del sujeto para evitar artefactos de movimiento.

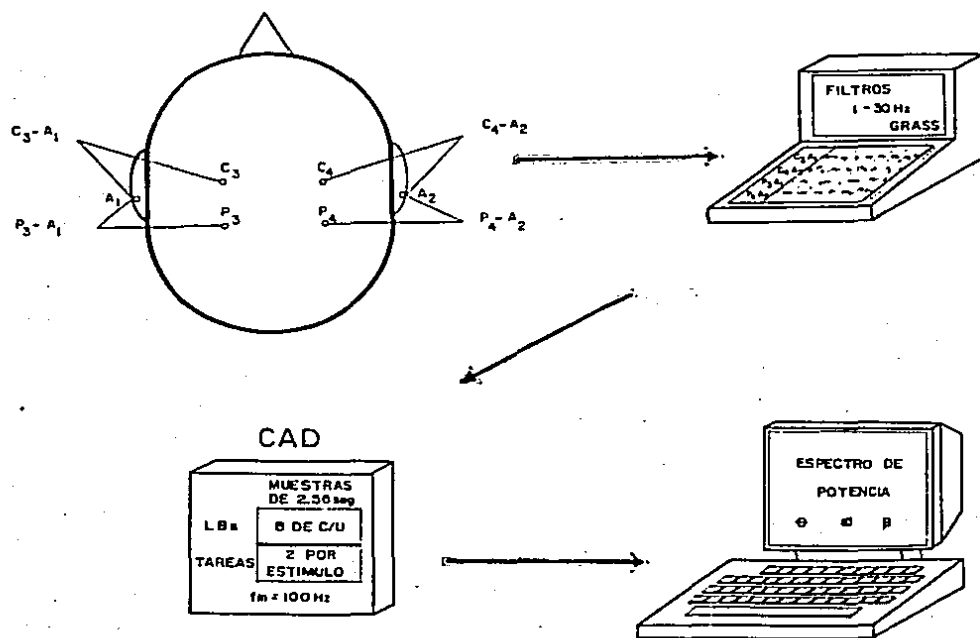


Fig. 4. Diagrama del registro, la captura a través de un convertidor análogo/digital (CAD) y el análisis computacional de la señal de EEG.

#### b) Análisis de la señal de EEG

Se obtuvieron las potencias relativas de las bandas

electroencefalográficas theta, alfa y beta, por medio de un análisis de la transformada rápida de Fourier (TRF), para cada derivación en las diferentes condiciones experimentales.

El análisis fue realizado independientemente para cada derivación. El primer paso fue filtrar la señal, por medio de un filtro digital, con en objeto de eliminar frecuencias menores de los 3.5 Hz y mayores de los 30 Hz, así como la posible corriente directa (DC) que contaminara la señal de interés.

Las frecuencias registradas correspondientes al ritmo delta (1.5 a 3.5 Hz) fueron eliminadas debido a: que son frecuencias muy bajas en las que puede meterse interferencia de otras fuentes, por ejemplo, de los movimientos oculares y; que no son frecuencias relevantes en el EEG durante el estado de vigilia en sujetos adultos normales.

Una vez filtrada la señal, se separaron los diversos componentes de la misma, de acuerdo a su frecuencia. La TRF separa esta señal, agrupando los componentes de frecuencia en las bandas del EEG como sigue (Ver fig. 5):

theta	3.51	a	7.95
alfa	8.00	a	12.98
beta	13.03	a	29.98

Este análisis da como resultado los valores de potencia absoluta (espectro de potencia) para cada banda de frecuencia, los cuales fueron transformados a potencias relativas, en porcentajes, en relación a la potencia total de la señal, resultante de la suma de la potencia de todas las frecuencias.

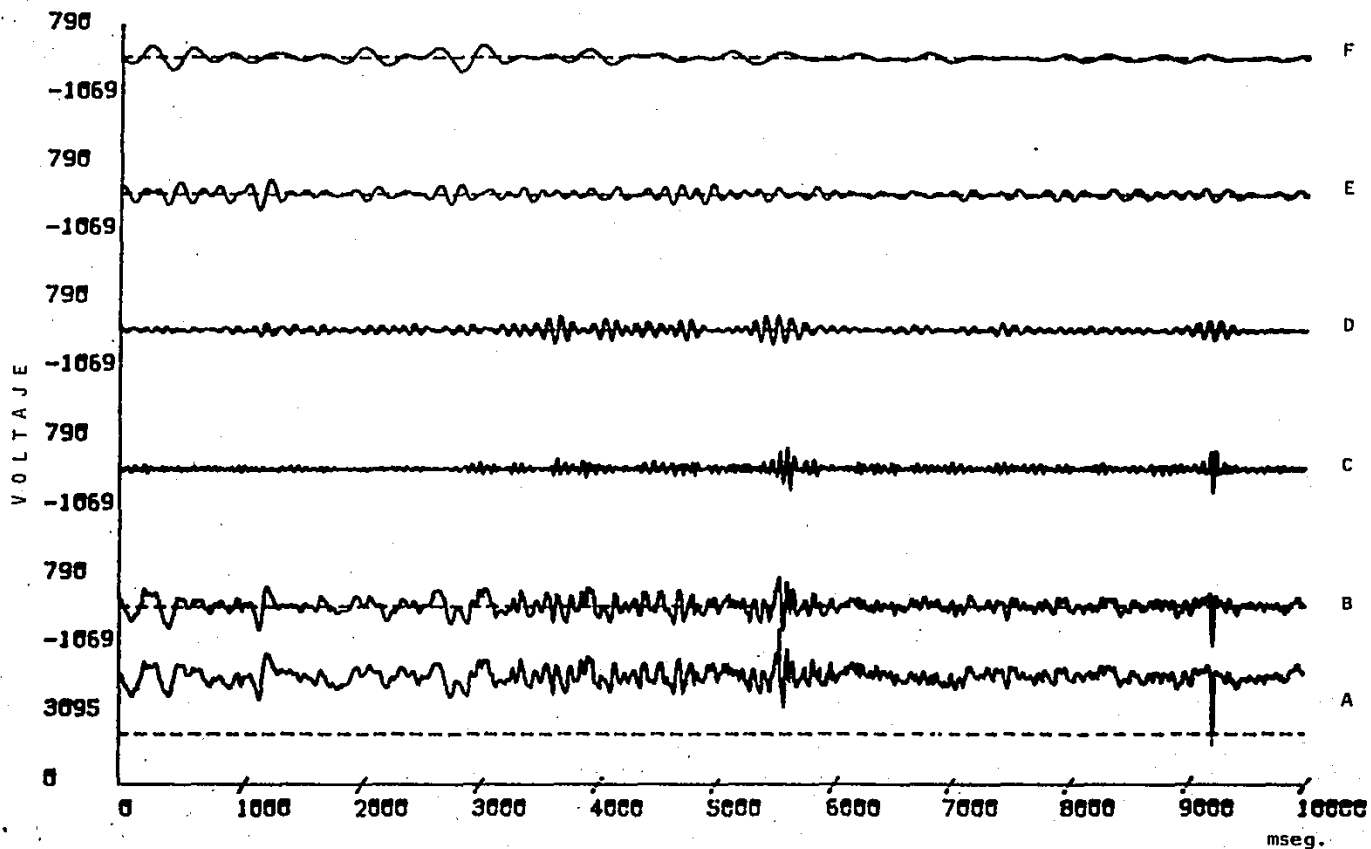


Figura 5. Descomposición de una señal de EEG por bandas: A. Señal total con DC; B. Señal filtrada; C. Potencia de beta contenida en la señal total; D. Potencia de alfa; E. Potencia de theta y; F. Potencia de delta.

La potencia relativa proporciona un índice del grado en que cada banda particular contribuye a la señal de EEG registrada.

Se calculó, además, el coeficiente de correlación lineal de Pearson entre las señales de EEG de zonas cerebrales homólogas, o correlación interhemisférica, (C3-C4 y P3-P4) y entre dos zonas de un mismo hemisferio, o correlación intrahemisférica (C3-P3 y C4-P4), con el objeto de cuantificar el grado de relación que existe entre pares de señales en base a su fase y su forma.

El análisis de correlación inter e intrahemisférica se realizó para cada banda independientemente, así como para el espectro total, en cada derivación y condición experimental.

### c) Análisis Estadístico

#### Potencia Relativa

Los valores de potencia relativa de cada muestra de EEG, en cada una de las bandas, fueron normalizados, por medio de la siguiente transformación logarítmica (John, 1987):

$$Y = \log (X / (100-X))$$

Con los valores normalizados de la potencia se realizaron los siguientes Análisis de Varianza (ANOVA) para medidas repetidas (Kirk, 1968), uno para cada banda del EEG ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\theta$ ):

#### 1) Líneas Base.

Se hizo un ANOVA de dos factores (A= hemisferios, B= líneas base) con el objeto de ver si existían diferencias significativas entre la línea base inicial (LB) y las condiciones de reposo.

registradas después de cada tarea: reposo verbal (LV), reposo espacial (LE) y reposo mixta (LM). Se hizo un ANOVA para cada derivación (C y P).

## 2) Condiciones.

Se hizo un ANOVA de dos factores (A= hemisferios, B= condiciones), con el objeto de ver si existían diferencias significativas entre la LB y las tareas: verbal (V), espacial (E) y mixta (M).

## 3) Derivaciones.

Se hizo un ANOVA de dos factores (A = hemisferios, B = derivaciones) con el objeto de ver las diferencias que pudieran existir entre la zona central y la parietal.

## Correlación

Los valores de correlación inter e intrahemisférica fueron transformados a puntuaciones Z con el objeto de estandarizarlos, por medio de la fórmula (Ver John, 1987):

$$Z = (Y - \bar{Y}) / s$$

Con estos valores transformados, se realizaron los siguientes Análisis de Varianza (ANOVA) para medidas repetidas, uno para cada una de las bandas:  $\Theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  y para la banda total.

### 1) Correlación interhemisférica.

Con el objeto de ver diferencias entre las condiciones de reposo se hizo un ANOVA (A= derivaciones, B= líneas base).

Se realizó un ANOVA para observar los efectos de las tareas

y de la LB (A = derivaciones, B = condiciones).

## 2) Correlación intrahemisférica

Con el objeto de ver diferencias entre las condiciones de reposo (LB, LV, LE y LM) se hizo un ANOVA (A= hemisferios: C3-P3 y C4-P4; B= líneas base).

Se hizo un ANOVA para ver los efectos de las tareas y la LB en la correlación (A = hemisferios: C3-P3 C4-P4; B = condiciones).

Los resultados significativos obtenidos del ANOVA fueron sometidos a una prueba de comparación múltiple, con el objeto de discriminar cuáles fueron los grupos causantes de las diferencias. La prueba aplicada para este fin fue el Análisis de Rangos de Duncan.

El valor de probabilidad aceptado fue  $p < 0.050$ , tanto para los ANOVAs como para el Análisis de Rangos de Duncan.

En las figuras relacionadas con los resultados de la potencia relativa de las bandas, los valores logarítmicos fueron retransformados a potencia relativa para una mejor comprensión.

Del mismo modo, en las figuras que representan la correlación, tanto inter como intrahemisférica, los valores en puntuaciones Z fueron retransformados a correlación. (Ver Guilford y Fruchter, 1978).

Para comparar los resultados de las mujeres con los observados en los hombres (Gutiérrez y Corsi, 1988), ver las gráficas del apéndice.

## VI. RESULTADOS

### A. POTENCIA RELATIVA.

Las medias y desviaciones estándar, normalizados, es decir, transformados a logaritmos, de la potencia relativa de las bandas theta ( $\theta$ ), alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ) se pueden observar en las tablas 1, 2 y 3, respectivamente.

#### A1. REPOSO.

A continuación se describen las diferencias obtenidas en la potencia relativa (PR) de las bandas  $\theta$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  (Figuras 6, 7 y 8 respectivamente) en: 1) las condiciones de reposo, línea base inicial (LB) y las posteriores a las tareas verbal (LV), espacial (LE) y mixta (LM); 2) los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD) y; 3) las derivaciones central (C) y parietal (P).

Al comparar la LB y las condiciones de reposo posteriores a cada una de las tareas LV, LE y LM, por medio del ANOVA de dos factores (A = hemisferios; B = condiciones de reposo), se observaron diferencias significativas en la región parietal, únicamente en  $\alpha$  entre las condiciones de reposo. No se encontraron diferencias significativas en la zona C en ninguna banda. (Ver tabla 4).

En el factor hemisferios no se observaron diferencias significativas entre los hemisferios en  $\theta$  y  $\alpha$ , pero sí en  $\beta$ , en la zona P. Asimismo, no se encontró interacción en ninguna de las bandas. (Ver tabla 4).



TABLA 1. Media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (DS) de los datos normalizados (logaritmos) de la potencia relativa de la banda THETA, para las derivaciones (C3, C4, P3 y P4) y las condiciones experimentales: línea base inicial (LB), tarea verbal (V), reposo verbal (LV), tarea espacial (E), reposo espacial (LE), tarea mixta (M) y reposo mixta (LM).

	C3		C4		P3		P4	
	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS
LB	-0.192	0.22	-0.143	0.22	-0.174	0.19	-0.195	0.18
V	-0.053	0.22	-0.085	0.22	-0.054	0.16	-0.084	0.15
LV	-0.229	0.25	-0.250	0.25	-0.247	0.28	-0.274	0.24
E	-0.146	0.19	-0.123	0.21	-0.086	0.17	-0.090	0.15
LE	-0.217	0.19	-0.216	0.19	-0.215	0.21	-0.252	0.19
M	-0.045	0.20	-0.041	0.24	-0.003	0.15	-0.020	0.14
LM	-0.201	0.23	-0.186	0.24	-0.201	0.22	-0.275	0.25

TABLA 2. Media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (DS) de los datos normalizados (logaritmos) de la potencia relativa de la banda ALFA, para las derivaciones (C3, C4, P3 y P4) y las condiciones experimentales: línea base inicial (LB), tarea verbal (V), reposo verbal (LV), tarea espacial (E), reposo espacial (LE), tarea mixta (M) y reposo mixta (LM).

	C3		C4		P3		P4	
	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS
LB	-0.233	0.28	-0.236	0.27	-0.205	0.22	-0.221	0.19
V	-0.373	0.21	-0.373	0.21	-0.316	0.19	-0.324	0.18
LV	-0.119	0.29	-0.219	0.21	-0.126	0.30	-0.123	0.26
E	-0.278	0.21	-0.278	0.21	-0.273	0.16	-0.291	0.17
LE	-0.194	0.22	-0.226	0.22	-0.141	0.24	-0.140	0.24
M	-0.364	0.18	-0.364	0.18	-0.342	0.15	-0.361	0.16
LM	-0.217	0.24	-0.244	0.24	-0.116	0.28	-0.110	0.28

TABLA 3. Media y desviación estándar de los datos normalizados (logaritmos) de la potencia relativa de la banda BETA, para las derivaciones (C3, C4, P3 y P4) y las condiciones experimentales: línea base inicial (LB), tarea verbal (V), reposo verbal (LV), tarea espacial (E), reposo espacial (LE), tarea mixta (M) y reposo mixta (LM).

	C3		C4		P3		P4	
	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS
LB	-0.573	0.24	-0.542	0.25	-0.615	0.19	-0.560	0.17
V	-0.578	0.25	-0.548	0.29	-0.647	0.25	-0.576	0.20
LV	-0.572	0.26	-0.521	0.26	-0.665	0.24	-0.604	0.19
E	-0.554	0.17	-0.516	0.22	-0.634	0.13	-0.577	0.11
LE	-0.585	0.24	-0.539	0.23	-0.667	0.24	-0.598	0.18
M	-0.594	0.20	-0.587	0.22	-0.667	0.17	-0.609	0.13
LM	-0.575	0.24	-0.565	0.27	-0.671	0.22	-0.624	0.19

TABLA 4. Resultados del ANOVA en la potencia relativa de las bandas theta ( $\theta$ ), alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ) para los factores hemisferios y condiciones de reposo.

	CENTRAL				PARIETAL			
	Hemisferios		Reposo		Hemisferios		Reposo	
	F(1,19)	p	F(3,19)	p	F(1,19)	p	F(3,19)	p
$\theta$	0.28	=0.605	2.16	=0.094	3.76	=0.052	2.42	=0.068
$\alpha$	0.98	=0.674	0.41	=0.752	0.00	=0.944	5.07	=0.003
$\beta$	3.19	=0.073	0.26	=0.854	12.3	<0.001	2.54	=0.058

a) Condiciones de reposo

Como se mencionó únicamente se encontraron diferencias en la zona P en el ritmo  $\alpha$ , entre las condiciones de reposo. El análisis de Rangos de Duncan dio diferencias en: P3 entre la LB

y LM ( $p < 0.05$ ) y; en P4 entre la LB y las tres condiciones de reposo LV, LE ( $p < 0.05$ ) y LM ( $p < 0.01$ ). En la figura 7 se observa que la PR de  $\alpha$  es mayor en el reposo posterior a las tareas que en la LB.

#### b) Hemisferios

Se encontraron diferencias significativas entre los hemisferios sólo en  $\beta$  en la zona P. La PR fue mayor en el HI que en el HD, en LE ( $p < 0.05$ ). (Ver fig. 7).

#### c) Derivaciones

El ANOVA (A = derivaciones; B = condiciones de reposo) sí mostró diferencias significativas entre las derivaciones (C y P) en todas las bandas.

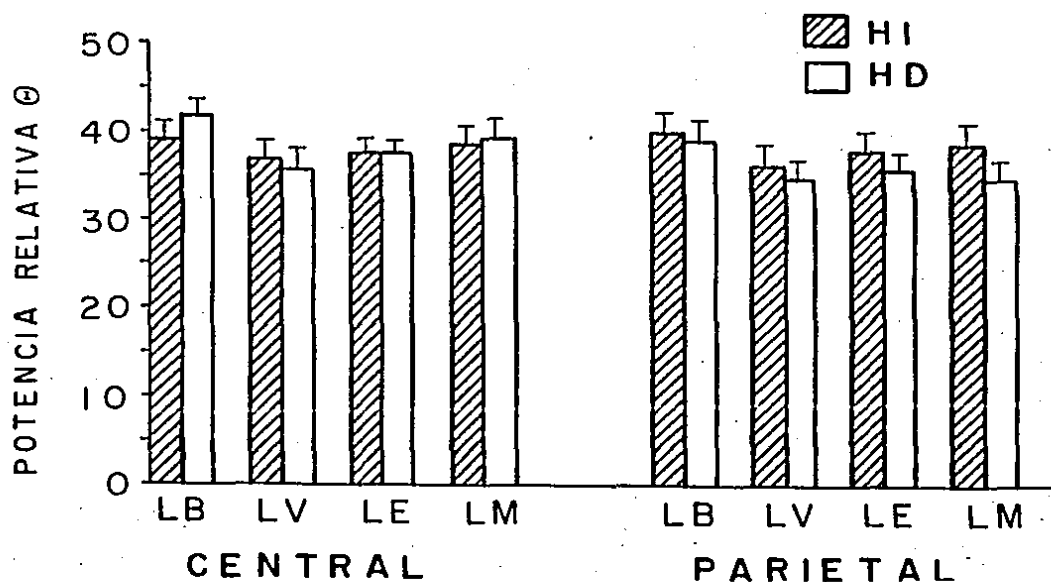


Figura 6. Media y error estándar de los valores retransformados de potencia relativa del ritmo theta ( $\theta$ ) de los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD), en las derivaciones central y parietal, para las diferentes condiciones de reposo: línea base inicial (LB), reposo verbal (LV), reposo espacial (LE) y reposo mixta (LM).

THETA. En el caso de  $\theta$  no hubo diferencias en el HI, pero sí en el HD ( $F_{(1,19)} = 6.25, p = 0.013$ ). Se observa una PR mayor en C que en P durante la LM ( $p < 0.05$ ). (Ver figura 6).

ALFA. Para  $\alpha$  las diferencias fueron significativas en ambos hemisferios (HI:  $F_{(1,19)} = 9.23, p = 0.003$ ; HD:  $F_{(1,19)} = 13.85, p < 0.001$ ). En el HI la PR es significativamente mayor en P que en C durante la LM ( $p < 0.05$ ) y; en el HD es mayor en la LE ( $p < 0.05$ ) y la LM ( $p < 0.01$ ). (Ver fig. 7).

BETA. En el ritmo  $\beta$  el ANOVA da diferencias significativas en ambos hemisferios (HI:  $F_{(1,19)} = 19.30, p < 0.001$ ; HD:  $F_{(1,19)} = 8.82, p = 0.004$ ). Duncan muestra que la potencia relativa es significativamente mayor en la zona central que parietal en: el HI en LV, LM ( $p < 0.01$ ) y LE ( $p < 0.05$ ) y; en el HD sólo en LV ( $p < 0.05$ ). (Ver fig. 7).

## A2. TAREAS.

Con el objeto de evitar posibles variables producidas por las tareas en el EEG de los periodos de reposo posteriores a ellas, se decidió tomar la línea base inicial como punto de comparación con las tareas.

A continuación se describen las diferencias obtenidas en la PR de las bandas del EEG (figs. de 8 a 13) para: 1) las condiciones experimentales: la línea base inicial (LB) y las tareas verbal (V), espacial (E) y mixta (M); 2) los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD) y; 3) las derivaciones central (C) y parietal (P).

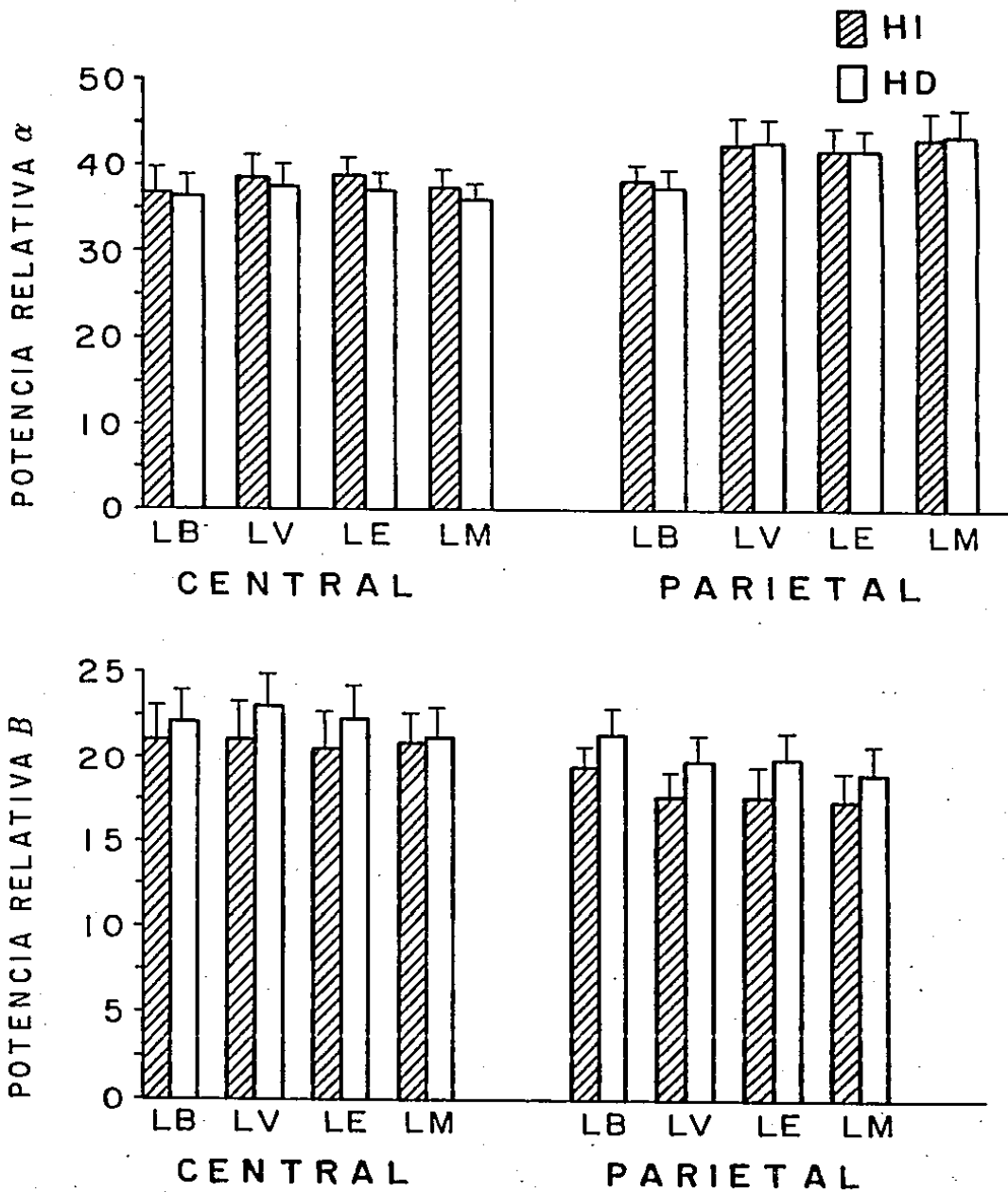


Figura 7. Media y error estándar de los valores retransformados de potencia relativa de las bandas alfa ( $\alpha$ ) y beta (B) de los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD), en las derivaciones central y parietal, para las diferentes condiciones de reposo: línea base inicial (LB), reposo verbal (LV), reposo espacial (LE) y reposo mixta (LM).

El ANOVA (Factor A = hemisferios; Factor B = tareas) mostró diferencias significativas entre tareas en las bandas  $\theta$  y  $\alpha$ , tanto en C como en P, no siendo así en el caso de  $\beta$ . (Ver tabla 5).

Por el contrario, el factor hemisferios tuvo diferencias significativas sólo en el ritmo  $\beta$  en P.

En ningún caso las interacciones fueron significativas. (Ver tabla 5).

TABLA 5. Resultados del ANOVA en la potencia relativa de las bandas theta ( $\theta$ ), alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ) para los factores hemisferios y tareas.

	CENTRAL				PARIETAL			
	Hemisferios		Tareas		Hemisferios		Tareas	
	F(1,19)	p	F(3,19)	p	F(1,19)	p	F(3,19)	p
$\theta$	0.42	=0.525	11.23	<0.001	1.24	=0.267	19.22	<0.001
$\alpha$	0.00	=0.956	17.40	<0.001	0.99	=0.678	15.28	<0.001
$\beta$	2.00	=0.156	1.43	<0.234	12.5	<0.001	1.52	=0.212

a) Tareas

THETA. El ritmo  $\theta$  mostró un incremento en la PR de la LB a la solución de las tareas. En C3 las diferencias se dieron entre LB y las tareas V y M y entre la tarea E en comparación con la V y la M ( $p < 0.01$ ). En C4, las diferencias fueron significativas en la tarea M en relación a la LB ( $p < 0.01$ ) y la E ( $p < 0.05$ ).

Tanto en P3 como en P4, las diferencias se encontraron entre la LB y las tres tareas V, E y M ( $p < 0.01$ ), así como entre las

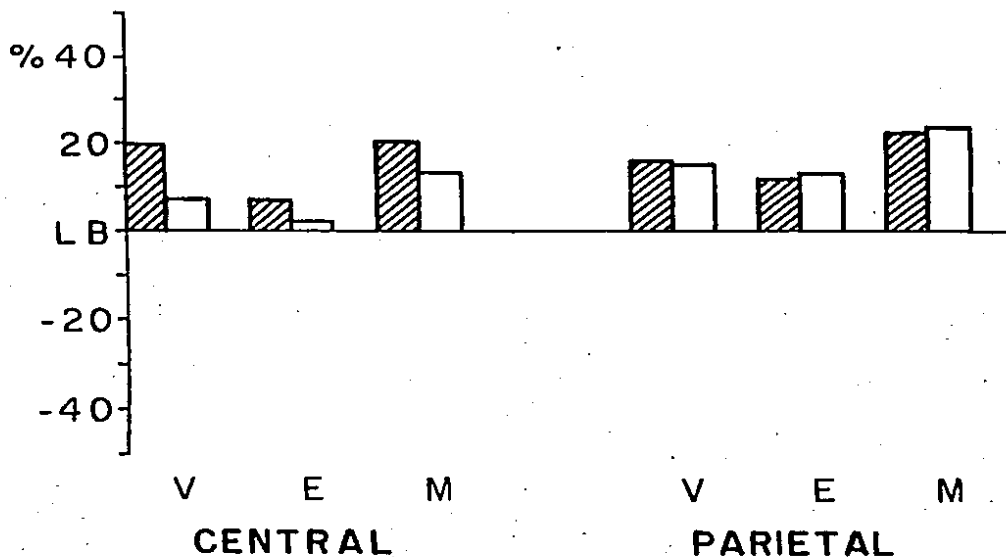
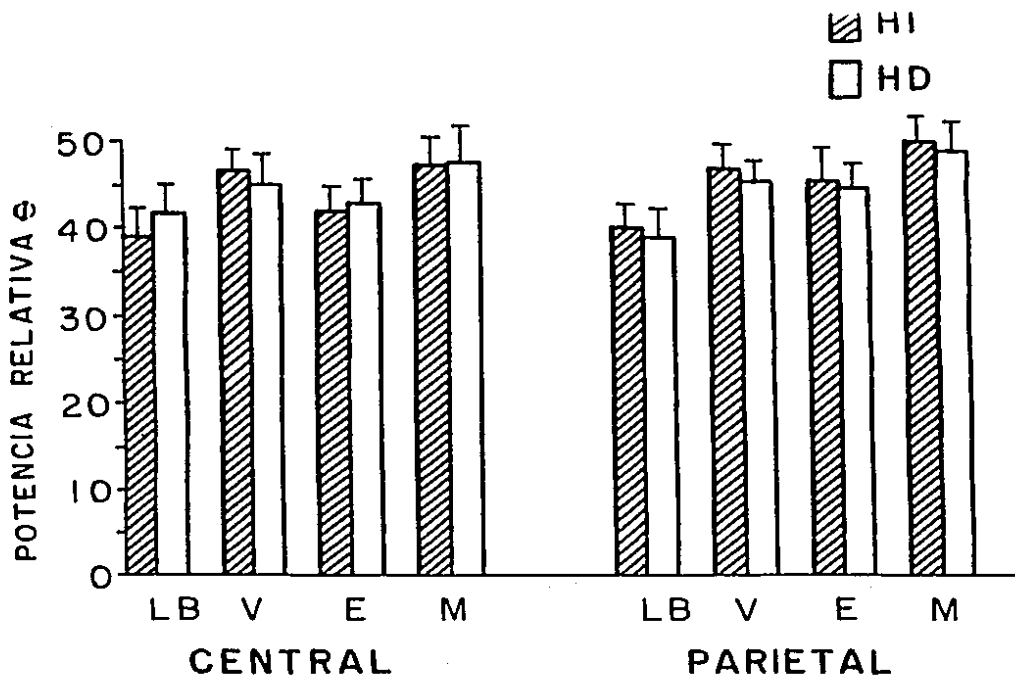
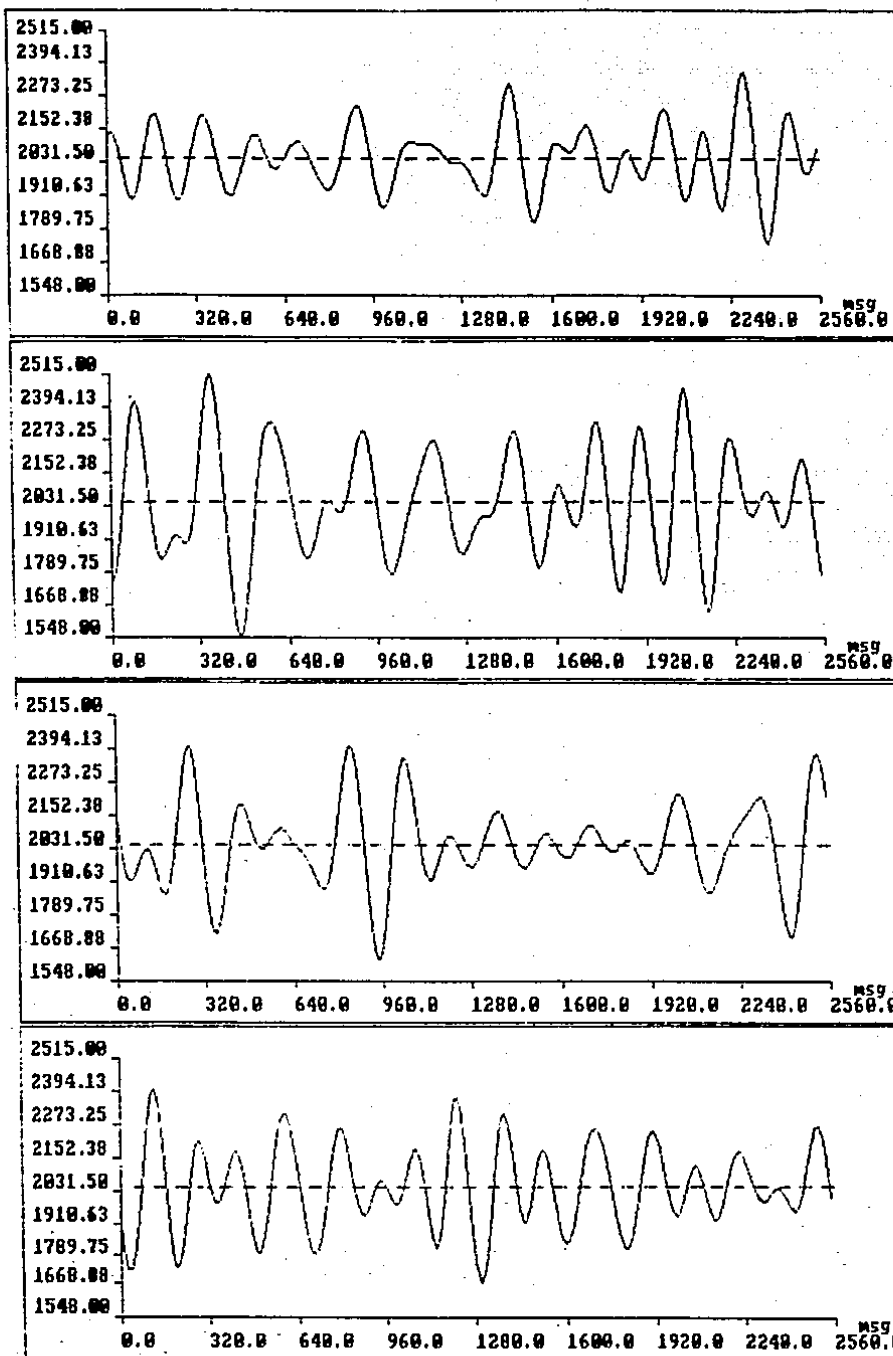


Figura 8. Media y error estándar de los valores retransformados de potencia relativa de la banda theta ( $\theta$ ) de los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD), en las derivaciones central y parietal, para las diferentes condiciones: línea base (LB), tarea verbal (V), espacial (E) y mixta (M). En la parte inferior se muestra el porcentaje de incremento de la potencia sobre la LB.



LB

V

E

M

Figura 9. Potencia de la banda theta ( $\theta$ ) en la derivación P3 de un sujeto, en las condiciones: línea base (LB), tarea verbal (V), espacial (E) y mixta (M). Se puede ver un incremento de la potencia durante las tareas en comparación con la LB.



tareas M y E ( $p < 0.05$ ). Se observa que la PR de  $\Theta$  es mayor durante la solución de los tres tipos de tareas en comparación con la LB (ver figs. 8 y 9). La PR es mayor en la tarea M que en la E. En la figura 8 se encuentra graficada la PR de  $\Theta$  en C y P durante las diferentes condiciones y en la parte inferior se puede observar el porcentaje de incremento de la PR de dicha banda, durante las tareas sobre la LB.

ALFA. Al contrario de lo observado para el ritmo  $\Theta$ , la PR de  $\alpha$  (figs. 10 y 11) muestra una disminución significativa de la PR en central, durante las tareas V y M en comparación con la LB ( $p < 0.01$ ) y; durante las tareas V y M en comparación con E ( $p < 0.01$ ).

En la zona P el decremento fue significativo entre la LB y las tareas V, M ( $p < 0.01$ ) y E ( $p < 0.05$ ); así como una diferencia entre E y M ( $p < 0.05$ ). (Ver figs. 10 y 11).

En la figura 12 se presenta el espectro de potencia de dos segmentos de EEG (512 puntos) de un sujeto en la zona P3, durante la LB y las tareas V, E y M. Se puede observar que en la LB existe un pico de potencia alrededor de los 9 Hz, correspondiente a la banda  $\alpha$ , mientras que la potencia en theta es baja. Por el contrario, durante las tareas hay mayor potencia en las frecuencias correspondientes a  $\Theta$  (3.5 a 7 Hz) y menor potencia en alfa. Las frecuencias menores de 3.5 Hz fueron filtradas.

#### b) Hemisferios

Unicamente, la banda  $\beta$  mostró diferencias significativas entre los hemisferios cerebrales. La PR de  $\beta$  fue

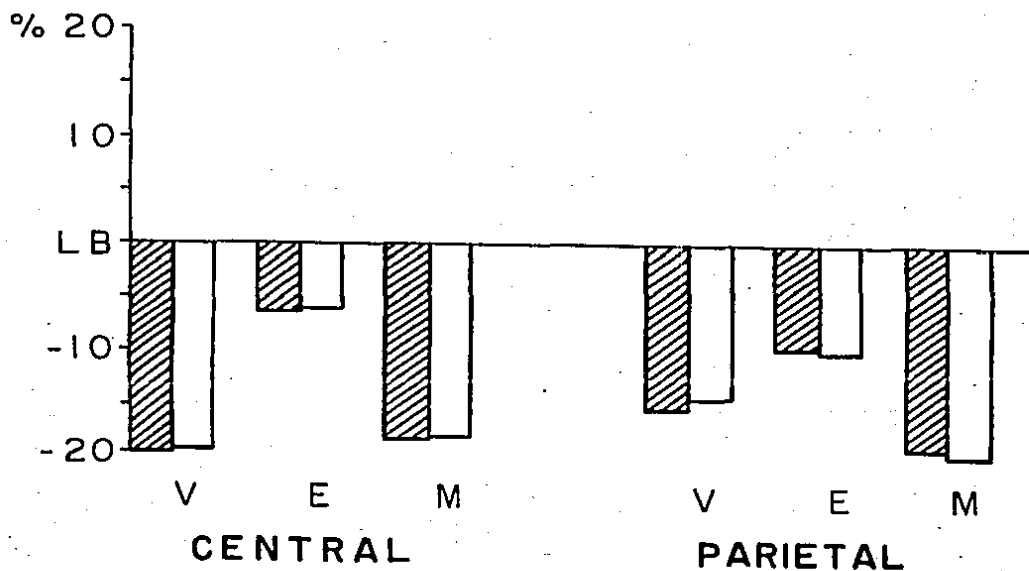
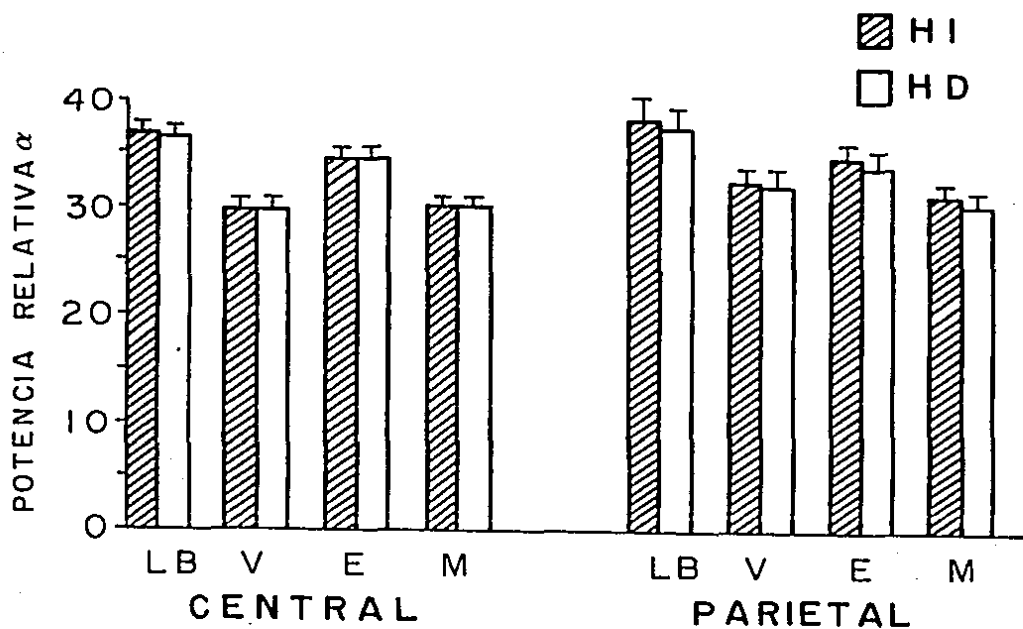


Figura 10. Media y error estándar de los valores retransformados de potencia relativa de la banda alfa ( $\alpha$ ) de los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD), en las derivaciones central y parietal, para las diferentes condiciones: línea base (LB), tarea verbal (V), espacial (E) y mixta (M). En la parte inferior se muestra el porcentaje de decremento de la potencia sobre la LB.

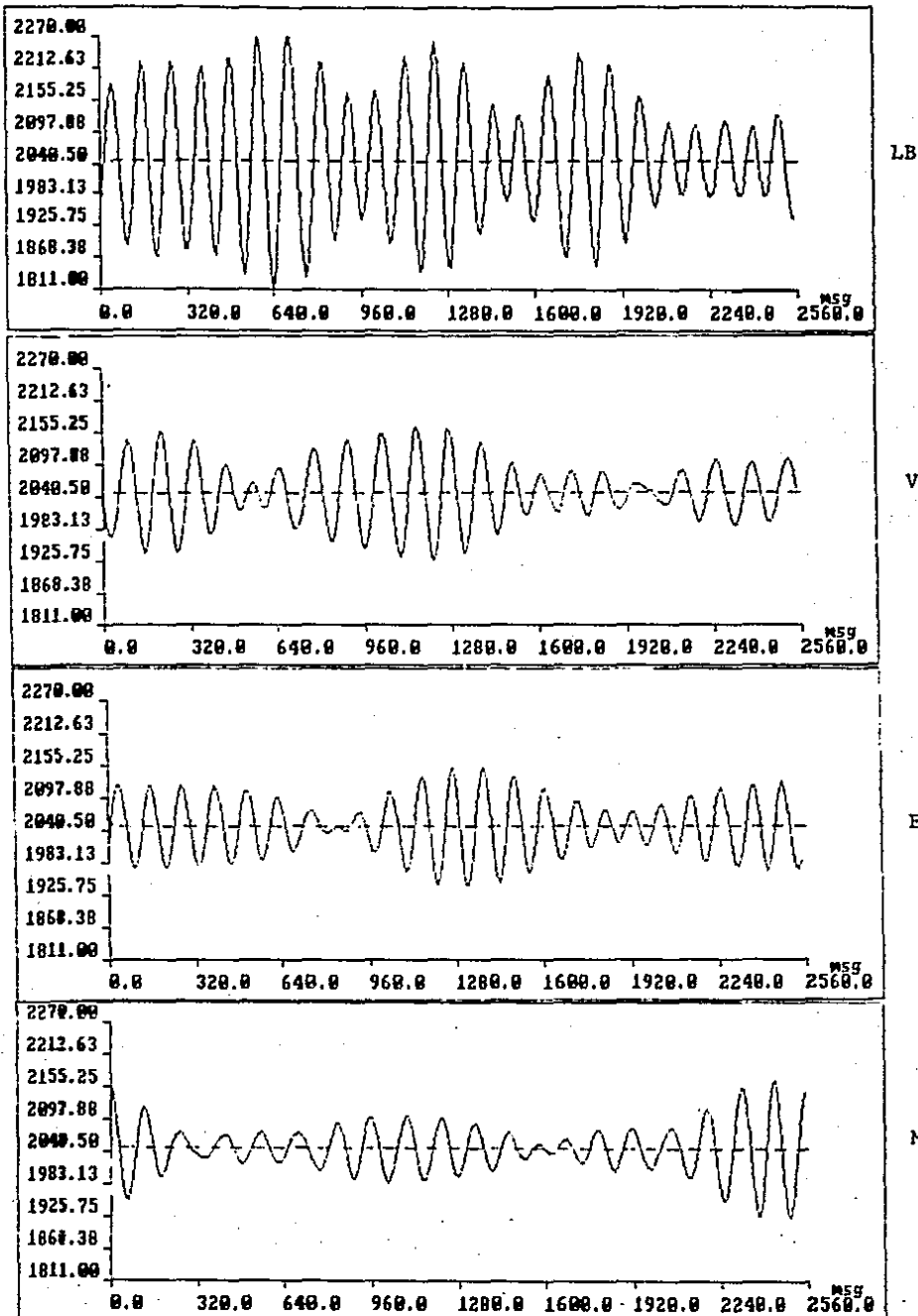


Figura 11. Potencia de la banda alfa ( $\alpha$ ) en la derivación P3 de un sujeto, en las condiciones: línea base (LB), tarea verbal (V), espacial (E) y mixta (M). Se puede ver un decremento de la potencia durante las tareas en comparación con la LB.

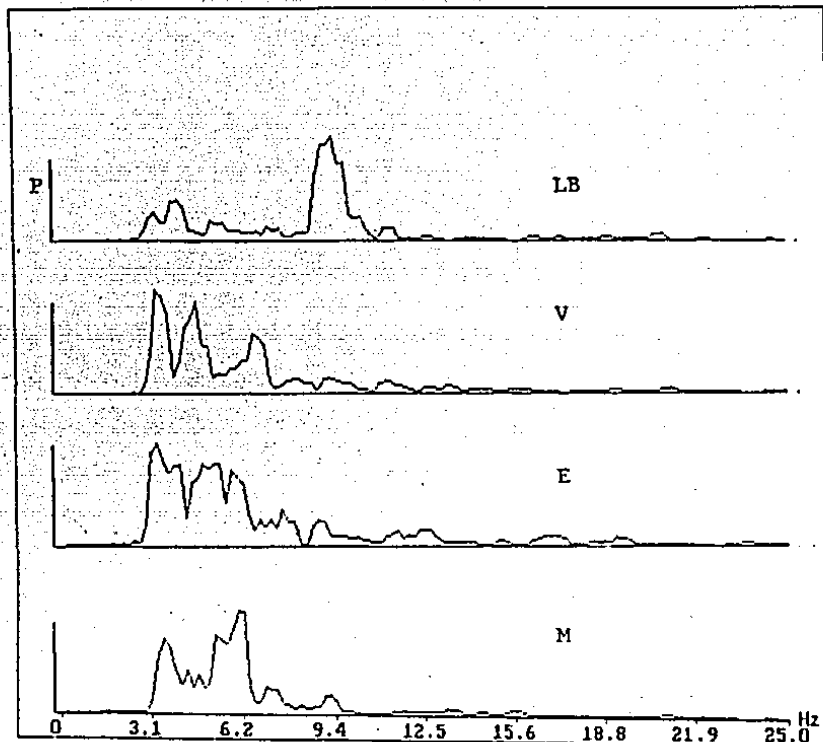


Fig. 12. Espectro de potencia de 2 segmentos de EEG (512 ptos.) de un sujeto, tomados durante la línea base (LB) y las tareas verbal (V), espacial (E) y mixta (M), en el área P3. Se observa una mayor potencia de alfa (8 a 13 Hz) durante la LB que en las tareas y lo contrario para  $\theta$  (3.5 a 7.5 Hz).

significativamente mayor en el HI que en el HD en la tarea V ( $p < 0.05$ ). (Ver fig. 13).

### c) Derivaciones

A diferencia de las bandas  $\theta$  y  $\alpha$ , en  $\beta$  sí se obtuvieron diferencias significativas entre derivaciones en la PR, pero únicamente en el HI ( $F(1,19) = 13.48, p < 0.001$ ). Por medio de Duncan se vió que la PR es mayor en la derivación C que en P, en las tareas E y M ( $p < 0.05$ ).

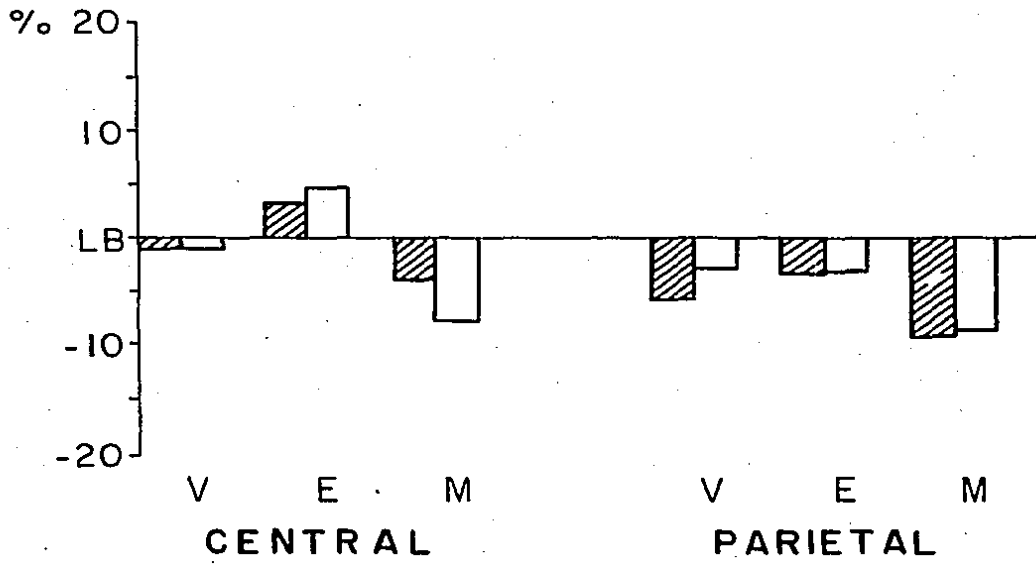
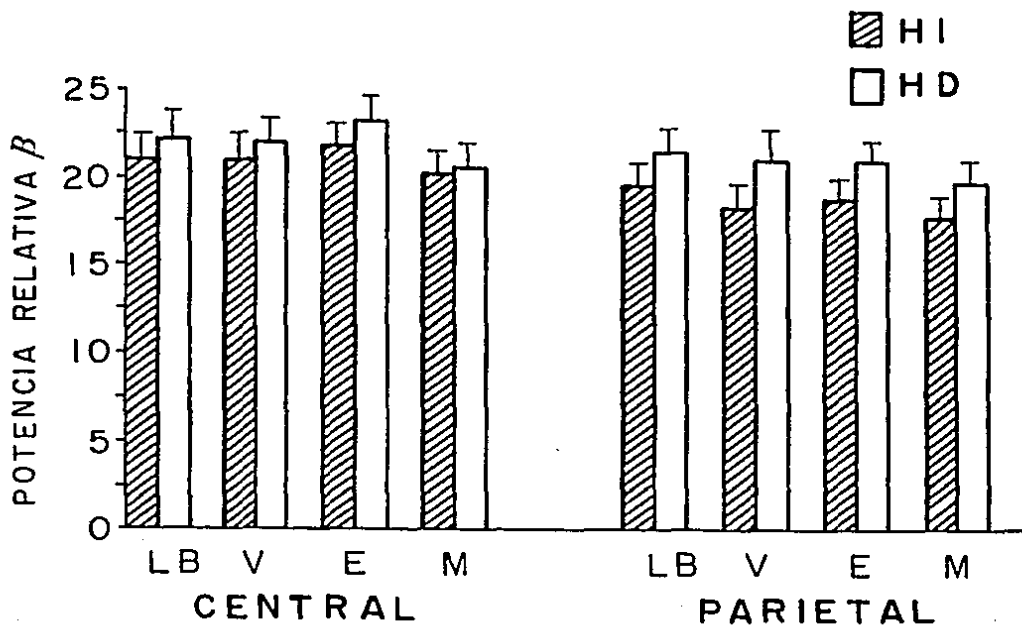


Figura 13. Media y error estándar de los valores retransformados de potencia relativa de la banda beta ( $\beta$ ) de los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD), en las derivaciones central y parietal, para las diferentes condiciones: línea base inicial (LB), tarea verbal (V), espacial (E) y mixta (M). En la parte inferior se muestra el porcentaje de cambio de la potencia sobre la LB.

## B. CORRELACION INTERHEMISFERICA

Los valores de la correlación interhemisférica, transformados a puntuaciones Z, para las diferentes condiciones experimentales, pueden observarse en la tabla 6.

### B1. REPOSO

No se encontraron diferencias significativas, en el ANOVA (Factor A = derivaciones; B = condiciones de reposo) en las condiciones de reposo inicial (LB) y las posteriores a las tareas (LV, LE y LM) para ninguna de las bandas. (Ver tabla 7).

TABLA 6. Media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (DS) de los datos estandarizados de la correlación interhemisférica de las bandas theta ( $\theta$ ), alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) y la total, para las derivaciones (C3, C4, P3 y P4) y las condiciones experimentales: línea base inicial (LB), tarea verbal (V), reposo verbal (LV), espacial (E), reposo espacial (LE), mixta (M) y reposo mixta (LM).

		$\theta$		$\alpha$		$\beta$		TOTAL	
		C3-C4	P3-P4	C3-C4	P3-P4	C3-C4	P3-P4	C3-C4	P3-P4
LB	$\bar{X}$	0.922	1.009	0.669	0.930	0.476	0.702	0.780	0.950
	DS	0.35	0.33	0.27	0.30	0.22	0.27	0.26	0.27
V	$\bar{X}$	1.009	0.883	0.725	0.843	0.416	0.597	0.852	0.814
	DS	0.22	0.22	0.22	0.26	0.14	0.22	0.16	0.19
LV	$\bar{X}$	0.958	0.988	0.752	1.031	0.491	0.728	0.831	0.982
	DS	0.30	0.29	0.27	0.22	0.22	0.26	0.21	0.22
E	$\bar{X}$	1.027	1.096	0.667	0.917	0.414	0.641	0.812	0.992
	DS	0.19	0.20	0.19	0.20	0.13	0.19	0.15	0.17
LE	$\bar{X}$	1.005	1.052	0.794	1.002	0.527	0.737	0.831	0.965
	DS	0.25	0.25	0.21	0.20	0.23	0.23	0.19	0.20
M	$\bar{X}$	1.094	1.070	0.675	0.887	0.420	0.634	0.888	0.953
	DS	0.18	0.23	0.20	0.22	0.15	0.23	0.18	0.20
LM	$\bar{X}$	0.959	1.015	0.755	0.978	0.520	0.722	0.859	0.950
	DS	0.24	0.23	0.23	0.23	0.20	0.21	0.21	0.21

Por otra parte, sí se encontraron diferencias entre las derivaciones en las bandas  $\alpha$ ,  $\beta$  y la banda total. (Ver tabla 7).

En  $\alpha$  y  $\beta$ , Duncan mostró diferencias significativas en los valores de correlación interhemisférica, entre C y P en todas las condiciones. ( $p < 0.01$ ) y para la banda total en la LB y LV ( $p < 0.01$ ), LE y LM ( $p < 0.05$ ). En todos los casos la correlación es mayor en P que en C.

No se obtuvo interacción de los factores en ninguna de las bandas.

TABLA 7. Resultados del ANOVA en la correlación interhemisférica de las bandas theta ( $\theta$ ), alfa ( $\alpha$ ) beta ( $\beta$ ) y la total (T) para los factores derivaciones y condiciones de reposo.

	DERIVACIONES		REPOSO		INTERACCION	
	F(1,19)	p	F(3,19)	p	F(3,19)	p
$\theta$	3.38	=0.065	0.88	=0.542	0.16	=0.921
$\alpha$	59.03	<0.001	2.03	=0.112	0.28	=0.843
$\beta$	133.8	<0.001	0.94	=0.576	0.18	=0.908
T	29.78	<0.001	0.77	=0.515	0.18	=0.913

## B2. TAREAS.

THETA. El ANOVA (A = derivaciones; B = tareas) mostró diferencias significativas entre las tareas, pero no entre las derivaciones. Se observó, además, una interacción entre los factores. (Ver tabla 8 y fig. 14).

En relación a las condiciones se observa que en C, la correlación interhemisférica es significativamente mayor en la tarea M que en la LB ( $p < 0.01$ ), mientras que en la derivación P se puede observar un decremento de la correlación en la tarea V, en relación a la LB ( $p < 0.05$ ) y a las tareas E y M ( $p < 0.01$ ). En la figura 14 se puede observar la interacción de los factores dada debido a que en central la correlación tiende a aumentar en todas las tareas, mientras que en parietal, la correlación baja en la tarea verbal, pero sube en las otras tareas.

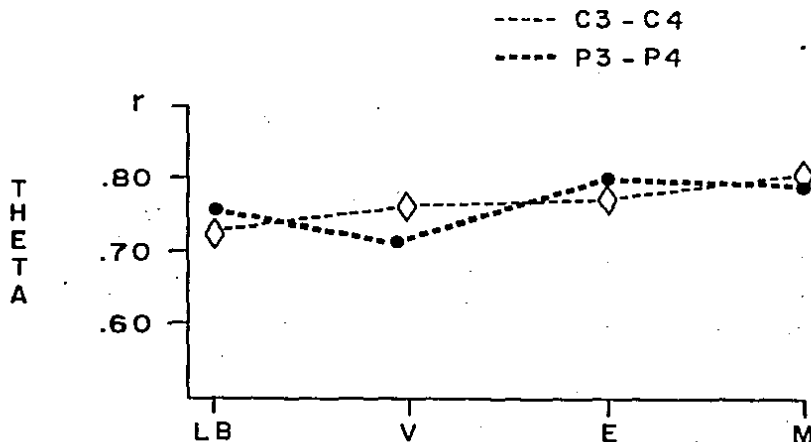


Figura 14. Media de los valores retransformados de la correlación interhemisférica del ritmo theta en las zonas centrales (C3-C4) y parietales (P3-P4), para las diferentes condiciones: línea base (LB), tarea verbal (V), espacial (E) y mixta (M).

ALFA. En la banda  $\alpha$  se encontraron diferencias significativas sólo entre las derivaciones, no existiendo diferencias entre las condiciones, ni interacción. (Ver tabla 8 y fig. 15).

La correlación interhemisférica es significativamente mayor en las zonas parietales que en las centrales en todas las



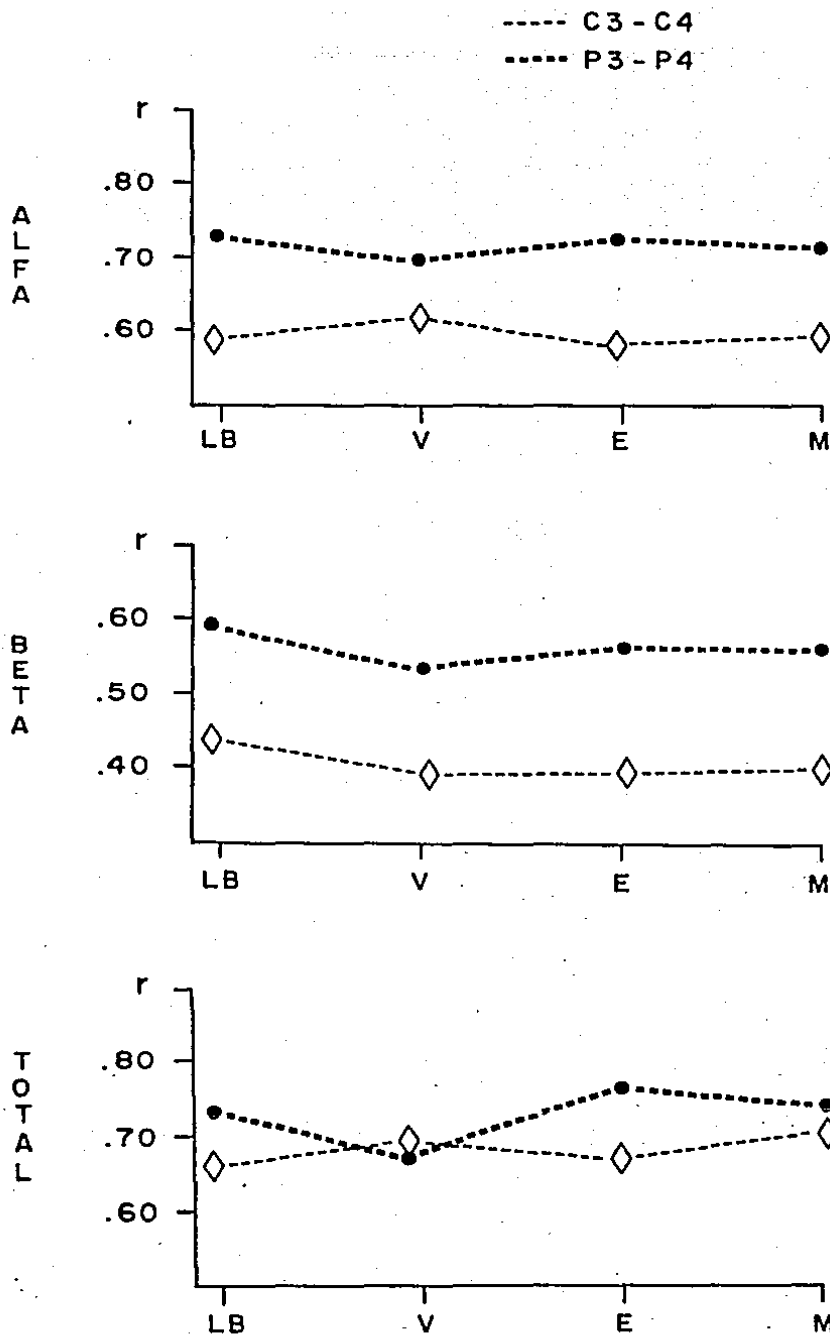


Figura 15. Media de los valores retransformados de la correlación interhemisférica del ritmo theta en las zonas centrales (C3-C4) y parietales (P3-P4), para las diferentes condiciones: línea base (LB), tarea verbal (V), espacial (E) y mixta (M).

condiciones (LB, E, M:  $p < 0.01$  y; V:  $p < 0.05$ ). (Ver fig. 15).

BETA. El ritmo  $\beta$  muestra diferencias significativas tanto entre derivaciones, como entre condiciones, no siendo así para la interacción. (Ver tabla 8).

Se puede observar (figura 15) que al igual que en  $\alpha$  los valores de correlación interhemisférica son mayores en la zona P que en la C, alcanzando significancia en todas las condiciones: LB y las tareas V, E y M ( $p < 0.01$ ).

Entre las condiciones, hay diferencias significativas en P, únicamente, entre la LB y la tarea V ( $p < 0.05$ ), siendo mayor la correlación en la LB.

BANDA TOTAL. En la banda total, en los resultados del ANOVA se ven diferencias significativas entre las derivaciones, pero no entre las condiciones. Al igual que en  $\theta$ , se observó una interacción entre los factores. (Ver tabla 8 y fig. 15).

La correlación interhemisférica de la banda total es mayor en la derivación P que en la C, de manera significativa, en la LB y la tarea E ( $p < 0.01$ ).

Aunque no hubo diferencias significativas entre las condiciones, existe una interacción, debido a que la correlación en la tarea V baja en relación a la línea base y las otras tareas, pero sólo en la derivación parietal, en central, por el contrario, aumenta la correlación en la tarea V.

TABLA 8. Resultados del ANOVA en la correlación interhemisférica de las bandas theta ( $\theta$ ), alfa ( $\alpha$ ) beta ( $\beta$ ) y la total (T) para los factores derivaciones y tareas.

	DERIVACIONES		TAREAS		INTERACCION	
	F(1,19)	p	F(3,19)	p	F(3,19)	p
$\theta$	0.00	=0.970	5.36	= <u>0.002</u>	2.79	= <u>0.042</u>
$\alpha$	52.05	< <u>0.001</u>	0.08	=0.970	1.24	=0.297
$\beta$	96.71	< <u>0.001</u>	2.74	=0.045	0.25	=0.865
T	14.16	< <u>0.001</u>	2.41	=0.068	4.12	= <u>0.008</u>

### C. CORRELACION INTRAHEMISFERICA.

Los valores de la correlación intrahemisférica, transformados a puntuaciones  $Z$ , para las diferentes condiciones experimentales, pueden observarse en la tabla 9.

#### C1. REPOSO

Por medio del ANOVA (A = hemisferios; B = condiciones de reposo) no se encontraron diferencias significativas en la correlación intrahemisférica entre las condiciones de reposo en ninguna de las bandas. Tampoco se observaron diferencias significativas en la correlación entre las zonas C y P del HI y del HD en ninguna de las bandas, ni se encontró interacción entre los factores. (Ver tabla 10):

TABLA 9. Media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (DS) de los datos estandarizados de la correlación intrahemisférica de las bandas theta ( $\theta$ ), alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) y la total, para los hemisferios (C3-P3 Y C4-P4) y las condiciones experimentales: línea base inicial (LB), tarea verbal (V), reposo verbal (LV), espacial (E), reposo espacial (LE), mixta (M) y reposo mixta (LM).

		$\theta$		$\alpha$		$\beta$		TOTAL	
		C3-P3	C4-P4	C3-P3	C4-P4	C3-P3	C4-P4	C3-P3	C4-P4
LB	$\bar{X}$	1.133	1.123	0.961	1.036	0.789	0.842	1.005	1.023
	DS	0.29	0.37	0.25	0.27	0.24	0.28	0.23	0.34
V	$\bar{X}$	1.181	1.186	1.080	1.086	0.921	0.908	1.131	1.126
	DS	0.17	0.28	0.19	0.25	0.24	0.26	0.17	0.24
LV	$\bar{X}$	1.176	1.236	1.040	1.085	0.856	0.891	1.061	1.087
	DS	0.16	0.25	0.19	0.25	0.24	0.25	0.15	0.26
E	$\bar{X}$	1.223	1.256	1.070	1.137	0.892	0.925	1.115	1.168
	DS	0.15	0.24	0.19	0.26	0.23	0.22	0.14	0.25
LE	$\bar{X}$	1.202	1.256	1.040	1.074	0.842	0.907	1.061	1.115
	DS	0.14	0.23	0.21	0.26	0.21	0.23	0.18	0.24
M	$\bar{X}$	1.228	1.242	1.032	1.078	0.867	0.929	1.139	1.184
	DS	0.17	0.24	0.19	0.23	0.22	0.22	0.17	0.25
LM	$\bar{X}$	1.152	1.205	1.023	1.063	0.864	0.922	1.048	1.117
	DS	0.16	0.21	0.22	0.26	0.21	0.23	0.18	0.24

TABLA 10. Resultados del ANOVA en la correlación intrahemisférica de las bandas theta ( $\theta$ ), alfa ( $\alpha$ ) beta ( $\beta$ ) y la total (T) para los factores hemisferios (C3-P3 Y C4-P4) y condiciones de reposo.

	HEMISFERIOS		REPOSO		INTERACCION	
	F(1,19)	p	F(3,19)	p	F(3,19)	p
$\theta$	1.96	=0.161	2.37	<0.072	0.33	=0.803
$\alpha$	3.62	=0.056	1.30	<0.277	0.13	=0.942
$\beta$	3.64	=0.055	1.46	<0.227	0.05	=0.983
T	2.59	=0.106	1.75	=0.158	0.21	=0.892

## C2. TAREAS

THETA. El ANOVA (A = hemisferios; B = condiciones) mostró diferencias significativas entre las condiciones, pero no entre hemisferios, ni hubo interacción entre los factores. (Ver tabla 11 y fig. 16).

Duncan demuestra que los valores de la correlación intrahemisférica fueron significativamente mayores en la tarea E que en la LB en el HD ( $p < 0.05$ ).

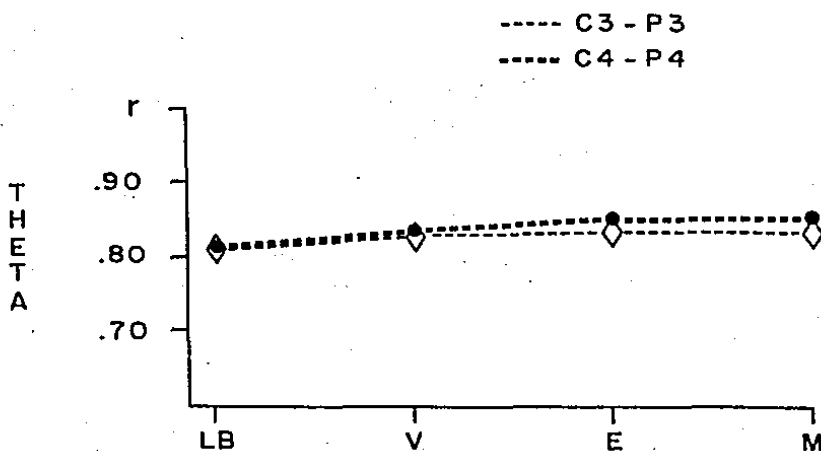


Figura 16. Media de los valores retransformados de la correlación intrahemisférica del ritmo theta en los hemisferios izquierdo (C3-P3) y derecho (C4-P4), para las diferentes condiciones: línea base (LB), tarea verbal (V), espacial (E) y mixta (M).

ALFA. Al igual que en  $\theta$  hubo diferencias significativas entre las condiciones, pero no entre los hemisferios, ni en la interacción. (Ver tabla 11 y fig. 17).

La correlación intrahemisférica fue significativamente mayor en la tarea V en relación a la LB ( $p < 0.05$ ), en el HI.

TABLA 11. Resultados del ANOVA en la correlación intrahemisférica de las bandas theta ( $\Theta$ ), alfa ( $\alpha$ ) beta ( $\beta$ ) y la total (T) para los factores hemisferios (C3-P3 y C4-P4) y las tareas.

	HEMISFERIOS		TAREAS		INTERACCION	
	F(1,19)	p	F(3,19)	p	F(3,19)	p
$\Theta$	0.13	=0.723	2.97	= <u>0.033</u>	0.09	=0.966
$\alpha$	3.16	=0.074	2.77	= <u>0.043</u>	0.32	=0.812
$\beta$	1.44	=0.230	2.77	= <u>0.043</u>	0.36	=0.786
T	1.04	=0.312	6.09	< <u>0.001</u>	0.24	=0.869

BETA. El ANOVA mostró diferencias significativas entre condiciones. Tampoco hubo diferencias entre hemisferios ni interacción. (Ver tabla 11).

En el HI la correlación fue significativamente mayor en la tarea V en comparación con la LB ( $p < 0.05$ ). (Ver fig. 17).

BANDA TOTAL. Al igual que las otras bandas, las diferencias significativas se encontraron entre las condiciones y no entre los hemisferios, ni en la interacción. (Ver tabla 11 y fig. 17).

Para la banda total, la correlación intrahemisférica en el HI fue significativamente menor en la LB en comparación con las tres tareas (V, E y M:  $p < 0.05$ ).

#### D. DESCRIPCION GENERAL DE LAS TAREAS

Después de terminada cada una de las tareas se preguntó a los sujetos la manera en la cual había llegado a la solución de los problemas, es decir la estrategia de procesamiento utilizada.

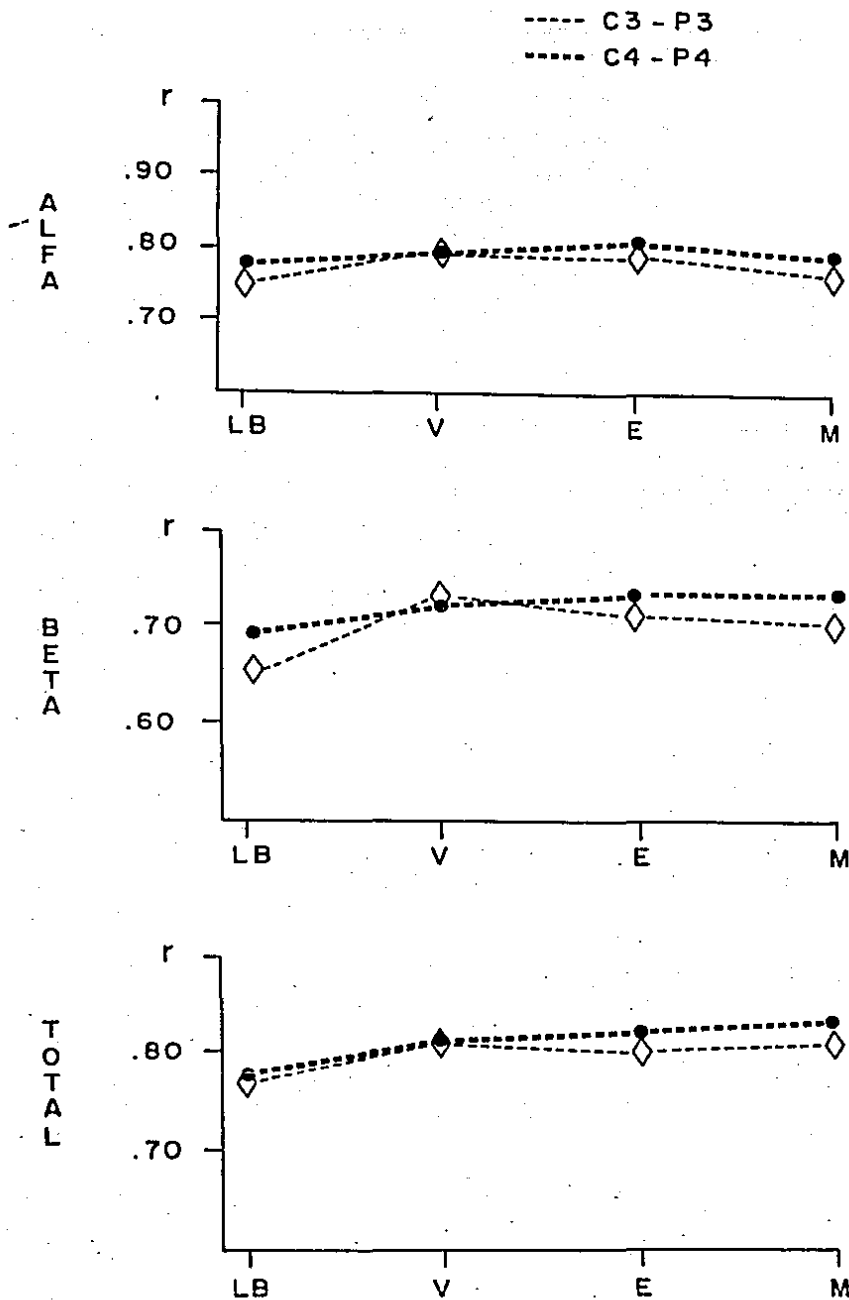


Figura 17. Media de los valores retransformados de la correlación interhemisférica de las bandas alfa, beta y la total en los hemisferios izquierdo (C3-P3) y derecho (C4-P4), para las diferentes condiciones: línea base (LB), tarea verbal (V), espacial (E) y mixta (M).

Para la solución de la tarea verbal, los sujetos comentaron que creaban una imagen sobre el problema que se les presentaba y sobre la relación entre sus componentes. De este modo, aunque el problema era presentado de manera verbal y requería de un análisis lógico, las mujeres mezclaron también una estrategia espacial.

En el caso de la tarea espacial, los sujetos analizaban los componentes del estímulo que debían encontrar en el patrón y buscaban su semejanza con algún patrón conocido para después ir recorriendo el cuadro con la vista hasta encontrar la figura. De tal manera, que además de la información espacial global, utilizaron también una estrategia de tipo lógico para encontrar la solución.

Para la solución de la tarea mixta los sujetos utilizaron una estrategia principalmente lógica y analítica de los estímulos.

El tiempo promedio que requerían los sujetos para resolver un estímulo fue mayor para la tarea espacial ( $\bar{X} = 79.07$  segundos,  $DS = 28.24$ ), le siguió la tarea verbal ( $\bar{X} = 66.43$  seg.,  $DS = 37.20$ ) y finalmente, el menor tiempo por estímulo lo requería la tarea mixta ( $\bar{X} = 48.47$  seg.,  $DS = 22.96$ ). Hubo muchas variaciones individuales en el tiempo que requería la solución de los estímulos.

A juzgar por los valores promedio de tiempo por estímulo y los reportes verbales de los sujetos, la tarea más difícil fue la



espacial, a pesar de que la respuesta estaba presente todo el tiempo en la pantalla y, que únicamente se requería su reconocimiento; incluso se dieron errores en el reconocimiento, a pesar de que se tenía la posibilidad de comparar y corroborar la respuesta ( $\bar{X}$  de errores = 2.05, DS = 1.93), aunque en menor número que en las otras tareas: verbal ( $\bar{X}$  de errores = 4.85, DS = 1.84) y mixta ( $\bar{X}$  de errores = 3.05, DS = 2.01).

## VII. DISCUSION

La actividad eléctrica cerebral (EEG), en general, no mostró cambios significativos entre las diferentes condiciones de reposo, con excepción de los valores de la potencia relativa (PR) del ritmo  $\alpha$  en la derivación parietal. Inicialmente, se esperaba que el EEG del reposo se asemejara al encontrado en la tarea que le precedía inmediatamente. Sin embargo, ésto no se observó en los resultados. No se encontraron diferencias entre la LB y los otros periodos de reposo en la potencia de las bandas  $\theta$ ,  $\beta$ , ni en los valores de correlación inter ni intrahemisférica. En las diferencias encontradas en el área parietal en la banda  $\alpha$  se observa que la PR de  $\alpha$  es mayor durante las condiciones de reposo posteriores a las tareas que en la LB (P3: en la LM y; P4: en las tres condiciones de reposo). Estos resultados son opuestos a los encontrados durante la solución de las tareas, en donde se observa un decremento de  $\alpha$  en relación a la LB. En términos generales, los sujetos reportaron verbalmente, haber experimentado ansiedad, ante la ejecución de las tareas. Es posible que el incremento de  $\alpha$  encontrado después de las tareas se deba a que los sujetos experimentaban una especie de relajación al saber que la tarea había terminado.

El EEG sí mostró diferencias durante las tareas en comparación con la línea base. Se observó un incremento significativo del ritmo  $\theta$  y una disminución de  $\alpha$  durante la solución de las tareas en relación a la LB, mientras que  $\beta$  no se vió afectado por las tareas. Otros estudios en los que se ha estudiado el ritmo  $\theta$  durante la solución de tareas, han

encontrado resultados similares (Doyle, Ornstein y Galin, 1974; Gevins, 1979a y 1979b; Ishihara y Yoshi, 1972; Rugg y Dickens (1981); Mizuki et.al., 1980; Michel et.al, 1982). El incremento de  $\Theta$  se ha asociado en algunos casos a un incremento en el nivel de atención (Ishihara y Yoshi, 1972; Mizuki, 1980; Michel et.al.,1982) y a la ejecución de tareas de una manera global, y no a las características del estímulo (Jones, Gale y Smallbone, 1979). Schacter, (1977) dice que existe evidencia experimental consistente que sugiere que el ritmo  $\Theta$  acompaña a un procesamiento relativamente activo y eficiente, reflejando componentes selectivos e intensivos de la atención. La investigación de Rug y Dickens (1981) apoya esta idea, debido a que encontraron una correlación directa, significativa entre el número de respuestas correctas, en una tarea visoespacial, y la potencia de  $\Theta$ , más notoria en el HD que en el HI.

Otros estudios relacionan la aparición del ritmo  $\Theta$  con factores emocionales (Clemente, 1958; Maulsby, 1970; Walter, 1950). Mizuki et.al. (1980) relaciona  $\Theta$  con factores de personalidad: las personas extrovertidas y menos ansiosas muestran ritmo  $\Theta$  en la línea media frontal durante la solución de una tarea aritmética, lo cual no se observa en sujetos introvertidos y ansiosos. En otro experimento, estos autores (Mizuki et.al., 1983) observaron que al administrar diazepam aparece  $\Theta$  en la línea media frontal durante la solución de la misma tarea, en aquellos sujetos que no tenían este ritmo inicialmente, asociado a una disminución en el nivel de ansiedad, medido por una prueba psicológica, por lo que proponen que la

disminución de la ansiedad está relacionada con la aparición de  $\Theta$  frontal.

Green y Green (1977), utilizando la técnica de retrolimentación para incrementar los niveles de  $\Theta$ , encontraron una relación entre el incremento de este ritmo y la producción de imágenes "hipnagógicas". Ellos describen que el estado de los sujetos en esta condición era "profundamente internalizado, con tranquilidad en las emociones corporales y los pensamientos, por lo que permiten que cosas no oídas y no vistas lleguen a la conciencia". Esta interpretación también asocia a  $\Theta$  con un estado de atención interna.

La disminución de ritmo  $\alpha$ , durante el procesamiento de la información, ha sido reportado ampliamente en la literatura (Creutzfeldt, 1969; Dolce y Waldeier, 1974; Gevins et.al., 1979a; Rugg y Dickens, 1981; Michel et.al., 1982; Schoppenhorst et.al., 1980) relacionado a un incremento en el nivel de activación cerebral. Sin embargo, en los resultados de esta investigación, aunque se puede ver el decremento consistente de la PR de  $\alpha$  durante la solución de las tareas, el ritmo  $\beta$  no se incrementó ante la ejecución.

En el experimento previo, realizado en hombres (Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988), también se encontró que  $\Theta$  aumenta y  $\alpha$  se atenúa durante la solución de las tareas, en relación a la LB, mientras que  $\beta$  no muestra diferencias significativas entre las tareas, en la derivación registrada (parietal). (Ver apéndice).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE NUESTRO PAIS

Mediante una comparación cualitativa de  $\beta$  y  $\alpha$  observamos diferencias sexuales en la PR de la banda  $\theta$  en la zona parietal (ver fig. 8 y apéndice). Los hombres mostraron un incremento de hasta un 28% del reposo a las tareas y en las mujeres hasta de un 24%. Sin embargo, la atenuación de  $\alpha$  del reposo a las tareas, fue mayor en los hombres que en las mujeres, 38% y 20%, respectivamente (ver fig. 10 y apéndice). En relación al ritmo  $\beta$  aunque no se encontraron diferencias significativas entre las tareas, ni en mujeres ni en hombres, podemos ver (fig. 13 y apéndice) que en los hombres hay un incremento de la PR (con excepción de la tarea verbal en el HD) hasta de un 20% en la tarea espacial, mientras que las mujeres muestran un decremento, en todas las tareas, hasta de un 8%.

En otras investigaciones también se ha visto que  $\beta$  no es una banda que responda de manera específica durante el procesamiento de la información, por lo cual debería reconsiderarse el antiguo planteamiento de la existencia de una relación inversa entre ambos ritmos cerebrales, y la idea de que un incremento en  $\beta$  implica un mayor nivel de activación, mientras que el de  $\alpha$  representa un estado de relajación. No necesariamente, la desorganización del EEG representa una mejor ejecución en la solución de tareas. Butler y Glass (1973) encontraron que sus sujetos mostraban un incremento de  $\beta$  durante la primera parte de la ejecución de una tarea, pero a medida que la tarea se prolongaba se observaba un incremento de  $\alpha$ , sin que hubiera detrimento en el nivel de ejecución. En algunos casos, la presencia de  $\alpha$  conlleva a una mejor ejecución. Giannitrapani

(1967) encontró que una tarea de multiplicación mental produce menor de desincronización de  $\alpha$  en individuos con un coeficiente intelectual alto, en comparación con los que tienen un bajo coeficiente intelectual. Los sujetos producen una reacción de orientación mayor (disminución de alfa) cuando la señal procesada es de difícil predicción y la carga de estimulación (número de estímulos) está relacionada con la atención selectiva, por lo que la supresión de  $\alpha$  está determinada tanto por la respuesta de orientación como por la atención selectiva (Van Winsum, Seargeant y Geuze, 1984). En base a los estudios mencionados, se podría decir que  $\beta$  está reflejando una activación generalizada del Sistema Nervioso Central, ante una situación novedosa, que causa una reacción de orientación.

En muchos estudios se habla de que la actividad cerebral aumenta o se desincroniza, tomando en cuenta únicamente los parámetros de la banda  $\alpha$ , y asumen que  $\beta$  aumenta, sin haberlo medido. Esta forma de interpretar la relación inversa entre los ritmos era válido en el caso del análisis visual del EEG. A través del análisis por computadora, también se ha podido observar la participación del ritmo  $\theta$  en el procesamiento de la información, por lo que es necesario medir al menos estos tres ritmos ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\theta$ ) y estudiar la manera en la que interactúan, ya que la investigación al respecto es todavía muy escasa.

Los mayores cambios de la PR durante las tareas se encontraron entre la espacial y la mixta. En todos los casos, la tarea espacial registró una actividad más similar a la LR, mientras que la tarea mixta fue la más distinta. De tal manera,

que la tarea espacial muestra menor PR del ritmo  $\Theta$  y mayor de  $\alpha$  que las tareas verbal y mixta. En el estudio realizado previamente en hombres (Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988), se encuentra una tendencia similar en la banda  $\Theta$ , es decir, la LB fue más semejante a la tarea espacial y más diferente a la verbal y la mixta, sin embargo,  $\alpha$  no mostró diferencias entre las tareas.

En algunos experimentos se encuentran las mayores diferencias entre la tarea verbal y la LB (Flor-Henry, Koles y Reddon, 1987), sin embargo, en otros se ha encontrado que la tarea espacial es la que muestra mayores cambios en relación a la LB (Rugg y Dickens, 1981), ésto puede deberse a los diferentes requerimientos de las tareas empleadas o a las estrategias de procesamiento. La explicación no es clara aún.

Es posible, que las diferencias entre las tareas se puedan observar más claramente, por medio de un análisis más fino del EEG, como podría ser la obtención de los picos de potencia para cada banda y la gráfica promedio del espectro de potencia de la señal para cada condición experimental.

El punto relacionado a las tareas es importante, ya que uno de los problemas de la investigación en esta área del procesamiento de información y la especialización hemisférica, ha sido la selección de las mismas. No ha habido un consenso en cuanto al tipo de tareas verbales o espaciales, sino que cada investigador escoge la tarea que le parece más adecuada en relación a su hipótesis. Si se quiere avanzar en esta área, es

necesario buscar tareas que realmente impliquen un razonamiento de tipo lógico-analítico y otras que requieran una estrategia visoespacial-global. Una posibilidad es la manipulación de las estrategias utilizadas por los sujetos en la solución de diferentes tipos de tareas, como lo han hecho en algunos estudios, en los que se ha analizado el EEG en base a las estrategias utilizadas por los sujetos, independientemente del tipo de tarea (Ray et.al., 1981; Sheperd y Gale, 1982).

En esta investigación se observò una importante mezcla de estrategias. Durante la tarea verbal, las mujeres utilizaban imaginación visual, además de la lógica necesaria para responder los problemas. En la tarea espacial, también emplearon una estrategia mixta, analizaban partes de la figura y buscaban la semejanza con patrones ya conocidos. En la tarea mixta, la presentación de la información era espacial, pero utilizaron una estrategia lógico-analítica para llegar a la solución. Es posible que la ausencia de lateralización hemisférica observada, se deba al tipo de estrategia empleada. En este sentido, es posible que todas las tareas hayan sido tratadas como mixtas, aunque en diferente grado. Davidson y Schwartz (1976) han encontrado que las mujeres utilizan simultáneamente estrategias analíticas y globales, tanto para situaciones cognitivas como emocionales.

En relación a la especialización hemisférica, únicamente se vió una diferencia significativa entre los hemisferios, en la PR del ritmo  $\beta$ . Se observa, que contrariamente a lo esperado, és



la PR es significativamente mayor en el HD que en el HI en la zona parietal durante la tarea verbal, además se puede notar que en todas las condiciones experimentales, existe la misma tendencia, aunque no significativa. De ahí, que no se puede hablar de una diferencia hemisférica producida por las tareas. Por tanto, los resultados no apoyan, en ninguna forma, la teoría de la especialización hemisférica, ya que no se observó un incremento en la activación del HI durante la tarea verbal, ni del HD durante la espacial y la tarea mixta no mostró una mayor semejanza en la activación de ambos hemisferios.

Es posible que la ausencia de las diferencias esperadas se deba a que los sujetos eran del sexo femenino. En la investigación mencionada, realizada en hombres (Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988), se observó un incremento del 12% en la PR de  $\beta$ , en el HI durante la tarea verbal, en comparación con la LB y; un incremento del 20% en el HD, durante la tarea espacial, también en relación a la LB, aunque no hubo diferencias significativas entre las tareas, sin embargo, los cambios se dieron en la dirección esperada de acuerdo a la teoría de la especialización hemisférica. Otra diferencia importante, entre el experimento de hombres y mujeres, es que en el caso de los hombres, al contrario de lo observado en las mujeres, en la LB y las tareas verbal y mixta, se observa que es mayor la PR de  $\beta$  en el HI que en el HD, es decir, independientemente de la tarea, las mujeres tienen más activado el HD, mientras que los hombres por el contrario, tienen una mayor activación del HI, excepto en la tarea verbal.

Como se mencionó anteriormente, se han encontrado diferencias sexuales en la organización funcional del cerebro. En general, se ha reportado que las mujeres se encuentran menos especializadas en el procesamiento hemisférico de la información (Willis, et.al. 1979; Beaumont, 1978; Trotman y Hammond, 1979; Jones, 1980), lo cual concuerda con los resultados obtenidos.

Otra posibilidad que puede explicar la ausencia de diferencias, es que las tareas empleadas no hayan sido capaces de activar diferencialmente a los hemisferios cerebrales, debido a que el tiempo de solución era muy largo. Es posible que, en los primeros instantes de la ejecución, se presenten diferencias en el nivel de activación de los hemisferios, dependientes de las tareas, pero en unos cuantos segundos, la información de un hemisferio ha sido transmitida al otro hemisferio, eliminándose así las posibles diferencias iniciales. Para responder a esta interrogante, sería necesario, analizar los primeros segundos de la actividad posteriores a la presentación del estímulo, sin embargo, existiría el problema de los artefactos producidos por los potenciales evocados ante el mismo.

Una de las críticas hechas a los estudios de especialización hemisférica, a través del registro del EEG, señalan que los determinantes más importantes de los cambios registrados dependientes de las tareas, se deben a diferencias motoras y perceptuales entre las diferentes tareas empleadas para activar uno u otro hemisferio (Gevins, et.al., 1979; Yingling, 1980).

Gevins et.al. (1979) al controlar los factores de

movimiento, no encontró diferencias en la activación hemisférica entre las tareas espaciales y verbales. En cambio, cuando la respuesta requería de un componente motor, sí encontró las diferencias hemisféricas esperadas.

En el caso de esta investigación, no hubo componentes motores en la tarea, ya que no se requería durante la ejecución y la actividad analizada se encontraba en un intervalo comprendido entre los 2.5 seg. posteriores a la presentación del estímulo y los 5 segundos previos a la respuesta del sujeto, con lo cual, se evitaron artefactos del potencial evocado ante el estímulo y el artefacto causado por la respuesta verbal motora y los movimientos oculares.

Otro problema implicado en los estudios electroencefalográficos de la especialización hemisférica, se refiere a la forma de evaluar los resultados. En muchos estudios se obtienen proporciones como las siguientes:  $HI/HD$ ;  $HI-HD/HI+HD$ ;  $HI/HI+HD$ . Este tipo de proporciones se han utilizado principalmente en la evaluación del ritmo  $\alpha$ , con el objeto de obtener el nivel de activación hemisférica. Las mediciones hechas de esta forma, pueden llevar a interpretaciones falsas. Se puede llegar a la conclusión por ejemplo, de que el HI está más activado, cuando en realidad la cantidad de  $\alpha$  no varió en ese hemisferio, sino que disminuyó en el HD.

En suma, en este trabajo, utilizando una medida de potencia relativa, la cual nos da información acerca del porcentaje en que contribuye cada banda en la señal completa del EEG, no se observó

un patrón claro de asimetría hemisférica dependiente de la tarea, en las mujeres.

En cuanto a las derivaciones registradas, se observa que durante las condiciones de reposo hay diferencias significativas entre central y parietal, en todas las bandas. La PR de  $\Theta$  y  $\beta$  es mayor en central que en parietal, mientras que,  $\alpha$  es mayor en parietal que en central. Estas diferencias son congruentes con la distribución topográfica descrita para las bandas (Harmony, 1984). Las diferencias tienden a desaparecer durante la ejecución de las tareas. Únicamente se observan diferencias en el HI, en el ritmo  $\beta$ , manteniéndose mayor la PR en la zona central en relación a la parietal.

Nuevamente, se pone de manifiesto la tendencia de un funcionamiento global en el cerebro de las mujeres, durante el procesamiento de la información.

En resumen, en relación a la PR observamos que tanto la banda  $\alpha$  como  $\Theta$ , fueron sensibles a factores asociados a la ejecución de las tareas, mientras que, el ritmo  $\beta$ , mostró diferencias entre los hemisferios, pero no entre las tareas.

Respecto a los resultados de la correlación interhemisférica, se observa que en términos generales muestra una tendencia a incrementarse durante las tareas, con excepción de la tarea verbal, en la que se ve un decremento en relación a la LB en la derivación parietal. En otros experimentos, se demuestra esta misma tendencia durante la solución de tareas.

verbales y espaciales (Beaumont, Mayes y Rugg, 1978; Flor-Henry, Koles y Reddon; Shaw et.al., 1978). También se ha encontrado que la correlación interhemisférica aumenta, en las regiones principalmente involucradas, durante la ejecución de tareas motoras (Ford, Goethe y Dekker, 1986; Busk y Galbraith, 1975).

Cuando la coherencia es alta, las señales son más similares (más acopladas en el tiempo dentro de un cierto rango de frecuencias, p.ej., 10 Hz) y la implicación es que las dos áreas están estructural y/o funcionalmente conectadas (Ford, Goethe y Dekker, 1986).

Grindel (1982) concluye que una condición esencial, para responder a estímulos externos y para los procesos de la actividad nerviosa superior, es un nivel óptimo de coherencia de los procesos eléctricos cerebrales, que reflejan un tono cortical óptimo.

Por el contrario, Shaw, O'Connor y Ongley (1977) observaron una disminución de la coherencia interhemisférica en la banda  $\alpha$ , durante la solución de una tarea aritmética y una espacial en relación al reposo. Ellos consideran que las áreas corticales en reposo tienen un mayor grado de sincronía del EEG y que el área involucrada en el procesamiento de la información se desincroniza, por lo cual, se reduce la coherencia interhemisférica.

Los cambios observados en la correlación interhemisférica, no sólo reflejan cambios en el tono cerebral, como propone Grindel (1982), sino que, hay un cambio dependiente de la tarea,

puesto que, se está viendo un decremento durante la tarea verbal, mientras que las tareas espacial y mixta, muestran un incremento en la correlación en relación a la LB. Shaw, O'Connor y Ongley (1977) también encontraron diferencias en la coherencia dependientes del tipo de tarea, registrando una menor coherencia en una tarea de aritmética mental que en una espacial.

Es posible que las diferencias en la correlación interhemisférica entre la derivación central y la parietal, se deban al grado de conexiones intracallosas entre sitios homólogos. No existe evidencia anatómica al respecto, sin embargo, se supone que debido a que parietal es un área de asociación, debería tener mayor cantidad de conexiones, lo cual repercute en un incremento de la coherencia. Estas diferencias en el grado de correlación entre las derivaciones, ha sido encontrado en otras investigaciones (Thatcher, et.al., 1985; Gutiérrez y Corsi, 1988; Meneses y Corsi, 1989; Ramos y Corsi, 1989; Corsi-Cabrera, Herrera y Malvido, 1989).

En términos generales, al comparar los resultados del presente estudio con el realizado en hombres, se puede observar que la correlación interhemisférica, en la zona parietal, fue mayor en las mujeres (rango promedio de 0.55 a 0.80) que en los hombres (rango promedio de 0.30 a 0.60), aunque no se realizó un análisis estadístico. Estos resultados concuerdan con los encontrados por otros autores (Beaumont, Mayes y Rugg, 1978; Flor Henry, Ramos, 1986) y pueden entenderse, en relación a la teoría de la especialización hemisférica, como un menor grado de

especialización hemisférica en las mujeres. A medida que es más parecida la actividad entre los hemisferios, la correlación aumenta.

En cuanto a la correlación intrahemisférica se observó que tiende a aumentar durante la solución de tareas en relación a la LB, en todas las bandas. También fue muy notorio que la correlación intrahemisférica del HD es muy similar a la del HI, en ninguna banda hubo diferencias entre hemisferios.

Estos datos sugieren que las mujeres tienden a utilizar el cerebro de una manera global ante la solución de un problema, lo cual es apoyado por el incremento de la correlación tanto entre zonas homólogas de los hemisferios como entre zonas dentro de un mismo hemisferio. En los hombres, no se vieron cambios en la correlación interhemisférica, entre la LB y las tareas.

Aunque los cambios en la coherencia ocurren independientemente de los cambios en la potencia del EEG, el hecho de que en las mujeres no existan diferencias en la PR, entre los hemisferios cerebrales y entre las derivaciones, durante la solución de las tareas, también indica esta tendencia de ellas a funcionar de una forma más global y menos especializada que los hombres.

La coherencia y/o correlación ha resultado ser una medida útil para discriminar niños normales de disléxicos (Sklar et.al., 1978), pacientes esquizofrénicos, depresivos y maníacos (Flor-Henry y Koles, 1980), personas con edad avanzada muestran decremento en el grado de correlación interhemisférica (Flor-

Henry, Koles y Reddon 1987), sin embargo, la información en relación a su significado funcional es aún muy escasa. Se ha demostrado que es posible incrementar la coherencia por medio de técnicas de retroalimentación (Berkout and Walter, 1980), sin embargo, no se conocen las consecuencias de este incremento, en el funcionamiento cerebral; quedan preguntas acerca de si al incrementar la semejanza en la actividad eléctrica de dos zonas puede mejorar la ejecución. Se ha observado que la correlación aumenta en estados de conciencia logrados a través de la meditación (Orme-Johnson y Haynes, 1981; Dillbeck y Bronson) y la comunicación humana (Grinberg-Zylberbaum y Ramos, 1986), ¿tiene esto que ver con una modificación en el estado anímico, únicamente? Durante el sueño la correlación aumenta en relación a la vigilia (Dumermuth y Lehmann, 1981; Corsi-Cabrera, Meneses y Molina, 1988) y disminuye por efecto de la privación de sueño (Corsi-Cabrera, Ramos y Meneses, 1988). Gutiérrez y Corsi-Cabrera (1988) encontraron que la correlación interhemisférica es mayor cuando el sujeto da una respuesta incorrecta, en comparación a cuando es correcta.

Se han encontrado diferencias individuales en los niveles de correlación, pero no se sabe a qué están asociados. Algunos estudios relacionan la correlación interhemisférica con factores de dependencia e independencia de campo (Zoccolotti, 1982; O'Connor y Shaw, 1982; Colter y Shaw, 1982), pero los resultados son contradictorios. Es posible que tenga que ver con factores de personalidad o con habilidades específicas (Corsi-Cabrera, Herrera y Malvido, 1989). Todavía queda mucho que investigar en



esta área.

En conclusión, los resultados del presente trabajo nos indican que:

1o. Existen cambios en el EEG de las mujeres cuando están procesando información, en relación a una condición de reposo, tanto en la potencia relativa de las bandas, como en la correlación inter e intrahemisférica.

2o. Las mujeres no muestran las diferencias esperadas, de acuerdo a la teoría de la especialización hemisférica, en la activación de los hemisferios cerebrales durante la solución de las tres tareas empleadas (verbal, espacial y mixta).

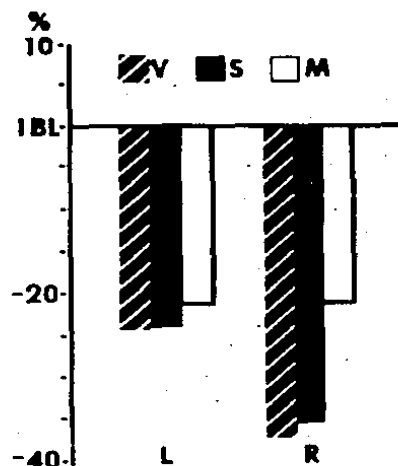
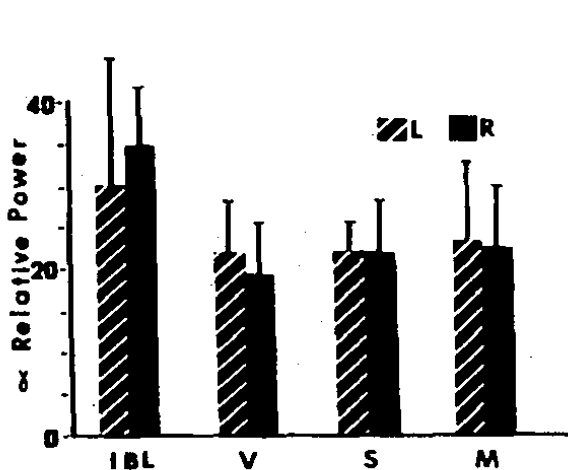
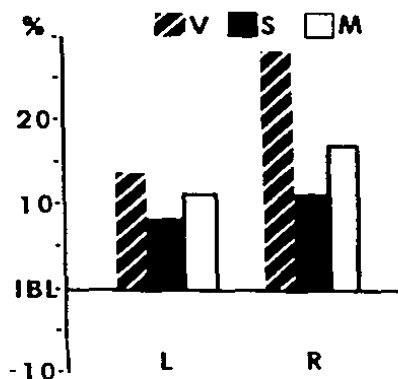
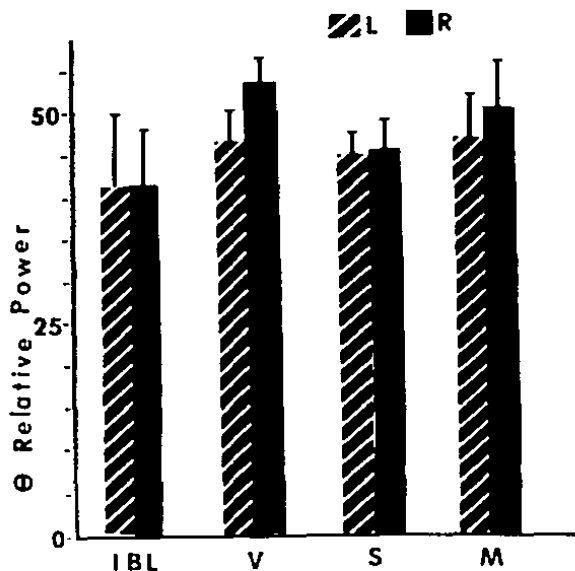
3o. Existen diferencias entre hombres y mujeres en la organización funcional del cerebro, durante el procesamiento de la información, medidas a través de la potencia relativa y la correlación interhemisférica.

No es posible saber en este momento, en qué medida los factores genéticos, hormonales y socioculturales, determinan estas diferencias. Tanto los hombres como las mujeres, se encuentran igualmente adaptados a su medio ambiente, sin embargo, al parecer, la forma en la que perciben, analizan e interpretan la información que reciben tanto del exterior, como de su interior, es diferente. ¿Tendrá ésto que ver con los problemas de comunicación que comúnmente se presentan entre hombres y mujeres?

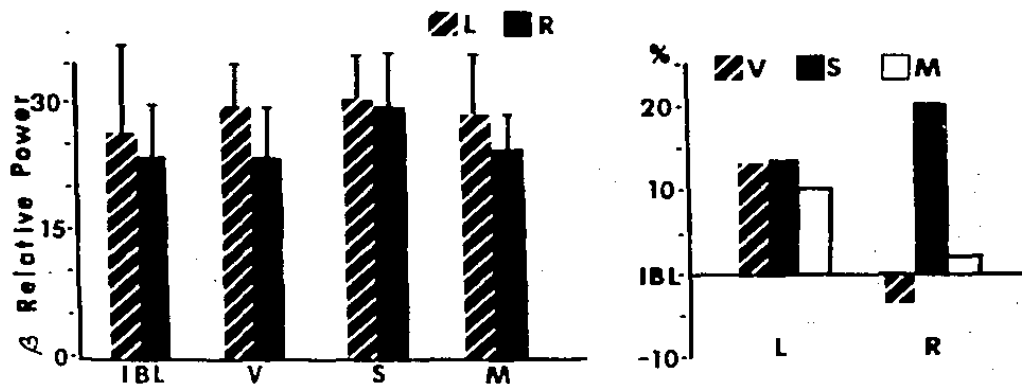
Aunque, la potencia y la correlación han sido métodos útiles para evaluar la actividad eléctrica cortical, es necesario buscar formas cada vez más adecuadas que permitan obtener información más confiable y útil para comprender los procesos psicofisiológicos del cerebro humano. Las técnicas de registro y análisis del EEG deben estar orientadas al estudio del cerebro como un sistema dinámico y completo, en el cual todos los elementos se encuentran íntimamente relacionados, por lo que no se pueden analizar en forma aislada las bandas de frecuencia o las zonas cerebrales registradas. Algunos de los análisis del EEG que serían de utilidad, además de las empleadas en este trabajo son la potencia absoluta, la graficación del espectro, la obtención del pico de frecuencia, el análisis topográfico y la coherencia.

Finalmente, considero que en futuras investigaciones relacionadas con el estudio de los cambios en la actividad eléctrica cortical durante el procesamiento de la información, deben tomarse en cuenta las estrategias que utilizan los sujetos en la solución de las tareas y buscar la relación que existe entre los parámetros del EEG y habilidades específicas de los sujetos, factores de dependencia e independencia de campo, e incluso de personalidad, para tratar de conocer un poco más acerca del origen de las diferencias individuales y sexuales encontradas en la actividad eléctrica del cerebro.

VIII. A P E N D I C E



Media y desviación estándar de los valores de potencia relativa de las bandas theta ( $\Theta$ ) y alfa ( $\alpha$ ) de los hemisferios izquierdo (L) y derecho (R), en la derivación parietal, para las diferentes condiciones: línea base (IBL), tarea verbal (V), espacial (S) y mixta (M). A la derecha se muestra el porcentaje de cambio de la potencia sobre la IBL. Tomado de Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988).



Media y desviación estándar de los valores de potencia relativa de la banda beta ( $\beta$ ) de los hemisferios izquierdo (L) y derecho (R), en la derivación parietal, para las diferentes condiciones: línea base (IBL), tarea verbal (V), espacial (S) y mixta (M). A la derecha se muestra el porcentaje de cambio de la potencia sobre la IBL. Tomado de Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988).

## IX. BIBLIOGRAFIA

- 1 Annet, M., The binomial distribution of right, mixed and left handedness, Quarterly J. of Experimental Psychology, 61 (1967) pp. 303-321.
- 2 Ardila, A., Psicofisiología de los procesos complejos Trillas, México, 1979.
- 3 Ardila, A., Right hemisphere participation in language. In A. Ardila and F. Ostrosky (eds.), The right hemisphere: Neurology and Neuropsychology, Gordon and Beach, New York, 1984, pp. 99-107.
- 4 Ardila, A., Ostrosky, F. and Canseco, E., Esquema de Diagnóstico Neuropsicológico Universidad Javeriana, Colombia, 1981.
- 5 Arnolds, D., Lopes Da Silva, F.H., Aitnik, J.W., Kamp, A. and Boeinjinga, P., The spectral properties of hippocampal EEG in man, EEG Clinical Neurophysiology, 50 (1980) pp. 324-328.
- 6 Beaumont, J., Mayes, A. and Rugg, M., Asymmetry in EEG alpha coherence and power: effects of task and sex, EEG and Clinical Neurophysiology, 445 (1978) pp. 393-401.
- 7 Bryden, M.P., Ley, R.G. and Sugarman, J.H., Postreinforcement EEG synchronization during aliment behaviour, Neuropsychologia, 20(1) (1982) pp. 83-87.
- 8 Buffery, A.W.H. and Gray, J.A., Sex differences in the development of spatial and linguistic skills En Trotman, S. and Hammond, G.R. Sex differences in task-dependen EEG asymmetries, Psychophysiology, 16(5) (1979) pp. 429-431.
- 9 Busk, J. and Galbraith, G., EEG correlates of visual motor practice in man, EEG and Clinical Neurophysiology, 38 (1975) pp. 414-422.
- 10 Butler, S. and Glass, A., Asymmetries in the electroencephalogram associated with cerebral dominance, EEG and Clinical Neurophysiology, 36 (1974) pp. 481-491.
- 11 Clemente, C.D., Serman, M. and Band Wyrwicka, W., Post-reinforcement EEG synchronization during alimentary behavior, EEG Clinical Neurophysiology, 16 (1964) pp. 355-365.
- 12 Cohen, G., Hemispheric differences in dot localization, Perception and Psychophysics, 19(1) (1973) pp. 23-28.

- 13 Colter, N. and Shaw, J.C., EEG coherence analysis and field dependence, Biological Psychology, 15 (1982) pp. 215-228.
- 14 Corsi-Cabrera, M., Gutiérrez, S., Ramos, J. and Arce, C., Interhemispheric correlation of EEG activity during successful cognitive performance, International J. of Neuroscience, 39(3-4) (1988) pp. 253-259.
- 15 Corsi-Cabrera, M., Herrera, P. and Malvido, M., Correlation between EEG and cognitive abilities: sex differences, International J. of Neuroscience, 00 (1989) p. 00.
- 16 Corsi-Cabrera, M., Meneses, S. and Molina, E., Correlación interhemisférica de la actividad eléctrica cortical durante la vigilia, etapa II y sueño paradójico en el hombre, Revista Mexicana de Psicología, 4 (1987) pp. 100-108.
- 17 Corsi-Cabrera, M., Ramos, J. and Meneses, S., Effect of normal sleep and sleep deprivation on interhemispheric correlation during subsequent wakefulness in man, EEG and Clinical Neurophysiology, 00 (1989) p. 00.
- 18 Creutzfeldt, O., Grunewald, G., Simonova, O. and Schmitz, H., Changes of the basic rhythms of the EEG during the performance of mental and visuo-motor tasks. In C.R. Evans and T.B. Mullholland (eds.), Attention in Neurophysiology, Butterworths, London, 1969.
- 19 Cupchik, G.C., Rickert, M. and Mendelson, S., Similarity and preference judgements of musical stimuli, Scandinavian J. of Psychology, 23 (1982) pp. 273-282.
- 20 Davidson, R.J. and Schwartz, G.E., Patterns of cerebral lateralization during cardiac biofeedback vs the self-regulation of emotion: sex differences, Psychophysics, 13(2) (1976).
- 21 Davis, A. and Wada, J., Lateralization of speech dominance by spectral analysis of evoked potentials, J. of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 40 (1977) pp. 1-4.
- 22 Dillbeck, M.C. and Bronson, E.C., Short-term longitudinal effects of the transcendental meditation technique on EEG power and coherence, International J. of Neuroscience, 14 (1981) pp. 147-151.

- 23 Dimond, S. and Beaumont, G., A right hemisphere basis for calculation in the human brain, Psychonomic Science, 26 (1972) pp. 137-138.
- 24 Dolce, G. and Waldeier, H., Spectral and multivariate analysis of EEG changes during mental activity in man, EEG and Clinical Neurophysiology, 36 (1974) pp. 577-584.
- 25 Doyle, C.J., Ornstein, R. and Galin, D., Lateral specialization of cognitive mode: II EEG frequency analysis, Psychophysiology, 11(5) (1974) pp. 567-578.
- 26 Dumas, R. and Morgan, A., EEG asymmetry as a function of occupation, task and task difficulty, Neuropsychologia, 13 (1975) pp. 219-228.
- 27 Dumermuth, G. and Lehmann, D., EEG power and coherence during non-REM and REM phases in humans in all-night sleep analyses, Eur. Neurology, 20 (1981) pp. 429-434.
- 28 Ehrlichman, H. and Wiener, M.S., EEG asymmetry during covert mental activity, Psychophysiology, 17(3) (1980) pp. 228-235.
- 29 Flor-Henry, P. and Koles, Z.J., Studies in depression, mania and normals: evidence for partial shifts of laterality in the affective psychosis, Advances in Biological Psychiatry, 4 (1980) pp. 21-43.
- 30 Flor-Henry, P., Koles, Z.J. and Reddon, J.R., Age and sex related EEG configurations in normal subjects. In A. Glass (ed.), Individual Differences in hemispheric specialization, 1987.
- 31 Ford, M.R., Goethe, J.W. and Dekker, D.K., EEG coherence and power changes during a continuous movement task, International J. of Psychophysiology, 4(2) (1986) pp. 99-110.
- 32 French, C. and Beaumont, G., A critical review of EEG coherence studies of hemispher function, International J. of Psychophysiology, 1 (1984) pp. 241-254.
- 33 Galin, D., Johnstone, J. and Herron, J., Effects of task difficulty on EEG measures of cerebral engagement, Neuropsychologia, 16 (1978) pp. 461-472.
- 34 Galin, D. and Ornstein, R., Lateral specialization of cognitive mode: an EEG study, Psychophysiology, 9(4) (1972).



- 35 Gazzaniga, M.S., The split brain in man, Scientific American, 217(2) (1967) pp. 24-29.
- 36 Gazzaniga, M.S., The bisected brain Appleton Century Crofts, New York, 1970.
- 37 Gevins, A., Zeitlin, G., Doyle, J., Yingling, C., Schaffer, R. and Callaway, E., EEG patterns during cognitive tasks. II. Analysis of controlled tasks, EEG Clinical Neurophysiology, 47 (1979b) pp. 704-710.
- 38 Gevins, A., Zeitlin, G., Yingling, C., Doyle, J., Dedon, M., Schaffer, R., Roumasset, J. and Yeager, C., EEG patterns during cognitive tasks. I. Methodology and analysis of complex behaviors., EEG Clinical Neurophysiology, 47 (1979a) pp. 693-703.
- 39 Giannitrapani, D., EEG average frequency and intelligence, EEG and Clinical Neurophysiology, 27 (1969) pp. 480-486.
- 40 Glass, A., Intensity of attenuation of alpha activity by mental arithmetic in females and males, Physiology and Behavior, 3 (1967) pp. 217-220.
- 41 Goodman, D.M., Beatty, J. and Mulholland, T.B., Detection of cerebral lateralization of function using EEG alpha-contingent visual stimulation, EEG and Clinical Neurophysiology, 48 (1980) pp. 418-431.
- 42 Grabow, J.D., Aronson, A.E., Green, K.L. and Offord, K.P., A comparison of EEG activity in the left and right cerebral hemispheres by power-spectrum analysis during language and non-language tasks, EEG and Clinical Neurophysiology, 47 (1979) pp. 460-472.
- 43 Green, E. and Green, A., Beyond biofeedback. En. In S. Starker (ed.), Toward a Psychophysiology of waking fantasy: EEG studies. Percept and Motor Skills, 1977.
- 44 Grinberg-Zylberbaum, J. and Ramos, J., Patterns of interhemispheric correlation during human communication, International J. of Neuroscience, 36(1-2) (1986) pp. 41-55.
- 45 Grindel, O.M., Optimal level of EEG coherence and its role of the state of human brain functions, Neuroscience Behavioral Physiology, 12(3) (1982) pp. 199-206.
- 46 Guilford, J.P. and Fruchter, B., Estadística aplicada a la Psicología y la Educación McGraw-Hill, Mexico, 1984.

- 47 Gur, R.C., Gur, R.E., Obrist, W.D., Hungerbuhler, J. P., Younkin, D., Rosen, A.D., Skilnick, B.E. and Reivich, M., Sex and handedness differences in cerebral blood flow during rest and cognitive activity, Science, 217 (1982) pp. 659-661.
- 48 Gutiérrez, S. and Corsi-Cabrera, M., EEG activity during performance of cognitive tasks demanding verbal and/or spatial processing, International J. of Neuroscience, 62 (1988) pp. 149-55.
- 49 Gutiérrez, S. and Corsi-Cabrera, M., EEG activity during performance of cognitive tasks demanding verbal and/or spatial processing, International J. of Neuroscience, 62 (1988) pp. 149-55.
- 50 Haggard, M.P. and Parkinson, A.M., Stimulus and task factors as determinants of ear advantages, Quarterly J. of Experimental Psychology, 23 (1971) pp. 168-177.
- 51 Hannay, H.J. and Malone, D.R., Visual field effects and short term memory for verbal material, Neuropsychologia, 14 (1976) pp. 203-209.
- 52 Hare, R., Wood, K., Britain, S. and Shadman, J., Autonomic response to affective visual stimulation, Psychophysiology, 7(3) (1971) pp. 408-417.
- 53 Harmony, T., Neurometrics: Clinical applications of quantitative electrophysiology. Functional Neuroscience Erlbaum, New Jersey, 1984.
- 54 Haynes, W.O. and Moore, H., Sentence imagery and recall: an electroencephalographic evaluation of hemispheric processing in males and females, Cortex, 17 (1981) pp. 49-62.
- 55 Hirshkowitz, M., Earle, J. and Paley, B., EEG alpha asymmetry in musicians and nonmusicians: a study of hemispheric specialization, Neuropsychology, 16 (1978) pp. 125-128.
- 56 Hoffman, E. and Goldstein, L., Hemispheric specialization, Neuropsychology, 16 (1978) pp. 125-128.
- 57 Inouye, T., Shinosaki, K. and Akemi, Y., Interhemispheric EEG interactions during voluntary movement, Neuropsychologia, 20(2) (1982) pp. 219-224.
- 58 Inouye, T., Yagasaki, A., Takahashi, H. and Shinosaki, K., The dominant direction of interhemispheric EEG changes in the linguistic process, EEG and Clinical Neurophysiology, 51 (1981) pp. 265-275.

- 59 Ishihara, T. and Yoshii, N., Multivariate analytic study of EEG and mental activity in juvenile delinquents, EEG and Clinical Neurophysiology, 33 (1972) pp. 71-80.
- 60 Jasper, H.H., The ten twenty electrode system of the Internatioal Federation, EEG and Clinical Neurophysiology, 10 (1958) pp. 371-375.
- 61 John, E.R., Evaluacion neurometrica de las disfunciones cognoscitivas. In T. Harmony and V.M. Alcaraz (eds.), Dano cerebral, Edit. Trillas, Mexico, 1987, pp. 180-234.
- 62 Jones, B., Sex and handedness as factors in visual-field organization for a categorization task, Human Perception and Performance, 6(3) (1980) pp. 494-500.
- 63 Kallman, H.J. and Corballis, M.C., Ear asymmetry in reaction time to musical sounds, Perception and Psychophysics, 17(4) (1975) pp. 368-370.
- 64 Kandel, E.R. and Schwartz, J.H., Principles of neural science Elsevier, New York, 1985.
- 65 Kimura, D., Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception, Canadian J. Psychology, 15 (1961) pp. 156-165.
- 66 Kirk, R.E., Experimental design: procedures for the behavioral sciences Brooks/Cole Pub. Co., United States, 1968.
- 67 Koles, Z.J. and Flor-Henry, P., Gender-related patterning of coherence in the EEG, , (1985).
- 68 Lake, D. and Bryden, M., Handedness and sex differences in hemispheric asymmetry, Brain Language, 3 (1976) pp. 266-282.
- 69 Ley, R.G. and Bryden, M.P., Hemispheric differences in processing emotions and faces, Brain and Language, 7 (1979) pp. 127-138.
- 70 López Antúnez, L., Anatomía Funcional del Sistema Nervioso Edit. Limusa, México, 1979.
- 71 Luria, El cerebro en acción Fontanella, Barcelona, 1979.
- 72 Luria, A.R., Las funciones corticales superiores en el hombre. En Ostrosky-Solis, F. y Ardila, A. Hemisferio derecho y conducta Edit. Trillas, México, 1986.

- 73 Maccoby, E.E. and Jacklin, L.N., The psychology of differences. En Trotman, S.C. y Hammond, G.R. Sex differences in task-dependent EEG asymmetries, Psychophysiology, 16(5) (1979) pp. 429-431.
- 74 Matsuura, M., Yamamoto, K., Fukusawa, H., Okubo, Y., Uesugi, H., Moriiwa, M., Kojima, T. and Shimazono, Y., Age development and sex differences of various EEG elements in healthy children and adults-quantification by a computerized wave form recognition method, EEG and Clinical Neurophysiology, 60 (1985) pp. 394-406.
- 75 Maulsby, L., An illustration of emotionally evoked theta rhythm in infancy: hedonic hypersynchrony, EEG Clinical Neurophysiology, 31 (1971) pp. 157-165.
- 76 Mckee, G., Humphrey, B. and McAdam, D., Scaled lateralization of alpha activity during linguistic and musical tasks, Psychophysics, 10(4) (1973).
- 77 Michel, J., Koch, B., Camman, H., Ellerman, J., Chegurov, Y.N. and Suvorov, N.B., System analysis of the EEG during stimulus discrimination tasks, (1982) pp. 7-14.
- 78 Mizuki, Y., Hashimoto, M., Tanaka, T., Inanaga, K. and Tanaka, M., A new physiological tool for assessing anxiolytic effects in humans: frontal midline theta activity, Psychopharmacology, 80 (1983) pp. 311-314.
- 79 Mizuki, Y., Tanaka, M. and Isozaki, K., Periodic appearance of theta rhythm in the frontal midline area during performance of a mental task, EEG Clinical Neurophysiology, 49 (1980) pp. 345-351.
- 80 Moore, W.H., The role of right hemispheric information processing strategies in language recovery in aphasia: an electroencephalographic investigation of hemispheric alpha asymmetries in normal and aphasic subjects, Cortex, 20 (1984) pp. 193-205.
- 81 Moore, W.H. and Lorendo, L.C., Hemispheric alpha asymmetries of stuttering males and nonstuttering males and females for words of high and low imagery. En Haynes, W.O. y Moore, W.H. Sentence imagery and recall: an EEG evaluation of hemispheric processing in males and females, Cortex, 17 (1981) pp. 49-62.
- 82 Mundy-Castle, A.C., Electrophysiological correlates of intelligence, J. of Personality, 26 (1958) pp. 184-199.

- 83 Nebes, R.D., Man's so called minor hemisphere. The human brain. Prentice Hall, New York, 1977.
- 84 O'Connor, K.P. and Shaw, J.C., Comment on Zoccolotti's field dependence laterality and the EEG: a reanalysis of O'Connor and Shaw, Biological Psychology, 15 (1982) pp. 209-213.
- 85 Orme Johnson, D.W. and Haynes, C.T., EEG phase coherence, pure consciousness, creativity and TM-Siddhi experiences, Neuroscience, 13 (1981) pp. 211-217.
- 86 Ostrosky-Solis, F. and Ardila, A., Hemisferio derecho y conducta Edit. Trillas, Mexico, 1986.
- 87 Penfield, W., Engramas en el cerebro humano: mecanismos de memoria. In J. Grinberg (ed.), Bases Psicofisiologicas de la memoria y el aprendizaje, Trillas, Mexico, 1979, pp. 45-66.
- 88 Ramos, J., Correlatos Electroencefalográficos de la audición de música clásica, Tesis de licenciatura, (1986).
- 89 Ramos, J. and Corsi-Cabrera, M., Does brain electrical activity react to music?, International J. of Neuroscience, (1988) p. en prensa.
- 90 Ray, W.J. and Cole, H.W., EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotinal and cognitive processes, Science, 228 (1985) pp. 750-752.
- 91 Ray, W.J., Newcombe, N., Simon, J. and Cole, P., Spatial abilities, sex differences and EEG functioning, Neuropsychologia, 19 (1981) pp. 719-722.
- 92 Rebert, C.S. and Mahoney, R.A., Functional cerebral asymmetry and performance III. Reaction time as a function of task, hand, sex, and EEG asymmetry, Psychophysiology, 15(1) (1978) pp. 9-16.
- 93 Rugg, M.D. and Dickens, A.M., Dissociation of alpha and theta activity as a function of verbal and visuo-spatial tasks, EEG and Clinical Neurophysiology, 53 (1982) pp. 201-207.
- 94 Schoppenhorst, F., Brauer, G., Freund, G. and Kubicki, S., The significance of coherence estimates in determining central alpha and mu activities, EEG and Clinical Neurophysiology, 48 (1980) pp. 25-33.
- 95 Shapiro, B.E., Grossman, M. and Gardner, H., Selective musical processing deficits in brain damaged populations., Neuropsychology, 19(2) (1981)

pp. 161-169.

- 96 Shaw, J.C., Correlation and coherence analysis of the EEG: a selective tutorial review, International J. of Psychophysiology, 1 (1984) pp. 255-266.
- 97 Shaw, J.C., Brooks, S., Colter, N. and O'Connor, K. P., A comparison of schizophrenic and neurotic patients using EEG power and coherence spectra. In J. Gruzelier and P. Flor-Henry (eds.), Hemisphere asymmetries of function in psychopathology, Elsevier/North Holland Biom. Pre, Amsterdam, 1979, pp. 257-284.
- 98 Shaw, J.C., O'Connor, K.P. and Ongley, C., The EEG as a measure of cerebral functional organization, British J. Psychiatr., 130 (1977) pp. 260-264.
- 99 Simernitskaya, E.G., On two forms of writing defect following local brain lesions. En Ostrosky-Solis, F. y Ardila, A. Edit. Trillas, Mexico, 1986.
- 100 Sklar, B., Hanley, J. and Simmons, W.W., An EEG experiment aimed toward identifying dyslexic children, Nature, 240 (1972) pp. 414-416.
- 101 Slatter, K.H., Alpha rhythms and mental imagery, EEG and Clinical Neurophysiology, 12 (1960) pp. 851-859.
- 102 Smullyan, R., What is the name of this book? Prentice Hall Inc., New Jersey, 1978.
- 103 Sperry, R., Gazzaniga, M. and Bogen, J., Interhemispheric relationships: the neocortical commissures; syndromes of hemisphere disconnection. In (ed.), Handbook of Clin. Neurol., New York, 1969, pp. 273-290.
- 104 Suberi, M. and Mckeever, W.F., Differential right hemisphere memory storage of emotional and non-emotional faces, Neuropsychologia, 15 (1977) pp. 757-768.
- 105 Surwillo, W.W., Interhemispheric EEG differences in relation to short term memory, Cortex, 7 (1971) pp. 246-253.
- 106 Thatcher, R.W., McAlaster, R., Lester, M.L., Horst, R.L. and Cantor, D.S., Hemispheric EEG asymmetries related to cognitive functioning in children. In A. Perecoman (ed.), Cognitive processing in the right hemisphere, Academic Press, New York, 1983.
- 107 Thompson, I.W. and Wilson, S., Electrocortical reactivity and learning in the elderly, J. of Gerontology, 21 (1966) pp. 45-51.

- 108 Townsend, R. and Jonson, L., Relation of frequency-analysed EEG to monitoring behavior, EEG and Clinical Neurophysiology, 47 (1979) pp. 272-279.
- 109 Trotman, A.C. and Hammond, G.R., Sex differences in task-dependent EEG asymmetries, Psychophysiology, 16(5) (1979) pp. 429-437.
- 110 Tucker, D.M., Dawson, S.L., Roth, D.L. and Penland, J.G., Regional changes in EEG power and coherence during cognition: intensive study of two individuals, Behavioral Neuroscience, 99 (1985) pp. 564-577.
- 111 Tucker, D.M., Roth, R.S., Arneson, B.A. and Buckingham, V., Right hemisphere activation during stress, Neuropsychologia, 15 (1977) pp. 697-700.
- 112 Van Winsum, W., Sergeant, J. and Geuze, R., The functional significance of event-related desynchronization of alpha rhythm in attentional and activating tasks, EEG and Clinical Neurophysiology, 58 (1984) pp. 519-524.
- 113 Walter, W.G., El cerebro viviente Fondo de Cultura Economica, Mexico, 1961.
- 114 Warren, L.R., Peltz, L. and Hauster, E.S., Patterns of EEG alpha during word processing and relations to recall, Brain and Language, 3 (1976) pp. 283-291.
- 115 Watson, N.V. and Kimura, D., Hand preference shifts and sex differences in throwing and intercepting, Society for Neuroscience. 18TH Annual Meeting. Toronto, Canada, (1988).
- 116 Willis, S., Wheatley, G.H. and Michell, O.R., Cerebral processing of spatial and verbal-analytic tasks: an EEG study, Neuropsychologia, (1979) pp. 473-482.
- 117 Witelson, S., Hemispheric specialization for linguistic and nonlinguistic tactual perception using a dichotomous stimulation technique, Cortex, 10 (1974) pp. 3-17.
- 118 Yingling, C.D., Lateralization of cortical coupling during complex verbal and spatial behaviours. In J. E. Desmedt (ed.), Language and hemisphere specialization in man: cerebral E.R.P., Karger Basel, 1977.

- 119 Yoshikuni, T., Hemispheric activity in normal and autistic subjects during information processing, especially Kanji-processing: analysis of EEG and behavior, Simposio "The problem of deducing psychological processes from EEG analysis", (1980).
- 120 Zoccolotti, P., Field dependence, laterality and the EEG: a reanalysis of O'Connor and Shaw (1978), Biological Psychology, 15 (1982) pp. 203-207.