



1
20
01965

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE PSICOLOGIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**"CAMBIOS ELECTROENCEFALOGRAFICOS
RELACIONADOS AL SEXO Y LA HABILIDAD
ESPACIAL"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRIA EN PSICOBIOLOGIA
P R E S E N T A :
CONSUELO ARCE ORTIZ

DIRECTORA: Dra. María Corsi Cabrera
JURADO: Dr. Augusto Fernández Guardiola
Dr. Roberto Prado Alcalá
Mtra. Erzsebet Marosi Holczberger
Mtra. Julieta Ramos Loyó

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1993



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

En los últimos años se ha publicado un gran número de estudios que indican diferencias individuales en los patrones de actividad electroencefalográfica (EEG). A pesar de intentos repetidos por explicar la fuente de esta variabilidad, aún no se ha llegado a determinar su origen, aunque se considera factible que se encuentre en la forma en que el cerebro se organiza funcionalmente.

Los resultados muestran consistentemente diferencias en el funcionamiento entre hombres y mujeres, tanto en la actividad EEG como en la realización de tareas que involucran habilidad espacial (HE).

Así, pareció interesante investigar el efecto combinado de estos dos factores (sexo y HE) en el EEG, en un intento por comprender el funcionamiento del cerebro.

El objetivo de este estudio fue corroborar si en condiciones de reposo, la actividad EEG varía de acuerdo al sexo, y explorar el papel que juega en la misma el grado de HE. Además, explorar la ejecución en las pruebas que miden otras capacidades y la participación de los resultados de éstas en la explicación de las características EEG.

Para tal efecto se registró el EEG de 40 participantes, 20 hombres y 20 mujeres, con puntajes extremos en la prueba de relaciones espaciales del DAT, en las derivaciones F3, F4, C3, C4, T3, T4, P3, P4, O1 y O2, referidas a la oreja ipsilateral, de acuerdo al sistema internacional 10-20, en reposo con ojos abiertos y cerrados. Además se les aplicaron las pruebas de razonamiento verbal, mecánico y abstracto, y habilidad numérica del DAT, matrices progresivas y dominos de inteligencia, y figuras ocultas. Con la Transformada Rápida de Fourier se calculó la potencia absoluta (PA) y la potencia relativa (PR), y con el coeficiente Producto-Momento de Pearson la correlación interhemisférica (r_i), de las bandas EEG.

Con el análisis de varianza, el análisis de componentes principales y la regresión lineal múltiple se encontró que: 1). La PA en todas las bandas y derivaciones, la PR de α_1 en todas las derivaciones y la r_i de O_1 , α_1 , α_2 y la banda total de la corteza frontal, es mayor en los sujetos (Ss) de HE baja, mientras que la PR de β_1 y β_2 en todas las derivaciones es mayor en los Ss de HE alta. 2). Los Ss de HE baja obtuvieron significativamente menor puntaje en todas las pruebas psicológicas. 3). Las ocho pruebas administradas se comportaron como un solo factor. 4). La PA es el mejor predictor de la ejecución psicométrica: a mayor PA, menor puntaje en todas las pruebas. 5). Hubo pocas diferencias sexuales significativas.

Tanto el patrón EEG como el psicométrico de los Ss de HE baja hacen semejantes los resultados de este grupo a los resultados obtenidos en Ss con inmadurez o rezago en el desarrollo. Probablemente no se encontraron diferencias sexuales debido a la selección de la muestra, pues tanto en hombres con HE baja como en mujeres con HE alta se exigieron puntuaciones atípicas y contrarias a las comunes, lo que probablemente refleje un efecto "feminizante" en la población de hombres con HE baja y uno "masculinizante" en la población de mujeres de HE alta en la organización funcional del cerebro que enmascara las diferencias sexuales.

INDICE

Resumen.

Indice.

I. Introducción	1
II. Actividad eléctrica cerebral	5
El EEG como herramienta de estudio	10
EEG y características individuales	13
III. Diferencias sexuales	20
Diferencias sexuales perceptuales y motoras	21
Diferencias sexuales en la ejecución de tareas	22
Diferencias sexuales en estrategias	24
Diferencias sexuales en habilidad espacial	26
Diferencias sexuales en el Sistema Nervioso	31
Diferencias sexuales en especialización hemisférica	34
Diferencias sexuales en la actividad EEG	38
Actividad EEG y habilidad espacial	42
IV. Trabajo experimental	45
Introducción	45
Método	47
Objetivo	47
Hipótesis	47
Definición de variables	47
Diseño	48
Selección de la muestra	48
Pruebas psicológicas	49
Procedimiento	55
Obtención y análisis de datos	57

V. Resultados	64
Análisis del EEG	64
Análisis globales (Sexo y Habilidad espacial)	65
Comparaciones ojos abiertos - ojos cerrados	73
Habilidad espacial	81
Diferencias sexuales	105
Pruebas psicológicas	119
Resumen de resultados	129
VI. Discusión	133
Referencias bibliográficas	146

I. INTRODUCCION

Uno de los desafíos más grandes de nuestros días es entender cómo funciona el cerebro. Es casi imposible sobrestimar la importancia del cerebro en nuestra vida diaria. Todo gesto, sentimiento, experiencia, comprensión o recuerdo que se tenga es el producto de un complejo y maravillosamente modulado patrón de actividad de cerca de 85 billones de células especializadas. Nuestro universo cognitivo, lo que pensamos y lo que somos es el resultado del funcionamiento de estas células. Así pues, no es de extrañar que la atención se focalice en la búsqueda de explicaciones del funcionamiento cerebral y de la relación entre el sistema nervioso (SN) y la conducta.

La primera aproximación para comprender la relación entre SN y conducta fue la localización de funciones en áreas específicas del cerebro. Gall, a principios del siglo XIX, desarrolló una corriente conocida como frenología que sostenía que las facultades humanas estaban situadas en áreas particulares y estrictamente localizadas del cerebro. Aunque equivocada, esta concepción dio inicio a una gran cantidad de investigación, basada en el estudio del efecto de lesiones cerebrales en la conducta, que llevó a encontrar ubicación anatómica para algunas funciones, como las sensitivas y motoras, y a la imposibilidad de encontrar zonas particulares para los procesos complejos como la memoria, el pensamiento, la solución de problemas, etc.

En las últimas décadas se han desarrollado técnicas que permiten "ver" el interior del cerebro de una persona viva; tal es el caso del estudio del flujo sanguíneo cerebral, la tomografía axial computarizada, la tomografía por emisión de positrones y la resonancia magnética nuclear. Gracias a este avance tecnológico, y puesto que la tendencia de encontrar estructuras anatómicas relacionadas con la conducta no proporcionó resultados suficientes, se centró la atención en la búsqueda de explicaciones de la organización funcional del cerebro.

Las modernas técnicas de aproximación al cerebro en funcionamiento, amén de ser costosas y de difícil acceso, están en fase experimental, razón por la cual su uso como herramienta de investigación no es tan extenso como sería deseable. Por otra parte, la electroencefalografía es una técnica no invasiva que permite registrar la actividad eléctrica espontánea del cerebro, a través de la cual se infiere la organización funcional de éste.

El registro de la actividad electroencefalográfica (EEG) ha probado ser útil en el estudio de estados fisiológicos diferentes como el sueño y la vigilia, para explorar cambios ante diversas condiciones como el reposo y la realización de tareas, para comparar situaciones con tareas que varían en exigencias y en el grado de dificultad, para determinar las diferencias que existen en el funcionamiento cerebral de sujetos sanos y enfermos, o en grupos que difieren en personalidad, inteligencia u otro rasgo psicológico, para buscar cambios asociados con la edad, la ocupación o el entrenamiento, y para investigar diferencias sexuales ante diversas circunstancias.

Un resultado constante en los estudios que utilizaron el registro del EEG, independientemente del tema de interés, es la gran variabilidad individual existente. A pesar de que estos trabajos proporcionaron un amplio cuerpo de conocimientos, éste no se encuentra completamente articulado ni explica la variabilidad observada.

En la literatura se encuentran reportes frecuentes de diferencias sexuales en la propensión a deficiencias perceptuales y al padecimiento de cierto tipo de enfermedades, en el grado de especialización hemisférica, tanto en reposo como durante la realización de diferentes tareas, en el uso de estrategias para la solución de problemas y en el nivel de habilidades motoras, perceptuales, afectivas, cognitivas y sociales.

Lo anterior conduce a la pregunta de si la variabilidad observada en el EEG de un

individuo a otro está asociada con el sexo y con alguna característica psicológica particular.

Dentro de la Psicología se han desarrollado herramientas psicométricas, conocidas como pruebas psicológicas, para explorar las diferencias individuales. Las pruebas psicológicas se consideran situaciones estandarizadas que proporcionan información cualitativa o cuantitativa sobre rasgos psicológicos particulares.

De la gran cantidad de estudios que se realizaron con dichas pruebas, aquellos que exploraron diferencias en aptitudes cognitivas encontraron, de manera consistente, que los hombres obtienen puntuaciones significativamente más altas que las mujeres en las tareas que exigen habilidades visoespaciales (Fairweather, 1976; McGee, 1979; Bower y LaBarba, 1988; Casey y Brabeck, 1989, 1990). La habilidad espacial (HE) se entiende como la aptitud para percibir configuraciones espaciales, ubicar la propia posición en el espacio tridimensional y relacionar los elementos con un todo.

Puesto que hay resultados que apoyan el hecho de que los hombres y las mujeres muestran diferencias, tanto en el funcionamiento cerebral (Witelson, 1976; Willis y cols., 1980; Gur y cols., 1982), como en la ejecución conductual (Broverman y cols., 1968; Fairweather, 1976; McGee, 1979), y dado que una diferencia conductual constante es la ejecución en tareas visoespaciales, se consideró importante explorar el efecto de estos dos factores en la variabilidad de la actividad EEG.

El objetivo de esta investigación fue corroborar las diferencias sexuales en la actividad electroencefalográfica en reposo y explorar el papel que juega en la misma el grado de habilidad espacial.

Con este interés, se seleccionó una muestra de hombres y mujeres con niveles extremos de HE, de acuerdo al puntaje en el subtest de Relaciones Espaciales del Test de Aptitudes

Diferenciales (DAT) de Bennet, Seashore y Wesman (1959), y se les registró el EEG, en reposo con ojos abiertos y cerrados, de las derivaciones frontales, centrales, temporales, parietales y occipitales, para analizar los siguientes parámetros electroencefalográficos: potencia absoluta (PA), potencia relativa (PR) y correlación interhemisférica (ri).

Además, con el objeto de descartar otras posibles causas psicológicas de variabilidad individual, se les aplicaron los subtest del DAT de Razonamiento Verbal, Habilidad Numérica, Razonamiento Abstracto y Razonamiento Mecánico, la prueba de Figuras Ocultas de Ottman, Raskin y Witkin (1971), y las pruebas de Inteligencia de Matrices Progresivas de Raven (1956) y Dominos de Anstey (1948).

Este trabajo incluye una descripción de los aspectos básicos de la actividad EEG y de su uso como herramienta para explorar la organización funcional del cerebro; una revisión de las investigaciones sobre diferencias sexuales y habilidad espacial; así como la presentación del trabajo experimental, los resultados encontrados con él y la discusión sobre los mismos.

II. ACTIVIDAD ELECTRICA CEREBRAL

Toda la información del ambiente, tanto externa como interna, se convierte en actividad eléctrica en el SN mediante el fenómeno de transducción sensorial, siendo éste un paso fundamental para que el proceso perceptual y la producción de conducta se den (Schiffman, 1981).

A pesar de la existencia de la actividad eléctrica cerebral, es imposible asociar ésta con la conducta sin la posibilidad de un tipo de registro que demuestre esta relación. En 1929, Berger propició el uso de una herramienta para el estudio de la relación Sistema Nervioso-Conducta en el hombre: el electroencefalograma (EEG). El EEG consiste en el registro de la actividad eléctrica cerebral por medio de electrodos colocados en la superficie del cuero cabelludo. Los electrodos detectan los cambios de potencial eléctrico que se generan en el grupo neuronal que se encuentra debajo de ellos. Como la actividad registrada con el EEG en reposo no está asociada con eventos específicos se le llamó actividad espontánea y se describió como fluctuaciones oscilantes de potenciales con una magnitud del orden de los microvolts (μV) (Simon, 1983).

El avance tecnológico en cuanto a sensibilidad de los aparatos de registro permitió determinar, para el hombre, el rango de frecuencias del EEG entre 0.5 y 50 Hz, con una amplitud entre 1 y 150 μV en vigilia (Levinthal, 1990) y hasta 300 μV durante el sueño (Corsi-Cabrera, 1983). Los investigadores han dividido estas frecuencias en cinco bandas que se caracterizan por su morfología, frecuencia, amplitud, reactividad, y área cerebral de localización preferente (tabla 1) (Hector, 1980; Simon, 1983; Tyner y cols., 1983; Fisch, 1991).

En la banda Delta (δ) se agrupan todas aquellas oscilaciones del EEG con frecuencias menores a los 3.5 Hz y amplitud entre 100 y 300 μV . Se observan durante el sueño profundo

(fases III y IV), en la infancia y en casos de lesión del cerebro.

El ritmo Theta (Θ) tiene una frecuencia que varía de 4 a 7.5 Hz y una amplitud entre 50 y 75 μV que puede alcanzar los 100 μV . Se presenta en las primeras fases del sueño lento. Suele obtenerse en las regiones temporal y temporo-parietal de niños, pero también las hay durante la tensión emocional de ciertos adultos, sobre todo cuando existe frustración, así como en casos de patología cerebral.

La banda Alfa (α) se compone de ondas rítmicas que se presentan en trenes de actividad y/o en forma de huso, cuya frecuencia varía entre 8 y 13 Hz. Las hay en el EEG de casi todos los sujetos normales que se encuentran despiertos, preferentemente relajados y con ojos cerrados. Estas ondas son más intensas en la región occipital, pero también pueden registrarse en toda la corteza cerebral. Su voltaje suele estar cerca de los 50 μV . Durante el sueño las ondas α desaparecen. Cuando la atención de un individuo despierto se concentra en algún tipo específico de actividad mental, el ritmo α es reemplazada por ondas asincrónicas de mayor frecuencia y menor voltaje (Beta). También las sensaciones visuales provocan la atenuación inmediata de la actividad α .

Las ondas Beta (β) tienen baja amplitud y una frecuencia entre 13.5 y 30 Hz; aunque pueden alcanzar los 50 Hz, en cuyo caso reciben el nombre de actividad Gamma. Suelen registrarse en las regiones anteriores del cerebro. La banda β aparece reemplazando a las frecuencias de α cuando hay actividad mental, mientras que las ondas Gamma se observan durante la activación intensa del sistema nervioso central o la tensión.

La relación entre las bandas del EEG más claramente descrita es entre α y β . Al abrir los ojos y al prestar atención a un estímulo externo, la actividad α se atenúa, mientras que la proporción del ritmo β se incrementa. Por esta razón, un incremento de actividad β y una disminución de α se consideran como índice de activación cerebral o alerta.

Tabla 1. Actividad electroencefalográfica (EEG).

	FRECUENCIA EN Hz	VOLTAJE APROXIMA- DO EN μ V	REACTIVIDAD	LOCALIZACION PREDOMINANTE (REGIONES CORTICALES)
BANDAS				
Delta	0.5 - 3.5	100-300	Sueño lento	Frontotemporal
Theta	4.0 - 7.5	50-75	Sueño lento Discomfort Estrés?	Central, Temporal y Parietal
Alfa	8.0 - 13.0	50	Vigilia (relajación)	Occipital y Parietal
Beta	13.5 - 30.0	30	Vigilia alerta (actividad intelectual)	Frontocentral
Gamma	más de 30.0	20	Desorgani- zación emocional	
OTROS RITMOS				
Ritmo Mu o "en arco"	7.0 - 11.0	50	Vigilia (movimiento)	Central y Centroparietal
Husos de sueño	11.0 - 15.0	Inferior a 50	Sueño lento (fase II)	Frontocentral
Ondas Lambda	4.0 - 6.0	Inferior a 50	Vigilia (exploración visual)	Occipital
Ritmo Kappa	frecuencia de theta o alfa	muy baja	Vigilia (actividad mental)	Temporal

Elaborada de: Hector, 1980; Sireu, 1983; Tyner y cols., 1983; y Fisch, 1991.

También se han descrito otros ritmos de actividad EEG. En el EEG aparecen ondas normales con una frecuencia cercana al ritmo α , entre 7 y 11 Hz, pero con una distribución más anterior, en las regiones rolándicas. Esta actividad se conoce como ritmo Mu (μ) o ritmo rolándico en arco. Aparece en estado de vigilia sobre las regiones centrales o centroparietales.

Las ondas μ en ocasiones son asimétricas y muestran una amplitud variable, en la mayoría de los casos de unos 50 μ V. Su aparición es independiente de la actividad α occipital. El ritmo μ no se bloquea al abrir los ojos; por el contrario, los movimientos contralaterales producen su bloqueo completo o incompleto. Este bloqueo se obtiene al iniciar un movimiento, por estimulación táctil y, ocasionalmente, tan sólo con pensar en un movimiento.

Husos de sueño. Por husos de sueño se entienden grupos de ondas rítmicas que aparecen en la fase II del sueño de ondas lentas, sobre las regiones frontocentrales de la cabeza, a intervalos bastante regulares. Su frecuencia es de 11 a 15 Hz, preferentemente entre 12 y 14 Hz. La amplitud alternativamente aumentada y disminuida se encuentra casi siempre por debajo de los 50 μ V y suele ser más elevada en las regiones centrales de la cabeza. Tanto la frecuencia media como la morfología de los husos de sueño permanecen estables en cada individuo a través de las edades.

Ondas Lambda. La actividad Lambda está compuesta por ondas agudas con frecuencias entre 4 y 6 Hz. Aparecen en áreas occipitales cuando los sujetos están explorando un campo visual complejo con movimientos oculares horizontales. No se han encontrado ondas Lambda en sujetos con ojos cerrados o con ojos abiertos en un cuarto oscuro. Es actividad normal y no tiene significancia clínica.

Ritmo Kappa. Este ritmo está formado por trenes de ondas de muy baja amplitud dentro de las frecuencias de θ y α . Aparecen brevemente en las regiones temporales de sujetos involucrados en actividad mental. Aún no está claro si estas ondas representan actividad de los lóbulos temporales generada por esfuerzo mental o si se deben a finos movimientos oculares rítmicos.

La actividad EEG no es estática sino dinámica, y es el resultado de una multitud de factores como: el estado de conciencia (sueño, vigilia), el nivel de activación (reposo,

alertamiento, atención), las entradas sensoriales (ojos abiertos o cerrados), la aplicación de estímulos, la madurez del sistema nervioso, la salud-patología cerebral, etc.

Además de la actividad EEG o espontánea, se puede registrar otro tipo de actividad eléctrica cerebral que se caracteriza por estar directamente relacionada a la aplicación de estímulos específicos, los potenciales evocados (PE). Un PE es cualquier cambio eléctrico detectable en cualquier parte del cerebro, resultante de la estimulación de un órgano sensorial, un punto en la vía sensorial o cualquier estructura del SNC. Su magnitud también es del orden de los μV y brindan información sobre los sucesos neurales que ocurren entre el estímulo y la respuesta. Los PE son eventos electrofisiológicos relacionados con procesos sensoriales, perceptuales y cognitivos, poseen componentes asociados con la activación de estructuras anatómicas bien definidas, están relacionados temporalmente con un evento específico, como resultado del cual un conjunto de neuronas relacionadas funcionalmente con él presentan una activación espacio-temporal particular. Los PE se obtienen por promediación de segmentos de actividad EEG con una sincronización o relación temporal apropiada con el evento generador de dicho potencial (Stutton y cols., 1965; Wilkinson y Vee, 1972; Goff, 1974; Harmony, 1987; Chayo, 1989; Chiappa, 1990).

Los PE difieren del EEG en que tienen relación temporal definida con el comienzo de la estimulación y su morfología puede reproducirse en circunstancias similares.

Para analizar la actividad eléctrica del cerebro se han utilizado la inspección visual y métodos digitales. Entre los análisis digitales que se aplican al EEG se encuentran la Transformada Rápida de Fourier (TRF), el análisis de coherencia y el análisis de correlación de Pearson. Con la TRF se descompone la señal compleja del EEG en las diferentes frecuencias que la componen y se obtiene la potencia de cada frecuencia o de las frecuencias agrupadas en bandas. Los análisis de coherencia y correlación proporcionan un índice del grado de semejanza existente entre la actividad eléctrica de dos zonas cerebrales, en relación

con su frecuencia, su fase y su forma. El coeficiente de correlación proporciona dos tipos de información: la magnitud de la relación, que oscila entre 0, ausencia de correlación, y ± 1 , relación máxima; y el sentido en que ambas señales se correlacionan, positiva si cambian los valores de ambas señales en la misma dirección y negativa si lo hacen en sentido inverso (polaridad opuesta). El análisis de coherencia ofrece un índice de la consistencia de la relación entre dos señales a lo largo del tiempo. Sus valores oscilan entre 0 y 1.

EL EEG COMO HERRAMIENTA DE ESTUDIO.

El registro de la actividad EEG se ha usado, entre otras cosas, para explorar el funcionamiento cerebral ante diversas circunstancias.

La actividad EEG ha sido útil para estudiar la transición de la vigilia al sueño y las diferencias entre ambos estados sin la necesidad de recurrir a los reportes verbales de los sujetos o a registros observacionales de naturaleza poco confiable.

Ahora se sabe que, electroencefalográficamente hablando, el paso de la vigilia al sueño se caracteriza por un aumento de voltaje, y que de una fase a otra del sueño hay una lentificación y sincronización progresiva de los ritmos EEG, que se acentúa durante las fases III y IV del sueño lento (SL), para volver al patrón de ondas rápidas de bajo voltaje durante el sueño paradójico (SP) (Corsi-Cabrera, 1983).

Corsi-Cabrera y cols. (1989b) observaron que en el hombre, la PR de δ disminuye después de dormir y aumenta con la privación total de sueño, mientras que la PR de las bandas lentas muestra el patrón contrario: aumenta después de dormir y disminuye con la privación total de sueño.

Buscando la relación funcional entre zonas cerebrales en diferentes estados de conciencia, Dumermuth y cols. (1972, 1981), Barcaro y cols. (1986) y Corsi-Cabrera y cols.

(1987) observaron un incremento en la semejanza de la actividad de zonas homólogas de los hemisferios cerebrales de la vigilia al sueño. Por otro lado, Corsi-Cabrera y cols. (1989b, 1990a y b) encontraron que la correlación interhemisférica aumenta después de dormir y disminuye con la privación total de sueño.

Como en las fases del sueño, durante la vigilia también hay diferencias EEG tanto si se realiza alguna actividad particular como si no se está ocupado en algo específico.

Dolce y Waldeier (1974) y Gutiérrez-Otero (1986), registraron el EEG en sujetos diestros en reposo con ojos abiertos y cerrados, y encontraron que el ritmo α disminuye mientras que la actividad de las bandas θ y β aumenta cuando los sujetos abren los ojos. Del reposo a la realización de una actividad el cambio se acentúa (Dolce y Waldeier, 1974; Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988).

La semejanza entre zonas cerebrales, medida a través de la coherencia o de la correlación, aumenta del reposo a la ejecución de tareas motoras y cognitivas (Shaw y cols., 1977; Beaumont y cols., 1978; Schoppenhorst y cols., 1978; Ford y cols., 1986; Corsi-Cabrera y cols., 1988).

Con tareas visomotoras y lingüísticas de diferente nivel de dificultad, Busk y Galbraith (1975) y Aminey y cols. (1979) obtuvieron coherencias mayores conforme se incrementaba la dificultad.

Shaw y cols. (1977) encontraron aumento diferencial de la coherencia durante la realización de una tarea de imaginación espacial y una de aritmética. Con la tarea espacial el incremento fue mayor.

Tradicionalmente se ha planteado, de acuerdo a la teoría de la especialización

hemisférica, que el hemisferio izquierdo (HI) se encarga del procesamiento de tipo lógico, verbal y matemático, de forma analítica y secuencial, mientras que el hemisferio derecho (HD) se especializa en el procesamiento visoespacial, musical y emocional, de una manera global, paralela y sintética.

En cuanto a las diferencias entre la vigilia y el sueño, Goldstein y cols. (1972) y Resekind y cols. (1979), comparando el espectro de potencia o amplitud integrada del EEG de ambos hemisferios, encontraron mayor activación del HD durante el SP. Como consecuencia de estos resultados se propuso que la actividad del HD durante el SP podría ser la responsable de las características cualitativas de la actividad onírica de esta etapa del sueño.

Al comparar el nivel de activación cerebral durante la solución de diversas tareas verbales, visoespaciales, musicales y emocionales se ha observado una disminución en la potencia de la banda α o un aumento de la proporción del ritmo β en el HI ante la ejecución de las tareas verbales (Galín y Ornstein, 1972; Butler y Glass, 1974; Callaway y Harris, 1974; Dolce y Waldeier, 1974; Doyle y cols., 1974; Rebert y Mahoney, 1978; Ehrlichman y Wiener, 1980; Goodman y cols., 1980; Willis y cols., 1980; Inouye y cols., 1981; Galín y cols., 1982; Rugg y Dickens, 1982; Moore, 1984; Tojo, 1984), y en el HD durante la realización de tareas espaciales (Galín y Ornstein, 1972; Callaway y Harris, 1974; Dumas y Morgan, 1975; Witelson, 1976; Rebert y Mahoney, 1978; Grabow y cols., 1979; Ehrlichman y Wiener, 1980; Galín y cols., 1982; Rugg y Dickens, 1982; Jutai, 1984; Tojo, 1984; Ray y Cole, 1985a y b; Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988), musicales (Dadvison y Schwartz, 1976; Hirstkowitz y cols., 1978), emocionales (Warren y cols., 1976; Cole y Ray, 1985; Smith y cols., 1987), y en la comprensión del significado de las expresiones faciales (Kelly, 1991).

También se ha propuesto que la activación del HI está asociada con la aproximación a la estimulación novedosa, mientras que la activación del HD se asocia con evitación de lo novedoso (Wexler y Lipman, 1988).

Mizuki y cols. (1980) observaron la aparición de ritmo O en la línea media frontal durante la ejecución de una tarea aritmética y lo asociaron con atención. Por otro lado, Rugg y Dickens (1982) encontraron un incremento en la potencia de la banda O en el IID durante la realización de una tarea visoespacial, en tanto que Ramos y Corsi-Cabrera (1989) lo observaron en ambos hemisferios mientras se escuchaba música clásica. Callaway y Harris (1974) informaron mayor acoplamiento interhemisférico durante una tarea musical.

En la literatura también se reportan incrementos en la coherencia del III durante la realización de una tarea verbal y del IID ante la solución de una tarea espacial (Beaumont y cols., 1978).

De los resultados anteriores se desprende que la interpretación de una frecuencia dada del EEG en un área particular no se hace en forma aislada sino que depende del patrón completo de la actividad del cerebro.

Como una forma de aplicar los resultados obtenidos en los estudios con EEG, Galin y Ornstein (1972) y Chernogovskii y cols. (1983) propusieron que tanto los índices de lateralización como el patrón de distribución de las bandas del EEG, pueden servir en el entrenamiento de individuos comunes para que produzcan la actividad cerebral que los lleve al resultado exitoso de una tarea, ésto es, que puede intentarse retroalimentar a los sujetos para que modulen la contribución específica de cada banda a la potencia total del EEG.

EEG Y CARACTERISTICAS INDIVIDUALES.

Los cambios que se observan en los ritmos cerebrales están relacionados a características individuales como:

- **Actividad EEG en reposo.** Los sujetos que tienen gran cantidad de ondas α en reposo muestran atenuación de este ritmo durante la ejecución de tareas, en tanto que los sujetos con poco α inicial presentan menor atenuación (Mundy-Castle, 1958; Creutzfeldt, 1969; Goodman y cols., 1980).

- **Edad.** Chiba y cols. (1979) informaron mayor variabilidad, mayor potencia y el pico de frecuencia localizado en una frecuencia más lenta en los niños (6 - 9 años) que en los adultos (20 - 25 años). Matthis y cols. (1980) encontraron que con la edad disminuye la potencia relativa (PR) de O y de $\alpha 1$ y aumenta la PR de $\alpha 2$, tanto en hombres como en mujeres entre 4 y 11 años; resultados similares fueron repostados por Matsuura y cols. (1985) en sujetos con edades entre 6 y 39 años. Marosi y cols. (1992) estudiaron la relación de la edad y la coherencia en niños entre 6 y 13 años. Observaron marcado aumento de la coherencia con la edad en las regiones posteriores y en la corteza central y temporal, decremento en la coherencia interfrontal y distribución simétrica del efecto de la edad sobre la coherencia con amplia involucración del vértex.

- **Patología.** La evaluación de 20 estudios con niños disléxicos, usando técnicas de inspección visual, realizados en los '60s y los '70s, reveló que el 45% de los niños mostraron EEG anormal (Kaye y cols., 1980). Niños con epilepsia múltiple que tienen EEG con paroxismos y actividad O y α de fondo cometen más errores en la solución de tareas cognoscitivas (Fairweather, 1975), y niños autistas muestran menor asimetría de α durante la ejecución de tareas (Tojo, 1984) que los niños sanos. En niños y jóvenes culpables de robo se observa actividad paroxística durante el sueño y actividad α lentificada (Petersén y cols., 1982). Niños con estatus socioeconómico bajo, con riesgo de daño cerebral o con evaluación educativa mala, pero con CI normal, tienen mayor PA de δ y O que niños controles (Harmony y cols., 1990a, 1990b).

En hombres adultos con lesiones en el III o en el IID se observan menos cambios en

frecuencia, amplitud y potencia durante la realización de tareas verbales y visoespaciales que en adultos sanos (Zhirnuskaya y cols. 1981); pacientes afásicos muestran mayor actividad α en reposo que adultos normales (Haaland y Wertz, 1976); sujetos exhibicionistas tienen mayor PA en las bandas lentas y menor asimetría de α que los sujetos normales: (Flor-Henry y cols., 1986), y hombres XYY muestran una frecuencia media de α significativamente menor que los hombres normales (XY), así como mayor PR de θ y α , y menor PR de β (Volavka y cols., 1977). Jugadores patológicos tienen déficit atencional y menor diferenciación hemisférica apropiada a la tarea (Goldstein y cols., 1985).

La coherencia intra e interhemisférica se ha usado para estudiar desórdenes clínicos y se ha encontrado que es capaz de discriminar entre sujetos normales y poblaciones clínicas como: disléxicos (Sklar y cols. 1972; Leisman y Ashkenazi, 1980), esquizofrénicos (Shav y cols., 1979; Giannitrapani, 1980; Weller y Montagu, 1980; Flor-Henry y Koles, 1984; Flor-Henry y cols., 1984), pacientes con arterioesclerosis y demencia senil (O'Connors y cols., 1979), maníacos y depresivos (Flor-Henry y Koles, 1984; Flor-Henry y cols., 1984), exhibicionistas (Flor-Henry y cols., 1986) y pacientes que sufren daño cerebral (Grindel, 1982). En general, la coherencia intrahemisférica es mayor, mientras que la coherencia interhemisférica es menor en los grupos clínicos. Marosi y cols. (1992), al comparar el efecto de la edad en niños con desórdenes en el aprendizaje y en niños controles, encontraron que la coherencia interhemisférica en la corteza frontal aumenta con la edad, un arreglo de coherencia no simétrico con relación al vértex y asimetría temporal izquierda en los niños con problemas de aprendizaje; el grupo de niños controles mostró el patrón contrario. Gasser y cols. (1987) también observaron mayor coherencia interfrontal e interoccipital en niños con retardo mental.

- **Personalidad.** Mizuki y cols. (1983) encontraron que en personas extrovertidas y poco ansiosas aparece ritmo θ en la línea media frontal durante la solución de una tarea aritmética, mientras que sujetos introvertidos y ansiosos no lo presentan.

- **Habilidades cognoscitivas.** En general, se ha observado que mayor PR de α está asociada a una ejecución deficiente en tareas cognoscitivas. Niños con retardo mental muestran mayor PR de α que niños normales (Gasser y cols., 1983). Tompson y Wilson (1966) observaron mayor actividad β parieto-occipital en sujetos que aprenden rápido, y Warren y cols. (1976) informaron mayor bloqueo de α en sujetos que memorizan mayor número de palabras con contenido neutral y emocional. Por el contrario, algunos estudios han propuesto una correlación positiva entre el ritmo α y la inteligencia (Mundy-Castle, 1958; Giannitrapani, 1969).

O'Boyle y Benbow (1990) encontraron que en los sujetos más inteligentes hay mayor participación del IID en el procesamiento de información.

Por su parte, Harmony y cols. (1990a y b) compararon niños con CI normal pero que difieren en el estatus socioeconómico, el riesgo de daño cerebral y la evaluación educativa, y observaron que los niños controles tienen menor PA de las bandas δ y θ .

Clusin y Giannitrapani (1970) y Thatcher y Walker (1980) encontraron una relación inversa entre la coherencia interfrontal y la capacidad de memoria de corto plazo y la inteligencia.

Por otro lado, se encontró mayor activación del HD en sujetos que obtienen mayores puntajes en tareas visoespaciales (Furst, 1976; Ray y cols., 1976; Willis y cols., 1980), y un incremento en la correlación interhemisférica durante la ejecución no exitosa de una tarea verbal y una mixta en hombres (Corsi-Cabrera y cols. 1988).

- **Estilos cognoscitivos.** La dependencia-independencia de campo se ha caracterizado como una dimensión psicológica que refleja el grado en el cual la gente funciona de manera

autónoma con relación al mundo que le rodea. Los sujetos independientes de campo son relativamente autónomos, mientras que los dependientes se ven más afectados por estímulos distractores y están más atentos a la información social. Hay reportes de que los sujetos dependientes de campo muestran consistentemente mayor coherencia interhemisférica que los sujetos independientes de campo (Oltman y cols., 1979; Colter y Shaw, 1982; O'Connors y Shaw, 1982; Zoccolotti, 1982).

- **Preferencia manual.** La actividad EEG no se distribuye igual en diestros, zurdos o ambidiestros. Butler y Glass (1974), al comparar sujetos diestros y zurdos encontraron asimetría de α , significativa en los diestros pero no en los zurdos, y atenuación de α en el IID durante la ejecución de tareas aritméticas en ambos grupos. Por su parte, Galin y cols. (1982) registraron el EEG en reposo y durante la ejecución de tareas espaciales y verbales de diestros, zurdos y ambidiestros, y observaron que en la condición de reposo los diestros tenían mayor activación del III, luego los zurdos y por último los ambidiestros. Durante la realización de las tareas, diestros y ambidiestros tuvieron mayor activación del III con la tarea verbal y del IID con la tarea espacial, más evidente en los diestros, en tanto que los zurdos mostraron mayor activación del IID en la tarea verbal que en la espacial. Shaw y cols. (1977) encontraron aumento en la coherencia interhemisférica del reposo a la solución de tareas en sujetos diestros, mientras que en los zurdos se observó disminución de la coherencia.

- **Estrategia de procesamiento de información.** Slatter (1960) estudió el EEG de sujetos visualizadores o verbalizadores durante la realización de tareas con diferente nivel de imaginación (capacidad de producir imágenes) y observó menor bloqueo de la actividad α en los sujetos que usaron la estrategia de imaginación visual, así como menor cantidad, amplitud y continuidad de la misma, en comparación con los sujetos que emplearon la estrategia de imaginación verbal. Al contrario, Dumas y Morgan (1975) encontraron mayor amplitud en la banda α en hombres que usan estrategias de visualización en comparación con los hombres que emplean memoria verbal como estrategia para solucionar problemas visoespaciales y verbales.

- **Ocupación.** La actividad EEG en reposo, en la banda α , es significativamente diferente en el área occipital de artistas e ingenieros. Los artistas tienen mayor cantidad y amplitud de α que los ingenieros (Dunnas y Morgan, 1975). Doktor y Bloom (1977) registraron el EEG durante la solución de tareas verbal-analíticas y espacial-intuitivas en un grupo de ejecutivos (estilo intuitivo) y en uno de investigadores de operaciones y encontraron que todos los investigadores tuvieron mayor activación del HI en la tarea verbal-analítica, mientras que algunos de los ejecutivos tuvieron mayor activación del III y otros del HD.

- **Ejecución académica.** Wiet y Goldstein (1979) al trabajar con estudiantes que diferían en el éxito académico, observaron mayor proporción de α , mayor variabilidad de la relación HD/III, mayor variabilidad en el HD que en el HI, y mayor desorganización (distribución polimodal, no Gaussiana, de amplitud acumulada) en el HD en estudiantes académicamente no exitosos, en comparación con estudiantes exitosos. Proponen como explicación un estado emocional menos estable en los "malos" estudiantes. Fisher y cols. (1982) encontraron que la activación del III (menor proporción del ritmo α) en reposo estuvo asociada con mayor ejecución en razonamiento numérico, lectura y matemáticas en un grupo de adolescentes talentosos. En el grupo de adolescentes no talentosos observaron que bajas frecuencias del EEG y alta sincronía hemisférica estuvo asociada a mejor ejecución.

Los resultados presentados en esta revisión, aún cuando no son concluyentes pues todavía hay controversia, hacen evidente la utilidad del registro de la actividad EEG en el estudio del funcionamiento cerebral.

Además de las diferencias en los aspectos considerados como variables experimentales, en los estudios anteriores se obtuvo como resultado consistente una gran variabilidad individual del EEG, por lo que se recomienda que cuando se use esta técnica y el diseño lo permita, un

sólo grupo de sujetos se mida en las diferentes condiciones experimentales involucradas en la investigación, para que cada sujeto funcione como su propio control en los análisis estadísticos.

Aunque esta medida de control garantiza, cuando menos en parte, la validez de los resultados obtenidos en los estudios con EEG, es de particular interés buscar los factores asociados a tal variabilidad individual.

III. DIFERENCIAS SEXUALES

Independientemente de la edad, la preparación académica, la ocupación, la cultura y el medio de desarrollo, es frecuente escuchar que existen diferencias entre hombres y mujeres, además de las que dependen de las características asociadas con la reproducción.

Muchos estudios reportan diferencias sexuales tanto en habilidades cognitivas como perceptuales, motoras, afectivas y sociales (Fairweather, 1976; McGee, 1979; Linn y Petersen, 1985).

En la literatura aparecen observaciones de diferencias sexuales desde la infancia. En varios estudios se ha encontrado que las niñas son más alertas, tienen tasa cardíaca más alta en reposo, se habitúan más lentamente, tienen mayor velocidad perceptual, sobresalen en discriminación de dos puntos, muestran mayor habilidad para caminar y mejores habilidades articulatorias, ejecutan mejor el subtest de claves y símbolos del WPPSI, obtienen mayores puntajes en el WISC, sobresalen en memoria, juicio, tareas lingüísticas y razonamiento abstracto, y son superiores en la comprensión de lectura. Por su lado, los niños atienden más inicialmente pero se habitúan con facilidad, son mejores en movimientos de imitación, en discriminaciones derecha-izquierda, en geometría y en pruebas de percepción visual que involucran transformación de estímulos, sobresalen en pensamiento matemático y concreto, y son más independientes de campo. También se ha observado que más niños tienen retardo para hablar, dislexia y problemas en la comprensión de lectura (Fairweather, 1976). Stoner (1978) aplicó una prueba proyectiva a niños y niñas entre 8 y 10 años y encontró que las niñas mostraron más respuestas de exhibición y más omisión de respuestas, emplearon más tiempo para organizar y verbalizar una percepción y para responder a tarjetas, y estuvieron más interesadas en las personas que en las actividades o las cosas; por su parte los niños tuvieron más respuestas patológicas, de retirada, de descripción, medio-ambientales y activas, mostraron una tendencia a expresiones agresivas de cualquier clase, se interesaron más en las

actividades o cosas que en las personas y respondieron a mayor número de reactivos. Gorman (1992) reportó que los niños pequeños dan más respuestas agresivas que las niñas en una prueba de selección múltiple donde se tiene que imaginar la respuesta en situaciones de tensión.

En la edad adulta se mantienen algunas de estas diferencias y aparecen otras.

Diferencias sexuales perceptuales y motoras.

En la literatura se encuentran reportes de mayor agudeza femenina en umbrales sensoriales auditivos y táctiles (Broverman y cols., 1968).

En estudios de audición diotérica tanto con niños como con adultos, más hombres que mujeres muestran superioridad del oído derecho ante material verbal (Lake y Bryden, 1976; McGee, 1979; Bradshaw, 1980; Wexler y Lipman, 1988); aunque también se encuentra lo contrario (Hiscock y Hiscock, 1988).

Por otro lado, los hombres muestran superioridad del campo visual izquierdo para material espacial (HD) (Kimura, 1961; Levy y Reid, 1976, 1978), y del campo visual derecho para material verbal (HV) (Bradshaw y Gates, 1973). Por su parte, las mujeres muestran superioridad del campo visual derecho (HV) para material espacial (Levy y Reid, 1978).

Mayes (1982) encontró que las mujeres cometen mayor número de errores cuando el material, tanto espacial como verbal, se presenta en el campo visual izquierdo, mientras que los hombres tienen mayor número de errores sólo con el material verbal que se presenta en este campo. No observó efecto de lateralidad para los hombres, pero sí una ventaja considerable del campo visual derecho para las mujeres, tanto con material verbal como espacial presentado con taquistoscopio. Por su parte, Voyer y Bryden (1990), durante la ejecución de una tarea de rotación mental, observaron en los hombres superioridad del campo

visual izquierdo y en las mujeres ventaja insignificante del campo visual derecho.

También se ha reportado que en las mujeres, en comparación con los hombres, aumenta más el tiempo de reacción para insertar clavos en un tablero, cuando se usa la mano no preferida (French y Attree, 1989).

Diferencias sexuales en la ejecución de tareas.

Dos diferencias bien establecidas en habilidades cognitivas entre hombres y mujeres son:

- 1). La superioridad de las mujeres sobre los hombres en tareas que requieren asociaciones perceptivo-motoras relativamente simples.
- 2). La superioridad de los hombres sobre las mujeres en tareas que exigen supresión de respuestas inmediatas a atributos obvios del estímulo, en favor de respuestas a otros atributos menos obvios del mismo, esto es, tareas que requieren inhibición o reestructuración perceptual (Broverman y cols., 1968).

Hay informes de que las mujeres responden con mayor rapidez que los hombres en el condicionamiento palpebral y en el reconocimiento de colores, que son mejores en las pruebas de habilidades que requieren percepción rápida de detalles y cambios frecuentes de atención, en el subtest de claves y símbolos de las escalas Wechsler de inteligencia, en destreza manual, en habilidades lingüísticas y de lectura, y en aquellas tareas que requieren rapidez, precisión, repetición y articulación o coordinación de respuestas sobreaprendidas (Broverman y cols., 1968; Harshman y cols., 1983).

También se ha observado que:

- a). Las mujeres cometen menor número de errores que los hombres en juicios "igual-diferente"

de categorías (tarea verbal) y de cubos incompletos (tarea visoespacial) presentados con taquistoscopio (Mayes, 1982).

b). Las mujeres tienen mejor memoria visual (Harshman y cols., 1983), mejor ejecución en el reconocimiento de verbos (Rebert y Mahoney, 1978), mejor recuerdo de palabras con alto índice de imaginabilidad y son más rápidas que los hombres para formar oraciones con ellas (Haynes y Moore, 1981).

c). Las mujeres se benefician más con la práctica en las pruebas de dependencia-independencia de campo (Goldstein y Chance, 1965; Marantz y cols., 1978). y

d). Las mujeres obtienen puntajes significativamente menores que los hombres en pruebas como: detección de estímulos espaciales y verbales presentados en los campos visuales derecho e izquierdo (Levy y Reid, 1978), visualización y orientación espaciales (Sanders y cols., 1982; Bower y La Barba, 1988), orientación de líneas y ensamble de rompecabezas (Deutsch y cols., 1988), figuras ocultas y varilla y marco (Goldstein y Chance, 1965; Marantz y cols., 1978; McGee, 1979; Lotwick y cols., 1981), rotación mental de objetos (Kail y cols., 1979; Harshman y cols., 1983; Deutsch y cols., 1988; Casey y Brabeck, 1989) y transformación mental (Harshman y cols., 1983)

Goldstein y Chance (1965), Marantz y cols. (1978), y Linn y Petersen (1985), informaron que con la práctica, las diferencias sexuales encontradas en la realización de la prueba de figuras ocultas y varilla y marco se vuelven insignificantes o desaparecen.

Además, Linn y Petersen (1985) y Voyer y Bryden (1990), encontraron que las mujeres son más rápidas que los hombres en la ejecución de la tarea de rotación mental, y Casey y Brabeck (1990), observaron que las mujeres que alcanzan puntajes altos en esta tarea tienen antecedentes de entrenamiento en actividades masculinas.

Los distintos patrones de habilidades en los dos sexos, frecuentemente se interpretan como reflejo de diferencias sexuales en los procedimientos de crianza infantil prescritos culturalmente. Por ejemplo, a las niñas se les recompensa más que a los niños por el desarrollo de rutinas y actividades hogareñas repetitivas, mientras que a los niños se los orienta más hacia el desarrollo de habilidades analíticas que se consideran de utilidad en los negocios y la ciencia. Sin embargo, esta interpretación no explica las diferencias sexuales en umbrales sensoriales y en velocidad de condicionamiento.

Diferencias sexuales en estrategias.

Lake y Bryden (1976), informaron que hombres y mujeres emplean diferentes estrategias para aproximarse a las tareas de audición dicótica.

Ornstein y cols. (1980) proponen que algunas tareas espaciales se ejecutan de manera analítica. Como el procesamiento analítico es una capacidad más del III que del IID, si una tarea espacial se procesa de forma analítica involucrará al HI. Independientemente del sexo, tareas que exigen reconocimiento visual, tanto si son visoespaciales como verbales, involucran al HD; mientras que si la tarea exige una transformación, aún cuando el material no sea verbal, el III es el que funciona.

Los sujetos que usan de manera efectiva la mediación verbal en el procesamiento espacial pueden mostrar patrones de ejecución similares a los de los sujetos que usan estrategias puras del HD (Bower y LaBarba, 1988). Hay evidencia que sugiere que las mujeres, en comparación con los hombres, abordan los problemas espaciales de una manera que es menos dependiente del HD. Esto puede deberse a que la tarea espacial involucra el HD de las mujeres en menos extensión. Durante la solución de tareas espaciales, las mujeres muestran una tendencia a adoptar algunas veces estrategias convenientes (HD) y en otras, usan

estrategias verbales o procesan la información de forma similar a como lo hacen los hombres cuando sus hemisferios están diferencialmente involucrados (Montgomery y Mayes, 1978).

Voyer y Bryden (1990) propusieron que las mujeres usan estrategias de mediación verbal para compensar un sistema de procesamiento espacial menos eficiente. Bower y LaBarba (1988), encontraron que las mujeres que obtienen puntajes altos en una prueba de visualización espacial usan estrategias de mediación verbal. También observaron que los hombres que las emplean obtienen puntuaciones bajas en la misma tarea. En estos dos grupos (mujeres con puntuación alta y hombres con puntuación baja), hubo mayor interferencia de una tarea de vocalización durante la solución de la tarea visoespacial.

Hay evidencia que muestra que el procesamiento en el sistema (hemisferio cerebral) inapropiado no solo puede ser insuficiente sino interferir con el procesamiento en el sistema apropiado (Galín y Ornstein, 1972; Ray y cols., 1981), esto parece suceder en los hombres que emplean estrategias de mediación verbal y muestran mala ejecución.

Por su parte, Kail y cols. (1979) al analizar las estrategias que emplean hombres y mujeres durante la realización de pruebas de rotación mental, encontraron dos aproximaciones generales: estrategia holista y rotación separada de características individuales del estímulo. Estos autores observaron que el 30% de las mujeres de su muestra usó la rotación separada de características individuales del estímulo, obteniendo mayores puntajes de latencia que llevaron a diferencias sexuales significativas en la velocidad de rotación mental.

Al evaluar el efecto de la patología cerebral en el coeficiente intelectual, medido por el WAIS, de 899 pacientes, Inglis y Lawson (1982) encontraron que el daño en el HD tiene un efecto menos deteriorante en la ejecución de tareas no verbales en mujeres que en hombres, porque ellas incluyen estrategias verbales en la solución de tareas no verbales.

Diferencias sexuales en habilidad espacial.

Uno de los problemas que intrigan a la Psicología contemporánea es la cuestión de las diferencias sexuales en habilidades cognitivas, especialmente las diferencias sexuales en habilidad espacial (HE). La HE es un componente importante de las habilidades intelectuales, y para clarificar su naturaleza y en un intento por medirla se han usado actividades tan distintas como la percepción de la horizontalidad, la rotación mental de objetos y la localización de figuras simples dentro de figuras complejas. Al único acuerdo que se ha llegado es que la HE involucra procesos múltiples.

La HE se define como la capacidad de representar, transformar, generar y recordar información simbólica no lingüística (Linn y Petersen, 1985), o como la capacidad de visualizar y mover objetos en un espacio de tres dimensiones (Bower y LaBarba, 1988).

La HE es uno de los pocos aspectos cognoscitivos en el cual la evidencia indica consistentemente una diferencia sexual en ejecución. Repetidamente se ha observado que los hombres muestran una ventaja significativa en la realización de tareas espaciales (Fairweather, 1976), superioridad que parece encontrarse en muchas culturas. Este efecto es tan pronunciado que típicamente sólo el 25% de las mujeres excede la mediana de los hombres (Bower y LaBarba, 1988).

A pesar de la consistencia en la diferencia sexual en HE, sorpresivamente hay poca evidencia acerca del proceso fundamental de ésta. Como se mencionó antes, la solución de un problema en una prueba de HE involucra una serie de procesos compuestos; las diferencias sexuales en la ejecución de tareas espaciales pueden atribuirse a cualquiera de estos procesos.

McGee (1979), a partir de la revisión de un gran número de estudios que pretendían encontrar los factores que intervienen en la HE, propuso la existencia de dos componentes que

no se sobrelapan: visualización y orientación espaciales.

La visualización espacial involucra la habilidad para imaginar la rotación de la representación de objetos de dos y tres dimensiones, el cambio relativo de la posición de objetos en el espacio o el movimiento de máquinas. La orientación espacial es una habilidad que se caracteriza por la capacidad de incluir y arreglar elementos dentro de un patrón de estimulación visual. Esta habilidad requiere la aptitud para no confundirse por cambios en la orientación de la configuración espacial y para determinar la orientación espacial con respecto al propio cuerpo.

La visualización parece requerirse en tareas perceptual-cognitivas que involucren transformación de imágenes visuales y ser importante en el éxito académico en matemáticas, particularmente en geometría y álgebra.

La orientación espacial participa en tareas como dependencia-independencia de campo, lectura de mapas y sentido de dirección.

Después de una revisión amplia de la literatura sobre HE, Linn y Petersen (1985) identificaron tres categorías o niveles en la solución de problemas espaciales: percepción espacial, rotación mental y visualización espacial.

En las pruebas de percepción espacial (factor de orientación espacial de McGee, 1979) se requiere la determinación de relaciones espaciales con respecto a la orientación del propio cuerpo, a pesar de información distractora como en las pruebas de varilla y marco, y figuras ocultas.

Las pruebas de rotación mental (factor de visualización espacial de McGee, 1979) evalúan la habilidad para rotar mentalmente figuras de dos o tres dimensiones, con rapidez y

precisión.

La visualización espacial es el nivel que comúnmente se asocia con aquellas tareas que involucran manipulaciones múltiples y complicadas de información presentada espacialmente. Estas tareas incluyen los procesos que se requieren para resolver problemas de percepción espacial y rotación mental, pero se distinguen por la posibilidad de estrategias de solución múltiple. En el nivel de visualización espacial se agrupan pruebas como figuras ocultas, matrices progresivas, subtest de relaciones espaciales del test de Aptitudes Diferenciales (DAT) y diseños con bloques. La solución de estas tareas requiere de una estrategia analítica, donde la percepción espacial y la rotación mental pueden o no ser elementos.

La solución exitosa de las tareas de visualización espacial involucra la flexibilidad en la selección de estrategias óptimas en cada reactivo.

El nivel de visualización espacial frecuentemente no se distingue del de rotación mental, pero sí del de percepción espacial.

Casi todos los estudios de IE se han enfocado en la visualización espacial, incluyendo en esta categoría a la rotación mental.

Cooper y Shepard (citado por Kail y cols., 1979) propusieron en 1973, que la solución de los problemas de rotación mental parece involucrar cuatro procesos generales:

1. Una codificación individual de los estímulos estándar y de comparación.
2. Rotación mental del estímulo de comparación hasta hacerlo congruente con el estímulo estándar.
3. Comparación del estímulo estándar con la representación rotada del estímulo de comparación.
4. Respuesta.

Las diferencias sexuales en HIE deben reflejar diferencias entre los sexos en alguno o en todos estos procesos.

Kail y cols. (1979) le pidieron a hombres y mujeres que juzgaran pares de estímulos familiares y no familiares, uno de ellos con ángulos de rotación entre 0 y 150°, y encontraron que ambos grupos tuvieron resultados similares en el uso de la rotación mental, en la precisión con la que juzgaron los pares de estímulos y en el tiempo necesario para codificar y comparar pares de estímulos familiares y no familiares. La única diferencia sexual que observaron fue que los hombres rotaron mentalmente con mayor rapidez que las mujeres. Estos autores proponen que la diferencia es atribuible a la mayor variabilidad entre las mujeres. Así, la superioridad de los hombres parece deberse a un sólo componente de procesamiento, la velocidad de la rotación mental. Además, consideran que la diferencia importante entre sexos no está en el nivel promedio de HIE sino en la variabilidad intrasexos.

Linn y Petersen (1985) reportan diferencias sexuales, que favorecen a los hombres, en percepción espacial y en rotación mental, pero la visualización espacial, que se caracteriza por la combinación analítica de estrategias visuales y no visuales, es igualmente difícil para hombres que para mujeres.

Por su parte, Bower y LaBarba (1988) también observaron en los hombres mayor puntaje que en las mujeres tanto en una prueba de rotación mental como en una de orientación espacial.

Las diferencias sexuales en HIE aparecen en las tareas cuya solución requiere manipulación rápida de información simbólica y en tareas que exigen reconocimiento de la vertical o la horizontal. Las tareas de visualización espacial, donde la solución eficiente

depende del uso efectivo de procedimientos analíticos para seleccionar estrategias de manipulación de información simbólica no parecen producir diferencias sexuales.

Las diferencias sexuales en HE se centran en la solución y aplicación eficiente de las estrategias de solución. El patrón de diferencias sexuales puede ser el resultado de una tendencia en las mujeres a seleccionar y usar consistentemente estrategias menos eficientes o menos precisas durante la ejecución de tareas espaciales (Kail y cols., 1979; Linn y Petersen, 1985).

A pesar de la superioridad masculina en tareas visoespaciales, si las mujeres tienen un nivel similar que éstos en HE, no se observan diferencias sexuales en la ejecución de las tareas.

Ray y cols. (1981) encontraron que tanto hombres como mujeres con HE alta resolvieron mayor número de problemas espaciales que los sujetos de HE baja. La diferencia entre hombres y mujeres intra-grupos no fue significativa.

Bower y LaBarba (1988) informaron que los hombres y las mujeres con HE alta mostraron lateralización del HI, mientras que los hombres y las mujeres con HE baja tuvieron lateralización del HD, durante la ejecución de una tarea de orientación espacial. Suponen que el resultado en el grupo de HE alta probablemente se deba a que la tarea involucraba procesamiento temporal que provoca altos niveles de activación del HI.

Voyer y Bryden (1990) observaron que durante la ejecución de una tarea de rotación mental, tanto hombres como mujeres con HE baja tuvieron ventaja del campo visual izquierdo (HD), en tanto que los sujetos de HE alta mostraron en el campo visual derecho (HI). En los sujetos de HE media no se encontró ventaja de ningún campo visual.

Diferencias sexuales en el Sistema Nervioso (SN).

Las diferencias sexuales no se limitan a ejecuciones conductuales, también se han encontrado en el SN.

Estudios anatómicos sugieren que más mujeres que hombres tienen un plano temporal mayor en el IID (Witelson, 1976; Otero-Siliceo, 1987); las diferencias de peso entre los hemisferios cerebrales son menos marcadas en las mujeres que en los hombres y la forma de la cisura de Silvio es más simétrica en un mayor porcentaje de mujeres que de hombres (McGilone, 1980); en las mujeres la longitud media de los hemisferios cerebelosos es prácticamente idéntica, mientras que en los hombres la longitud media del hemisferio cerebelar izquierdo es menor (Blinkov, 1980); el esplenio de las mujeres es bulboso y ensanchado con respecto al resto del cuerpo caloso, en contraste con el esplenio de los hombres que es cilíndrico y con una anchura similar a la del resto del cuerpo caloso (Lacoste-Utamsing y Halloway, 1982). También se ha encontrado que las mujeres muestran significativamente mayor flujo sanguíneo cerebral que los hombres, tanto en reposo como durante la realización de tareas visoespaciales (Gur y Reivic, 1980; Gur y cols., 1982; Deutsch y cols., 1988).

En una amplia revisión sobre diferencias sexuales, Gorman (1992) encontró que el cuerpo caloso de las mujeres es 23% más ancho que el de los hombres y que la densidad de conexiones entre los dos hemisferios en otras partes del cerebro es mayor en las mujeres, lo que probablemente permite mayor comunicación entre éstos. También reportó, de un estudio postmortem de 41 cerebros, que el hipotálamo anterior es el doble de grande en los hombres heterosexuales en comparación con las mujeres y los hombres homosexuales; en estudios con animales machos se han obtenido resultados similares. Por otro lado, trabajos con ratas muestran que las hembras tienen menos conexiones nerviosas que los machos en el hipocampo, región cerebral asociada con relaciones espaciales y memoria.

Broverman y cols. (1968) propusieron que las diferencias sexuales en habilidades cognitivas son reflejo del balance entre la influencia activadora de los procesos adrenérgicos centrales y la influencia inhibitoria de los procesos colinérgicos centrales, que a su vez son sensibles a las hormonas sexuales, estrógenos y andrógenos.

Estos investigadores plantearon que las conductas en las cuales las mujeres son mejores que los hombres se caracterizan porque:

- a). Se basan en extensa experiencia previa (por ejemplo, nombrar colores, caminar, hablar, etc.), opuesto a la solución de problemas novedosos o de tareas difíciles.
- b). Parecen involucrar mínima mediación de los procesos cognoscitivos superiores, esto es, son habilidades bien adquiridas que tienden a ser respuestas automáticas.
- c). Involucran coordinaciones finas de músculos pequeños con procesos perceptuales y atencionales, más que coordinación de movimientos de músculos grandes como en el atletismo.
y
- d). Las conductas se evalúan en términos de velocidad y precisión de respuestas repetitivas, más que en términos de producción de nuevas respuestas o soluciones novedosas.

Las conductas en las que los hombres son superiores se caracterizan porque:

- a). Involucran inhibición o demora de respuestas a atributos obvios del estímulo en favor de atributos menos obvios del mismo.
- b). Parecen involucrar amplia mediación de procesos cognoscitivos superiores. y
- c). Las conductas se evalúan en términos de la producción de soluciones novedosas.

También afirmaron que ambas clases de conductas se afectan en forma opuesta por

manipulaciones del balance entre los sistemas colinérgico y adrenérgico. El sistema colinérgico se relaciona con el sistema nervioso parasimpático, en tanto que el adrenérgico está relacionado con el sistema nervioso simpático. Ambos sistemas son responsables de acciones antagónicas, el primero trabaja por la protección, conservación y relajación del organismo cuando no se requiere acción, promueve el sueño y la inhibición de la actividad; el segundo prepara para la acción, controla la actividad motora, la reactividad sensorial, la vigilia y el nivel de alertamiento.

Varios estudios han informado que la alteración del balance activación-inhibición hacia mayor activación (dominio de la actividad simpática), por la estimulación del sistema adrenérgico o la depresión del sistema colinérgico mejora la ejecución de tareas perceptivo-motoras simples, donde las mujeres son mejores, y empeora la realización de tareas que requieren inhibición o reestructuración perceptual, donde los hombres son superiores; en tanto que la alteración del balance activación-inhibición hacia mayor inhibición (dominio de la actividad parasimpática) por la estimulación del sistema nervioso colinérgico o la depresión del sistema nervioso adrenérgico, dificulta la ejecución de tareas perceptivo-motoras simples y facilita la realización de tareas que requieren inhibición o reestructuración perceptual.

Los autores proponen que las mujeres están más activadas o menos inhibidas que los hombres y que esta diferencia en el balance activación-inhibición se debe a los diferentes niveles de hormonas sexuales, estrógenos y andrógenos, típicos de cada sexo.

Hay evidencia de que los estrógenos alteran consistentemente el balance activación-inhibición en favor de mayor activación y que, aunque la alteración sucede en el mismo sentido, con los andrógenos la activación es apreciablemente menor, por lo que se considera que las mujeres están conductualmente más activadas y son menos capaces de inhibirse que los hombres. Así, la activación-inhibición cognoscitiva distinta entre sexos puede deberse a las diferencias sexuales en estrógenos.

También se ha estudiado el papel de las hormonas en la IIE y hay reportes de que elevada andrógenización corporal (evaluada por características físicas como tamaño de la cadera, anchura de los hombros y fuerza muscular) está asociada con puntajes bajos en tareas espaciales y altos en habilidad verbal en los hombres, y con puntajes altos en IIE en las mujeres. Esto lleva a considerar que la IIE se ve facilitada no por el nivel absoluto de andrógenos sino por un balance óptimo estrógenos-andrógenos (McGee, 1979).

Diferencias sexuales en especialización hemisférica.

Gran número de estudios han encontrado actividad hemisférica diferencial asociada a la ejecución de tareas cognitivas que son diferentes en la dimensión verbal-no verbal.

Una aproximación común de la diferencia en actividades cognitivas referida al funcionamiento neurológico sugiere que el HD está especializado en el procesamiento visoespacial u holístico, y el HI en el procesamiento verbal o analítico. Esta posición se fundamenta en investigaciones tanto con poblaciones normales como con daño cerebral, con una variedad de técnicas como audición dicótica, presentaciones taquistoscópicas, movimientos oculares lateralizados, estudios de flujo sanguíneo y registro electrofisiológico (Lake y Bryden, 1976; Witelson, 1976; Levy y Reid, 1978; McGee, 1979; Zhirmuskaya y cols., 1981; Galin y cols., 1982; Mayes, 1982; Deutsch y cols., 1988; Hiscock y Hiscock, 1988).

Los resultados de los estudios electrofisiológicos usando potenciales evocados o EEG han sugerido que la actividad eléctrica diferencial indicativa de la actividad cognoscitiva, puede observarse durante la ejecución de tareas verbales y visoespaciales. La aproximación EEG más común es el registro de la actividad α , suponiéndose que la presencia de α denota desactivación cortical y la ausencia de procesamiento cognoscitivo específico. Numerosos estudios con EEG han mostrado patrones electroencefalográficos que fortalecen esta suposición

(Galín y Ornstein, 1972; Callaway y Harris, 1974; Rebert y Mahoney, 1978; Ehrlichman y Wiener, 1980; Galín y cols., 1982; Rugg y Dickens, 1982; Tojo, 1984).

Por otro lado, al reportarse diferencias en las habilidades verbal y espacial entre hombres y mujeres, algunos investigadores han sugerido que existe una diferencia en la organización neurológica entre éstos, y han propuesto que en los mecanismos fundamentales las mujeres muestran menor lateralización hemisférica durante el procesamiento espacial y verbal que los hombres (Fairweather, 1976; Levy y Reid, 1978; McGee, 1979; Trotman y Hammond, 1979; Harshman y cols., 1983).

Ratcliff (1979) encontró que el HD está específicamente involucrado en tareas del tipo de rotación mental y en una forma de procesamiento espacial, pues pacientes con daño en el HD cometen más errores en la discriminación de un punto en un maniquí en cuatro orientaciones, que los sujetos con daño en el HI. Por su parte, Inglis y Lawson (1982) informaron resultados de 899 pacientes con daño cerebral unilateral, en los que se observó que los sujetos con daño en el HI ejecutan peor en la escala verbal que en la escala de ejecución del WAIS, mientras que los pacientes con daño en el HD mostraron el patrón contrario. Al separar los sujetos por sexo, encontraron que el efecto es más claro en los hombres que en las mujeres. Lo que parece favorecer la idea de que los hombres poseen mayor asimetría funcional cerebral.

Lake y Bryden (1976), propusieron que el sexo de los sujetos tiene una profunda influencia en los puntajes de audición dicótica. Observaron en los hombres mayores puntajes de lateralidad que en las mujeres en una tarea de audición dicótica, indicando mayor asimetría del oído derecho en los primeros. También encontraron que las mujeres con superioridad del oído izquierdo (HD) tienen peor ejecución en una tarea espacial, en comparación con mujeres con superioridad del oído derecho (HI). La superioridad del oído no diferenció la ejecución espacial de los hombres. Según los autores, estos hallazgos pueden interpretarse como

sugiriendo que hay diferencias sexuales en la organización cerebral.

Bower y LaBarba (1988), con el paradigma de tarea dual, observaron en los hombres mayor interferencia de la mano izquierda, durante la realización de una tarea de rotación mental.

Por su parte, Alford y Alford (1981), encontraron que los hombres exhiben mayor asimetría facial que las mujeres; y Jones (1980) reportó especialización del HD en los hombres, pero no en las mujeres, durante la categorización de caras de hombres y mujeres presentadas en los campos visuales derecho e izquierdo.

Safer (1981) investigó la acción de un código verbal y un código con imágenes en el procesamiento de expresiones faciales de la emoción. Cuando se pidió que usaran el código con imágenes (empatizar la emoción), tanto hombres como mujeres tuvieron superioridad en el reconocimiento de las expresiones presentadas en el campo visual izquierdo (HI), pero los hombres cometieron más errores que las mujeres cuando las expresiones se presentaron en el campo visual derecho (HI). No hubo asimetría cuando se pidió etiquetar las expresiones (código verbal). Los autores proponen que las diferencias sexuales pueden deberse a que las mujeres tienen un acceso privilegiado a códigos verbales (HI) para la emoción.

Tucker y cols. (1977) presentaron a hombres y mujeres preguntas que combinaban las dimensiones verbal-espacial y emocional-no emocional en dos situaciones, bajo estrés y neutral, y observaron que mientras respondían, las mujeres movían más los ojos hacia el lado izquierdo (HI) que los hombres, sobretudo en la condición bajo estrés.

Davidson y Schwartz (1976), compararon el EEG de hombres y mujeres en reposo, con y sin retroalimentación de la tasa cardíaca, y durante condiciones con contenido emocional. Observaron mayor activación (menor proporción de ritmo α) del HI en hombres que en

mujeres; y, en las condiciones emocionales, mayor activación del IID en las mujeres. Por otro lado, Warren y cols. (1976), encontraron mayor activación del III ante palabras con contenido emocional y del IID ante palabras neutras, en los hombres. Smith y cols. (1987) estudiaron la actividad EEG ante estímulos emocionales y neutros bajo condiciones afectivas y cognitivas y encontraron mayor supresión de α en el IID y mayor organización focal para alerta emocional en mujeres que en hombres.

Moore (1984), con una tarea de imitación de oraciones, encontró mayor supresión de α en el III en hombres que en mujeres; mientras que durante la ejecución de una tarea de comprensión de historias, fue en las mujeres donde observó mayor atenuación de α en el III. Esto lo interpretó como que las mujeres dependen más que los hombres del III para activar el procesamiento de tareas que implican estímulos lingüísticos continuos (comprensión).

Contrario a lo informado por otros autores, Haynes y Moore (1981) encontraron mayor activación del III en las mujeres durante el procesamiento de dos tipos de oraciones, unas con alto y otras con bajo nivel de imaginación; mientras que los hombres mostraron mayor activación del IID en ambas condiciones.

Beaumont y cols. (1978), Trotman y Hammond (1979) y Willis y cols. (1980), observaron menor asimetría de la banda α en las mujeres, durante la solución de tareas espaciales y verbales.

Ray y cols. (1976, 1981) afirmaron que mientras en los hombres hay una relación significativa entre el patrón de actividad hemisférica y la solución exitosa de tareas espaciales y verbales, en las mujeres no se puede concluir la existencia de una relación entre patrones de lateralización y solución de problemas espaciales y verbales.

Galin y cols. (1982) informaron que en las mujeres hay una correlación positiva y

significativa entre la lateralidad y la activación del HD, durante la realización del resumen oral de un texto (las mujeres diestras mostraron mayor activación del HD, luego las ambidiestras y por último las zurdas). En los hombres no se encontró esta relación.

McKee y cols. (1973) no encontraron diferencias sexuales en especialización hemisférica. Ellos observaron que durante la ejecución de tres tareas verbales y mientras escuchaban música, tanto hombres como mujeres, tuvieron mayor activación del HI que del HD, sin importar la tarea. Esta asimetría se acentuó con la dificultad de la tarea, pero fue siempre menor durante la audición de música.

Aunque con frecuencia se ha informado mayor especialización hemisférica en los hombres que en las mujeres, los resultados siguen sin ser concluyentes, pues también hay algunos reportes de resultados contradictorios (Fairweather, 1976; McGee, 1979).

Diferencias sexuales en la actividad EEG.

Para explorar diferencias en la organización funcional del cerebro entre hombres y mujeres se ha usado el registro de la actividad electroencefalográfica, tanto en reposo como durante la realización de distintas tareas.

a). Diferencias sexuales en el EEG en reposo.

Se han encontrado diferencias sexuales en el EEG en reposo tanto en la infancia como en la adolescencia y la edad adulta.

Matthis y cols. (1980) registraron el EEG en reposo de niños y niñas entre 4 y 11 años y observaron que, hasta los 6 años, las niñas muestran mayor potencia relativa (PR) de la banda θ y menor PR de los ritmos α_1 y α_2 que los niños; mientras que a los 10-11 años son las niñas las que tienen mayor PR de α_1 . La PR de la banda α_2 sigue siendo menor en las niñas que en los niños a los 10-11 años.

Matousek y Petersén (1973) indicaron que la variabilidad individual del EEG incrementa con la edad y es menor en los hombres hasta los 15 años. Observaron que hasta los 8 años, los niños muestran un incremento ligero de actividad lenta en comparación con las niñas, patrón que se revierte a los 14-15 años. También encontraron que las niñas de 11 años muestran mayor frecuencia de α que los niños de la misma edad y que después de los 16 años, éstas tienen significativamente menor potencia de θ y mayor potencia de β .

Por su lado, Matsuura y cols. (1985) reportaron que los hombres tienen mayor PR de α en occipital después de la pubertad, y las mujeres mayor amplitud media de α después de los 18 años y, mayor PR de θ y mayor amplitud media de β después de los 22 años.

Harmony y cols. (1990a) obtuvieron mejor relación entre el aumento de la edad y la disminución de la PR de δ y θ en niños que en niñas, y mayor PR de α y menor de δ , θ y β en los niños.

En adultos se ha encontrado mayor proporción de la banda α en hombres (Glass, 1967; Ramos, 1986) y mayor proporción del ritmo β en las mujeres (Ramos, 1986).

Flor-Henry y cols. (1987c) obtuvieron mayor potencia en las bandas lentas, δ y θ , en frontal, y mayor rapidez de las oscilaciones de α a lo largo del tiempo en las mujeres que en los hombres.

En los patrones de coherencia, Koles y Flor-Henry (1985) no encontraron diferencias sexuales en el EEG en reposo; mientras que Ramos (1986) obtuvo mayor correlación interhemisférica en las bandas θ , α , β y total en las mujeres en la corteza central y en los hombres en la corteza temporal.

Por su parte, Beaumont y cols. (1978) observaron mayor coherencia interhemisférica de la banda total y, Corsi-Cabrera y cols. (1989a) mayor correlación interhemisférica del ritmo α , en mujeres que en hombres. Beaumont y cols. (1978) sugieren que el mayor nivel de semejanza interhemisférica en las mujeres está relacionado con menor lateralización cerebral.

b). Diferencias sexuales en el EEG durante la solución de tareas.

También se han observado diferencias sexuales en la actividad EEG asociada a la solución de distintos tipos de tareas.

Ya se mencionó que estudios con EEG han mostrado que las tareas espaciales producen relativamente mayor activación en el HD y las tareas verbales en el HI. Sin embargo, Rebert y Mahoney (1978) informaron que durante la solución de dos tareas, una verbal y una no-verbal, las mujeres mostraron mayor activación de la corteza parietal derecha, mientras que en los hombres se observó mayor activación de la corteza parietal izquierda.

Por su lado, Haynes y Moore (1981) observaron que las mujeres tienen más activado el HI durante la formación de oraciones con palabras con alto y bajo valor de imaginabilidad, en tanto que los hombres muestran más activado el HD en las mismas condiciones. Además, ante palabras aisladas y dependientes del tiempo, en las mujeres hay mayor activación del HD y en los hombres del HI.

McKee y cols. (1973) encontraron que durante la realización de distintas tareas, tanto en hombres como en mujeres hay mayor activación del HI sin importar si la tarea es verbal o musical; y Moore (1984) reportó mayor supresión de α en el HI de las mujeres ante una tarea de comprensión, y en los hombres durante una tarea de imitación de oraciones.

Ray y cols. (1976) sugirieron que hombres y mujeres procesan el mismo evento medio

ambiental con patrones diferentes de actividad cerebral. Ellos apreciaron mayor asimetría en el EEG dependiente de la tarea en hombres que en mujeres, durante la solución de problemas matemático-verbales y no verbales. Los hombres mostraron mayor activación del HD mientras procesaban tareas de visualización y escuchaban música (tareas no verbales), y mayor desincronización del III en la solución de las tareas verbales y matemáticas. En las mujeres no observaron esta diferencia.

Glass (1967) y Trotman y Hammond (1979) obtuvieron los mismos resultados que Ray y cols. (1976), el primero con tareas aritméticas, y los segundos con tareas verbal-numéricas y visoespaciales. Además, Trotman y Hammond (1979), encontraron mayor variabilidad en la proporción del ritmo α de ambos hemisferios en las mujeres.

Willis y cols. (1980), también reportaron, en los hombres, mayor activación de la corteza parietal derecha durante la solución de tareas perceptuales (rotación mental e igualación perceptual), que ante la ejecución de tareas analíticas (cálculo de áreas y subtest de semejanzas del WAIS). En las mujeres no hubo diferencias significativas.

Del mismo modo, Sheperd y Gale (1982) encontraron mayor atenuación de α en el III en los hombres, en una tarea de detección y suma de dígitos. Cuando el estímulo presentado era semejante al correcto, la atenuación se acentuaba.

Ray y cols. (1981) observaron una relación significativa entre el patrón EEG en reposo y la solución exitosa de problemas espaciales en hombres. Aunque no significativa, la relación entre la actividad EEG durante la solución de problemas espaciales y el número de éstos resueltos correctamente mostró la misma dirección: a mayor activación del HD, mejor solución de problemas espaciales. En las mujeres no se encontró ninguna relación. Al dividir la muestra anterior en sujetos con alta o baja habilidad espacial (HE), en los hombres con HE alta se observó que a mayor activación del HD, mayor número de problemas resueltos exitosamente,

mientras que en los hombres con HE baja fue la mayor activación del HI la que se asoció a solución adecuada de problemas espaciales. Además, se encontró que las mujeres con HE baja mostraron la misma relación que los hombres con el mismo nivel de habilidad, situación que no sucedió con el EEG de reposo. Esto parece indicar que los sujetos con HE baja utilizan una estrategia analítica en la solución de problemas espaciales. Las mujeres con HE alta, igual que en el EEG de reposo, no mostraron relación entre actividad hemisférica y número de problemas resueltos correctamente.

En relación a los patrones de coherencia, Koles y Flor-Henry (1985) observaron mayor coherencia en los hombres durante la ejecución de una tarea espacial y en las mujeres mientras realizaban una tarea verbal. En una investigación posterior, Flor-Henry y cols. (1987c) encontraron en las mujeres un patrón de organización cerebral neuroeléctrico más sincronizado y menos lateralizado que en los hombres. Propusieron que las mujeres al realizar tareas cognitivas espaciales y verbales involucran más a ambos hemisferios que los hombres, quienes muestran mayor lateralización en ambos tipos de procesamiento.

Corsi-Cabrera y cols. (1989a) obtuvieron diferencias sexuales en la correlación entre el nivel de semejanza de zonas homólogas del cerebro en reposo, y el puntaje en los subtests de razonamiento verbal, relaciones espaciales y razonamiento abstracto del DAT. Observaron una correlación positiva en las mujeres (a mayor correlación interhemisférica, mayor puntaje en las habilidades espacial y abstracta), y negativa en los hombres (a mayor correlación interhemisférica, peor ejecución en las pruebas verbal, espacial y abstracta). Las autoras piensan que el signo opuesto de las correlaciones en hombres y mujeres sugiere la existencia de una organización cerebral funcional diferente.

Actividad EEG y Habilidad Espacial.

Además de Ray y cols. (1981), otros autores han investigado la relación que existe entre la actividad electroencefalográfica y distintos niveles de habilidad espacial (HE).

Willis y cols. (1980), no encontraron diferencias en la ejecución (reactivos resueltos correctamente) de tareas verbales y espaciales entre grupos de HE alta y HE baja, pero observaron que en ambos hemisferios, los sujetos con HE alta, tanto hombres como mujeres, muestran mayor activación en la corteza temporal que en la parietal; más durante la realización de una tarea de rotación mental (procesamiento sucesivo) que en la realización de una tarea de igualación perceptual (procesamiento simultáneo). Lo contrario sucedió en los sujetos con HE baja, como si los miembros del grupo de HE alta hubieran utilizado estrategias de procesamiento más apropiadas, ya que la integración sucesiva es una función fronto-temporal y la integración simultánea es una función occipito-parietal.

Grunau y cols. (1981) compararon la asignación de sujetos a grupos de habilidad verbal o espacial, alta o baja, de acuerdo a los puntajes obtenidos en pruebas psicológicas y/o al patrón EEG, y encontraron que la potencia del EEG es el indicador más sensible de aptitudes visoespaciales, y que las pruebas psicológicas son mejores para determinar aptitudes verbales. Observaron mayor atenuación de las bandas θ y α en occipital del reposo a la solución de tareas, tanto verbales como visoespaciales, en el grupo de HE alta.

Los resultados anteriores hacen evidente la existencia de diferencias sexuales, más marcadas cuando la capacidad de resolver problemas espaciales se encuentra involucrada. Estas diferencias individuales deben tener origen en la organización funcional del SN, pues tanto la conducta observable como la actividad EEG no son otra cosa que manifestaciones del patrón de funcionamiento de las células nerviosas.

Puesto que la fuente del origen de la actividad eléctrica cerebral y de la capacidad de resolver problemas espaciales está en el funcionamiento del SN, de los resultados del estudio de estos dos factores se puede inferir algo sobre dicho funcionamiento.

Tanto en los estudios que han usado el registro de la actividad EEG como en los que han empleado herramientas psicométricas (evaluación de conductas), se ha informado mayor variabilidad en los resultados de los sujetos que sufren alguna alteración (por ejemplo, grupos clínicos) y/o que no tienen ejecuciones exitosas (por ejemplo, estudiantes con problemas escolares y sujetos con HE baja), como si la mayor variabilidad estuviera indicando menores posibilidades de adaptación o respuesta a las exigencias medioambientales. En las mujeres como grupo, también se ha encontrado mayor variabilidad en los resultados de los distintos tópicos explorados.

?

En este punto, surgen las preguntas: ¿es el sexo el determinante fundamental de las diferencias conductuales y electroencefalográficas observadas entre hombres y mujeres?, ¿es alguna capacidad cognoscitiva especial la que provoca estas diferencias? o ¿es el efecto de estos dos factores combinados el que explica la variabilidad individual, particularmente en la actividad EEG?

Con el objeto de contestar las preguntas anteriores se diseñó el presente estudio.

VI. TRABAJO EXPERIMENTAL

INTRODUCCION.

En los últimos años se ha publicado un gran número de estudios que indican diferencias individuales en los patrones de actividad electroencefalográfica (EEG). A pesar de intentos repetidos por explicar la fuente de esta variabilidad, aún no se ha llegado a determinar su origen, aunque se considera factible que se encuentre en la forma en que el cerebro se organiza funcionalmente.

Los resultados muestran consistentemente diferencias en el funcionamiento entre hombres y mujeres, tanto en la actividad EEG como en la realización de tareas que involucran habilidad espacial (HE).

Ray y cols. (1981) observaron, en los hombres con HE alta, que a mayor activación del HD, mayor número de problemas resueltos exitosamente; mientras que en los hombres con HE baja fue la mayor activación del HI la que se asoció a solución adecuada de problemas espaciales. Las mujeres con HE baja se comportaron igual que los hombres con este nivel de HE, pero en las mujeres con HE alta no se encontró ninguna relación.

Por su parte, Flor-Henry y cols. (1987c) encontraron en las mujeres un patrón de organización cerebral neuroeléctrico más sincronizado y menos lateralizado que en los hombres. Propusieron que las mujeres al realizar tareas cognoscitivas espaciales y verbales involucran más a ambos hemisferios que los hombres, quienes muestran mayor lateralización en ambos tipos de procesamiento.

Corsi-Cabrera y cols. (1989a) obtuvieron una relación opuesta en hombres y mujeres, entre la correlación interhemisférica en reposo y la ejecución en una tarea espacial. Las mujeres mostraron una correlación positiva, a mayor correlación interhemisférica, mayor

puntaje en HE; mientras que los hombres tuvieron una correlación negativa, a mayor correlación interhemisférica, menor puntaje en la tarea espacial.

Estos resultados parecen indicar que hombres y mujeres procesan el mismo evento medio ambiental con distintos patrones de actividad cerebral, lo cual sugiere la existencia de una organización cerebral funcional diferente.

Además, Willis y cols. (1980), informaron que hombres y mujeres con HE alta muestran mayor activación de la corteza temporal derecha que de la corteza parietal derecha, durante la realización de una tarea de rotación mental; en tanto que en los sujetos con HE baja se observó el patrón contrario, mayor activación de la corteza parietal derecha que de la corteza temporal derecha. Esto también lleva a considerar que el cerebro de sujetos con distinto nivel de HE está organizado funcionalmente en forma diferente.

Así, pareció interesante investigar el efecto combinado de estos dos factores (sexo y HE) en la actividad EEG, en un intento por comprender el funcionamiento del cerebro.

METODO

OBJETIVO.

El objetivo de este estudio fue corroborar si en condiciones de reposo, la actividad eléctrica del cerebro (EEG) varía de acuerdo al sexo, y explorar el papel que juega en la misma el grado de habilidad espacial. Además, explorar la ejecución en las pruebas que miden otras capacidades y la participación de los resultados de éstas en la explicación de las características electroencefalográficas.

HIPOTESIS.

La actividad electroencefalográfica en reposo, con ojos abiertos y cerrados, es diferente entre hombres y mujeres con distinto nivel de habilidad espacial.

DEFINICION DE VARIABLES.

Variables independientes.

Sexo: Características anatómo-fisiológicas que definen a los sujetos como hombre o mujer.

Habilidad espacial (HE): Aptitud para percibir configuraciones espaciales, ubicar la propia posición en el espacio tridimensional y relacionar los elementos con el todo. Esta aptitud se determinó por la ejecución en la prueba de Relaciones Espaciales del Test de Aptitudes Diferenciales (DAT) de Bennet, Seashore y Wesman (1959). Se consideró como HE alta un puntaje superior al percentil 80 y como HE baja un puntaje inferior al percentil 30.

Variable dependiente.

Características electroencefalográficas: Potencia Absoluta (PA), energía de cada componente de la señal EEG. Potencia Relativa (PR), proporción de cada banda de frecuencias de la señal EEG, calculados a través de la Transformada Rápida de Fourier (TRF), y correlación interhemisférica (ri), semejanza entre zonas homólogas de los hemisferios

cerebrales, de la banda total y de cada banda de frecuencias de la señal EEG, calculada con el coeficiente de correlación de Pearson.

DISEÑO.

Diseño factorial de análisis de varianza (completamente aleatorizado de dos factores, A = sexo, B = habilidad espacial). (Kirk, 1968).

SELECCION DE LA MUESTRA.

A 800 estudiantes de tercer año de las diversas áreas de Bachillerato y a 100 estudiantes del primer semestre de la carrera de Lic. en Psicología, se les aplicó la forma A del subtest de Relaciones Espaciales del DAT para seleccionar una muestra de sujetos con puntajes extremos en dicho subtest.

En el estudio participaron 40 estudiantes, 20 hombres y 20 mujeres, con edades entre 17 y 21 años (media = 18.5 años), diestros de acuerdo a una prueba estandarizada de lateralidad (Annet, 1967), sin antecedentes familiares de lateralidad zurda, sin daño neurológico, que no tomaban ningún medicamento al momento de su participación y sin alteraciones del ciclo vigilia-sueño, divididos en los siguientes grupos de acuerdo al sexo y a su puntaje de HE:

Grupo 1. 10 sujetos de sexo masculino con puntajes de HE superiores al percentil 80.

Grupo 2. 10 sujetos de sexo masculino con puntajes de HE inferiores al percentil 30.

Grupo 3. 10 sujetos de sexo femenino con puntajes de HE superiores al percentil 80.

Grupo 4. 10 sujetos de sexo femenino con puntajes de HE inferiores al percentil 30.

La razón por la que se escogieron participantes con estos puntajes fue para tener dos grupos de habilidad perfectamente separados, lo que esperábamos disminuyera la variabilidad que, en ocasiones, hace que la información se diluya o enmascare.

Los participantes de sexo femenino tenían ciclos menstruales regulares y al momento del registro se encontraban entre el primer y el quinto día después de concluido el flujo menstrual.

La aplicación de la forma A del subtest de Relaciones Espaciales se hizo de manera colectiva, en los grupos escolares, en un salón de clases y de acuerdo a las instrucciones específicas de la prueba. Esta sesión tuvo una duración aproximada de 45 min., distribuidos en: lectura de instrucciones en voz alta, al mismo tiempo que cada sujeto las leía en su formato, solución de dudas y 30 min. de ejecución de la prueba.

Después de detectar a los posibles participantes, se les pidió su colaboración voluntaria en un experimento donde "...se les registraría el EEG y se les aplicaría una batería de pruebas psicológicas".

La batería de pruebas psicológicas incluyó cinco subtests del DAT (Relaciones Espaciales, Razonamiento Verbal, Habilidad Numérica, Razonamiento Abstracto y Razonamiento Mecánico), la Prueba de Figuras Ocultas de Ottman, Raskin y Witkin, y las Pruebas de Inteligencia de Matrices Progresivas de Raven y Dominos de Anstey. Las últimas siete pruebas se aplicaron como control con la finalidad de determinar si la actividad EEG sólo se ve influenciada por la HE, y si lo que mide el subtest de Relaciones Espaciales del DAT es comparable con ejecuciones en otras tareas de presentación visoespacial.

PRUEBAS PSICOLÓGICAS.

A continuación se describen las pruebas psicológicas utilizadas.

Test de Aptitudes Diferenciales (DAT) de Bennet, Seashore y Wesman (1959).

Prueba de Relaciones Espaciales. Mide la habilidad en la percepción de objetos en

forma tridimensional, así como la habilidad para crear una figura tridimensional con base en un plano bidimensional. También mide la habilidad para manipular mentalmente dichos objetos.

Este test consta de cuarenta patrones que, al doblarse, forman sólidos. Para cada patrón se muestran cinco sólidos. El examinado tiene que decidir cuál o cuáles de estos sólidos pueden formarse con el patrón dado. En el dibujo del patrón, siempre se ve la parte exterior del sólido (fig. 1a).

Prueba de Razonamiento Verbal. Esta prueba mide la habilidad para comprender conceptos expresados en palabras. Evalúa la habilidad para abstraer, para generalizar y para pensar en forma organizada, antes que medir simplemente la fluidez o el reconocimiento de vocabulario. Los reactivos de analogía que emplea son especialmente adecuados para medir la habilidad para razonar.

Esta prueba se compone de cincuenta oraciones, a cada una de las cuales les falta la primera y la última palabras. El sujeto debe completar la oración para que tenga sentido y sea verdadera, encontrando la primera y la última palabras. Después de cada oración incompleta hay dos líneas con cuatro palabras cada una: la primera línea tiene un número antes de cada palabra, y la segunda, una letra. La primera palabra se selecciona de la primera línea, mientras que la palabra final se elige de la segunda línea. La respuesta correcta es la combinación de un número y una letra (fig. 1b).

Prueba de Habilidad Numérica. Mide la habilidad para razonar con números, para manipular relaciones numéricas y la facilidad para manejar conceptos numéricos.

Este test contiene cuarenta problemas numéricos. Para cada problema hay cinco respuestas, de las cuales sólo una es correcta (fig. 1c).

Prueba de Razonamiento Abstracto. Mide la habilidad para razonar en forma no verbal, la habilidad para percibir las relaciones entre patrones y la habilidad para generalizar y deducir principios con base en dibujos que no incluyen lenguaje.

Esta prueba está compuesta por cincuenta series de diseños. Cada serie es un problema que consta de cuatro "figuras problema" y cinco "figuras respuesta". Las cuatro "figuras problema" forman una serie o progresión. Se tiene que seleccionar cuál de las "figuras respuesta" es la siguiente de la serie (fig. 1d).

Prueba de Razonamiento Mecánico. Mide la habilidad para comprender los principios mecánicos y físicos en situaciones conocidas.

Esta prueba consta de sesenta y ocho dibujos, y de preguntas acerca de ellos, con tres posibilidades de respuesta, de las cuales sólo una es correcta (fig. 1e).

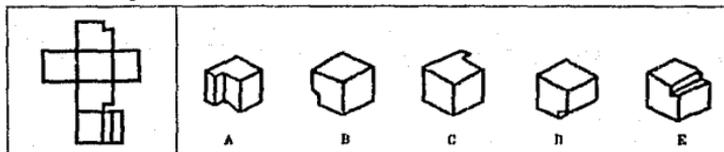
Test de Figuras Ocultas de Ottman, Raskin y Witkin (1971).

El test de figuras ocultas es una prueba perceptual que se usa para evaluar estilos cognoscitivos que se clasifican dentro del continuo dependencia-independencia de campo. En el modo dependiente de campo, la percepción está fuertemente dominada por la organización total del campo circundante y las partes se experimentan como fundidas en el todo. En el modo independiente de campo, las partes del campo se experimentan como formas discretas organizadas entre sí.

Este test está compuesto de tres secciones con figuras sencillas, cada una de las cuales se encuentra oculta dentro de una figura compleja. La primera sección contiene siete reactivos muy simples para entrenamiento y, las segunda y tercera secciones tienen, cada una, nueve

reactivos más difíciles. La tarea del sujeto en cada ensayo es localizar la figura simple, vista previamente, dentro de la figura compleja que la enmascara u oculta (fig. 2).

a. Relaciones Espaciales.



b. Razonamiento Verbal.

.....es a noche lo que desayuno es a.....

- | | | | |
|------------|-----------|----------|------------|
| 1. fluir | 2. suave | 3. cena | 4. puerta |
| A. incluir | B. mañana | C. gozar | D. esquina |

- 1A 1B 1C 1D 2A 2B 2C 2D 3A 3B 3C 3D 4A 4B 4C 4D
XX

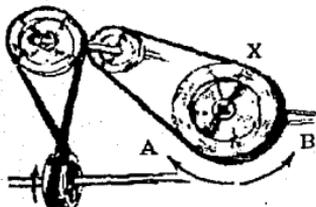
c. Habilidad Numérica.

- 15 = 75% de ?
- | | |
|---|------------------|
| A | .20 |
| B | 10.25 |
| C | 20 |
| D | 22.5 |
| E | ninguna de estas |

d. Razonamiento Abstracto.



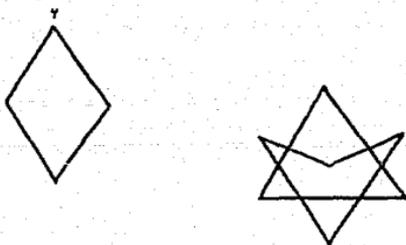
e. Razonamiento Mecánico.



¿En cuál dirección girará la polea "X"?

(Si en cualquiera, marque la C.)

Fig. 1. Ejemplos de reactivos del Test de Aptitudes Diferenciales (DAT).



Solución



Fig. 2. Reactivo ejemplo de la prueba de Figuras Ocultas. La figura sencilla "Y" debe encontrarse dentro de la figura compleja de la derecha.

Prueba de Matrices Progresivas de Raven (1956).

Esta prueba mide la capacidad intelectual general. Consta de cinco series con doce láminas cada una. Cada lámina exhibe en su mitad superior un conjunto geométrico incompleto, y en la inferior varias figuras más pequeñas, de las cuales una sirve para completar a aquél correctamente. La colección se presenta al examinado en el orden establecido para que, en forma sucesiva, éste indique en cada lámina cuál de las figuras menores completa la mayor. En total son sesenta láminas que se hallan seriadas en orden de complejidad creciente. Las primeras dos series tienen seis opciones de respuesta, en tanto que las tres últimas cuentan con ocho alternativas en cada lámina (fig. 3).

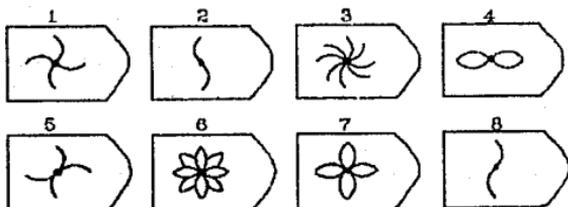
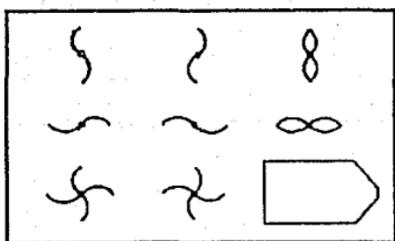


Fig. 3. Reactivo de la prueba de Matrices Progresivas. Una de las opciones de abajo completa la figura superior.

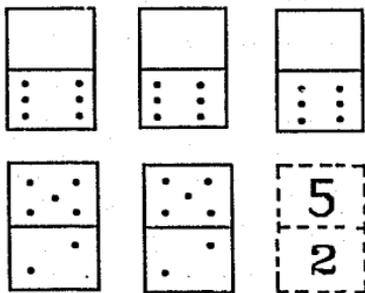


Fig. 4. Reactivo ejemplo de la prueba de Dominos. De acuerdo a los valores de las fichas, el examinado debe calcular los números que corresponden a cada mitad de la ficha que está en blanco.

Test de Dominos de Anstey (1948).

Esta prueba también mide la capacidad intelectual general. Está compuesta de cuarenta y ocho reactivos, arreglados en orden de dificultad creciente, en cada uno de los cuales hay un grupo de fichas de dominos. Dentro de cada mitad de las fichas, los puntos varían del 0 al 6. En cada grupo hay una ficha completamente vacía. Lo que el examinado tiene que hacer es calcular qué números le corresponden a cada mitad de la ficha que está en blanco (fig. 4).

PROCEDIMIENTO.

El experimento se realizó en cinco sesiones, en orden contrabalanceado y con duración variable.

Sesiones de aplicación de pruebas.

En dos sesiones se administraron, de manera individual, la forma A de los cuatro subtest restantes del DAT, de acuerdo con las recomendaciones de los autores: una sesión para los subtests de Razonamiento Verbal y Habilidad Numérica, y otra sesión para la ejecución de los subtests de Razonamiento Abstracto y Razonamiento Mecánico, con una duración aproximada de 90 min. cada una. En otra sesión, de aproximadamente dos horas de duración, se aplicaron, también en forma individual, las pruebas de inteligencia de Matrices Progresivas y Dominos. La prueba de Figuras Ocultas se administró en forma colectiva en una sesión independiente de aproximadamente 20 min. de duración.

Sesión de registro del EFG.

El registro se realizó por la mañana, entre las 8 y las 14 hs. Los sujetos de sexo femenino acudieron entre el primer y el quinto día después de concluido el flujo menstrual, con el objeto de controlar la variabilidad ocasionada por los cambios hormonales (Solís y cols., 1990).

Se procedió de la siguiente manera:

a). Colocación de electrodos. La actividad electroencefalográfica se registró en forma monopolar de las derivaciones F3, F4, C3, C4, T3, T4, P3, P4, O1 y O2, referidas a la oreja ipsilateral, de acuerdo al sistema internacional 10-20 (Jasper, 1958). Se colocaron electrodos para registro ocular y se registró su actividad en forma bipolar para monitorear movimientos oculares y rechazar los segmentos contaminados de la señal EEG. La impedancia de los electrodos siempre fue menor de 10 Kohms.

b). Adaptación a la situación experimental. Después de la colocación de los electrodos se situó al sujeto en un cuarto sonoamortiguado, iluminado con cuatro lámparas incandescentes de 60 watts cada una, sentado en una silla y, antes del registro, se le dieron 10 min. de adaptación a las condiciones del mismo.

c). Registro del EEG. Se registró el EEG en un polígrafo Grass modelo 8-16E de 8 canales, con frecuencias de corte de 1 y 35 Hz, en las condiciones de reposo con ojos abiertos y cerrados en orden contrabalanceado, durante dos corridas en secuencia contrabalanceada. En una corrida se registraron las derivaciones F3, F4, C3, C4, P3 y P4, y en la otra las derivaciones F3, F4, T3, T4, O1 y O2. Esta separación se debió a que sólo se cuenta con 8 canales y se requerían 11 para el registro en una sola pasada de las 10 derivaciones y los movimientos oculares.

Durante el registro del EEG se le pidió al participante que se mantuviera sentado y procurara no moverse. La duración de esta sesión fue de aproximadamente 90 min. por sujeto.

Al inicio de la primera de las sesiones de administración individual de las pruebas o antes del registro del EEG (si éste fue primero), se le aplicó a cada sujeto una prueba de lateralidad (Annet, 1967), en la que se observaron las siguientes conductas: escribir, cortar un

papel con tijeras, cepillarse los dientes, aventar una pelota, patear una pelota, ver a través de un tubo, repartir una baraja, encender un cerillo, clavar un clavo con un martillo y ensartar una aguja. En caso de que el sujeto fuera diestro en estas conductas se siguió con la sesión, de lo contrario se suspendió y se le agradeció su colaboración.

OBTENCION Y ANALISIS DE DATOS.

1. Señal electroencefalográfica.

a). Captura de la señal EEG. La actividad EEG se capturó en línea en una computadora Logix compatible con PC, a través de un convertidor analógico-digital de 16 canales, con 12 bits de resolución y un rango de voltaje de -1 a +1 volts.

Las señales del EEG de los seis canales por corrida (F3-F4-C3-C4-P3-P4 o F3-F4-T3-T4-O1-O2) y de la actividad de los ojos se muestrearon simultáneamente, una en cada canal del convertidor.

Se tomaron 10 muestras de EEG, libres de artefactos, para cada derivación durante las condiciones de reposo con ojos abiertos y ojos cerrados. Cada muestra tuvo una duración de 4,096 seg. (512 puntos). Se utilizó una frecuencia de muestreo de 125 Hz (8 mseg. de intervalo entre punto y punto muestreados) (fig.5).

b). Análisis de la señal EEG. Se obtuvo la potencia absoluta (PA), energía de la señal, y la potencia relativa (PR), proporción de la señal, de las bandas electroencefalográficas Delta (δ), Theta (θ), Alfa1 (α_1), Alfa2 (α_2), Beta1 (β_1) y Beta2 (β_2), a través del análisis de la Transformada Rápida de Fourier (TRF), para cada derivación en las dos condiciones (reposo con ojos abiertos y cerrados). El análisis se realizó independientemente para cada derivación.

Con la TRF se aplicó un filtro digital para eliminar frecuencias que salen de la banda de

interés (1.5 - 30 Hz) y la posible corriente directa (DC) que contamina la señal.

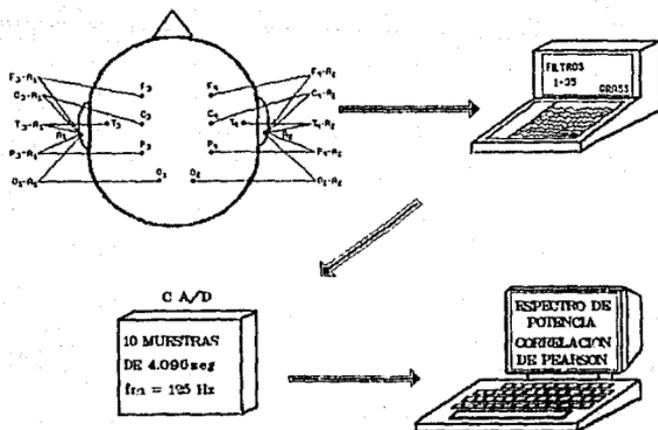


Fig. 5. Diagrama del registro, la captura a través de un convertidor analógico-digital (C A/D) y el análisis computacional de la señal EEG.

No se analizó la banda Delta (δ) debido a que se compone de frecuencias muy bajas en las que puede meterse interferencia de otras fuentes, como los movimientos oculares, y porque no se consideran frecuencias relevantes en el EEG durante el estado de vigilia en sujetos adultos normales.

Se obtuvieron valores de PA y PR para los componentes de la señal filtrada, de acuerdo

a los siguientes rangos de frecuencia:

θ - 3.66 a 7.32 Hz

$\alpha 1$ - 7.57 a 9.52 Hz

$\alpha 2$ - 9.77 a 12.45 Hz

$\beta 1$ - 12.70 a 17.58 Hz

$\beta 2$ - 17.83 a 25.15 Hz

También se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson, entre las señales EEG de zonas cerebrales homólogas (correlación interhemisférica, r_i), con el objeto de cuantificar el grado de correlación existente entre pares de señales con base en su fase y su forma.

El análisis de la r_i se realizó para cada banda del EEG, excepto δ , y para el espectro total, en cada derivación y condición.

2. Pruebas Psicológicas.

n) Test de Aptitudes Diferenciales. Cada subtest se calificó con la plantilla diseñada para tal fin. Se obtuvo el puntaje crudo de acuerdo a las especificaciones de los autores para cada subtest (tabla 2) y se convirtieron los puntajes a percentiles con la norma 12 de la forma A.

b) Pruebas de Inteligencia y Figuras Ocultas. Cada prueba se calificó con la clave elaborada por los respectivos autores y el puntaje, formado por el número de aciertos, se transformó a rangos con las normas sugeridas en cada prueba.

Tabla 2. Criterios para la calificación del DAT.

Subtest	Tiempo límite	Puntaje crudo	Calificación máxima
Razonamiento verbal	30 min.	C	50
Razonamiento numérico	30 min.	C - 1/4 I	40
Razonamiento abstracto	25 min.	C - 1/4 I	50
Relaciones espaciales	30 min.	C - I	100
Razonamiento mecánico	30 min.	C - 1/2 I	60
Velocidad y exactitud	6 min.	C	100

C = correctas; I = incorrectas.

3. Análisis estadístico.

A. Electroencefalograma.

Potencia Absoluta. Se calculó la PA media de cada sujeto, promediando los valores de PA de la banda total de todas las derivaciones registradas $\{(PA \text{ de } F3 + PA \text{ de } F4 + PA \text{ de } C3 + PA \text{ de } C4 + PA \text{ de } P3 + PA \text{ de } P4 + PA \text{ de } F3 + PA \text{ de } F4 + PA \text{ de } T3 + PA \text{ de } T4 + PA \text{ de } O1 + PA \text{ de } O2)/12\}$, en cada condición por separado.

Se normalizaron los valores de la PA media, y los valores de la PA de cada muestra de EEG, en cada una de las bandas, derivaciones y condiciones, obteniendo el logaritmo natural de acuerdo a la fórmula (John, 1987):

$$y = \ln(x).$$

Potencia Relativa. Se calculó la PR media, para cada banda, de cada sujeto, promediando los valores del EEG de todas las derivaciones registradas, en cada condición por separado. Por ejemplo, la PR media de O se obtuvo promediando $\{(PRO \text{ de } F3 + PRO \text{ de } F4 + PRO \text{ de } C3 + PRO \text{ de } C4 + PRO \text{ de } P3 + PRO \text{ de } P4 + PRO \text{ de } F3 + PRO \text{ de } F4 + PRO \text{ de } T3 + PRO \text{ de } T4 + PRO \text{ de } O1 + PRO \text{ de } O2)/12\}$. De la misma manera se procedió con el resto de las bandas.

Se normalizaron los valores de la PR media de cada banda, y los valores de la PR de cada muestra de EEG en cada una de las bandas, derivaciones y condiciones con la transformación logarítmica (John, 1987):

$$y = \ln\{ x/(100 - x) \}.$$

Correlación interhemisférica. Los valores de r_i , de la banda total y de cada banda de frecuencias del EEG, se transformaron a puntuaciones Z de Fisher con el objeto de estandarizarlos, por medio de la fórmula (Guilford y Fruchter, 1984):

$$Z = 1.1513 \log_{10}\{(1 + r)/(1 - r)\}$$

Con los valores transformados, se realizaron los siguientes análisis de varianza (ANDEVA):

I. Análisis Globales (Sexo y Habilidad).

a). ANDEVA para grupos independientes (diseño completamente aleatorizado) de dos factores (A = Sexo, B = Habilidad Espacial), con los valores de PA y PR media, y la r_i de la banda total, por separado, para ver si existían diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres y entre grupos de HE. Se hizo un ANDEVA para PA, un ANDEVA por cada banda para PR y un ANDEVA por cada derivación para r_i , tanto del espectro total como de cada banda de frecuencias del EEG, en cada condición (ojos abiertos y cerrados).

b). ANDEVA de parcelas divididas (un factor entre bloques, un factor intra bloques) de dos factores (A = Grupos, B = Condiciones), para determinar diferencias entre ojos abiertos y cerrados. Se hizo un ANDEVA para PA, uno para cada banda de PR y uno para cada derivación de r_i .

II. Habilidad Espacial.

ANDEVA de parcelas divididas (diseño mixto, un factor entre bloques, dos factores intra bloques) de tres factores (A = Habilidad Espacial, B = Hemisferios, C = Derivaciones), para determinar diferencias hemisféricas y por derivaciones relacionadas a la HE sin considerar el sexo. Se realizó un ANDEVA para cada banda en cada condición, tanto con PA como con PR. Se utilizó el mismo diseño de ANDEVA para ri, con los factores: A = Habilidad Espacial, B = Derivaciones, C = Bandas. Se analizó cada condición por separado.

III. Diferencias Sexuales.

ANDEVA de parcelas divididas (diseño mixto, un factor entre bloques, dos factores intra bloques) de tres factores (A = Sexo, B = Hemisferios, C = Derivaciones), para determinar diferencias hemisféricas y por derivaciones relacionadas al sexo sin considerar la HE. El mismo diseño de ANDEVA se utilizó para ri, con los siguientes factores: A = Habilidad Espacial, B = Derivaciones, C = Bandas. Cada condición se analizó por separado.

Los resultados significativos obtenidos de los ANDEVAS se sometieron a una prueba de comparaciones múltiples, con el objeto de discriminar cuáles fueron los grupos causantes de las diferencias. La prueba aplicada para este fin fue la F de Tukey.

El valor de significancia estadística para aceptar los resultados fue de $p \leq 0.050$, tanto para los ANDEVAS como para el análisis de comparaciones múltiples.

En las figuras relacionadas con los resultados de la PR, los valores logarítmicos fueron retransformados para una mejor comprensión.

B. Pruebas psicológicas.

Se realizó un ANDEVA para grupos independientes (diseño completamente

aleatorizado), de dos factores (A = Sexo, B = Habilidad Espacial), con los valores naturales de cada prueba por separado, para evaluar diferencias sexuales y de HE en la ejecución psicométrica.

Se calculó la matriz de correlaciones cruzadas para los puntajes naturales de las 8 pruebas administradas para obtener la relación que guardan éstas entre sí, y para determinar si el efecto sobre el EEG se debe exclusivamente a la habilidad espacial.

Se hizo el análisis de Componentes Principales, incluyendo los puntajes naturales de las pruebas, para explicar el comportamiento de esta población de datos. Se calcularon los valores de los cuatro primeros componentes para cada sujeto y se analizaron con el diseño anterior de ANDEVA.

Se consideraron los puntajes naturales de las pruebas y no los normalizados, porque son los primeros los que representan la ejecución de los sujetos. Los últimos lo que hacen es comparar la ejecución de un sujeto con su grupo de referencia, y éste no era nuestro interés.

C. Pruebas psicológicas y actividad electroencefalográfica.

Se calculó la Regresión Lineal Múltiple, tomando los parámetros de la actividad EEG como variables predictoras, y la ejecución natural en cada prueba como variable a predecir, para determinar la cantidad de información que el EEG proporciona sobre la ejecución psicométrica.

V. RESULTADOS

Los puntajes naturales y en percentiles del subtest de Relaciones Espaciales del DAT, la edad y el área de estudio, así como las medias y las desviaciones estándar (DE) de estos puntajes de los cuatro grupos de acuerdo al sexo y al nivel de habilidad espacial (HE) aparecen en la tabla 3.

Tabla 3. Puntajes naturales (PN), percentiles (P), edad (E) y área de estudio (A) de los grupos experimentales, de acuerdo al sexo y al nivel de habilidad espacial (HE).

SUJ	HE ALTA								HE BAJA							
	HOMBRES				MUJERES				HOMBRES				MUJERES			
	PN	P	E	A	P	E	A	PN	P	E	A	PN	P	E	A	
1	82	90	17	I	67	85	18	I	26	15	19	I	23	20	17	II
2	75	80	17	I	87	95	18	II	6	3	17	I	12	10	18	IV
3	75	80	18	I	65	80	20	Pa	25	15	19	II	11	5	17	II
4	87	95	19	I	70	85	19	Pa	9	5	18	IV	23	20	21	Pa
5	85	95	21	Pa	66	80	18	Pa	8	3	18	IV	21	20	18	II
6	77	80	17	I	67	85	20	Pc	18	10	17	IV	6	3	19	VI
7	79	85	18	I	71	90	20	Pa	34	20	19	VI	10	5	18	VI
8	78	85	19	IV	66	80	19	P.	5	1	20	Pa	5	3	17	IV
9	79	85	19	I	65	80	20	Pa	9	5	20	IV	19	15	18	IV
10	77	80	18	I	67	85	17	IV	16	10	19	IV	6	3	19	IV
MEDIA	79.4	85.5	18.3		69.1	86.5	18.9		15.6	8.7	18.6		13.6	10.4	18.2	
DE	4.1	6.0	1.2		6.6	5.0	1.1		9.9	6.3	1.1		7.2	7.6	1.2	

I = Área Físico-Matemáticas; II = Área Químico-Biológicas; IV = Área Económico-Administrativa;
 V = Bellas Artes; Ps = Psicología.

A. ANALISIS DEL EEG.

Las medias y desviaciones estándar de la potencia absoluta (PA) media, transformada a logaritmos, de la potencia relativa (PR) media de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2), y de la correlación interhemisférica (r_i) de la banda total (BT) y de las bandas del EEG, transformada a puntajes Z de Fisher, de las derivaciones frontal (F), central (C), parietal (P), temporal (T) y occipital (O), se muestran en las tablas 4, 6, 8 y 9.

Tabla 4. Media (M) y Desviación Estándar (DE) de la potencia absoluta media, transformada a logaritmos, de los 4 grupos de sexo y habilidad espacial (HE), en las condiciones con ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC).

		HE ALTA		HE BAJA	
		HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
OA	M	8.46	8.37	9.45	10.21
	DE	0.86	0.94	1.53	1.15
OC	M	8.86	8.75	9.97	10.87
	DE	0.97	1.12	1.62	1.20

1. ANALISIS GLOBALES (SEXO Y HABILIDAD ESPACIAL).

Los resultados del análisis de varianza para grupos independientes de dos factores (A = Sexo, B = Habilidad Espacial) con la PA media, con la PR media para cada banda por separado, y con la ri para cada derivación y banda por separado, se muestran en las tablas 5, 7 y 10. Los resultados significativos fueron los siguientes:

1. Potencia absoluta.

Sexo. No hubo diferencias sexuales estadísticamente significativas ni con ojos abiertos ni con ojos cerrados (tabla 5); sin embargo, con ojos cerrados se observa una tendencia en las mujeres a tener mayor PA que los hombres (fig. 6).

Habilidad Espacial. Este factor mostró diferencias significativas: los sujetos (Ss) de HE alta tienen menor PA que los Ss de HE baja, tanto con ojos abiertos como con ojos cerrados (tabla 5, fig. 7).

Tabla 5. Resultados de los ANDEVAs con la potencia absoluta media, transformada a logaritmos, en las condiciones con ojos abiertos (OA) y cerrados (OC), para los factores sexo y habilidad espacial (HE).

	SEXO		HE		INTERACCION	
	F (1, 36)	p	F (1, 36)	p	F (1, 36)	p
OA	0.86	= 0.63	15.13	< 0.001	1.33	= 0.25
OC	1.01	= 0.32	16.67	< 0.001	1.64	= 0.20

Tabla 6. Media (M) y Desviación Estándar (DE) de la potencia relativa media de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), de los 4 grupos de sexo y habilidad espacial (HE), en las condiciones con ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC).

			HE ALTA		HE BAJA	
			HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
OA	θ	M	30.91	33.55	35.99	31.66
		DE	5.88	5.75	11.30	9.18
	$\alpha 1$	M	13.38	13.21	16.43	20.06
		DE	5.39	4.60	5.41	7.34
	$\alpha 2$	M	21.47	18.58	22.99	20.23
		DE	7.66	9.52	10.45	8.64
	$\beta 1$	M	17.59	14.66	12.29	12.00
		DE	4.85	4.27	4.78	1.92
	$\beta 2$	M	16.64	19.73	12.31	16.04
		DE	4.66	9.03	4.60	6.31
OC	θ	M	25.69	28.50	27.36	24.85
		DE	5.83	8.14	8.04	8.13
	$\alpha 1$	M	14.25	18.47	22.56	27.74
		DE	5.22	7.21	10.30	12.20
	$\alpha 2$	M	29.96	28.30	30.48	31.46
		DE	12.14	13.22	9.71	12.47
	$\beta 1$	M	15.82	11.77	9.94	7.77
		DE	7.06	4.85	5.95	2.10
	$\beta 2$	M	14.26	12.96	9.04	8.18
		DE	6.54	8.96	4.80	4.03

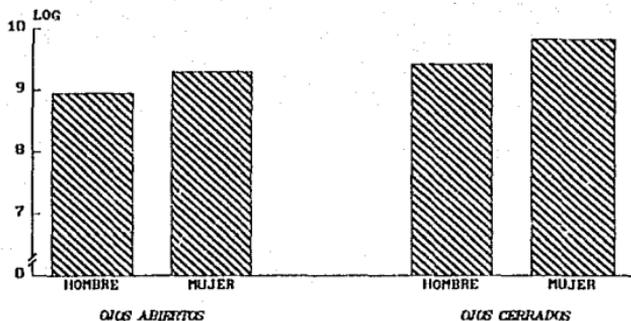


Fig. 6. Potencia absoluta media, transformada a logaritmos (LOG), de hombres y mujeres en las condiciones con ojos abiertos y ojos cerrados. Efecto principal.

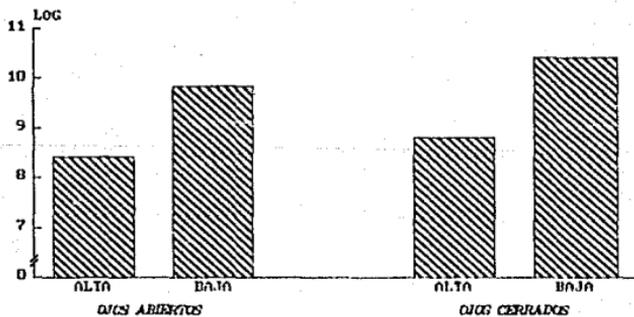


Fig. 7. Potencia absoluta media, transformada a logaritmos (LOG), de los grupos de habilidad espacial alta (ALTA) y habilidad espacial baja (BAJA), en las condiciones con ojos abiertos y ojos cerrados. Efecto principal. La diferencia entre los grupos de habilidad espacial es significativa en ambas condiciones.

2. Potencia Relativa.

Sexo. La fig. 8a muestra que, con ojos abiertos, las mujeres tienen ligeramente mayor PR de $\alpha 1$ y $\beta 2$, mientras que los hombres tienen mayor PR de $\alpha 2$ y $\beta 1$. En la condición con ojos cerrados, las mujeres tienen ligeramente mayor PR de $\alpha 1$ y los hombres mayor PR de $\beta 1$. Sin embargo, este factor no mostró diferencias significativas para ninguna de las bandas en ninguna condición; no obstante, como puede verse en la tabla 7, los resultados para $\alpha 1$ con ojos cerrados están muy cercanos al nivel de significancia ($p = 0.06$), por lo que se considera conveniente destacarlos: en las mujeres la PR de $\alpha 1$ tiende a ser mayor que en los hombres (fig. 8b).

Tabla 7. Resultados de los ANDEVAs con la potencia relativa media, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), en las condiciones con ojos abiertos (OA) y cerrados (OC), para los factores sexo y habilidad espacial (HE).

		SEXO		HE		INTERACCION	
		F (1, 36)	p	F (1, 36)	p	F (1, 36)	p
OA	θ	0.11	= 0.73	0.19	= 0.67	1.83	= 0.18
	$\alpha 1$	0.79	= 0.61	9.65	= <u>0.004</u>	1.33	= 0.25
	$\alpha 2$	1.20	= 0.28	0.31	= 0.58	0.07	= 0.78
	$\beta 1$	0.71	= 0.59	7.60	= <u>0.009</u>	1.15	= 0.29
	$\beta 2$	2.10	= 0.16	3.89	= <u>0.05</u>	0.26	= 0.61
OC	θ	0.06	= 0.79	0.12	= 0.73	1.34	= 0.25
	$\alpha 1$	3.44	= <u>0.06</u>	10.51	= <u>0.003</u>	0.00	= 0.96
	$\alpha 2$	0.07	= 0.79	0.33	= 0.57	0.10	= 0.74
	$\beta 1$	2.29	= 0.13	8.96	= <u>0.005</u>	0.25	= 0.62
	$\beta 2$	0.61	= 0.55	6.31	= <u>0.01</u>	0.10	= 0.75

Habilidad Espacial. Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas para este factor en las bandas $\alpha 1$, $\beta 1$ y $\beta 2$, tanto con ojos abiertos como cerrados (tabla 7): los Ss de HE alta tienen menor PR de $\alpha 1$ y mayor PR de $\beta 1$ y $\beta 2$ que los Ss de HE baja (figs. 9a y b).

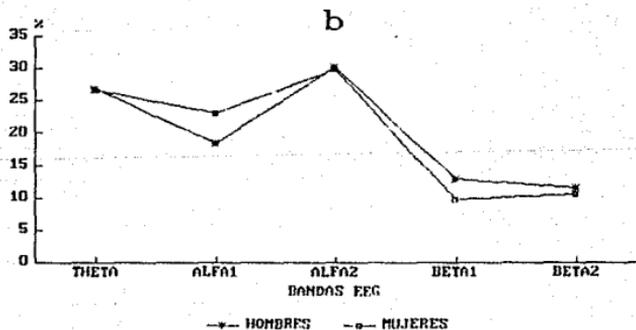
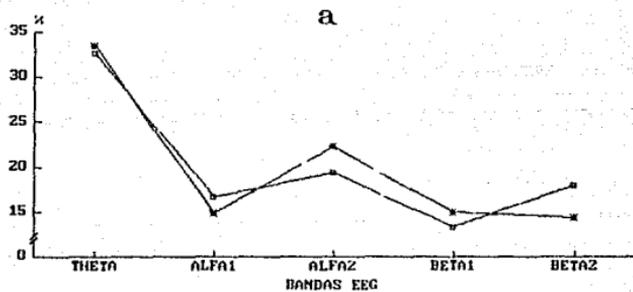


Fig. 8. Potencia relativa media de las bandas EEG, de hombres y mujeres, en las condiciones:
 a). con ojos abiertos y b). con ojos cerrados. Efecto principal.

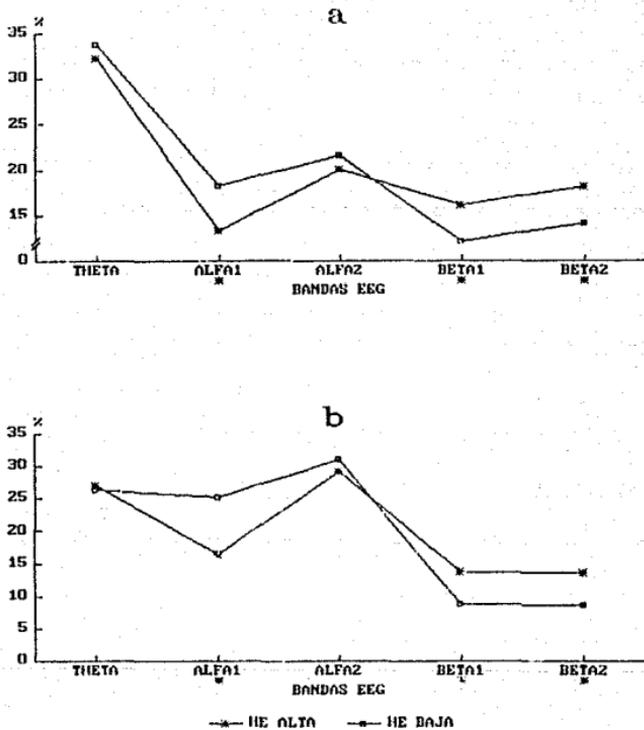


Fig. 9. Potencia relativa media de las bandas EEG, de los sujetos de habilidad espacial (HE) alta y baja, en las condiciones: a). con ojos abiertos y b). con ojos cerrados. Efecto principal. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre los grupos de HE en esta(s) banda(s).

Tabla 8. Media (M) y Desviación Estándar (DE) de la correlación interhemisférica de la banda total (BT) y de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), transformada a puntajes Z de Fisher, de las derivaciones frontal (F), central (C) y parietal (P) de una corrida, y frontal (F*), temporal (T) y occipital (O) de otra corrida, de los 4 grupos de sexo y habilidad espacial (HE), en la condición con ojos abiertos.

		HE ALTA				HE BAJA			
		HOMBRES		MUJERES		HOMBRES		MUJERES	
		M	DE	M	DE	M	DE	M	DE
BT	F	0.75	0.13	0.71	0.23	0.64	0.24	0.68	0.30
	C	0.77	0.12	0.82	0.18	0.75	0.22	0.74	0.23
	P	0.68	0.14	1.02	0.21	0.89	0.24	0.87	0.27
	F*	0.68	0.18	0.67	0.20	0.82	0.16	0.76	0.12
	T	0.32	0.11	0.21	0.19	0.40	0.21	0.34	0.13
	O	0.82	0.17	0.94	0.14	0.91	0.21	0.85	0.07
θ	F	0.81	0.10	0.85	0.18	0.93	0.21	0.77	0.32
	C	0.88	0.08	1.04	0.19	0.89	0.19	0.83	0.29
	P	0.90	0.15	1.10	0.24	0.96	0.18	0.93	0.31
	F*	0.73	0.14	0.78	0.20	0.90	0.17	0.84	0.09
	T	0.40	0.15	0.34	0.13	0.47	0.20	0.44	0.08
	O	0.81	0.21	0.91	0.10	0.83	0.12	0.90	0.14
$\alpha 1$	F	0.74	0.16	0.75	0.20	0.95	0.23	0.87	0.31
	C	0.75	0.18	0.89	0.16	0.83	0.14	0.90	0.24
	P	0.86	0.23	1.03	0.19	0.88	0.21	0.96	0.28
	F*	0.69	0.21	0.79	0.19	0.68	0.21	0.97	0.20
	T	0.37	0.18	0.39	0.17	0.45	0.15	0.49	0.21
	O	0.82	0.26	0.98	0.10	0.87	0.21	0.95	0.17
$\alpha 2$	F	0.77	0.19	0.73	0.27	0.81	0.21	0.73	0.36
	C	0.69	0.21	0.64	0.28	0.56	0.27	0.51	0.28
	P	0.85	0.17	0.93	0.22	0.80	0.36	0.69	0.28
	F*	0.70	0.19	0.69	0.22	0.85	0.18	0.81	0.23
	T	0.26	0.11	0.21	0.25	0.33	0.15	0.27	0.17
	O	0.83	0.15	0.91	0.26	1.02	0.37	0.81	0.14
$\beta 1$	F	0.52	0.24	0.51	0.20	0.58	0.24	0.39	0.23
	C	0.55	0.25	0.52	0.17	0.45	0.29	0.36	0.26
	P	0.69	0.26	0.69	0.24	0.54	0.17	0.51	0.28
	F*	0.47	0.30	0.41	0.17	0.53	0.14	0.45	0.20
	T	0.11	0.15	0.07	0.11	0.12	0.14	0.11	0.08
	O	0.66	0.22	0.69	0.12	0.60	0.17	0.60	0.12
$\beta 2$	F	0.38	0.19	0.30	0.17	0.45	0.26	0.23	0.17
	C	0.42	0.17	0.36	0.14	0.44	0.27	0.31	0.20
	P	0.34	0.18	0.53	0.21	0.49	0.15	0.46	0.25
	F*	0.32	0.22	0.25	0.13	0.39	0.15	0.29	0.14
	T	0.04	0.12	0.03	0.08	0.05	0.10	0.06	0.07
	O	0.54	0.19	0.55	0.14	0.53	0.15	0.50	0.12

Tabla 9. Media (M) y Desviación Estándar (DE) de la correlación interhemisférica de la banda total (BT) y de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), transformada a puntajes Z de Fisher, de las derivaciones frontal (F), central (C) y parietal (P) de una corrida, y frontal (F*), temporal (T) y occipital (O) de otra corrida, de los 4 grupos de sexo y habilidad espacial (IEE), en la condición con ojos cerrados.

		HE ALTA				HE BAJA			
		HOMBRES		MUJERES		HOMBRES		MUJERES	
		M	DE	M	DE	M	DE	M	DE
BT	F	0.83	0.19	0.89	0.21	0.93	0.12	1.03	0.15
	C	0.84	0.14	0.90	0.20	0.83	0.11	0.92	0.22
	P	0.92	0.16	1.04	0.24	0.92	0.16	0.88	0.24
	F*	0.83	0.19	0.89	0.21	0.93	0.12	1.03	0.15
	T	0.46	0.11	0.40	0.20	0.49	0.11	0.49	0.19
	O	0.89	0.10	0.93	0.23	0.97	0.14	0.94	0.17
θ	F	0.80	0.13	0.82	0.30	0.95	0.12	0.98	0.22
	C	0.91	0.13	1.00	0.15	0.94	0.12	1.00	0.21
	P	0.92	0.19	1.10	0.21	0.96	0.16	0.94	0.25
	F*	0.80	0.13	0.90	0.14	0.95	0.12	0.98	0.22
	T	0.46	0.11	0.47	0.10	0.51	0.15	0.52	0.15
	O	0.81	0.15	0.94	0.10	0.80	0.15	0.89	0.17
$\alpha 1$	F	0.94	0.21	1.04	0.30	1.11	0.24	1.33	0.31
	C	0.88	0.21	1.08	0.18	0.96	0.13	1.14	0.26
	P	0.95	0.22	1.11	0.23	0.94	0.20	1.00	0.30
	F*	0.94	0.21	1.04	0.30	1.11	0.24	1.33	0.31
	T	0.52	0.15	0.57	0.23	0.57	0.13	0.73	0.23
	O	0.90	0.20	1.01	0.14	1.00	0.23	1.02	0.23
$\alpha 2$	F	1.04	0.30	1.10	0.37	1.14	0.23	1.24	0.29
	C	0.89	0.28	0.87	0.42	0.76	0.25	0.86	0.36
	P	0.98	0.20	1.05	0.36	0.96	0.28	0.85	0.32
	F*	1.01	0.23	1.06	0.31	1.11	0.20	1.22	0.19
	T	0.53	0.20	0.47	0.33	0.48	0.23	0.47	0.20
	O	1.01	0.09	1.12	0.32	1.10	0.18	0.99	0.21
$\beta 1$	F	0.61	0.21	0.59	0.24	0.62	0.18	0.59	0.11
	C	0.56	0.26	0.56	0.25	0.53	0.24	0.46	0.23
	P	0.69	0.24	0.68	0.24	0.63	0.16	0.55	0.26
	F*	0.58	0.33	0.62	0.20	0.59	0.16	0.61	0.18
	T	0.25	0.28	0.19	0.13	0.26	0.16	0.14	0.12
	O	0.76	0.23	0.73	0.14	0.65	0.12	0.64	0.09
$\beta 2$	F	0.52	0.16	0.38	0.19	0.53	0.20	0.48	0.15
	C	0.50	0.16	0.46	0.22	0.47	0.22	0.46	0.23
	P	0.63	0.16	0.57	0.19	0.55	0.14	0.49	0.26
	F*	0.51	0.26	0.45	0.18	0.45	0.16	0.52	0.13
	T	0.16	0.12	0.10	0.07	0.18	0.16	0.17	0.19
	O	0.64	0.18	0.64	0.16	0.62	0.13	0.59	0.12

3. Correlación Interhemisférica.

Sexo. Este factor no mostró diferencias estadísticamente significativas en la banda total (BT), en ninguna condición (tabla 10).

Al analizar las bandas por separado se encontró que, con ojos abiertos, en la corteza frontal los hombres tienen mayor r_i que las mujeres en la banda β_2 , mientras que con ojos cerrados, las mujeres tienen mayor r_i de θ en la corteza occipital y de α_1 en la corteza central (tabla 10, figs. 10a, b y c).

Habilidad Espacial. Tanto con ojos abiertos como cerrados, en este factor se observaron diferencias significativas en la corteza frontal (tabla 10): los Ss de HE baja tuvieron mayor r_i de la BT que los Ss de HE alta (figs. 11a y b).

Con el análisis por banda se encontró que, con ojos abiertos, los Ss de HE baja tuvieron mayor r_i de θ , α_1 y α_2 en la corteza frontal, y menor r_i de β_1 en la corteza parietal. Con ojos cerrados, los resultados son similares: los Ss de HE baja tuvieron mayor r_i de θ y α_1 en la corteza frontal, y menor r_i de β_1 en la corteza occipital (tabla 10, figs. 11a y b, 12a y b).

En resumen, podríamos decir que los Ss de HE baja tienen mayor r_i de las bandas lentas en el cerebro anterior y menor r_i de las frecuencias rápidas en la corteza posterior.

II. COMPARACIONES OJOS ABIERTOS - OJOS CERRADOS.

1.- Potencia Absoluta.

La tabla 4 muestra la media y la desviación estándar de la PA media, transformada a logaritmos, de los 4 grupos experimentales en las condiciones de ojos abiertos y cerrados.

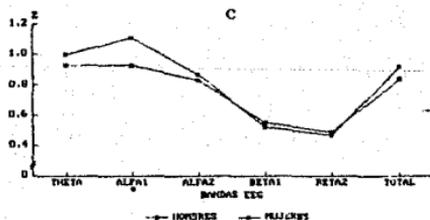
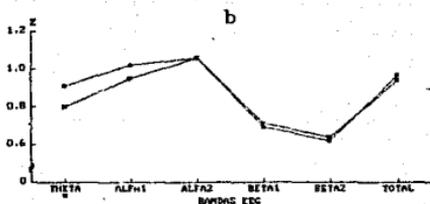
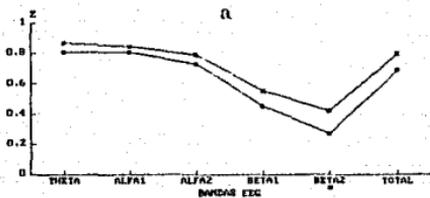


Fig. 10. Correlación interhemisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, de la banda total (TOTAL) y de las bandas EEG, de hombres y mujeres. **Efecto principal:** a). en la corteza frontal, con ojos abiertos; b). en la corteza occipital, con ojos cerrados; y c). en la corteza central, con ojos cerrados. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias sexuales significativas en esta(s) banda(s).

Tabla 10. Resultados de los ANDEAs con la correlación interhemisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, de la banda total (BT) y de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2), en las derivaciones frontal (F), central (C) y parietal (P) de una corrida, y frontal (F*), temporal (T) y occipital (O) de otra corrida, en las condiciones con ojos abiertos y cerrados, para los factores sexo y habilidad espacial (HE).

		OJOS ABIERTOS						OJOS CERRADOS					
		SEXO		HE		INTERACCION		SEXO		HE		INTERACCION	
		F(1,36)	p	F(1,36)	p	F(1,36)	p	F(1,36)	p	F(1,36)	p	F(1,36)	p
BT	F	2.10	=0.15	0.07	=0.78	0.91	=0.65	1.98	=0.16	5.14	=0.02	0.16	=0.69
	C	0.08	=0.77	0.61	=0.55	0.20	=0.65	1.90	=0.17	0.03	=0.86	0.09	=0.76
	P	0.63	=0.56	1.03	=0.31	1.32	=0.25	0.32	=0.56	1.41	=0.24	1.56	=0.21
	F*	0.49	=0.50	4.92	=0.03	0.27	=0.61	1.98	=0.16	5.14	=0.02	0.16	=0.69
	T	2.02	=0.16	3.36	=0.07	0.05	=0.82	0.26	=0.62	1.50	=0.22	0.33	=0.57
O	0.45	=0.51	0.00	=0.95	3.35	=0.07	0.26	=0.61	0.08	=0.77	1.38	=0.24	
θ	F	0.73	=0.59	0.12	=0.72	2.12	=0.15	0.15	=0.69	5.73	=0.02	0.00	=0.95
	C	0.65	=0.56	0.61	=0.55	1.10	=0.30	2.24	=0.13	0.10	=0.75	2.18	=0.67
	P	1.28	=0.26	0.54	=0.52	2.35	=0.13	1.31	=0.26	0.93	=0.65	2.42	=0.12
	F*	0.00	=0.97	4.90	=0.03	1.43	=0.23	1.71	=0.19	5.35	=0.02	0.33	=0.52
	T	0.88	=0.64	2.67	=0.10	1.08	=0.77	0.17	=0.68	1.45	=0.23	0.50	=0.98
O	2.98	=0.09	0.00	=0.97	0.17	=0.68	5.81	=0.02	0.47	=0.50	0.26	=0.62	
α_1	F	0.23	=0.64	4.84	=0.03	0.42	=0.52	3.55	=0.06	6.97	=0.01	0.42	=0.52
	C	3.11	=0.08	0.66	=0.57	0.40	=0.53	8.41	=0.006	1.04	=0.31	0.05	=0.82
	P	2.86	=0.09	0.14	=0.71	0.35	=0.56	2.19	=0.14	0.66	=0.57	0.48	=0.50
	F*	2.10	=0.15	7.37	=0.01	0.00	=0.96	3.55	=0.06	6.97	=0.01	0.42	=0.52
	T	0.18	=0.67	2.51	=0.11	0.02	=0.89	2.78	=0.10	2.80	=0.09	0.90	=0.64
O	3.68	=0.06	0.03	=0.86	0.34	=0.56	1.04	=0.31	0.66	=0.57	0.59	=0.54	
α_2	F	0.43	=0.52	0.04	=0.84	0.07	=0.78	0.70	=0.58	1.61	=0.20	0.05	=0.84
	C	0.37	=0.55	2.50	=0.11	0.00	=0.99	0.14	=0.71	0.47	=0.50	0.35	=0.56
	P	0.24	=0.83	2.59	=0.11	1.18	=0.28	0.04	=0.84	1.34	=0.25	0.90	=0.64
	F*	0.14	=0.71	3.96	=0.05	0.04	=0.84	1.21	=0.27	2.95	=0.09	0.15	=0.70
	T	0.92	=0.65	1.35	=0.25	0.00	=0.95	0.21	=0.65	0.05	=0.81	0.09	=0.75
O	0.65	=0.56	0.34	=0.57	3.61	=0.06	0.00	=0.98	0.08	=0.77	2.59	=0.11	
β_1	F	1.78	=0.18	0.24	=0.63	1.49	=0.22	0.23	=0.64	0.01	=0.93	0.02	=0.87
	C	0.55	=0.53	2.71	=0.10	0.15	=0.70	0.18	=0.67	0.69	=0.58	0.17	=0.68
	P	0.03	=0.85	4.20	=0.04	0.05	=0.82	0.40	=0.53	1.66	=0.20	0.23	=0.64
	F*	1.07	=0.30	0.49	=0.50	0.01	=0.92	0.15	=0.70	0.00	=0.99	0.03	=0.86
	T	1.05	=0.31	0.09	=0.76	0.47	=0.50	2.25	=0.13	0.17	=0.68	0.24	=0.63
O	0.08	=0.77	2.37	=0.12	0.08	=0.77	0.18	=0.67	4.13	=0.04	0.06	=0.80	
β_2	F	5.61	=0.02	0.00	=0.95	1.23	=0.27	2.57	=0.11	0.87	=0.64	0.63	=0.56
	C	2.19	=0.14	0.08	=0.77	0.27	=0.61	0.12	=0.73	0.04	=0.83	0.04	=0.84
	P	0.12	=0.73	0.74	=0.60	0.05	=0.81	0.84	=0.63	1.52	=0.22	0.00	=0.94
	F*	2.50	=0.11	0.83	=0.62	0.08	=0.78	0.00	=0.99	0.00	=0.99	1.16	=0.28
	T	0.00	=0.99	0.50	=0.51	0.19	=0.66	0.53	=0.52	0.64	=0.56	0.30	=0.59
O	0.04	=0.84	0.29	=0.59	0.11	=0.74	0.12	=0.72	0.56	=0.53	0.10	=0.75	

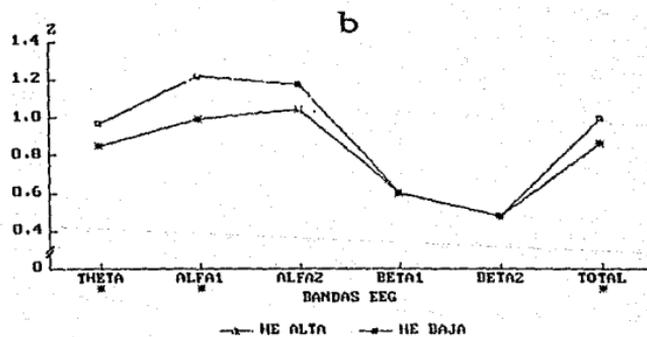
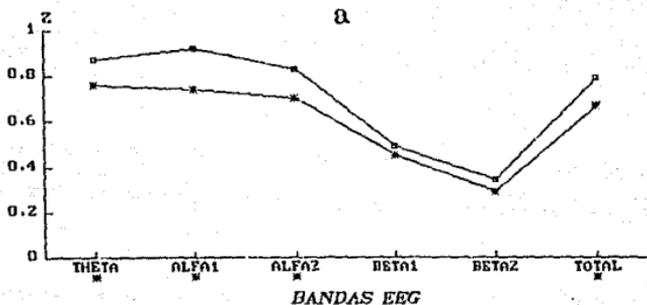


Fig. 11. Correlación interhemisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, de la banda total (TOTAL) y de las bandas EEG, de los sujetos de habilidad espacial (HE) alta y baja. Efecto principal en la corteza frontal: a). en la condición con ojos abiertos; y b). en la condición con ojos cerrados. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre los grupos de HE en esta(s) banda(s).

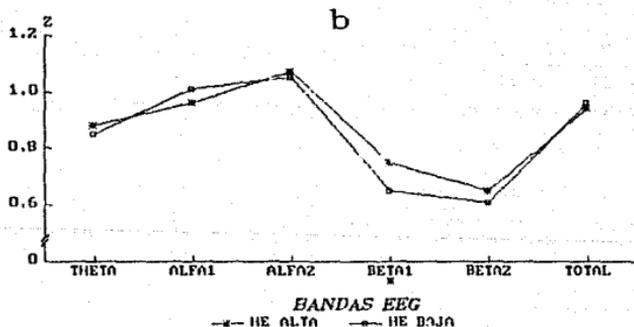
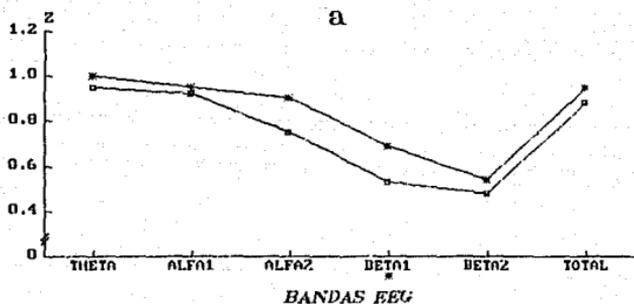


Fig. 12. Correlación interhemisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, de la banda total (TOTAL) y de las bandas EEG, de los sujetos de habilidad espacial (HE) alta y baja. Efecto principal: a). en la corteza parietal, con ojos abiertos; y b). en la corteza occipital, con ojos cerrados. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre los grupos de HE en esta(s) banda(s).

El análisis de varianza mixto de dos factores (A = Grupos, B = Condiciones), arrojó los siguientes resultados (tabla 11): La PA media es significativamente mayor en la condición

con ojos cerrados, en todos los grupos (fig. 13).

Tabla 11. Resultados del ANDEVA con la potencia absoluta media, transformada a logaritmos, de los 4 grupos de sexo y habilidad espacial, para los factores grupos y condiciones.

	GRUPOS		CONDICIONES		INTERACCION	
	F (3, 36)	p	F (1, 36)	p	F (3, 36)	p
PA media	6.22	= 0.002	92.24	< 0.001	1.71	= 0.181

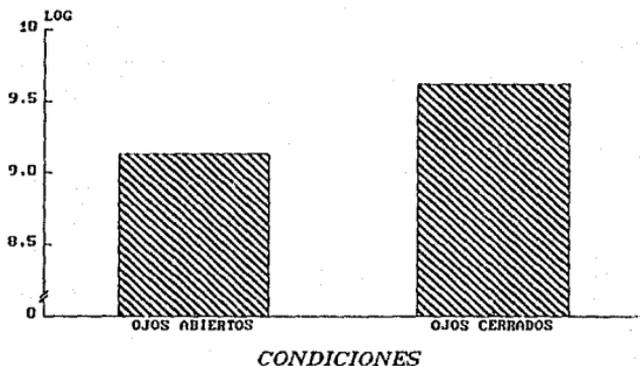


Fig. 13. Potencia absoluta media, transformada a logaritmos (LOG), en las condiciones con ojos abiertos y ojos cerrados. Efecto principal. La diferencia entre condiciones es significativa.

2. Potencia Relativa.

En la tabla 6 están las medias y las desviaciones estándar de la PR media, por banda, de los 4 grupos experimentales, en las condiciones con ojos abiertos y cerrados. Los resultados del ANDEVA mixto de dos factores (A = Grupos, B = Condiciones), de cada banda (tabla 12), mostraron los siguientes resultados: La PR media de las bandas θ , β_1 y β_2 es significativamente mayor en la condición con ojos abiertos en los 4 grupos, mientras que la PR media de α_1 y α_2 es mayor con ojos cerrados (fig. 14).

Tabla 12. Resultados de los ANDEVAS con la potencia relativa media, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2), de los 4 grupos de sexo y habilidad espacial, para los factores grupos y condiciones.

	GRUPOS		CONDICIONES		INTERACCION	
	F (3, 36)	p	F (1, 36)	p	F (3, 36)	p
θ	0.64	= 0.60	44.65	< 0.001	0.36	= 0.78
α_1	5.67	= 0.003	15.26	< 0.001	1.27	= 0.30
α_2	0.32	= 0.81	72.45	< 0.001	0.50	= 0.69
β_1	3.76	= 0.02	56.15	< 0.001	2.28	= 0.09
β_2	1.95	= 0.14	90.09	< 0.001	4.80	= 0.007

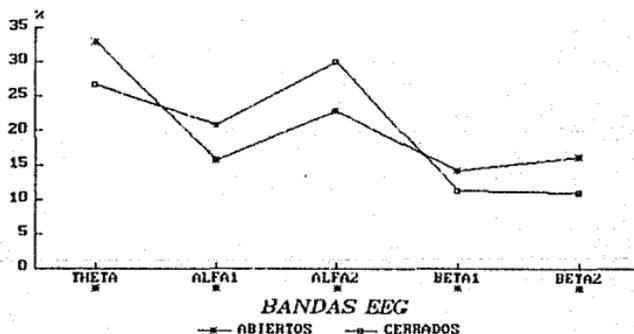


Fig. 14. Potencia relativa media de las bandas EEG, en las condiciones con ojos abiertos (ABIERTOS) y con ojos cerrados (CERRADOS). Efecto principal. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre las condiciones en esta(s) banda(s).

3.- Correlación Interhemisférica.

En las tablas 8 y 9 están las medias y las desviaciones estándar de la ri de la banda total (BT), de los 4 grupos experimentales, en las condiciones con ojos abiertos y cerrados. Los resultados del ANDEVA mixto de dos factores (A = Grupos, B = Condiciones), de la BT, en

todas las derivaciones, mostraron los siguientes resultados (tabla 13): la ri de la BT es significativamente mayor en la condición con ojos cerrados, en los 4 grupos, en todas las derivaciones, excepto en parietal donde se observa la misma tendencia (fig. 15).

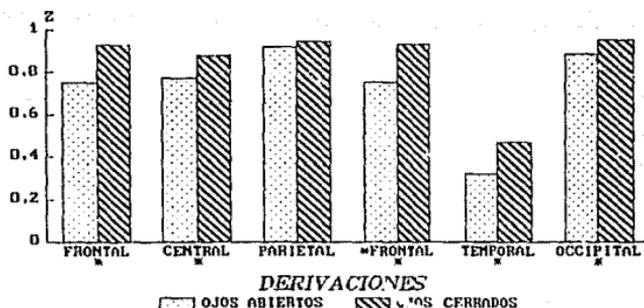


Fig. 15. Correlación interhemisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, de la banda total en las derivaciones registradas, en las condiciones con ojos abiertos y con ojos cerrados. Efecto principal. El * debajo del nombre de las derivaciones representa diferencias significativas entre condiciones en esta(s) derivación(es).

Tabla 13. Resultados de los ANDEVAs con la correlación interhemisférica de la banda total, transformada a puntajes Z de Fisher, en las derivaciones frontal (F), central (C) y parietal (P) de una corrida, y frontal (F*), temporal (T) y occipital (O) de otra corrida, de los 4 grupos de sexo y habilidad espacial, para los factores grupos y condiciones.

	GRUPOS		CONDICIONES		INTERACCION	
	F (3,36)	p	F (1,36)	p	F (3,36)	p
F	0.66	= 0.58	27.43	< 0.001	3.82	= 0.01
C	0.28	= 0.84	42.87	< 0.001	2.88	= 0.04
P	1.11	= 0.36	3.06	= 0.08	0.10	= 0.95
F*	4.62	= 0.008	20.14	< 0.001	1.28	= 0.29
T	1.37	= 0.26	47.32	< 0.001	0.72	= 0.54
O	1.09	= 0.36	9.09	= 0.005	0.15	= 0.92

III. HABILIDAD ESPACIAL.

Con el objeto de determinar si las diferencias encontradas en HE se conservan en cada una de las zonas registradas y en cada banda del espectro, se realizó un ANDEVA mixto de tres factores: A = HABILIDAD, B = HEMISFERIOS, C = DERIVACIONES, con la PA y la PR transformadas a logaritmos, para cada banda, y A = HABILIDAD, B = DERIVACIONES, C = BANDAS, con la ri transformada a puntajes Z de Fisher, tanto con ojos abiertos como cerrados. Se consideró la HIE sin tomar en cuenta el sexo (agrupando hombres y mujeres de acuerdo a su puntaje de HIE). Los resultados de estos análisis para PA, PR y ri, y los niveles de significancia se muestran en las tablas 14, 16, 18, 20 y 23.

Para facilitar la lectura de los resultados, en todos los casos se describe el efecto principal de cada factor de los ANDEVAS para todas las bandas del EEG, aún cuando se realizó un análisis para cada banda por separado. Cuando el efecto principal es significativo, se describen los resultados de las comparaciones múltiples entre medias.

I. Potencia Absoluta con Ojos Abiertos.

Tabla 14. Resultados de los ANDEVAS con la potencia absoluta, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), $\alpha 1$ ($\alpha 1$), $\alpha 2$ ($\alpha 2$), $\beta 1$ ($\beta 1$) y $\beta 2$ ($\beta 2$), en la condición con ojos abiertos, para los factores: A = Habilidad Espacial (HE), B = Hemisferios y C = Derivaciones.

	HE		HEMISFERIOS		DERIVACIONES		A X B		A X C		B X C		A X B X C	
	F(1,38)	p	F(1,38)	p	F 5,190	p	F(1,38)	p	F 5,190	p	F 5,190	p	F 5,190	p
θ	17.59	<0.001	1.67	= 0.20	127.67	<0.001	0.01	= 0.92	0.43	= 0.52	3.63	= 0.06	0.34	= 0.88
$\alpha 1$	16.88	<0.001	0.88	= 0.64	81.30	<0.001	0.13	= 0.72	0.20	= 0.95	2.35	= 0.13	0.33	= 0.89
$\alpha 2$	10.89	<0.002	0.32	= 0.58	56.81	<0.001	0.20	= 0.66	0.92	= 0.53	2.00	= 0.08	1.35	= 0.24
$\beta 1$	10.26	<0.003	0.08	= 0.77	5.31	<0.001	0.09	= 0.72	1.69	= 0.15	1.20	= 0.31	0.80	= 0.55
$\beta 2$	10.57	<0.002	1.10	= 0.30	0.50	= 0.77	0.07	= 0.79	0.20	= 0.96	0.96	= 0.55	1.16	= 0.32

Habilidad Espacial (Factor A). Este factor mostró diferencias estadísticamente significativas en todas las bandas: los sujetos de HIE alta tienen menor PA que los de HIE baja

(fig. 16).

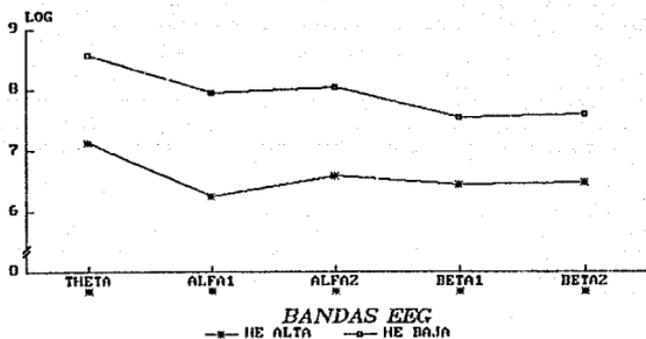


Fig. 16. Potencia absoluta, transformada a logaritmos (LOG), de las bandas EEG, en sujetos con habilidad espacial (HE) alta y baja. Efecto principal con ojos abiertos. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre los grupos de HE en esta(s) banda(s).

Hemisferios (Factor B). Los análisis de varianza no arrojaron diferencias significativas en la PA entre ambos hemisferios para ninguna banda (fig. 17).

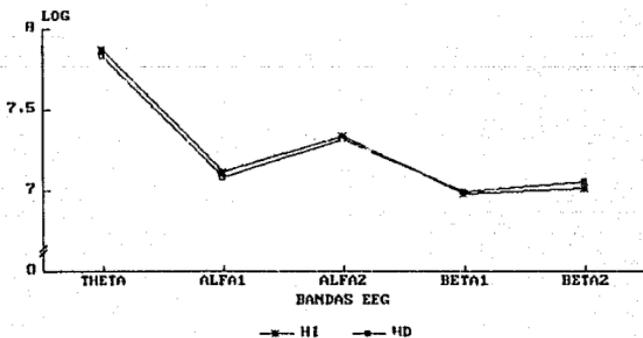


Fig. 17. Potencia absoluta, transformada a logaritmos (LOG), de las bandas EEG, en los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD). Efecto principal con ojos abiertos.

Derivaciones (Factor C). En el factor derivaciones se observan diferencias significativas de la PA para todas las bandas, excepto en el caso de $\beta 2$ (Fig. 18).

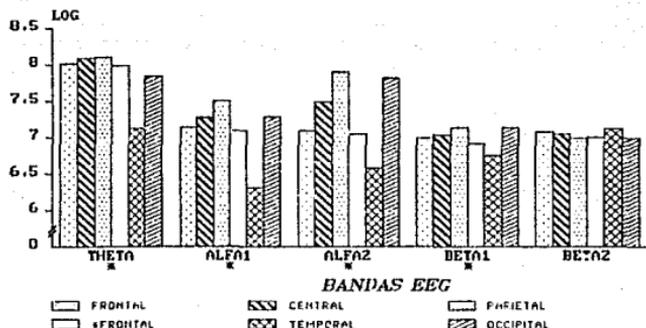


Fig. 18. Potencia absoluta, transformada a logaritmos (LOG), de las bandas EEG, en las derivaciones registradas. Efecto principal; con ojos abiertos. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre derivaciones en esta(s) banda(s).

El resultado de las comparaciones múltiples (tabla 15) mostró que, en las bandas donde hay comparaciones significativas, la corteza temporal tiene menor PA que cualquier otra derivación, mientras que la PA es mayor en parietal y occipital. Se observa que para la banda de θ la PA es mayor en las regiones que se encuentran a un 20% de distancia del vértex (parietal, central y frontal), pero de manera significativa sólo frontal tiene mayor PA de θ que occipital y temporal, y occipital más que temporal. Para las bandas $\alpha 1$, $\alpha 2$ y $\beta 1$ se aprecia un gradiente postero-anterior: mayor en las zonas parietales y occipitales, y menor en las derivaciones centrales, frontales y temporales. En $\alpha 1$ y $\alpha 2$ occipital tiene mayor PA que frontal y temporal, parietal que frontal y central, y frontal que temporal. En $\alpha 2$, además central tiene mayor PA que frontal. En el caso de $\beta 1$, sólo la comparación entre occipital y temporal fue significativa: occipital tiene mayor PA que temporal.

Tabla 15. Resultados significativos de las comparaciones, con la F de Tukey, de las medias de la potencia absoluta (PA), transformadas a logaritmos, en las derivaciones frontal (F), central (C), temporal (T), parietal (P) y occipital (O), para las bandas del EEG, theta (Θ), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), con ojos abiertos. Se indica con * en la derivación con la PA mayor, $p \leq 0.05$.

	F - C	F - T	F - P	F - O	C - P	T - O	GRADIENTE
Θ		*		*		*	P-C-F-O-T
$\alpha 1$		*	*	*	*	*	P-O-C-F-T
$\alpha 2$	*	*	*	*	*	*	P-O-C-F-T
$\beta 1$						*	O-P-C-F-T
$\beta 2$							T-P-C-O-P

Interacciones. Para las bandas de Θ y de $\alpha 1$ se encontraron interacciones significativas entre hemisferios y derivaciones. El análisis de comparaciones múltiples arrojó las siguientes diferencias significativas:

PA de Θ . Como ya se mencionó, la PA de Θ es mayor en las zonas cercanas a vértex (parietal, central y frontal) y menor en las alejadas de él (occipital y temporal); al desglosar el análisis por hemisferios, la distribución espacial así como las significancias se conservan para ambos, pero aparece una diferencia adicional, en el III central tiene mayor PA que frontal. Además, la diferencia entre zonas homólogas del HI y del IID es significativa sólo para temporal, T3 tiene mayor PA de Θ que T4 (fig. 19).

PA de $\alpha 1$. La diferencia entre ambos hemisferios no es significativa para ninguna derivación homóloga. En las comparaciones de zonas no homólogas intrahemisferios y entre hemisferios, frontal siempre tiene mayor PA que temporal y se mantiene de manera significativa el mismo gradiente postero-anterior: parietal tiene mayor PA que frontal y central, y occipital mayor que frontal y temporal. Además, en las comparaciones C3-F3 y C3-F4, central tiene mayor PA que frontal (figs. 20a y b).

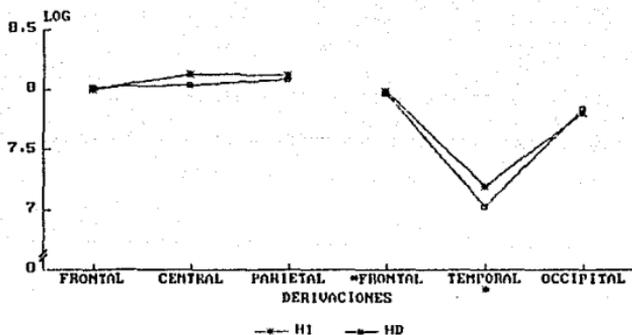


Fig. 19. Interacción Hemisferios X Derivaciones. Potencia absoluta de la banda Theta, transformada a logaritmos (LOG), en las derivaciones registradas, en la condición con ojos abiertos. El * debajo del nombre de la derivación representa diferencias significativas entre los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD) en esta(s) derivación(es).

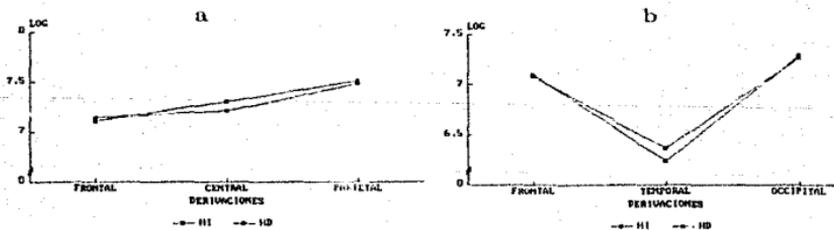


Fig. 20. Interacción Hemisferios X Derivaciones. Potencia absoluta (PA) de la banda Alfa, transformada a logaritmos (LOG), en grupos de tres derivaciones, en la condición con ojos abiertos. No hay diferencias significativas entre los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD). Se observa un gradiente postero-anterior y la menor PA en temporal.

2. Potencia Absoluta con Ojos Cerrados.

Los resultados de los análisis de varianza con ojos cerrados son muy parecidos a los obtenidos con ojos abiertos (tablas 14 y 16).

Habilidad Espacial. Este factor fue significativo para todas las bandas. Al igual que en la condición con ojos abiertos, en los sujetos con HE alta se observa menor PA que en los sujetos de HE baja, en todas las bandas (fig. 21).

Tabla 16. Resultados de los ANDEVA's con la potencia absoluta, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), en la condición con ojos cerrados, para los factores: A = Habilidad Espacial (HE), B = Hemisferios y C = Derivaciones.

	HE		HEMISFERIOS		DERIVACIONES		A X B		A X C		B X C		A X B X C	
	F(1,38)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p
θ	17.01	<0,001	0.81	= 0,02	128.17	<0,001	0.23	= 0,63	0.24	= 0,94	4.81	<0,001	0.34	= 0,89
$\alpha 1$	19.03	<0,001	0.67	= 0,57	105.49	<0,001	0.68	= 0,77	0.61	= 0,69	4.41	<0,001	0.77	= 0,57
$\alpha 2$	14.30	<0,001	0.06	= 0,80	157.21	<0,001	0.00	= 0,77	1.71	= 0,13	4.79	<0,001	1.36	= 0,24
$\beta 1$	11.43	=0,002	0.86	= 0,63	55.59	<0,001	0.64	= 0,56	0.32	= 0,90	3.53	=0,005	0.85	= 0,51
$\beta 2$	12.04	=0,002	1.51	= 0,22	27.29	<0,001	0.30	= 0,55	0.69	= 0,63	4.20	=0,002	0.83	= 0,53

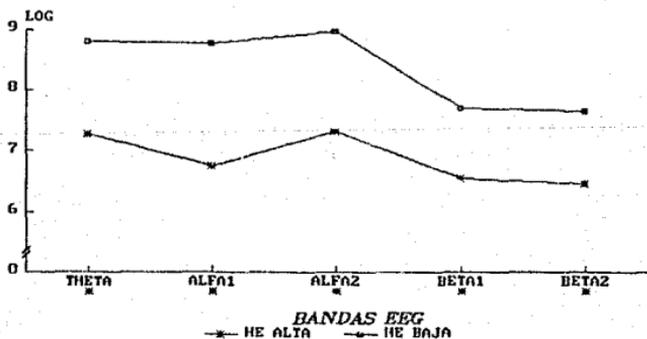


Fig. 21. Potencia absoluta, transformada a logaritmos (LOG), de las bandas EEG, en sujetos con habilidad espacial (HE) alta y baja. Efecto principal con ojos cerrados. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre los grupos de HE en esta(s) banda(s).

Hemisferios. No se encontraron diferencias hemisféricas significativas en la PA para ninguna banda del EEG (fig. 22).

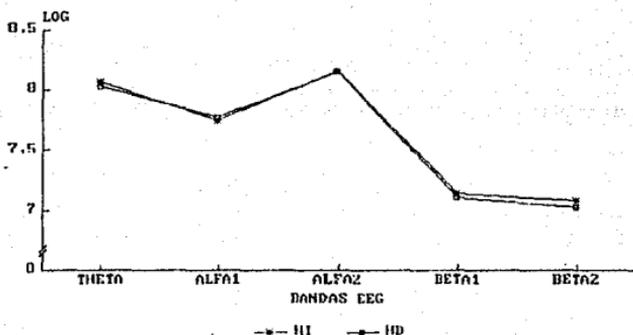


Fig. 22. Potencia absoluta, transformada a logaritmos (LOG), de las bandas EEG, en los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD). Efecto principal con ojos cerrados.

Derivaciones. En este factor se observan diferencias significativas en todas las bandas (fig. 23).

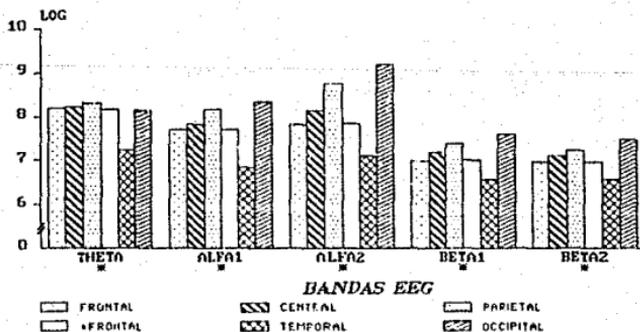


Fig. 23. Potencia absoluta, transformada a logaritmos (LOG), de las bandas EEG, en las derivaciones registradas. Efecto principal con ojos cerrados. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre derivaciones en esta(s) banda(s).

Las comparaciones múltiples (tabla 17) mostraron que en todas las bandas la corteza temporal tiene menor PA que frontal y occipital, y frontal, a su vez, tiene menor PA que parietal y occipital, excepto en la banda O. Además, central tiene menor PA que parietal en $\alpha 1$, $\alpha 2$ y $\beta 1$.

Tabla 17. Resultados significativos de las comparaciones, con la F de Tukey, de las medias de la potencia absoluta (PA), transformadas a logaritmos, en las derivaciones frontal (F), central (C), temporal (T), parietal (P) y occipital (O), para las bandas del EEG, theta (O), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), con ojos cerrados. Se indica con * en la derivación con la PA mayor. $p \leq 0.05$.

	F - C	F - T	F - P	F - O	C - P	T - O	GRADIENTE
θ		*				*	P-C-F-O-T
$\alpha 1$		*	*	*	*	*	O-P-C-F-T
$\alpha 2$	*	*	*	*	*	*	O-P-C-F-T
$\beta 1$		*	*	*	*	*	O-P-C-F-T
$\beta 2$		*	*	*	*	*	O-P-C-F-T

El gradiente de la PA en las derivaciones es muy similar a la condición con ojos abiertos: la PA de θ es mayor en las regiones cercanas al vértex, mientras que la PA de $\alpha 1$, $\alpha 2$ y $\beta 1$ tiene un gradiente postero-anterior. Con ojos cerrados $\beta 2$ presenta el mismo gradiente.

Interacciones. En esta condición se tiene mayor número de interacciones significativas que con ojos abiertos. En todas las bandas, la interacción entre **hemisferios y derivaciones** fue significativa (figs. 24a-e).

En todas las bandas, excepto en $\beta 2$, la PA es ligeramente mayor en el HI en las derivaciones central, parietal y temporal, mientras que en el HD es ligeramente mayor en las regiones frontal y occipital. En la banda $\beta 2$ la PA es ligeramente mayor en el HI, excepto en occipital.

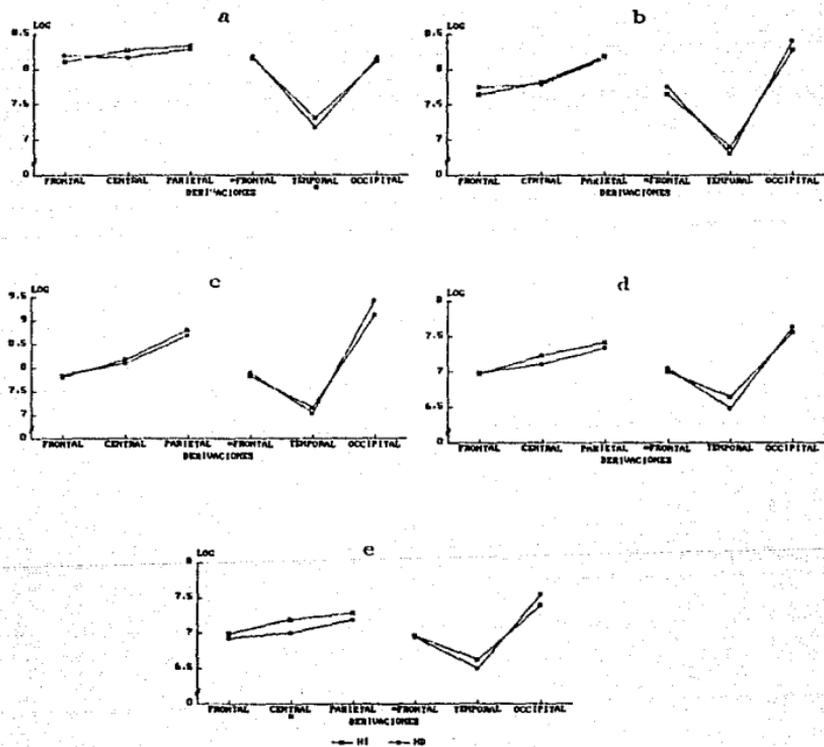


Fig. 24. Interacción Hemisferios X Derivaciones. Potencia absoluta (PA), transformada a logaritmos (LOG), de las derivaciones registradas, en la condición con ojos cerrados, de las bandas: a). Theta, b). Alfa1, c). Alfa2, d). Beta1 y e). Beta2. El * debajo del nombre de la derivación representa diferencias significativas entre los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD) en esta(s) derivación(es). La corteza temporal siempre muestra menor PA.

Las comparaciones múltiples arrojaron los siguientes resultados:

Hay diferencias significativas entre los hemisferios izquierdo y derecho solamente en la corteza temporal para la banda O y en la central para β_2 . En ambos casos el III tiene mayor PA que el ID.

Con las comparaciones entre zonas no homólogas intra y entre hemisferios se obtuvo lo siguiente:

En todas las bandas, occipital y frontal tienen mayor PA que temporal, independientemente de si la comparación es intra o entre hemisferios.

En todas las bandas, excepto O, tanto en las comparaciones intra como entre hemisferios, parietal tiene mayor PA que frontal y central, y occipital mayor que frontal; sólo que la diferencia no es significativa entre P4 y C3 para β_1 y β_2 , y entre P3 y C3 para β_1 . En la banda O este resultado significativo se mantiene en las comparaciones P3-F3, P4-F3 y P3-C4.

Central tiene significativamente mayor PA que frontal en las comparaciones C3-F3 para O, α_1 , β_1 y β_2 , y C3-F4 para β_1 y β_2 .

3. Potencia Relativa con Ojos Abiertos.

Habilidad Espacial. Los análisis de varianza arrojaron diferencias significativas en HE para las bandas α_1 , β_1 y β_2 , mientras que las bandas O y α_2 no mostraron diferencias significativas relacionadas con este factor (tabla 1b).

Además de que la PA es diferente entre los sujetos de HE alta y baja, la contribución de algunas bandas a la potencia total también es diferente. La contribución proporcional de α_1 es mayor en los sujetos con HE baja, mientras que la proporción de β_1 y β_2 es mayor en los

sujetos con HE alta (fig. 25).

Tabla 18. Resultados de los ANDEVAS con la potencia relativa, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), en la condición con ojos abiertos, para los factores: A = Habilidad Espacial (HE), B = Hemisferios y C = Derivaciones.

	HE		HEMISFERIOS		DERIVACIONES		A X B		A X C		B X C		A X B X C	
	F(1,38)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p
θ	0.19	= 0.66	2.87	= 0.09	21.35	<0.001	0.13	= 0.72	0.81	= 0.54	1.03	= 0.40	0.39	= 0.25
$\alpha 1$	9.63	= 0.004	0.16	= 0.69	16.66	<0.001	0.23	= 0.63	0.12	= 0.98	0.47	= 0.79	0.90	= 0.51
$\alpha 2$	0.17	= 0.68	0.02	= 0.89	44.75	<0.001	0.01	= 0.91	1.54	= 0.17	0.66	= 0.66	1.66	= 0.14
$\beta 1$	8.26	= 0.007	1.41	= 0.24	11.94	<0.001	0.16	= 0.69	2.34	= 0.04	0.11	= 0.98	0.14	= 0.98
$\beta 2$	4.79	= 0.03	3.97	= 0.05	40.68	<0.001	0.00	= 0.99	0.22	= 0.95	0.47	= 0.80	1.08	= 0.37

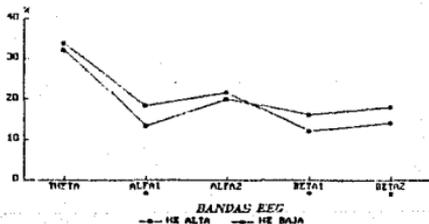


Fig. 25. Potencia relativa de las bandas EEG, en los sujetos con habilidad espacial (HE) alta y baja. Efecto principal con ojos abiertos. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre los grupos de HE en esta(s) banda(s).

Hemisferios. Solamente hubo diferencias significativas en este factor para la banda de $\beta 2$. La PR de $\beta 2$ es mayor en el hemisferio derecho (fig. 26).

Derivaciones. La PR fue significativamente diferente en todas las derivaciones, en todas las bandas (fig. 27).

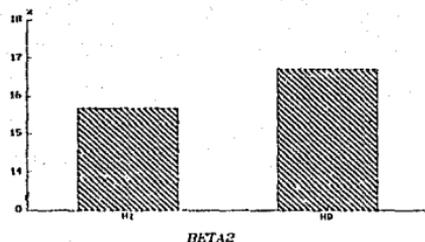


Fig. 26. Potencia relativa de la banda Beta2, en los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD). Efecto principal con ojos abiertos. La diferencia hemisférica es significativa.

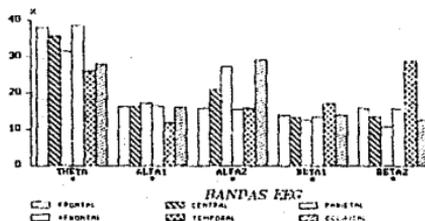


Fig. 27. Potencia relativa de las bandas EEG, en las derivaciones registradas. Efecto principal con ojos abiertos. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre derivaciones en esta(s) banda(s).

Los análisis de comparaciones múltiples mostraron los siguientes resultados (tabla 19):

PR de Θ . La PR de Θ es mayor en frontal. Esta diferencia es significativa entre frontal y las otras derivaciones, excepto con central.

PR de $\alpha 1$. La PR de $\alpha 1$ es menor en temporal; la diferencia es significativa entre temporal y frontal, y entre temporal y occipital.

Tabla 19. Resultados significativos de las comparaciones, con la F de Tukey, de las medias de la potencia relativa (PR), transformadas a logaritmos, en las derivaciones frontal (F), central (C), temporal (T), parietal (P) y occipital (O), para las bandas del EEG, theta (θ), alfa (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2), con ojos abiertos. Se indica con * en la derivación con la PR mayor. $p \leq 0.05$.

	F - C	F - T	F - P	F - O	C - P	T - O	GRADIENTE
θ		*	*	*			F-C-P-O-T
α_1		*				*	P-F-C-O-T
α_2		*	*	*	*	*	O-P-C-F-T
β_1		*	*			*	T-O-F-C-P
β_2		*	*	*	*	*	T-F-C-O-P

PR de α_2 . La distribución de la PR de α_2 presenta un gradiente postero-anterior muy claro: la PR es significativamente mayor en occipital que en temporal y frontal, y en parietal que en frontal y central. En todas las comparaciones se observa que frontal y temporal tienen la menor PR de α_2 .

PR de β_1 . La PR de β_1 es mayor en temporal que en las demás derivaciones. Las diferencias entre derivaciones son significativas en las comparaciones de temporal con occipital y frontal; además, frontal tiene significativamente mayor PR que parietal.

PR de β_2 . La distribución espacial de β_2 es similar a la de β_1 (mayor PR en temporal que en las otras derivaciones), pero con diferencias más acentuadas entre derivaciones. Las comparaciones significativas siguen un gradiente antero-posterior: frontal tiene mayor PR que occipital y parietal, central que parietal, y temporal que occipital y frontal.

Interacciones. La única interacción observada fue entre habilidad y derivaciones para la banda β_1 . Como puede verse en la fig. 28, los sujetos de HE alta muestran mayor PR de β_1 en todas las derivaciones. De acuerdo a los resultados del análisis de comparaciones múltiples, esta diferencia entre zonas homólogas de sujetos de HE alta y baja es significativa en todas las

derivaciones excepto en temporal, donde la cantidad es muy similar.



Fig. 28. Interacción Habilidad Espacial (HE) X Derivaciones. Potencia relativa de la banda Beta1, en las derivaciones registradas, en la condición con ojos abiertos. El * debajo del nombre de la derivación representa diferencias significativas entre los grupos de HE en esta(s) derivación(es). El grupo con HE baja muestra diferencias significativas entre la derivación temporal y las cortezas frontal y occipital.

Al comparar la PR de β_1 entre las derivaciones del grupo de HE alta no se observó ninguna diferencia significativa. En cambio, al hacer las mismas comparaciones para el grupo de HE baja, temporal tiene significativamente mayor PR que frontal y occipital.

En todas las comparaciones significativas de zonas no homólogas entre sujetos de HE alta y baja, los sujetos de HE alta tuvieron mayor PR de β_1 que los sujetos de HE baja, independientemente de las derivaciones comparadas. Las únicas diferencias no significativas fueron entre las derivaciones frontales y occipitales de sujetos de HE alta comparadas con las derivaciones temporales de sujetos de HE baja, y entre parietal de altos y frontal de bajos en HE.

4. Potencia Relativa con Ojos Cerrados.

Los resultados con ojos cerrados son muy similares a los observados con ojos abiertos (tablas 18 y 20).

Tabla 20. Resultados de los ANDEVAS con la potencia relativa, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), en la condición con ojos cerrados, para los factores: A = Habilidad Espacial (HE), B = Hemisferios y C = Derivaciones.

	HE		HEMISFERIOS		DERIVACIONES		A X B		A X C		B X C		A X B X C	
	F(1,38)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p
θ	0.15	= 0.70	0.43	= 0.52	73.59	= <0,001	0.00	= 0.98	2.01	= 0.07	1.33	= 0.29	0.99	= 0.57
$\alpha 1$	10.35	= <0,003	10.44	= <0,003	7.54	= 0.02	0.21	= 0.65	0.32	= 0.90	0.98	= 0.56	2.76	= 0.02
$\alpha 2$	0.26	= 0.62	2.24	= 0.13	83.33	= <0,001	2.70	= 0.10	0.88	= 0.50	0.85	= 0.51	1.26	= 0.28
$\beta 1$	8.55	= 0,006	1.44	= 0.23	18.35	= <0,001	0.77	= 0.61	0.42	= 0.83	0.71	= 0.62	1.94	= 0.08
$\beta 2$	6.59	= 0,01	4.05	= 0,04	24.72	= <0,001	0.06	= 0.80	0.68	= 0.63	0.99	= 0.57	2.17	= 0,02

Habilidad Espacial. En este factor, las diferencias significativas se dieron en las mismas bandas que en la condición con ojos abiertos ($\alpha 1$, $\beta 1$ y $\beta 2$) y en el mismo sentido: mayor PR de $\alpha 1$ en los sujetos de HE baja y mayor PR de $\beta 1$ y $\beta 2$ en los sujetos de HE alta (fig. 29).

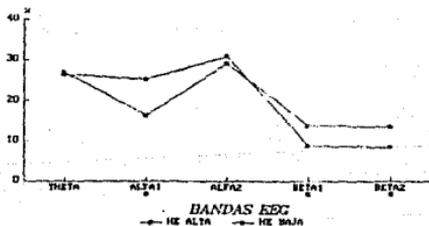


Fig. 29. Potencia relativa de las bandas EEG, en los sujetos con habilidad espacial (HE) alta y baja. Efecto principal con ojos cerrados. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre los grupos de HE en esta(s) banda(s).

Las diferencias entre sujetos de HE alta y baja se agudizan con ojos cerrados; en una comparación cualitativa entre ojos abiertos y cerrados, la PR de todas las bandas en los sujetos de HE baja cambia más al cerrar los ojos que la de los sujetos de HE alta (tabla 21).

Tabla 21. Diferencia de la potencia relativa (PR), entre ojos abiertos (OA) y cerrados (OC), de sujetos con habilidad espacial (HE) alta y baja, en las bandas EEG: theta (θ), alfa1 (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2).

	PR de OA - PR de OC	
	HE ALTA	HE BAJA
θ	5.14	7.42
α_1	-3.07	-6.90
α_2	-3.10	-9.35
β_1	2.30	3.29
β_2	4.58	5.57

Hemisferios. En esta condición, se observaron diferencias hemisféricas significativas para las bandas α_1 y β_2 : mayor proporción de α_1 en el hemisferio derecho y mayor proporción de β_2 en el hemisferio izquierdo, es decir, mayor activación del hemisferio izquierdo, a diferencia de la condición con ojos abiertos donde la mayor proporción de β_2 fue en el hemisferio derecho.

Derivaciones. Igual que en la condición con ojos abiertos, se obtuvieron diferencias significativas entre derivaciones para todas las bandas (fig. 30) y los resultados son muy similares.

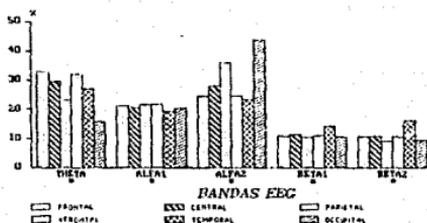


Fig. 30. Potencia relativa de las bandas EEG, en las derivaciones registradas. **Efecto principal** con ojos cerrados. El * debajo del nombre de la banda de actividad EEG representa diferencias significativas entre derivaciones en esta(s) banda(s).

Los análisis de comparaciones múltiples mostraron los siguientes resultados significativos (tabla 22):

Tabla 22. Resultados significativos de las comparaciones, con la F de Tukey, de las medias de la potencia relativa (PR), transformadas a logaritmos, en las derivaciones frontal (F), central (C), temporal (T), parietal (P) y occipital (O), para las bandas del EEG, theta (θ), alfa ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), con ojos cerrados. Se indica con * en la derivación con la PR mayor. $p \leq 0.05$.

	F - C	F - T	F - P	F - O	C - P	T - O	GRADIENTE
θ		*	*	*	*	*	F-C-T-P-O
$\alpha 1$		*		*			P-F-C-O-T
$\alpha 2$	*		*	*	*	*	O-P-C-F-T
$\beta 1$		*		*	*	*	T-C-F-O-P
$\beta 2$		*	*	*	*	*	T-C-F-O-P

PR de θ . Igual que en la condición con ojos abiertos, la PR de θ es mayor en frontal que en las demás derivaciones, pero occipital muestra menor PR que con ojos abiertos. La única diferencia no significativa encontrada fue entre frontal y central.

PR de $\alpha 1$. La PR de $\alpha 1$ es menor en temporal que en las demás derivaciones; sin embargo, se observan diferencias muy pequeñas que sólo son significativas cuando se compara frontal con temporal y occipital. En ambos casos frontal tiene mayor PR de $\alpha 1$.

PR de $\alpha 2$. Como es de esperarse en esta banda, occipital y parietal tienen significativamente mayor PR que las otras derivaciones. Las comparaciones significativas entre derivaciones son similares a las observadas en la condición con ojos abiertos: occipital mayor PR que frontal y temporal, parietal mayor que frontal y central y central mayor que frontal.

PR de $\beta 1$. La PR de $\beta 1$ es mayor en temporal que en las demás derivaciones. Las diferencias significativas indican que temporal tiene mayor PR en todas sus comparaciones posibles (frontal y occipital), frontal mayor que occipital, y central que parietal.

PR de $\beta 2$. La PR de $\beta 2$ tiene la misma distribución espacial que con ojos abiertos (mayor PR en temporal que en las otras derivaciones), pero las diferencias son menores. Las comparaciones significativas también son las mismas que con ojos abiertos: temporal mayor PR que frontal y occipital, frontal mayor que parietal y occipital y central que parietal.

Interacciones. Hay interacciones significativas entre habilidad (factor A), hemisferios (factor B) y derivaciones (factor C) en las bandas $\alpha 1$ y $\beta 2$.

PR de $\alpha 1$. Como puede verse en la fig. 31, hay mayor PR de $\alpha 1$ en los sujetos de HE baja que en los sujetos de HE alta, en ambos hemisferios. También puede observarse que el IID tiene mayor PR en todas las derivaciones, excepto en la corteza temporal de los sujetos de HE alta, donde T3 tiene mayor PR que T4.

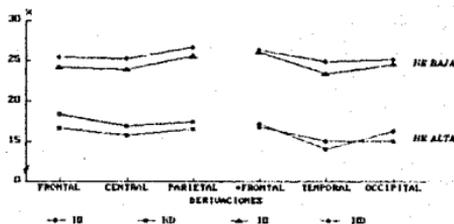


Fig. 31. Interacción Habilidad Espacial (HE) X Hemisferios X Derivaciones. Potencia relativa (PR) de la banda Alfa 1, en la condición con ojos cerrados. El hemisferio izquierdo (IID) de los sujetos de HE alta tiene mayor PR que el hemisferio derecho (IID) en la corteza temporal. En todas las otras comparaciones hemisféricas, la relación es inversa.

Los resultados del análisis de comparaciones múltiples indican que todas las comparaciones de zonas homólogas y no homólogas entre sujetos de HE alta y baja son significativas. En todos los casos hay mayor PR de $\alpha 1$ en los sujetos de HE baja, independientemente de las derivaciones y hemisferios comparados.

En las comparaciones intra y entre hemisferios de los sujetos de HE alta se observaron las siguientes diferencias significativas: F3 tiene mayor PR de $\alpha 1$ que O1, F4 que O2, F3 que T4 y F4 que O1; mientras que para los sujetos de HE baja sólo F4 tuvo significativamente mayor PR que T3.

PR de $\beta 2$. La fig. 32 muestra que los sujetos de HE alta tienen mayor PR de $\beta 2$ que los sujetos de HE baja en ambos hemisferios. Además, al contrario que para la banda $\alpha 1$, el HI tiene mayor PR de $\beta 2$ que el HD, pero no en todas las derivaciones. En los sujetos de HE alta, el III tiene mayor PR que el IID, excepto en las derivaciones temporales donde T4 tiene mayor PR que T3. En los sujetos de HE baja es en occipital donde se invierte la relación, O2 tiene mayor PR que O1, y en parietal no hay diferencia entre ambos hemisferios.

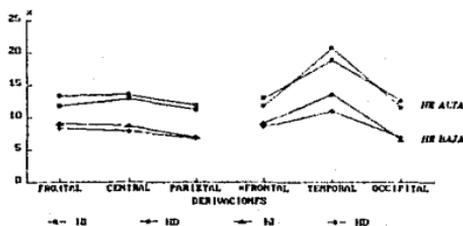


Fig. 32. Interacción Habilidad Espacial (HE) X Hemisferios X Derivaciones. Potencia relativa (PR) de la banda Beta2, en la condición con ojos cerrados. El hemisferio derecho (IID) tiene mayor PR que el hemisferio izquierdo (III) en la corteza temporal de los sujetos con HE alta.

Los resultados del análisis de comparaciones múltiples indican que al comparar zonas homólogas y no homólogas entre sujetos de HE alta y sujetos de HE baja, los sujetos de HE alta siempre tienen mayor PR de $\beta 2$ que los sujetos de HE baja, independientemente de las derivaciones y hemisferios comparados. La diferencia es significativa, excepto en las comparaciones entre frontal u occipital de altos y temporal de bajos en todas las combinaciones posibles, y en las comparaciones altos-bajos entre P3 y F3, P4 y F3, P4 y C3, y O1 y F3.

Las comparaciones significativas intra y entre hemisferios en los sujetos de HIE alta y en los sujetos de HIE baja son muy similares, aunque los sujetos de HIE baja tienen más diferencias significativas. En general, en las comparaciones entre derivaciones anteriores y posteriores, las anteriores tienen significativamente mayor PR de β_2 que las posteriores, tanto intra como entre hemisferios.

5. Correlación Interhemisférica con ojos abiertos.

Habilidad Espacial (Factor A). No hubo diferencias estadísticamente significativas en este factor (tabla 23).

Tabla 23. Resultados de los ANDEVAs con la correlación interhemisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, de las bandas del EEG, en las condiciones con ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC), para los factores: A = Habilidad Espacial (HE), B = Derivaciones y C = Bandas.

	HE		DERIVACIONES		BANDAS		A X B		A X C		B X C		A X B X C	
	F(1,38)	p	F 5,190	p	F 4,152	p	F 5,190	p	F 4,152	p	F 20,760	p	F 20,760	p
OA	0.02	= 0.87	94.47	<0.001	152.03	<0.001	3.36	<0.007	2.23	= 0.06	11.16	<0.001	1.60	= 0.04
OC	0.18	= 0.67	117.63	<0.001	124.33	<0.001	4.55	<0.001	1.82	= 0.12	14.82	<0.001	1.12	= 0.32

Derivaciones (Factor B). Este factor mostró diferencias significativas (tabla 23). Las comparaciones entre medias señalaron que las derivaciones posteriores (parietal y occipital) tienen mayor ri que las derivaciones anteriores (frontal, central y temporal). Además, en la corteza frontal se observó mayor ri que en la temporal (tabla 24, fig. 33).

Bandas (Factor C). El resultado del ANDEVA indica diferencias significativas en este factor. El análisis con la F de Tukey mostró que las bandas lentas tienen mayor ri que las bandas rápidas en cualquier comparación, excepto entre las bandas O y α_1 , donde no hay diferencia (tabla 25, fig. 34).

Tabla 24. Resultados significativos de las comparaciones, con la F de Tukey, de las medias de la correlación interhemisférica (r_i), transformados a puntajes Z de Fisher, en las derivaciones frontal (F), central (C), temporal (T), parietal (P) y occipital (O), en las condiciones con ojos abiertos (OA) y cerrados (OC). Se indica con * en la derivación con la r_i mayor. $p \leq 0.05$.

	F - C	F - T	F - P	F - O	C - P	T - O
OA		*		*	*	*
OC	*	*			*	*

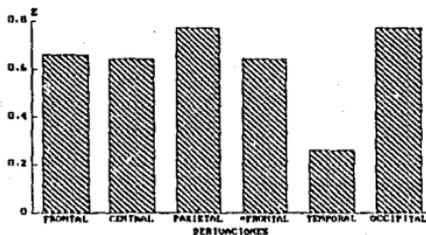


Fig. 33. Correlación interhemisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, en las derivaciones registradas. Efecto principal con ojos abiertos. La diferencia es significativa entre las derivaciones posteriores y las anteriores, y entre las cortezas frontal y temporal.

Tabla 25. Resultados significativos de las comparaciones, con la F de Tukey, de las medias de la correlación interhemisférica (r_i), transformados a puntajes Z de Fisher, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2), en las condiciones con ojos abiertos (OA) y cerrados (OC). Se indica con * en la banda con r_i mayor. $p \leq 0.05$.

	θ - α_1	θ - α_2	θ - β_1	θ - β_2	α_1 - α_2	α_1 - β_1	α_1 - β_2	α_2 - β_1	α_2 - β_2	β_1 - β_2
OA		*	*	*	*	*	*	*	*	*
OC	*		*	*	*	*	*	*	*	*

Interacciones. Se encontraron interacciones significativas entre HE y derivaciones, derivaciones y bandas, y entre HE, derivaciones y bandas (tabla 23).

Habilidad X Derivaciones. En los resultados de las comparaciones entre medias se observa que mientras en los Ss con HE alta hay las mismas relaciones significativas que en el factor derivaciones, en el grupo con HE baja sólo es significativa la diferencia entre la r_i de

occipital y temporal, y entre la ri de frontal y temporal. También se aprecia, en los Ss con HE baja, la tendencia a tener mayor ri en la corteza anterior y menor en la corteza posterior que los Ss con HE alta (fig. 35).

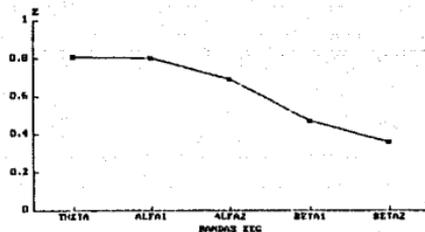


Fig. 34. Correlación interhemisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, de las bandas EEG. Efecto principal con ojos abiertos. La diferencia es significativa entre las bandas lentas y las rápidas.

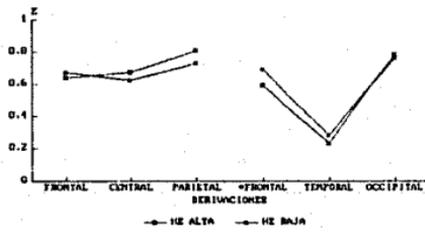


Fig. 35. Interacción Habilidad Espacial (HE) X Derivaciones. Correlación interhemisférica (ri), transformada a puntajes Z de Fisher, en la condición con ojos abiertos. En el grupo con HE alta, las derivaciones posteriores tienen mayor ri que las anteriores. En el grupo con HE baja esto es cierto sólo entre las cortezas occipital y temporal.

Derivaciones X Bandas. La comparación entre medias indica que la corteza posterior tiene mayor ri que la anterior, y que las bandas lentas tienen mayor ri que las rápidas, excepto en la corteza occipital donde las bandas $\alpha 1$ y $\alpha 2$ tienen mayor ri que θ (fig. 36).

Habilidad X Derivaciones X Bandas. La tendencia general es que las bandas lentas

tenham mayor r_i que las rápidas en todas las derivaciones, en los dos grupos de HE, excepto en la corteza frontal donde los sujetos de HE baja muestran mayor r_i de α_1 que de la banda θ (fig. 37).

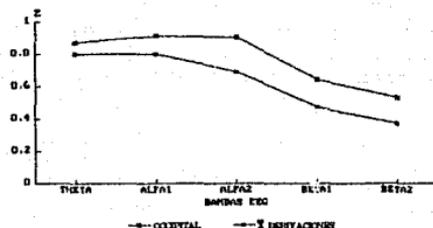


Fig. 36. Interacción Derivaciones X Bandas. Correlación interhemisférica (r_i), transformada a puntajes Z de Fisher, en las bandas EEG, en la condición con ojos abiertos. En la corteza occipital, las bandas Alfa1 y Alfa2 tienen mayor r_i que Theta; en el resto de las derivaciones la relación es inversa.

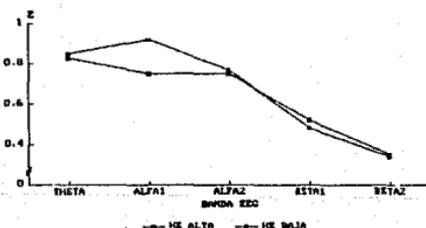


Fig. 37. Interacción Habilidad Espacial (HE) X Derivaciones X Bandas. Correlación interhemisférica (r_i), transformada a puntajes Z de Fisher, en las bandas EEG de los sujetos con HE alta y baja, en la corteza frontal, en la condición con ojos abiertos. En el grupo con HE baja, la banda Alfa1 tiene menor r_i que Theta, mientras que en el grupo con HE alta la relación es inversa.

6. Correlación Interhemisférica con ojos cerrados.

Habilidad Espacial. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en este factor (tabla 23).

Derivaciones. En el factor derivaciones se observaron diferencias significativas (tabla 23). Las comparaciones entre medias indican menos diferencias que con ojos abiertos, pero en el mismo sentido: la r_i de las cortezas parietal y occipital es mayor que la de las derivaciones central y temporal respectivamente, mientras que la corteza frontal tiene mayor r_i que la temporal y la central (tabla 24, fig. 38).

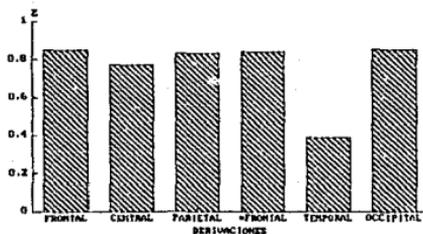


Fig. 38. Correlación interhemisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, en las derivaciones registradas. Efecto principal con ojos cerrados. La diferencia es significativa entre las derivaciones posteriores y las anteriores, y entre las cortezas frontal y temporal.

Bandas. En la tabla 23 puede observarse que este factor tiene diferencias significativas. El resultado de las comparaciones entre medias señala mayor r_i en las bandas lentas que en las bandas rápidas, pero $\alpha 1$ tiene mayor r_i que Θ (tabla 25, fig. 39).

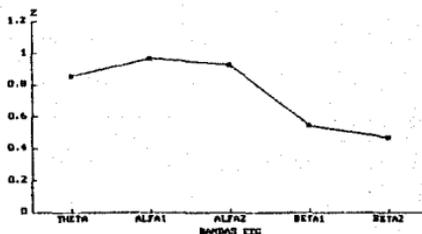


Fig. 39. Correlación interhemisférica (r_i), transformada a puntajes Z de Fisher, de las bandas EEG. Efecto principal con ojos cerrados. La diferencia es significativa entre las bandas lentas y las rápidas. Además, Alfa1 tiene mayor r_i que Theta.

Interacciones. Hubo interacciones significativas entre HE y derivaciones, y entre derivaciones y bandas.

Habilidad X Derivaciones. Igual que en la condición con ojos abiertos, los Ss con HE baja tienen mayor r_i en las derivaciones anteriores que los Ss de HE alta, y éstos en las posteriores (fig. 40).

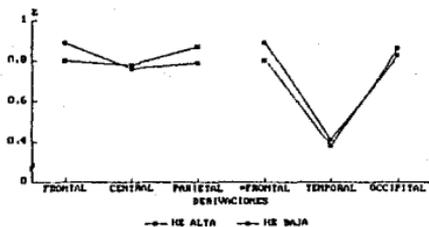


Fig. 40. Interacción Habilidad Espacial (HE) X Derivaciones. Correlación interhemisférica (r_i), transformada a puntajes Z de Fisher, en la condición con ojos cerrados. El grupo con HE baja tiene mayor r_i en las derivaciones anteriores, mientras que el grupo con HE alta tiene mayor r_i en las derivaciones posteriores.

Derivaciones X Bandas. Las comparaciones entre medias arrojaron los mismos resultados que en la condición con ojos abiertos: mayor r_i en la corteza posterior y en las bandas lentas, pero la r_i de la banda α_1 no es mayor que la de θ en central y parietal.

IV. DIFERENCIAS SEXUALES.

A pesar de no haber encontrado diferencias sexuales significativas en el análisis global, se consideró interesante analizar cómo se comporta este factor en cada una de las zonas registradas y en las bandas del espectro, por lo que se describen los resultados, para PA y PR, de los ANDEVAs mixtos de tres factores (A = SEXO, B = HEMISFERIOS, C = DERIVACIONES), para cada banda por separado, y para r_i (A = SEXO, B =

DERIVACIONES, C = BANDAS), en las condiciones con ojos abiertos y cerrados (tablas 26, 27, 28, 29 y 30). Se consideró el sexo sin tomar en cuenta la IIE (agrupando sujetos de IIE alta y baja de acuerdo con su sexo).

Al igual que en la sección de Habilidad Espacial, se describe el efecto principal de cada factor de los ANDEVAS para todas las bandas del EEG, aún cuando se realizó un análisis para cada banda por separado. Cuando los resultados son significativos, además se describen las comparaciones múltiples entre medias. En esta sección no se describe el factor derivaciones ni la interacción hemisferios X derivaciones, pues los resultados son muy similares a los descritos en la sección de habilidad espacial.

1. Potencia Absoluta con Ojos Abiertos.

Sexo (Factor A). Este factor no fue significativo para ninguna banda (tabla 26); sin embargo, existe la tendencia de que las mujeres tengan mayor PA que los hombres en todas las derivaciones.

Hemisferios (Factor B). Los ANDEVAS no arrojaron diferencias significativas en la PA entre ambos hemisferios para ninguna banda del EEG (tabla 26).

Tabla 26. Resultados de los ANDEVAS con la potencia absoluta, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2), en la condición con ojos abiertos, para los factores: A = Sexo, B = Hemisferios y C = Derivaciones.

	SEXO		HEMISFERIOS		DERIVACIONES		A X B		A X C		B X C		A X B X C	
	F(1,38)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p
θ	0.49	= 0.50	1.67	= 0.20	132.94	<0.001	0.03	= 0.86	2.01	= 0.07	1.65	= 0.004	0.54	= 0.74
α_1	0.60	= 0.55	0.89	= 0.64	82.13	<0.001	0.47	= 0.50	0.60	= 0.70	2.40	= 0.03	1.11	= 0.35
α_2	0.11	= 0.74	0.32	= 0.58	55.93	<0.001	0.05	= 0.81	0.32	= 0.89	1.98	= 0.08	0.86	= 0.51
β_1	0.45	= 0.51	0.08	= 0.77	5.32	<0.001	1.38	= 0.24	1.26	= 0.28	1.69	= 0.13	0.96	= 0.55
β_2	1.44	= 0.23	1.30	= 0.26	0.54	= 0.75	7.06	= 0.01	2.58	= 0.02	0.97	= 0.56	1.60	= 0.16

Interacciones. Para la banda $\beta 2$ se encontraron interacciones significativas entre sexo y hemisferios, y entre sexo y derivaciones.

Sexo X Hemisferios. Como puede verse en la fig. 41, los hombres tienen ligeramente mayor PA de $\beta 2$ en el HI que en el HD, mientras que en las mujeres se invierte la relación: mayor PA de $\beta 2$ en el HD que en el HI. Los resultados del análisis de comparaciones entre medias indican que las mujeres siempre tienen significativamente mayor PA de $\beta 2$ que los hombres en cualquier comparación posible entre sexos. Además, las mujeres tienen significativamente mayor PA de $\beta 2$ en el HD que en el HI, mientras que en los hombres no hay diferencias hemisféricas.

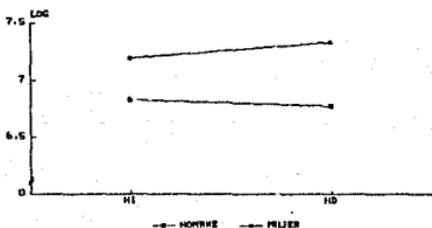


Fig. 41. Interacción Sexo X Hemisferios. Potencia absoluta (PA) de la banda Beta2, transformada a logaritmos (LOG), de hombres y mujeres, en los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (HD), en la condición con ojos abiertos. Las mujeres tienen mayor PA que los hombres y diferencias hemisféricas significativas: El HD tiene mayor PA que el HI.

Sexo X Derivaciones. En la fig. 42 puede observarse que la distribución espacial de la PA de $\beta 2$ entre hombres y mujeres es casi en espejo: los hombres tienen menor PA en frontal y temporal, mientras que las mujeres tienen mayor PA en estas derivaciones en comparación con el resto. Las comparaciones entre medias mostraron que las mujeres tienen mayor PA que los hombres, y las diferencias fueron significativas entre zonas homólogas para frontal y temporal, mientras que entre zonas no homólogas, las mujeres tienen mayor PA en temporal que los hombres en frontal y occipital, y mayor en frontal que los hombres en temporal.

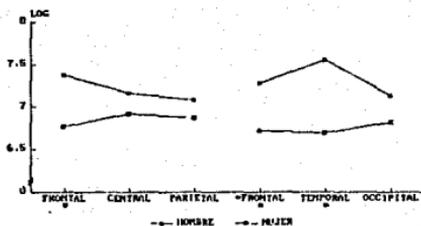


Fig. 42. Interacción Sexo X Derivaciones. Potencia absoluta (PA) de la banda Beta2, transformada a logaritmos (LOG), de hombres y mujeres, en las derivaciones registradas. El * debajo del nombre de la derivación representa diferencias sexuales significativas en esta(s) derivación(es). Las mujeres tienen mayor PA en las cortezas frontal y temporal, mientras que los hombres es en estas derivaciones donde tienen la menor PA.

2. Potencia Absoluta con Ojos Cerrados.

Sexo. Al igual que en la condición con ojos abiertos, ninguna banda mostró diferencias significativas en este factor (tabla 27), pero sí la tendencia de que las mujeres tengan mayor PA que los hombres en todas las derivaciones.

Tabla 27. Resultados de los ANDEVAs con la potencia absoluta, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), en la condición con ojos cerrados, para los factores: A = Sexo, B = Hemisferios y C = Derivaciones.

	SEXO		HEMISFERIOS		DERIVACIONES		A X B		A X C		B X C		A X B X C	
	F(1,38)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p
θ	0.65	= 0.56	0.80	= 0.62	132.97	<0.001	0.07	= 0.78	1.68	= 0.14	4.91	<0.001	1.07	= 0.37
$\alpha 1$	1.32	= 0.25	0.67	= 0.57	109.69	<0.001	0.01	= 0.91	2.14	= 0.06	4.63	<0.001	2.70	= 0.02
$\alpha 2$	0.47	= 0.50	0.06	= 0.80	152.04	<0.001	0.03	= 0.86	0.49	= 0.84	4.70	<0.001	0.60	= 0.70
$\beta 1$	0.19	= 0.66	0.85	= 0.63	57.34	<0.001	0.00	= 0.95	1.53	= 0.18	3.48	= 0.005	0.35	= 0.88
$\beta 2$	0.32	= 0.58	1.49	= 0.22	78.03	<0.001	0.00	= 0.97	1.73	= 0.12	4.14	= 0.002	0.27	= 0.92

Hemisferios. En este factor no se encontraron diferencias significativas en la PA para ninguna banda del EEG (tabla 27).

Interacciones. En esta condición se observan interacciones significativas para $\alpha 1$ entre sexo, hemisferios y derivaciones.

Sexo X Hemisferios X Derivaciones. En la fig. 43 puede observarse que las mujeres tienen mayor PA de $\alpha 1$ que los hombres en todas las derivaciones. Los hombres tienen ligeramente mayor PA en el IID en frontal y occipital y en el HI en temporal, mientras que las mujeres tienen mayor PA en el HD sólo en frontal y en el HI en central y parietal.

El análisis de comparaciones entre medias mostró que en las comparaciones intrasexo, en ambos hemisferios tanto en hombres como en mujeres, cuando se compara una zona posterior con una anterior, la derivación posterior tiene mayor PA de $\alpha 1$, independientemente de si la comparación es intra o entre hemisferios. Sólo hubo diferencias hemisféricas significativas para los hombres en occipital: el HD tiene mayor PA que el HI.

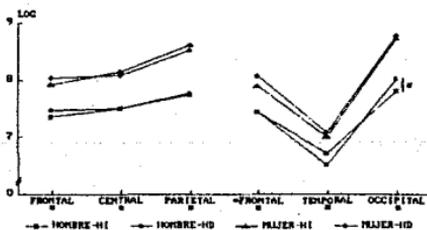


Fig.43. Interacción Sexo X Hemisferios X Derivaciones. Potencia absoluta (PA), transformada a logaritmos (LOG), de la banda Alfa1, en las derivaciones registradas, en la condición con ojos cerrados. El * debajo del nombre de las derivaciones representa diferencias sexuales significativas en esta(s) derivación(es): las mujeres mostraron mayor PA. Las derivaciones posteriores tienen mayor PA que las anteriores. En los hombres se observó mayor PA en el hemisferio derecho (HD) que en el izquierdo (HI) en la corteza occipital.

Todas las diferencias de zonas homólogas entre hombres y mujeres fueron significativas: las mujeres siempre tuvieron mayor PA que los hombres, tanto en las comparaciones entre hemisferios similares como diferentes. En las comparaciones de zonas no

homólogas, la PA de $\alpha 1$ fue mayor en las mujeres, excepto en las combinaciones entre occipital y temporal y entre frontal y temporal donde la PA siempre es menor en temporal, independientemente de hemisferio y del sexo.

3. Potencia Relativa con Ojos Abiertos.

Sexo. No hubo diferencias significativas en este factor (tabla 28); pero en la fig. 8a se ve que los hombres tienen ligeramente mayor PR en $\alpha 2$ y $\beta 1$, y las mujeres en $\alpha 1$ y $\beta 2$.

Tabla 28. Resultados de los ANDEVAs con la potencia relativa, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 ($\alpha 1$), alfa2 ($\alpha 2$), beta1 ($\beta 1$) y beta2 ($\beta 2$), en la condición con ojos abiertos, para los factores: A = Sexo, B = Hemisferios y C = Derivaciones.

	SEXO		HEMISFERIOS		DERIVACIONES		A X B		A X C		B X C		A X B X C	
	F(1,38)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p
θ	0.78	= 0.60	3.04	= 0.08	23.61	<0.001	2.33	= 0.13	4.91	=0.001	1.06	= 0.38	1.43	= 0.21
$\alpha 1$	0.27	= 0.61	0.16	= 0.69	18.59	=0.001	0.07	= 0.78	4.54	=0.001	0.48	= 0.79	1.72	= 0.13
$\alpha 2$	1.52	= 0.22	0.02	= 0.88	43.22	<0.001	4.47	= 0.03	0.18	= 0.96	0.64	= 0.66	0.96	= 0.55
$\beta 1$	0.61	= 0.55	1.41	= 0.24	11.39	<0.001	0.02	= 0.87	0.48	= 0.79	0.11	= 0.98	1.55	= 0.17
$\beta 2$	1.26	= 0.26	4.62	= 0.03	44.26	<0.001	6.27	= 0.01	3.59	=0.004	0.47	= 0.79	1.47	= 0.20

Hemisferios. El factor hemisferios mostró diferencias significativas en la banda $\beta 2$: el IID tiene mayor PR de $\beta 2$ que el III (fig. 44).

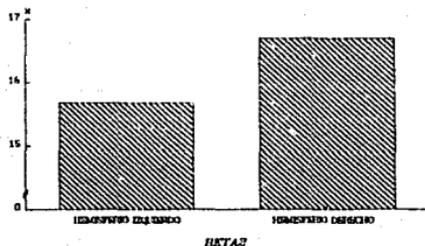


Fig. 44. Potencia relativa de la banda Beta2, en los hemisferios izquierdo y derecho. Efecto principal con ojos abiertos. La diferencia hemisférica es significativa.

Interacciones. En esta condición hubo interacciones significativas entre sexo y hemisferios en las bandas $\alpha 2$ y $\beta 2$, y entre sexo y derivaciones en las bandas Θ , $\alpha 1$ y $\beta 2$ (tabla 28).

Sexo X Hemisferios. La fig. 45a muestra que los hombres tienen mayor PR de $\alpha 1$ que las mujeres. Además, en los hombres el HD tiene ligeramente mayor PR que el HI, mientras que en las mujeres la relación se invierte: el HI tiene ligeramente mayor PR que el HD.

Los resultados del análisis de comparaciones entre medias indican que los hombres siempre tienen significativamente mayor PR que las mujeres en todas las combinaciones posibles. No hay diferencias hemisféricas intrasexo.

La fig. 45b muestra la relación inversa para $\beta 2$: las mujeres tienen mayor PR que los hombres. Además, contrario a lo que sucede con $\alpha 1$, los hombres tienen ligeramente mayor PR de $\beta 2$ en el HI que en el HD, y las mujeres mayor PR en el HD que en el HI.

Los resultados de las comparaciones entre medias mostraron que el HD de las mujeres tiene significativamente mayor PR de $\beta 2$ que ambos hemisferios de los hombres y que el HI de las mujeres, lo que indica diferencias hemisféricas en las mujeres para esta banda.

Sexo X Derivaciones.

PR de Θ . En la fig. 46a puede observarse que las mujeres tienen ligeramente mayor PR de Θ en central y parietal, y los hombres en frontal y temporal; también puede verse que la derivación que tiene mayor PR es frontal, y occipital la que tiene menor. Las comparaciones entre medias mostraron que, en los hombres frontal tiene significativamente mayor PR que parietal, occipital y temporal, mientras que en las mujeres frontal tiene significativamente mayor PR que occipital y temporal, y occipital mayor que temporal.

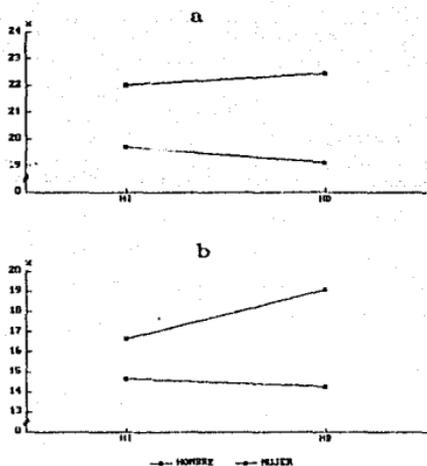


Fig. 45. Interacción Sexo X Hemisferios. Potencia relativa (PR) de las bandas: a). Alfa1 (α_1) y b). Beta2 (β_2), en los hemisferios izquierdo (HI) y derecho (IID) de hombres y mujeres. Se observa una relación inversa entre α_1 y β_2 en hombres y mujeres. a). En los hombres, el IID tiene mayor PR de α_1 que el HI, mientras que en las mujeres sucede lo contrario. b). Los hombres tienen mayor PR de β_2 en el HI que en el IID; en las mujeres la relación se invierte.

En las comparaciones de zonas homólogas entre hombres y mujeres, solamente temporal mostró diferencias significativas: los hombres tienen mayor PR que las mujeres; en las comparaciones de zonas no homólogas, frontal de hombres tiene mayor PR que occipital y temporal de mujeres, mientras que frontal de mujeres tiene mayor PR que occipital, y central que parietal.

PR de α_1 . La fig. 46b muestra que las mujeres tienen ligeramente mayor PR de α_1 que los hombres en todas las derivaciones, excepto en temporal. Las comparaciones entre medias indican que frontal y occipital tienen mayor PR que temporal, independientemente de si la comparación es intra o entre sexos, excepto en la combinación occipital-temporal en hombres,

y que los hombres tienen mayor PR que las mujeres en temporal.

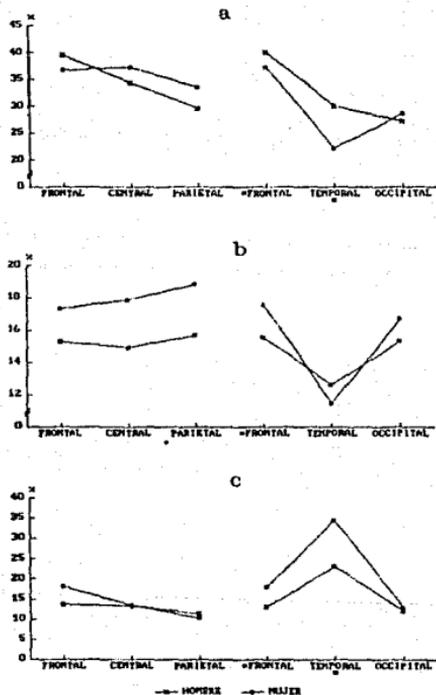


Fig. 46. Interacción Sexo X Derivaciones. Potencia relativa (PR) de las bandas EEG: a). Theta (Θ), b). Alfa ($\alpha 1$), y c). Beta2 ($\beta 2$), en las derivaciones registradas, de hombres y mujeres, en la condición con ojos abiertos. El * debajo del nombre de las derivaciones representa diferencias sexuales significativas en esta(s) derivación(es). a). Los hombres tienen mayor PR de Θ en la corteza frontal que en la parietal, mientras que en las mujeres hay mayor PR de Θ en la derivación occipital que en la temporal. b). Los hombres muestran mayor PR de $\alpha 1$ en temporal y menor en frontal y occipital; en las mujeres se observa el patrón contrario. c). Las mujeres tienen mayor PR de $\beta 2$ en la corteza frontal que en las derivaciones parietal y occipital; en los hombres no hay diferencia significativa.

PR de $\beta 2$. En la fig. 46c puede observarse que las mujeres tienen mayor PR de $\beta 2$ que los hombres en frontal y temporal. También puede verse que mientras que en los hombres la

proporción de β_2 es muy similar en todas las derivaciones, excepto en temporal, en las mujeres frontal y temporal tienen mayor PR de β_2 .

El análisis de comparaciones entre medias arrojó los siguientes resultados significativos: tanto en hombres como en mujeres, temporal tiene mayor PR de β_2 que frontal y occipital; además, en las mujeres frontal tiene mayor PR que parietal y occipital.

En las comparaciones de zonas homólogas entre hombres y mujeres sólo temporal mostró diferencias significativas, pero al contrario que para α_1 , las mujeres tienen mayor PR de β_2 que los hombres. En las comparaciones de zonas no homólogas, temporal tiene mayor PR que occipital independientemente del sexo; además, temporal de las mujeres tiene mayor PR que frontal de los hombres, y frontal de las mujeres mayor que parietal y occipital de los hombres.

4. Potencia Relativa con Ojos Cerrados.

Sexo. Al igual que en la condición con ojos abiertos, los ANDEVAS no arrojaron diferencias significativas en este factor (tabla 29), pero las mujeres tienen mayor PR en α_1 y los hombres en β_1 y β_2 (fig. 8b).

Tabla 29. Resultados de los ANDEVAS con la potencia relativa, transformada a logaritmos, de las bandas del EEG, theta (θ), alfa1 (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2), en la condición con ojos cerrados, para los factores: A = Sexo, B = Hemisferios y C = Derivaciones.

	SEXO		HEMISFERIOS		DERIVACIONES		A x B		A x C		B x C		A x B x C	
	F(1,38)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p	F(5,190)	p
θ	0.12	= 0.73	0.43	= 0.52	74.06	<0.001	0.18	= 0.67	2.26	= 0.04	1.22	= 0.30	0.54	= 0.74
α_1	2.63	= 0.10	10.40	= 0.003	2.74	= 0.02	0.07	= 0.78	3.25	= 0.008	0.95	= 0.54	1.72	= 0.13
α_2	0.09	= 0.76	2.09	= 0.15	82.35	<0.001	0.00	= 0.99	0.43	= 0.03	0.83	= 0.53	0.32	= 0.90
β_1	2.20	= 0.14	1.41	= 0.24	19.26	<0.001	0.00	= 0.99	2.32	= 0.04	0.49	= 0.63	1.13	= 0.34
β_2	0.86	= 0.63	4.06	= 0.04	26.35	<0.001	0.12	= 0.73	3.23	= 0.008	0.94	= 0.54	0.35	= 0.86

Hemisferios. Este factor mostró diferencias significativas en las bandas $\alpha 1$ y $\beta 2$. El HD tiene mayor PR de $\alpha 1$ que el HI, mientras que el HI tiene mayor PR de $\beta 2$ que el HD (figs. 47a y b).

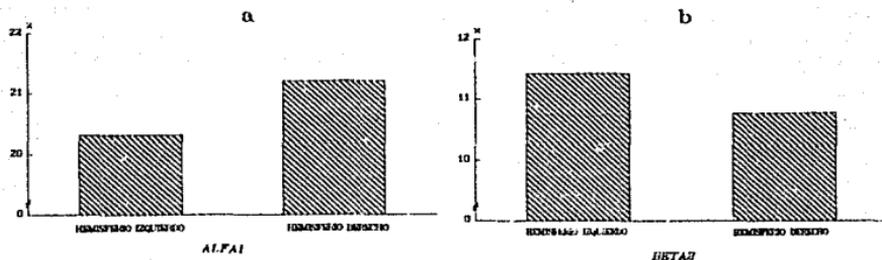


Fig. 47. Potencia relativa de las bandas EEG: a). Alfa1 y b). Beta2, en los hemisferios izquierdo y derecho. Efecto principal con ojos cerrados. La diferencia hemisférica es inversa entre las bandas.

Interacciones. En esta condición se observaron interacciones significativas entre **Sexo** y **Derivaciones** en todas las bandas, excepto $\alpha 2$.

PR de Θ . La fig. 48a muestra que los hombres tienen mayor PR de Θ en temporal. Las comparaciones entre medias indican que frontal tiene mayor PR que parietal y occipital, central mayor que parietal, y temporal mayor que occipital, independientemente de si la comparación es intra o entre sexos; además, frontal tiene mayor PR que temporal en las mujeres y en la comparación frontal de hombres y temporal de mujeres. En las comparaciones de zonas homólogas entre hombres y mujeres, sólo temporal mostró diferencias significativas: los hombres tienen mayor PR de Θ que las mujeres.

PR de $\alpha 1$. En la fig. 48b puede observarse que las mujeres tienen mayor PR de $\alpha 1$ que los hombres en todas las derivaciones; sólo en temporal la diferencia no es significativa. Las comparaciones entre medias indican que en las mujeres la región frontal tiene mayor PR que la

temporal, mientras que en los hombres no hubo diferencias significativas. En las comparaciones significativas de zonas no homólogas entre hombres y mujeres, las mujeres tienen mayor PR de $\alpha 1$.

PR de $\beta 1$. La fig. 48c muestra que los hombres tienen mayor PR de $\beta 1$ que las mujeres en todas las derivaciones; las diferencias son significativas, excepto en la corteza temporal donde la proporción es muy parecida. Además, la región temporal tiene significativamente mayor PR que la occipital independientemente de si la comparación es intra o entre sexos, y en las mujeres la corteza temporal también tiene mayor PR que la frontal. En las comparaciones de zonas no homólogas entre hombres y mujeres, los hombres tienen mayor PR en temporal que las mujeres en frontal, en central que en frontal y parietal, y en frontal que en occipital y parietal.

PR de $\beta 2$. En la fig. 48d se observa que temporal es la derivación que tiene mayor PR de $\beta 2$; además, los hombres tienen mayor PR en todas las derivaciones, excepto en temporal donde la relación se invierte. La diferencia entre sexos es significativa sólo en temporal. En las comparaciones entre zonas no homólogas, temporal tiene mayor PR que frontal y occipital tanto intra como entre sexos, excepto en la comparación temporal-frontal de hombres. Además, en las mujeres frontal tiene mayor PR que parietal, y en las comparaciones entre sexos los hombres tienen mayor PR en frontal y central que las mujeres en parietal, y en frontal mayor que en occipital.

5. Correlación Interhemisférica con Ojos Abiertos.

La tabla 30 muestra los resultados de los ANDEIVAs de tres factores (A = Sexo, B = Derivaciones, C = Bandas), con la r_i , transformada a puntajes Z de Fisher, para las condiciones con ojos abiertos (OA) y cerrados (OC).

Sexo. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en este factor (tabla

30).

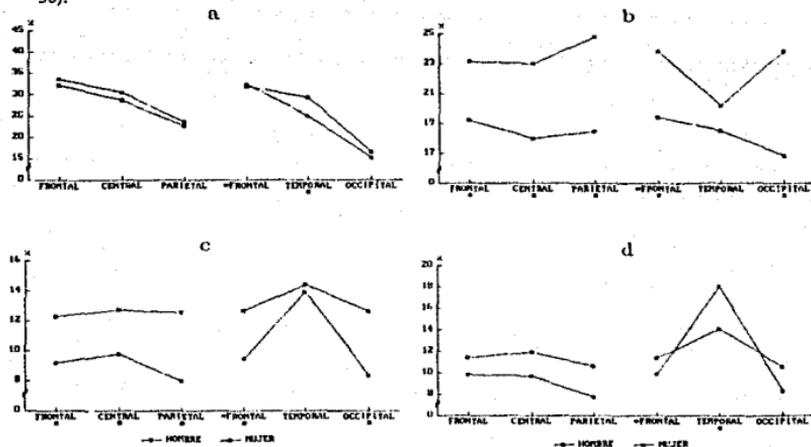


Fig. 48. Interacción Sexo X Derivaciones. Potencia relativa (PR) de las bandas EEG: a). Theta (θ), b). Alfa1 (α_1), c). Beta1 (β_1), y d). Beta2 (β_2), en las derivaciones registradas, de hombres y mujeres, en la condición con ojos cerrados. El * debajo del nombre de las derivaciones, representa diferencias sexuales significativas en esta(s) derivación(es). a). La corteza frontal tiene mayor PR de θ que la temporal en las mujeres, pero no en los hombres. b). En las mujeres la diferencia de la PR de α_1 entre las derivaciones frontal y temporal es significativa, mientras que en los hombres no ocurre así. c). En las mujeres es significativa la diferencia de la PR de β_1 entre las derivaciones frontal y temporal; en los hombres no. d). En las mujeres hay diferencia significativa en la PR de β_2 entre las derivaciones frontal y temporal, y entre frontal y parietal; en los hombres no hay diferencia significativa en estas comparaciones.

Tabla 30. Resultados de los ANDEVAS con la correlación interhenisférica, transformada a puntajes Z de Fisher, de las bandas del EEG, en las condiciones con ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC), para los factores: A = Sexo, B = Derivaciones y C = Bandas.

	SEXO		DERIVACIONES		BANDAS		A X B		A X C		B X C		A X B X C	
	F(1,38)	p	F(5,190)	p	F(4,152)	p	F(5,190)	p	F(4,152)	p	F(20,760)	p	F(20,760)	p
OA	0.09	= 0.76	89.17	<0.001	154.91	<0.001	1.04	= 0.32	2.99	= 0.02	11.10	<0.001	1.39	= 0.11
OC	0.61	= 0.55	101.39	<0.001	124.73	<0.001	0.56	= 0.73	2.94	= 0.02	14.61	<0.001	0.82	= 0.69

Derivaciones. No se describen los resultados por ser iguales a los de la sección de habilidad espacial.

Bandas. No se describen los resultados por ser iguales a los de la sección de habilidad espacial.

Interacciones. Se obtuvieron interacciones significativas entre sexo y bandas, y entre bandas y derivaciones. Esta última no se describe porque los resultados son iguales a los de la sección de habilidad espacial.

Sexo X Bandas. La fig. 49 muestra la tendencia en las mujeres de mayor r_i en las bandas θ , y α_1 , mientras que en los hombres se observa mayor r_i en las bandas α_2 , β_1 y β_2 . Las bandas lentas siempre tienen mayor r_i que las rápidas, tanto en las comparaciones intra como entre sexos.

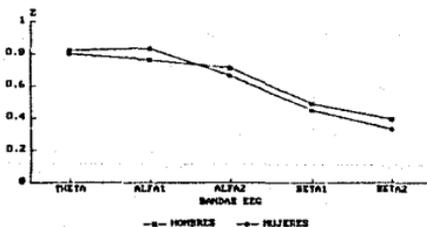


Fig. 49. Interacción Sexo X Bandas. Correlación interhemisférica (r_i), transformada a puntajes Z de Fisher, de las bandas EEG, en hombres y mujeres, en la condición con ojos abiertos. Mientras que en las mujeres los valores de la r_i de Alfa1 y Alfa2 muestran diferencia, en los hombres no existe tal. Las bandas lentas tienen mayor r_i que las rápidas.

6. Correlación Interhemisférica con ojos cerrados.

Sexo. Este factor no mostró diferencias estadísticamente significativas (tabla 30).

Interacciones. Se encontraron interacciones significativas entre sexo y bandas y entre derivaciones y bandas (no se describe).

Sexo X Bandas. En la fig. 50 se observa mayor r_i en las bandas lentas para las mujeres y valores muy similares a los de los hombres en las bandas rápidas. El resultado de las comparaciones entre medias indica que las mujeres tienen mayor r_i de $\alpha 1$ que los hombres, y mayor r_i en la banda $\alpha 1$ que en θ . Los hombres no mostraron diferencias significativas entre θ y $\alpha 1$.

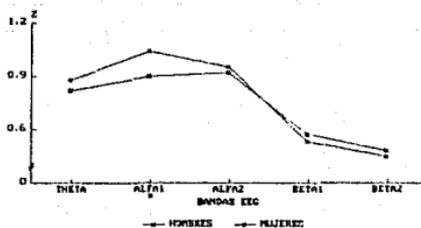


Fig. 50. Interacción Sexo X Bandas. Correlación interhemisférica (r_i), transformada a puntajes Z de Fisher, de las bandas EEG, en hombres y mujeres, en la condición con ojos cerrados. El * debajo del nombre de las bandas de actividad EEG representa diferencias sexuales significativas en esta(s) banda(s). La banda de Alfal tiene mayor r_i que la de Theta en las mujeres; en los hombres no se observa esta diferencia. Las bandas lentas tienen mayor r_i que las rápidas.

V. PRUEBAS PSICOLOGICAS.

1. Análisis de Varianza.

Los puntajes naturales de la prueba de Relaciones Espaciales y de las siete pruebas psicológicas administradas como control, de los cuatro grupos de sexo y IIE se presentan en la tabla 31. Los resultados de los ANDEVAs completamente aleatorizados de dos factores (A = SEXO, B = HABILIDAD), se muestran en la tabla 32.

Sexo. Este factor mostró diferencias estadísticamente significativas en las pruebas de relaciones espaciales, razonamiento mecánico y razonamiento abstracto (tabla 32): en las tres pruebas, los hombres obtuvieron mayor puntaje que las mujeres (fig. 51).

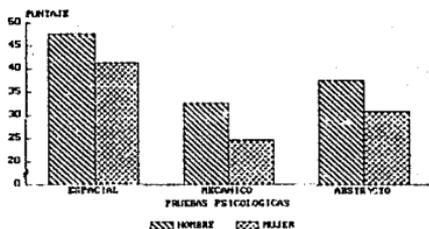


Fig. 51. Puntaje natural de hombres y mujeres en las pruebas psicológicas de Relaciones Espaciales (ESPACIAL), Razonamiento Mecánico (MECÁNICO) y Razonamiento Abstracto (ABSTRACTO). Efecto principal. Los hombres obtuvieron significativamente mayor puntaje que las mujeres en estas pruebas.

Habilidad Espacial. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas, excepto en la de razonamiento mecánico, donde se aprecia la misma tendencia: los sujetos de HIE alta tuvieron mayores puntajes que los sujetos de HIE baja (tabla 32, fig. 52).

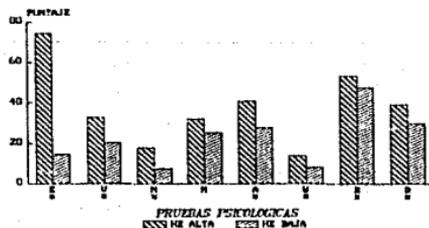


Fig. 52. Puntaje natural en las pruebas de Relaciones Espaciales (E), Razonamiento Verbal (V), Habilidad Numérica (N), Razonamiento Mecánico (M), Razonamiento Abstracto (A), Figuras Ocultas de Witkin (W), Matrices Progressivas de Raven (R) y Dominos (D), de los sujetos con habilidad espacial (HE) alta y baja. El * debajo de la letra de la prueba representa diferencias significativas entre los grupos de HE en esta(s) prueba(s).

Tabla 31. Puntajes naturales de los cuatro grupos de sexo y habilidad espacial (HE) en las pruebas de Relaciones Espaciales (E), Razonamiento Verbal (V), Habilidad Numérica (N), Razonamiento Mecánico (M), Razonamiento Abstracto (A), Figuras Ocultas de Witkin (W), Matrices Progresivas de Raven (R) y Dominos (D).

Ss	HE ALTA								HE BAJA							
	H O M B R E S								H O M B R E S							
	E	V	N	M	A	W	R	D	E	V	N	M	A	W	R	D
1	82	26	22	32	44	16	55	37	26	20	4	37	31	4	50	33
2	75	34	9	41	36	12	53	40	6	25	10	20	35	12	53	40
3	75	28	13	38	40	17	52	40	25	19	14	31	37	16	52	32
4	87	19	9	25	40	15	51	42	8	27	9	34	37	13	53	38
5	85	37	24	46	44	17	50	41	18	21	10	29	35	9	46	26
6	77	33	21	32	35	14	54	42	34	14	15	33	27	9	51	34
7	79	37	34	27	45	16	56	44	5	31	14	46	44	14	52	43
8	78	38	14	8	44	15	49	38	16	18	0	19	30	2	50	38
9	79	28	7	52	37	12	52	34								
10	77	28	4	36	37	13	54	36								
Ss	M U J E R E S								M U J E R E S							
	M U J E R E S								M U J E R E S							
	E	V	N	M	A	W	R	D	E	V	N	M	A	W	R	D
1	67	36	30	27	41	16	53	43	23	28	9	26	39	14	51	21
2	87	37	20	32	43	10	50	39	12	15	2	8	12	1	40	37
3	65	26	10	31	33	13	57	40	23	16	5	27	37	9	51	30
4	70	27	12	41	43	12	52	39	21	28	7	19	28	12	48	34
5	66	40	22	31	40	16	55	44	6	24	14	0	10	7	37	27
6	67	40	26	28	41	17	52	39	6	13	10	17	37	1	46	37
7	71	31	24	35	45	11	57	29								
8	66	32	21	28	40	13	52	43								
9	65	44	21	37	43	11	56	43								
10	67	23	11	10	38	9	54	33								

Interacción. Se encontró interacción significativa en las pruebas de razonamiento abstracto y matrices progresivas (tabla 32).

Razonamiento Abstracto. Las comparaciones entre medias indicaron que las mujeres de HE baja tienen puntajes significativamente menores que los otros tres grupos: hombres y mujeres de HE alta y hombres de HE baja (tabla 33).

Matrices Progresivas. El resultado de la comparación entre medias mostró que las mujeres de HE baja obtuvieron significativamente menor puntaje que hombres y mujeres con

III: alta (tabla 33).

Tabla 32. Resultados de los ANDEVA con los puntajes naturales de las pruebas de Relaciones Espaciales (E), Razonamiento Verbal (V), Habilidad Numérica (N), Razonamiento Mecánico (M), Razonamiento Abstracto (A), Figuras Ocultas de Witkin (W), Matrices Progresivas de Raven (R) y Dominos (D), para los factores sexo y habilidad espacial (IE).

	SEXO	IE		INTERACCION	
		F	P	F	P
E F(1, 36)	7.16	= 0.01	673.43	< 0.001	3.26 = 0.07
V F(1, 27)	0.09	= 0.76	27.05	< 0.001	1.40 = 0.24
N F(1, 26)	0.01	= 0.92	12.18	= 0.002	2.17 = 0.15
M F(1, 28)	4.65	= 0.03	3.12	= 0.08	1.30 = 0.26
A F(1, 28)	5.51	= 0.02	22.48	< 0.001	5.02 = 0.03
W F(1, 28)	3.16	= 0.08	17.51	< 0.001	0.02 = 0.88
R F(1, 31)	1.45	= 0.23	22.96	< 0.001	4.93 = 0.03
D F(1, 31)	2.56	= 0.11	18.85	< 0.001	2.13 = 0.15

Tabla 33. Resultados significativos de las comparaciones, con la F de Tukey, de las medias de los puntajes naturales de las pruebas de Razonamiento Abstracto y Matrices Progresivas de Raven, de hombres (H) y mujeres (M) con habilidad espacial alta (A) y baja (B). Se indica con * el grupo con mayor puntaje. $p \leq 0.05$.

	HA-HB	HA-MA	HA-MB	HB-MA	HB-MB	MA-MB
RAZONAMIENTO ABSTRACTO			*		*	*
MATRICES PROGRESIVAS			*			*

2. Matriz de Correlaciones y Componentes Principales.

Los valores de correlación entre los puntajes de las ocho pruebas administradas pueden observarse en la tabla 34. Los resultados del análisis de componentes principales (CP) aparecen en la tabla 35. Los valores de correlación entre cada CP y las pruebas con que se calcularon están en la tabla 36, y los valores de cada CP por sujeto en la tabla 37.

Como puede observarse en la tabla 34, las pruebas están significativamente correlacionadas entre sí, excepto razonamiento verbal con habilidad numérica y razonamiento mecánico, y razonamiento mecánico con figuras ocultas y dominos. Este alto grado de correlación hace válido el uso del análisis de CP.

Tabla 34. Matriz de correlaciones entre los puntajes naturales de las pruebas de Relaciones Espaciales (E), Razonamiento Verbal (V), Habilidad Numérica (N), Razonamiento Mecánico (M), Razonamiento Abstracto (A), Figuras Ocultas de Witkin (W), Matrices Progresivas de Raven (R) y Dominos (D). * $p = 0,05$, ** $p = 0,01$ con $N = 30$.

	E	V	N	M	A	W	R	D
E		0.58**	0.50**	0.36*	0.56**	0.56**	0.53**	0.42*
V			0.68**	0.29	0.54**	0.63**	0.43*	0.47*
N				0.16	0.50**	0.58**	0.38*	0.40*
M					0.54**	0.40*	0.56**	0.24
A						0.62**	0.74**	0.35*
W							0.56**	0.32
R								0.38*

La tabla 35 muestra que el primer CP explica el 54.86% de la varianza de los resultados psicométricos, y en la tabla 36 se aprecia que este componente está formado por las ocho pruebas psicológicas, ésto es, que la ejecución psicométrica puede considerarse como una sola variable; luego entonces, no es sólo el nivel de HE el que está relacionado con el patrón electroencefalográfico (figs. 53a y b). Los resultados significativos de la correlación entre el primer CP y los parámetros del EEG corresponden a los encontrados cuando sólo consideramos el nivel de HE.

La prueba de relaciones espaciales aparece como el único elemento significativo en el cuatro CP; explica el 5.82% de la varianza y la relación es inversa: a menor HE mayor peso del componente.

Los resultados de los ANDEVAs completamente aleatorizados de dos factores (A = SEXO, B = HABILIDAD), con los pesos de cada componente por separado se muestran en la tabla 38.

Tabla 35. Resultados del análisis de Componentes Principales (CP) con los puntajes naturales de las pruebas de Relaciones Espaciales (E), Razonamiento Verbal (V), Habilidad Numérica (N), Razonamiento Mecánico (M), Razonamiento Abstracto (A), Figuras Ocultas de Witkin (W), Matrices Progressivas de Raven (R) y Dominos (D).

	% DE VARIANZA EXPLICADA	% DE VARIANZA ACUMULADA	COMPUESTO POR
1er. CP	54.86	54.86	las 8 pruebas
2do. CP	13.67	68.5*	raz. mecánico
3er. CP	9.08	77.62	dominos
4to. CP	5.82	83.44	r. espaciales

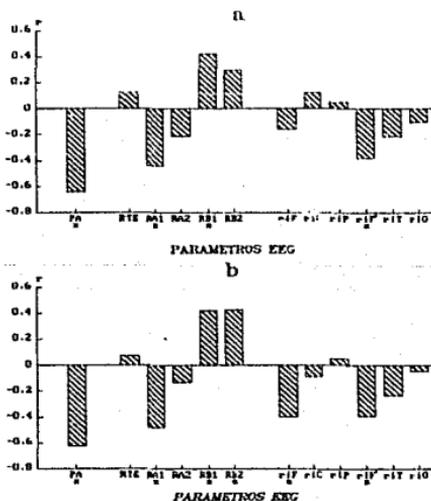


Fig. 53. Correlación de Pearson (r) entre el componente principal (CP) formado por las ocho pruebas psicológicas y los parámetros del EEG: potencia absoluta media (PA), potencia relativa media (R) de las bandas Theta (TE), Alfa1 (A1), Alfa2 (A2), Beta1 (B1) y Beta2 (B2), y la correlación interhemisférica (r_i) de la banda total en las derivaciones frontal (F), central (C), parietal (P), frontal en la segunda corrida (F'), temporal (T) y occipital (O). El * debajo de los parámetros EEG representa correlaciones significativas entre el CP y estos parámetros.

Los resultados con los valores del peso de cada CP reproducen los obtenidos con las pruebas por separado: mayor ejecución en hombres que en mujeres, y en sujetos de HIE alta que en sujetos con HIE baja.

Tabla 36. Correlación de las pruebas de Relaciones Espaciales (E), Razonamiento Verbal (V), Habilidad Numérica (N), Razonamiento Mecánico (M), Razonamiento Abstracto (A), Figuras Ocultas de Witkin (W), Matrices Progresivas de Paven (R) y Dominos (D), con los cuatro componentes principales (CP). Se marca con * la prueba que contribuye significativamente al CP.

PRUEBAS	1er. CP	2do. CP	3er. CP	4to. CP
E	0.776*	-0.091	0.021	-0.521*
V	0.792*	-0.368	-0.080	0.173
N	0.720*	-0.485	-0.198	0.170
M	0.586*	0.645*	0.102	0.308
A	0.833*	0.263	-0.120	-0.065
W	0.807*	-0.055	-0.308	0.104
R	0.783*	0.397	0.052	-0.142
D	0.585*	-0.262	0.747*	0.078

3. Regresión Lineal Múltiple.

Los resultados de la regresión lineal múltiple, con los parámetros del EEG como variables predictoras y la ejecución psicométrica como variable a predecir, aparecen en las tablas 39 y 40.

Tanto con ojos abiertos como cerrados, el mejor predictor de la ejecución psicométrica es la PA: a mayor PA menor puntaje en todas las pruebas. El valor predictivo de los otros parámetros del EEG es muy variable. La PR con ojos abiertos y la ri con ojos cerrados son predictores del puntaje en razonamiento verbal; la PR y la ri con ojos cerrados son predictores de razonamiento abstracto e inteligencia con dominos, pero los patrones son complejos. Esto

puede estar asociado a la variabilidad reportada en la relación EEG-habilidades cognitivas.

Tabla 37. Valores del peso de los cuatro componentes principales (CP) en cada sujeto (Ss) de acuerdo a su grupo de sexo y habilidad espacial (HE).

Ss	HE ALTA				HE BAJA			
	H O N B R E S				H O N B R E S			
	1er. CP	2do. CP	3er. CP	4to. CP	1er. CP	2do. CP	3er. CP	4to. CP
1	111.221	15.155	22.144	-45.022	70.661	30.017	28.452	-6.055
2	105.074	21.220	30.398	-35.912	70.200	16.698	26.924	5.302
3	106.482	19.986	27.242	-37.294	79.145	24.002	19.548	-5.045
4	101.925	15.172	30.163	-55.368	75.890	25.872	26.303	10.083
5	120.727	15.782	25.245	-36.056	67.969	23.615	17.059	-1.406
6	108.348	9.801	27.908	-38.347	75.004	22.720	25.875	-11.700
7	119.720	1.775	25.710	-38.717	85.556	29.885	29.111	20.307
8	102.467	-2.284	20.767	-50.532	60.021	20.943	32.405	-7.686
9	105.024	32.068	27.583	-36.594				
10	100.468	23.972	27.622	-43.060				
	M U J E R E S				M U J E R E S			
Ss	1er. CP	2do. CP	3er. CP	4to. CP	1er. CP	2do. CP	3er. CP	4to. CP
1	110.535	3.127	23.939	-29.922	75.272	23.229	9.953	-6.280
2	112.526	9.446	25.456	-46.057	43.463	6.604	32.211	-6.329
3	96.581	10.960	29.773	-34.972	69.431	27.438	22.101	-9.408
4	103.457	24.604	27.434	-33.817	69.252	12.957	23.010	-5.552
5	110.675	8.246	27.016	-28.536	44.136	-6.000	16.640	0.450
6	109.847	4.763	20.685	-28.548	57.930	18.238	28.320	0.155
7	107.552	18.547	16.073	-35.700				
8	103.912	8.940	27.661	-32.113				
9	112.513	12.740	28.137	-25.669				
10	88.029	8.524	21.770	-47.744				

Tabla 38. Resultados de los ANDEVAs con los pesos de los componentes principales (CP) por sujeto, para los factores sexo y habilidad espacial (HE).

	SEXO		HE		INTERACCION	
	F(1,30)	p	F(1,30)	p	F(1,30)	p
1er. CP	6.36	= 0.01	167.78	< 0.001	2.87	= 0.09
2do. CP	5.31	= 0.02	3.24	= 0.07	1.34	= 0.25
3er. CP	2.14	= 0.15	0.89	= 0.64	0.40	= 0.54
4to. CP	0.18	= 0.67	179.67	< 0.001	5.18	= 0.02

Tabla 39. Resultados de la regresión lineal múltiple con la potencia absoluta (PA) media, la potencia relativa (PR) media de las bandas EEG, theta (θ), alfa1 (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2), y la correlación interhemisférica (r_i) de la banda total en las derivaciones frontal (F), central (C), parietal (P), frontal (F*, segunda corrida), temporal (T) y occipital (O), en la condición con ojos abiertos, como variables predictoras, y la ejecución en las pruebas de Relaciones Espaciales (E), Razonamiento Verbal (V), Habilidad Numérica (N), Razonamiento Mecánico (M), Razonamiento Abstracto (A), Figuras Ocultas de Witkin (W), Matrices Progressivas de Raven (R) y Dominó (D), como variables a predecir. Se señala con * las "t" significativas.

	E	V	N	M	A	W	R	D
PA	-2.24*	-2.59*	-1.99*	-3.25*	-2.96*	-1.87*	-1.84*	-1.38*
PR θ	0.97	-1.96*	-0.88	-0.46	-0.28	0.64	-0.31	-0.28
PR α_1	0.73	-1.14*	-0.55	-0.35	-0.21	0.86	-0.79	-0.97
PR α_2	1.15*	-1.74*	-0.27	-0.04	-0.42	0.93	-0.55	-0.54
PR β_1	1.56*	1.15*	0.39	-0.25	-0.01	1.31*	-0.41	-0.11
PR β_2	0.67	-2.60*	-0.97	-0.46	-0.87	0.19	-0.64	-0.79
r_i F	1.26*	-0.04	0.88	0.08	0.92	0.91	0.65	1.43*
r_i C	1.69*	1.13*	-0.16	0.48	-0.81	0.61	0.04	-0.57
r_i P	-1.89*	-0.96	-0.76	-1.86*	-0.85	-0.68	-0.95	-0.93
r_i F*	-1.59*	-0.71	-0.86	1.01*	-0.90	-0.91	-0.25	-1.45*
r_i T	-0.86	-3.33*	-1.66*	-1.63*	-0.61	-1.06*	-0.57	-0.33
r_i O	1.28*	1.61*	0.81	1.03*	1.10*	0.34	0.64	1.09*

Tabla 40. Resultados de la regresión lineal múltiple con la potencia absoluta (PA) media, la potencia relativa (PR) media de las bandas EEG, theta (θ), alfa1 (α_1), alfa2 (α_2), beta1 (β_1) y beta2 (β_2), y la correlación interhemisférica (ri) de la banda total en las derivaciones frontal (F), central (C), parietal (P), frontal (F*), segunda corrida), temporal (T) y occipital (O), en la condición con ojos cerrados, como variables predictoras, y la ejecución en las pruebas de Relaciones Espaciales (E), Razonamiento Verbal (V), Habilidad Numérica (N), Razonamiento Mecánico (M), Razonamiento Abstracto (A), Figuras Ocultas de Witkin (W), Matrices Progressivas de Raven (R) y Dominos (D), como variables a predecir. Se señala con * las "t" significativas.

	E	V	N	M	A	W	R	D
PA	-1.61*	-2.68*	-1.80*	-1.75*	3.78*	-1.60*	-1.74*	-3.46*
PR θ	0.51	-0.60	-0.72	0.25	0.89	0.51	-0.43	-1.68*
PR α_1	0.46	0.43	0.66	-0.53	0.58	0.60	-0.90	-0.54
PR α_2	0.47	-0.44	0.08	0.05	1.19*	0.87	-0.74	-1.62*
PR β_1	0.40	-0.07	0.36	0.36	2.02*	0.82	-0.04	-1.87*
PR β_2	0.48	-0.23	-0.21	-0.44	-1.01*	0.19	-1.08*	-0.40
ri F	-0.58	1.10*	0.16	-0.40	-0.22	0.26	-0.60	-0.63
ri C	1.60*	1.41*	0.45	0.14	-1.22*	0.36	-0.62	-0.45
ri P	-1.44*	-2.01*	-1.17*	-1.84*	-1.59*	-0.66	-0.88	-2.25*
ri F*	0.54	-1.11*	-0.19	0.42	0.19	-0.28	0.61	0.62
ri T	0.02	0.20	-0.25	-1.94*	-1.92*	-0.39	-1.03*	1.44*
ri O	1.57*	1.22*	1.31*	1.76*	4.01*	0.85	2.01*	1.91*

RESUMEN DE RESULTADOS. "Cambios electroencefalográficos relacionados al sexo y a la habilidad espacial (HE)".

OJOS ABIERTOS	OJOS CERRADOS
ANÁLISIS GLOBAL.	
POTENCIA ABSOLUTA.	
SEXO. Tendencia: mujeres >PA hombres HE. Sign. HE baja >PA HE alta	SEXO. Tendencia: mujeres >PA hombres HE. Sign. HE baja >PA HE alta
POTENCIA RELATIVA.	
SEXO.	
HE. HE baja >PRa1 HE alta HE baja <PRb1 y a2 HE alta	SEXO. Casi sign. mujeres >PRa1 hombres HE. HE baja >PRa1 HE alta HE baja <PRb1 y a2 HE alta
r INTERHEMISFÉRICA.	
SEXO. Tendencia: mujeres >r1 hombres BANDA TOTAL Sign. --- --- mujeres <r1a2 hombres FRONTAL	SEXO. Tendencia: mujeres >r1 hombres BANDA TOTAL Sign. mujeres >r1a2 hombres OCCIPITAL mujeres >r1a1 hombres CENTRAL ---
HE. HE baja >r1b1 HE alta FRONTAL HE baja >r1a2 HE alta FRONTAL HE baja >r1a1 HE alta FRONTAL HE baja >r1a2 HE alta FRONTAL HE baja <r1b1 HE alta PARIETAL	HE. HE baja >r1b1 HE alta FRONTAL HE baja >r1a2 HE alta FRONTAL HE baja >r1a1 HE alta FRONTAL HE baja <r1b1 HE alta OCCIPITAL
COMPARACION OJOS ABIERTOS-OJOS CERRADOS.	
POTENCIA ABSOLUTA:	DA <PA OC
POTENCIA RELATIVA:	DA >PR a OC >PR b1 >PR b2 DA <PR a1 OC <PR a2
r INTERHEMISFÉRICA:	DA <r1 BT OC FRONTAL CENTRAL TEMPORAL OCCIPITAL Tendencia. DA <r1 BT OC PARIETAL
HABILIDAD ESPACIAL X HEMISFERIOS X DERIVACIONES.	
POTENCIA ABSOLUTA.	
HE. HE baja >PA HE alta en todas las deriv. y bandas	HE. HE baja >PA HE alta en todas las deriv. y bandas
HEMISFERIOS. T3 >PAD T4	HEMISFERIOS. T3 >PAD T4 C3 >PAS2 C4
DERIVACIONES. Temporal <PA que cualquier derivación	DERIVACIONES. Temporal <PA que cualquiera

PAG mayor en regiones cercanas a vértex.
FRONTAL >PAG OCCIPITAL
FRONTAL >PAG TEMPORAL
TEMPORAL >PAG OCCIPITAL

PAa1 gradiente postero anterior
PAa2 gradiente postero anterior
PAB2 gradiente postero anterior

POTENCIA RELATIVA.

HE. HE baja >PRA1 HE alta
HE baja <PRB1 HE alta
HE baja <PRB2 HE alta

HEMISFERIOS

HI <PRB2 HD

DERIVACIONES

FRONTAL >PR0 que todas las derivaciones, excepto que central
TEMPORAL <PRA1 -
PRa2 gradiente postero-anterior (de a <)
PRA1 gradiente antero-posterior
-mayor en TEMPORAL y FRONTAL
-la dif. la da el grupo de HE baja
PRB2 gradiente antero-posterior
-mayor en TEMPORAL y FRONTAL

INTERHEMISFERICA.

HE.

DERIVACIONES

Deriv. posteriores >ri deriv. anteriores

FRONTAL >ri TEMPORAL

Tendencia: HE baja >ri en corteza anterior
HE alta >ri en corteza posterior

BANDAS

bandas lentas >ri bandas rápidas, pero 0 >ri a1
a1 >ri 0 OCCIPITAL
a2 >ri 0 OCCIPITAL

PAG mayor en regiones cercanas a vértex
FRONTAL >PAG OCCIPITAL
FRONTAL >PAG TEMPORAL
TEMPORAL >PAG OCCIPITAL

PAa1 gradiente postero anterior
PAa2 gradiente postero anterior
PAB1 gradiente postero anterior
PAB2 gradiente postero anterior

HE. HE baja >PRA1 HE alta
HE baja <PRB1 HE alta
HE baja <PRB2 HE alta

HEMISFERIOS

HI <PRA1 HD
HI >PRA2 HD

T3 >PRA1 T4
T3 <PRB1 T4
O1 <PRB1 O2

DERIVACIONES

Tendencia FRONTAL >PR0 que todas las derivaciones
FRONTAL >PR0 TEMPORAL
TEMPORAL <PRA1
PRa2 gradiente postero-anterior
PRB1 gradiente antero-posterior
-mayor en TEMPORAL y FRONTAL
-la dif. la dan los 2 grupos
PRB2 gradiente antero-posterior
-mayor en TEMPORAL y FRONTAL

HE.

DERIVACIONES

Deriv. posteriores >ri deriv. anteriores

PARIETAL >ri CENTRAL
OCCIPITAL >ri TEMPORAL
FRONTAL >ri CENTRAL
FRONTAL >ri TEMPORAL

Tendencia: HE baja >ri en corteza anterior
HE alta >ri en corteza posterior

BANDAS

bandas lentas >ri bandas rápidas
Tendencia: a1 >ri 0
a2 >ri 0

<p>SEXO X HEMISFERIOS X DERIVACIONES.</p>	
<p><u>POTENCIA ABSOLUTA.</u> SEXO Tendencia: MUJERES >PA HOMBRES Sign. MUJERES >PB2 HOMBRES (global) MUJERES >PB2 HOMBRES FRONTAL TEMPORAL</p>	<p>SEXO Tendencia: MUJERES >PA HOMBRES Sign. MUJERES >PAa1 HOMBRES en todas las deriv.</p>
<p>HEMISFERIOS Mujeres: HI <PA2 HD</p>	<p>HEMISFERIOS Hombres: HI <PAa1 HD en OCCIPITAL</p>
<p>DERIVACIONES Igual que apartado de HE</p>	<p>DERIVACIONES Igual que apartado de HE</p>
<p><u>POTENCIA RELATIVA.</u> SEXO Tendencia: MUJERES <PA2 HOMBRES MUJERES >PR2 HOMBRES Sign. MUJERES <PR0 HOMBRES en TEMPORAL MUJERES <PAa1 HOMBRES en TEMPORAL MUJERES >PR2 HOMBRES en TEMPORAL</p>	<p>SEXO Tendencia: MUJERES >PAa1 HOMBRES MUJERES <PR0 HOMBRES Sign. MUJERES <PR0 HOMBRES en TEMPORAL ** MUJERES <PAa1 HOMBRES en TEMPORAL (tend.) MUJERES <PR2 HOMBRES en PARIETAL</p>
<p>HEMISFERIOS HI <PR2 HD HI <PR2 HD en MUJERES</p>	<p>HEMISFERIOS HI <PAa1 HD HI >PR2 HD</p>
<p>DERIVACIONES Igual que en la sección de HE</p>	<p>DERIVACIONES Igual que en la sección de HE</p>
<p><u>INTERHEMISFERICA.</u> SEXO Tendencia: MUJERES >PI HOMBRES EN BANDAS LENTAS Sign.</p>	<p><u>Sexo X Derivaciones</u> HOMBRES: >PR0 en FRONTAL y TEMPORAL MUJERES: >PR0 en CENTRAL, PARIETAL y OCCIPITAL FRONTAL >PRa1 TEMPORAL FRONTAL <PR0 TEMPORAL AMBOS: TEMPORAL >PR0 OCCIPITAL</p>
<p>SEXO Tendencia: MUJERES >PI HOMBRES EN BANDAS LENTAS Sign.</p>	<p>SEXO Tendencia: MUJERES >PI HOMBRES EN BANDAS LENTAS Sign. 0 >PI a1 en MUJERES</p>

PRUEBAS PSICOLÓGICAS

ANÁLISIS DE VARIANZA

SEXO:

HOMBRES >puntaje MUJERES en: (RELACIONES ESPACIALES
(RAZONAMIENTO MECÁNICO
(RAZONAMIENTO ABSTRACTO

MUJERES con HE BAJA <puntaje que: (HOMBRES con HE ALTA)
(MUJERES con HE ALTA) EN RAZONAMIENTO ABSTRACTO
(HOMBRES con HE BAJA)

MUJERES con HE BAJA <puntaje que: (HOMBRES con HE ALTA)
(MUJERES con HE ALTA) EN MATRICES PROGRESIVAS

HABILIDAD ESPACIAL:

HE ALTA >puntaje HE BAJA en TODAS las pruebas, excepto RAZONAMIENTO MECÁNICO con la misma tendencia

MATRIZ DE CORRELACIONES Y COMPONENTES PRINCIPALES

Correlación significativa entre todas las pruebas, excepto:

razonamiento mecánico con razonamiento verbal
" " con razonamiento numérico
" " con dominos
dominos con Witkin

Primer componente principal explica 54.86% de varianza
Está formado por las 8 pruebas

Resultados del ANDEVA con el peso de los componentes igual que con HE sola

REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE

PA mejor predictor de todas las pruebas: a mayor PA menor ejecución

VI. DISCUSION

En los resultados de este trabajo se observa que la potencia absoluta (PA), la potencia relativa (PR) y la correlación interhemisférica (ri) son significativamente diferentes entre los sujetos (Ss) de habilidad espacial (HE) alta y baja. Los Ss de HE baja tuvieron mayor PA en todas las derivaciones y bandas, mayor contribución proporcional de $\alpha 1$ y menor PR de las bandas $\beta 1$ y $\beta 2$ en todas las derivaciones, y mayor ri de las bandas θ , $\alpha 1$, $\alpha 2$ y total en la corteza frontal, tanto con ojos abiertos como cerrados. También se encontró menor ri de $\beta 1$ en la corteza parietal, con ojos abiertos, y de $\beta 2$ en la corteza occipital, con ojos cerrados, en los Ss de HE baja.

En cuanto a las diferencias sexuales, las mujeres mostraron, con ojos abiertos, mayor PA de $\beta 2$, especialmente en las derivaciones frontal y temporal, y con ojos cerrados, mayor PA de $\alpha 1$ en todas las derivaciones; obtuvieron menor PR de θ y $\alpha 1$ y mayor PR de $\beta 2$ que los hombres en la corteza temporal con ojos abiertos, mientras que con ojos cerrados los hombres mostraron mayor PR de θ en frontal y temporal, y las mujeres en central, parietal y occipital. En la corteza parietal, los hombres tuvieron mayor PR de $\beta 2$ que las mujeres, con ojos cerrados.

Los Ss de HE baja obtuvieron menor puntaje que los Ss de HE alta en todas las pruebas psicológicas que se administraron como control: cuatro pruebas más de habilidad (Razonamiento Verbal, Habilidad Numérica, Razonamiento Mecánico y Razonamiento Abstracto), dos pruebas de inteligencia (Matrices Progresivas y Dominos) y una prueba de dependencia-independencia de campo (Figuras Ocultas). Aunque los puntajes en estas pruebas no fueron extremos como en el caso de la HE, las diferencias fueron estadísticamente significativas. Solo hubo diferencias sexuales en la prueba de habilidad mecánica donde los hombres mostraron mayor puntaje que las mujeres. Además, las mujeres de HE baja obtuvieron un puntaje significativamente inferior que cualquiera de los otros tres grupos en las pruebas de razonamiento abstracto y matrices progresivas.

Tal como se esperaba, la actividad electroencefalográfica (EEG) mostró ser una herramienta

útil para encontrar diferencias en el funcionamiento cerebral entre grupos de diferente nivel de HE y, aunque con menor claridad, entre hombres y mujeres. Sin embargo, es importante considerar que, aunque los resultados indican que el nivel de HE está asociado a diferente organización funcional del cerebro, esta distinta organización no depende exclusivamente de ella, ya que, contrario a lo que esperábamos, los grupos fueron diferentes en todas las aptitudes evaluadas.

En este trabajo, las diferencias en la PA y en la ejecución psicométrica entre ambos grupos de HE son tan claras, que la sola evaluación cualitativa es suficiente para percatarse de ellas.

La PA se ha interpretado como indicador del funcionamiento del Sistema Nervioso (SN), tanto a nivel de maduración normal como de disfunción o daño.

Eeg-Olofsson (1970), Mattis y cols. (1980), Gasser y cols. (1983) y Harmony y cols. (1990a, 1990b) encontraron disminución de la PA asociada con aumento en la edad en niños de ambos sexos entre 4 y 13 años. Flor-Henry y cols. (1987c), obtuvieron los mismos resultados en adultos con edades entre 18 y 59 años, principalmente en las bandas lentas del EEG (δ , Θ y α).

Chiba y cols. (1979) compararon la PA de todo el espectro del EEG en 76 niños con edades entre 6 y 9 años y 41 adultos con edades entre 20 y 25 años, en las derivaciones centrales y occipitales, y encontraron mayor PA en los niños, en las cuatro derivaciones y en todas las frecuencias del espectro. Además observaron que el pico de frecuencia de la banda α está localizado en una frecuencia más lenta en los niños que en los adultos.

También se ha observado mayor PA de las bandas δ y Θ en niños con bajo estatus socioeconómico, en niños con antecedentes de riesgo en daño cerebral y en niños con mala evaluación educativa, en comparación con niños controles, a pesar de que todos eran niños sanos que mostraron funcionamiento cognoscitivo, coeficiente intelectual y ejecución académica normal (Harmony y cols., 1990a, 1990b). Como la mayor PA está asociada a menor edad, los autores

proponen que esta diferencia sugiere ligero rezago en la maduración de los grupos que la muestran.

Hay reportes de mayor PA asociada a estados disfuncionales no patológicos y patológicos, y a baja ejecución.

Solís y cols. (1990, 1991; Solís, 1992), estudiaron los cambios en el EEG relacionados al ciclo menstrual de la mujer y encontraron, con ojos abiertos, mayor PA de todas las bandas durante la etapa premenstrual; asociadas a esta etapa se han reportado deficiencias en la ejecución motora y cognitiva (Becker y cols., 1982).

Corsi-Cabrera y cols. (1990a y b, 1992), observaron mayor PA de todas las bandas después de 24 ó 40 horas de privación total de sueño, y disminución de la misma después de dormir. Hay reportes de que la privación total de sueño lentifica la realización de sumas e incrementa el número de omisiones, provoca deterioro en las tareas que exigen atención sostenida, disminuye el recuerdo, aumenta el tiempo de reacción y ocasiona déficit en tareas psicomotoras (Corsi-Cabrera, 1983).

Thau y cols. (1988) registraron el EEG de hombres y mujeres sanos, antes y después de 10 días de administración de carbonato de litio, y encontraron disminución en los niveles de vigilancia y aumento en la PA de todo el rango de frecuencias y en casi todas las derivaciones después de la administración del litio. Dubois y cols. (1980) obtuvieron lentificación del EEG, aumento de la PA y disminución en la reactividad clínica asociados a un incremento en la temperatura corporal entre 38 y 42°C. Estos efectos se revirtieron con el enfriamiento sin provocar secuelas neurológicas.

Por su parte, Gasser y cols. (1983) observaron que la PA de la banda θ es significativamente mayor en niños con retardo mental que en niños normales, especialmente en las derivaciones posteriores (parietal y occipital), en tanto que los puntajes de CI fueron significativamente menores en los niños con retardo. Haaland y Wertz (1976) obtuvieron mayor PA de α en pacientes afásicos que en normales, en la corteza frontal, y menor precisión en tareas de

igualación palabra a palabra, de identificación facial y de igualación palabra-fotografía.

Flor-Henry y cols. (1986, 1987a, 1987b), han estudiado las características electroencefalográficas de exhibicionistas, maniacos, deprimidos y esquizofrénicos y en todos los casos encontraron mayor PA en los grupos patológicos que en sujetos normales. Los exhibicionistas mostraron mayor PA de δ , Θ y α en las regiones cerebrales posteriores, los maniacos y los deprimidos tuvieron mayor PA de δ , Θ y β en las regiones fronto-temporales, especialmente en el hemisferio derecho, y en los esquizofrénicos se observó mayor PA en las bandas δ y Θ , también en las derivaciones fronto-temporales. Resultados similares se han obtenido en pacientes con demencia senil y arterioesclerosis (O'Connors y cols., 1979).

Los reportes anteriores nos llevan a considerar que en los Ss de HIE baja podría haber algún elemento disfuncional, no sólo por su baja ejecución en las pruebas administradas, sino por la forma en que se comportaron en este grupo los parámetros EEG.

Las diferencias en PA entre los grupos de HIE alta y baja se encontraron en todas las derivaciones y bandas, lo que nos hace pensar en un mecanismo global del SN que afecta de manera difusa su capacidad, como en el caso de la etapa premenstrual, después de la privación total de sueño, en la reducción de los niveles de vigiliencia después de la administración de litio y con el incremento en la temperatura corporal, y nos aparta de la posibilidad de daño cerebral localizado en el grupo de HIE baja, pues en este caso la diferencia estaría focalizada como en los estudios con grupos patológicos mencionados arriba. Además, como el registro de la actividad EEG de los integrantes de ambos grupos de HIE se realizó de manera aleatoria, dentro del mismo horario, en el mismo periodo y con el mismo equipo, no podemos adjudicar los resultados a efectos de ciclos, a problemas del equipo y/o errores en la calibración y captura.

Hay pocos trabajos que hayan intentado caracterizar el EEG en jóvenes (Eeg-Olofsson, 1970; Matsuura y cols., 1985), y no emplearon los parámetros usados aquí, por lo que no contamos

con muchas posibilidades de comparar nuestros datos con los de otros trabajos. Por esta razón, en este punto, los resultados de PA y ejecución sólo nos permiten comparar los resultados de los Ss de HE baja, con los resultados de niños con inmadurez, y con los de niños o adultos en estados disfuncionales o patológicos.

Los Ss de HE alta y baja no sólo son diferentes en la energía total del cerebro, sino también en la contribución que cada banda de la actividad EEG hace a la misma. La HE baja está asociada a mayor PR de $\alpha 1$ y menor PR de las bandas $\beta 1$ y $\beta 2$, y la HE alta al patrón contrario.

Este arreglo de PR también se ha relacionado con inmadurez y/o disfunción.

Ertl (citado por Fisher y cols., 1982) asumió que el cerebro es un sistema de procesamiento de información y que la eficacia del sistema está relacionada a la frecuencia de su actividad eléctrica en reposo. Propuso que la banda de frecuencias más alta es mayor en el procesamiento cerebral eficiente y que el mejor indicador de la eficiencia cerebral es la frecuencia promedio de la actividad rápida no alfa.

Matthis y cols. (1980) observaron que la actividad EEG de las bandas lentas (δ , θ y $\alpha 1$) disminuye con la edad, mientras que la actividad de las bandas rápidas ($\alpha 2$) se incrementa. Matsuura y cols. (1985) obtuvieron el mismo patrón: disminución de $\alpha 1$ y aumento de $\alpha 2$ con la edad. Petersén y cols. (1982) encontraron que el EEG lentificado implica inmadurez y ligera anormalidad.

Los reportes de algunos estudios muestran resultados similares relacionados a un inadecuado funcionamiento de los individuos. Nicki y Gale (1977) obtuvieron aumento de la PR de α asociado a disminución en la capacidad de procesar información contenida en pinturas "complejas". Gasser y cols. (1983) encontraron que niños con retardo mental tienen mayor PR de α que niños normales. Por su parte, Volavka y cols. (1977) informaron que los hombres XYY, en los que hay retardo en

el desarrollo, tienen mayor PR de α y menor PR de β que los hombres XY.

Por otro lado, Tompson y Wilson (1966) y Warren y cols. (1976) observaron mayor actividad β y/o mayor bloqueo de α en sujetos que aprenden rápido y memorizan mayor número de palabras.

Los resultados con la PR y las evidencias mencionadas parecen fortalecer la idea de que en el grupo de HE baja el funcionamiento del SN no se encuentra al máximo pero, como desconocemos la historia de estos jóvenes, no podemos determinar si se debe a una disfunción no patológica o a un rezago en el desarrollo.

Los resultados también indican que los Ss de HE baja tuvieron mayor r_i de θ , α_1 , α_2 y de la banda total en la corteza frontal, y menor r_i de β en las derivaciones posteriores, tanto con ojos abiertos como cerrados.

La coherencia y la correlación son medidas análogas de la sincronía entre los componentes de dos señales de una banda de frecuencias específicas, registradas en diferentes partes del SN (Shaw, 1984). Valores altos implican similitud en la morfología, mientras valores bajos significan lo contrario. Mayor coherencia entre zonas cerebrales puede indicar la involucración de esas regiones en un proceso cognoscitivo particular (Koles y Flor-Henry, 1987).

Otra vez los datos nos llevan en la dirección de inmadurez, disfunción o patología.

Marosi y cols. (1992) encontraron que la coherencia interfrontal disminuye con la edad en un grupo de niños controles, mientras que aumenta en un grupo de niños con problemas de aprendizaje. Gasser y cols. (1987) obtuvieron mayor coherencia interhemisférica entre las derivaciones frontales y occipitales de niños retardados que de niños normales, especialmente en las bandas θ , α_1 y β_2 .

En nuestros resultados, la relación entre *ri* y ejecución psicométrica es negativa, a mayor *ri* menor ejecución. Estos resultados están de acuerdo con los encontrados por Thatcher y Walker (1980) con inteligencia, por Clusin y Giannitrapani (1970) con memoria de corto plazo, y por Colter y Shaw (1982), O'Connor y Shaw (1982), y Zoccolotti (1982) con independencia de campo.

Giannitrapani (1980) y Weller y Montagu (1980) observaron mayor coherencia interhemisférica en pacientes esquizofrénicos que en normales. Grindel (1982) reportó mayor coherencia interhemisférica en las bandas lentas en el estupor y al iniciarse el coma.

Sin embargo, no podemos ignorar los estudios en los que se ha encontrado disminución en la coherencia o correlación interhemisférica asociada a esquizofrenia, manía y depresión (Flor-Henry y cols., 1984, 1987a, 1987b), dislexia (Sklar y cols., 1972; Leisman y Ashkenazi, 1980), hiperactividad (French y Beaumont, 1984) y a problemas neurológicos como el coma (Grindel, 1982).

Grindel (1982) propone que existe un nivel óptimo de coherencia que acompaña al tono cortical adecuado y que la pérdida del tono va acompañada de desviaciones del grado de coherencia hacia cualquiera de los dos extremos. Esto explicaría por qué variaciones contrarias del grado de semejanza en la actividad de zonas corticales están asociadas al mismo efecto, en este caso, pobre ejecución o patología.

En lo que se refiere a la realización de tareas, Gutiérrez-Otero (1986) y Corsi-Cabrera y cols. (1988) encontraron, en hombres adultos, aumento en la correlación interhemisférica al cometer errores en una tarea verbal.

Estos resultados y los nuestros pueden deberse a que la correlación indique más que un

trabajo coordinado entre los hemisferios, un desaprovechamiento de las capacidades específicas de cada uno. Esto es, si los hemisferios cerebrales procesan la misma información de manera distinta, se esperaría actividad EEG diferente en cada uno de ellos y un nivel menor de ri; al t...rlos indiscriminadamente, el aprovechamiento no óptimo de sus funciones se reflejaría en un incremento de la coherencia.

Luria (1979) menciona que los lóbulos frontales (LF) participan en la regulación de los procesos de mantenimiento presentes en la base de la atención voluntaria; una lesión en los LF altera esta forma de atención. Los pacientes con lesión en los LF se distraen mucho más fácilmente que los sujetos normales.

Los LF tienen la función de formar planes estables e intenciones capaces de controlar el comportamiento consciente posterior de los sujetos. La alteración de la función de los LF puede llevar a la desintegración de los programas de actividades complejas y a su rápido reemplazamiento, bien por formas más básicas y simples de conducta o bien por la repetición de estereotipos inertes que ni son relevantes para la situación ni tienen carácter lógico.

Tecce (1976) y Deutsch y cols. (1988), también propusieron que la corteza frontal está involucrada en la atención sostenida. Tecce menciona que su participación puede estar en la mediación de los efectos distractores de la atención.

La mayor ri en los sujetos de HIE baja podría indicar una involucración global de la corteza frontal, con el consiguiente uso inadecuado de sus funciones, a nivel de atención, planeación y verificación de la acción, y una disminución en la ejecución.

Nuestra interpretación de influencia de la maduración y/o de un mecanismo ineficiente de atención por funcionamiento inadecuado de la corteza frontal puede fortalecerse con los hallazgos en niños con problemas de aprendizaje (Marosi y cols., 1992) y en grupos con funcionamiento

anormal de los LF; en los que hay un déficit en la atención selectiva y en la planeación y verificación de la acción (Ingvar, 1977; Flor-Henry, 1987a; Flor-Henry y cols., 1987b).

Contrario a lo que esperábamos, observamos pocas diferencias entre hombres y mujeres.

Aunque en la literatura hay amplios reportes de diferencias sexuales en la organización funcional del cerebro (Lake y Bryden, 1976; Ray y cols., 1976, 1981; Witelson, 1976; Levy y Reid, 1978; Rebert y Mahoney, 1978; Trotman y Hammond, 1979; McGlone, 1980; Haynes y Moore, 1981; Inglis y Lawson, 1982; Inglis y cols., 1982; Harshman y cols., 1983; Moore, 1984; Koles y Flor-Henry, 1985, 1987; Flor-Henry y cols., 1987c; Deutsch y cols., 1988; Corsi-Cabrera y cols., 1989), también hay estudios donde los resultados son ambiguos o no hay diferencias (Fairweather, 1976; McGlone, 1980; Ornstein y cols., 1980; Alford y Alford, 1981; Galin y cols., 1982; Geary, 1989).

Al igual que nosotros, Bower y LaBarba (1988) estudiaron hombres y mujeres con HE alta y baja y no encontraron diferencias sexuales entre sujetos con nivel similar de HE. Podría preguntarse por qué no hay diferencias entre hombres y mujeres de niveles diferentes de HE. La respuesta más probable es que se debe a la gran variabilidad individual (Kail y cols., 1979; Van Dis y cols., 1979).

Otra posibilidad de la inexistencia de amplias diferencias sexuales está en la forma en que se seleccionó la muestra. Para la participación en el estudio se exigió un puntaje extremo en HE; el número de aplicaciones que se necesitaron para completar la muestra hace evidente lo difícil que es encontrar estos puntajes, pues sólo el 4.5% de los Ss evaluados los obtuvo. La dificultad fue aún mayor para el grupo de mujeres con HE alta, ya que es completamente atípico que las mujeres muestren esta habilidad, no solo altamente desarrollada, sino aún al nivel común en los hombres (Bower y LaBarba, 1988; Casey y Brabeck, 1989, 1990).

El factor que está asociado a los niveles de HE considerados es tan importante que lleva la ejecución psicométrica en el mismo sentido, aunque sin ser extrema, lo que nos hace pensar que lo que provoca este patrón minimiza cualquier otra diferencia, dentro de las que entrarían las diferencias sexuales.

Aun cuando desconocemos la historia de los participantes y no podemos afirmar nada sobre influencias hormonales o medioambientales, hay reportes de que ambientes masculinizantes en cuanto al rol social están asociados a altos niveles de HE en mujeres (Casey y Brabeck, 1989, 1990), de que haciendo comparable el entrenamiento entre hombres y mujeres, éstas mejoran su ejecución en una prueba de figuras ocultas (Goldstein y Chance, 1965), de que hombres que ejecutan mal en HE usan estrategias similares a las de las mujeres que ejecutan bien (Bower y LaBarba, 1988; Voyer y Bryden, 1990), de que mujeres que estuvieron sometidas a niveles elevados de testosterona durante su desarrollo embrionario prefieren los juegos y los juguetes de los niños desde muy pequeñas (Gornan, 1992) y obtienen altos puntajes en tareas espaciales (McGee, 1979). Hier y Crowley (citado en Papalia y Olds, 1990), reportaron que hombres con hipogonadismo hipogonadotrófico idiopático, una alteración que causa una baja producción de hormonas en la pubertad, obtienen puntajes significativamente inferiores en las tareas de relación espacial con identificación de formas geométricas camufladas con líneas falsas o construcción de diseños geométricos con bloques, que los hombres normales. Concluyeron que los andrógenos parecían responsables del desarrollo de las aptitudes espaciales. Masica y cols. (citado por Flor-Henry, 1980), informaron que hombres con síndrome de insensibilidad androgénica (hombres genéticos con morfología femenina), obtienen patrones psicométricos similares a los de las mujeres.

Las evidencias mencionadas nos llevan a considerar la posibilidad de que las diferencias sexuales en poblaciones de HE extrema se encuentren enmascaradas por la masculinización de la organización funcional del cerebro en las mujeres con HE alta y por la feminización de la misma en

hombres con IIE baja, ya sea hormonal o medioambiental. En el caso de nuestros resultados, la selección de la muestra con niveles extremos de IIE puede ser la causa de que las diferencias sexuales fueran pocas.

En la evaluación cualitativa de los cuatro grupos se observa que hay diferencias entre ellos, particularmente entre hombres de IIE alta y mujeres con IIE baja; probablemente estas diferencias no fueron significativas debido a la variabilidad individual.

De las diferencias sexuales en el EEG encontradas podemos decir:

- Las mujeres mostraron mayor PA de $\beta 2$ en frontal y temporal, con ojos abiertos, y de $\alpha 1$ en todas las derivaciones, con ojos cerrados, aunque una tendencia similar se manifestó en todas las bandas y derivaciones. Flor-Henry y cols. (1987c) también encontraron mayor PA en la corteza frontal de las mujeres, pero en las bandas lentas; Eeg-Olofsson (1970) y Matousek y Petersén (1973) informaron que las mujeres adultas tienen mayor amplitud en el EEG que los hombres.

- En las mujeres observamos mayor PP de $\beta 2$ y menor PR de Θ y $\alpha 1$ en la corteza temporal. Deutsch y cols. (1988) encontraron mayor activación en las mujeres, medida con la técnica de flujo sanguíneo cerebral regional. Por su parte, Glass (1967) y Matsuura y cols. (1985) observaron mayor actividad α en los hombres y β en las mujeres. Cole y Ray (1985) propusieron que la actividad α refleja demandas atencionales, reduciendo la estimulación innecesaria y permitiendo un procesamiento interno más eficiente, mientras que β está asociada a emocionalidad; nuestros resultados pueden indicar que las mujeres se aproximaron a la situación experimental con emoción, en tanto que los hombres lo hicieron con atención. Además, hay estudios que han asociado el ritmo Θ con el nivel de atención (Ishijara y Yoshi, 1972; Mizuki, 1980; Michel y cols., 1982); puesto que los hombres tuvieron mayor PR de Θ y $\alpha 1$, y ambas bandas se han relacionado con atención, se fortalece nuestra interpretación.

En lo que se refiere a diferencias hemisféricas, observamos mayor activación del III con

ojos cerrados, y del IID en la condición con ojos abiertos, independientemente del nivel de HE y del sexo. La corteza temporal derecha mostró mayor activación en ambas condiciones. Cole y Ray (1985) encontraron este patrón de activación del IID asociado a la realización de tareas emocionales, particularmente cuando la experiencia de la emoción era positiva.

Las diferencias entre derivaciones, tanto para PA como para PR, y entre derivaciones y bandas para ri son las esperadas (Thatcher y cols., 1980; French y Beaumont, 1984; Tucker y cols., 1986; Alcaraz, 1987; Deutsch y cols., 1988).

Para las bandas $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\beta 1$ y $\beta 2$ se obtuvo un gradiente de PA postero-anterior, mientras que en la banda Θ se observó mayor PA en las regiones cercanas al vértex.

Tanto con ojos abiertos como con ojos cerrados, la banda $\alpha 2$ mostró un gradiente postero-anterior, mientras que $\beta 1$ y $\beta 2$ lo presentaron antero-posterior. La PR de $\alpha 1$ fue menor en la corteza temporal y Θ presentó mayor PR en frontal.

La ri fue mayor en las bandas lentas que en las rápidas y mayor en las derivaciones posteriores que en las anteriores.

En las comparaciones entre ojos abiertos y cerrados también se obtuvieron los resultados esperados: mayor PA, mayor PR de $\alpha 1$ y $\alpha 2$ y menor PR de Θ , $\beta 1$ y $\beta 2$, y mayor ri de la banda total en todas las derivaciones, en la condición con ojos cerrados (Harmony y cols., 1973; Dolce y Waldeier, 1974; Belsh y cols., 1983; Gutiérrez-Otero, 1986; Corsi-Cabrera y cols., 1988).

En conclusión, los resultados de este trabajo indican que:

1. La actividad EEG permite encontrar diferencias en la organización funcional del cerebro en reposo entre grupos de HE extrema, aunque estas diferencias no se asocian exclusivamente con esta aptitud, sino con el conjunto de habilidades cognitivas.

2. El patrón EEG y la ejecución psicométrica nos llevan a comparar los resultados del grupo de HE baja con los resultados de niños con rezago en la maduración o con los de niños o adultos en estados disfuncionales o patológicos.
3. El desconocimiento de la historia de los participantes nos impide saber si los patrones EEG y psicométrico son el resultado de factores maduracionales o disfuncionales.
4. Las diferencias sexuales no fueron más extensas, probablemente debido a la especificidad de la muestra.
5. Es posible que la muestra de mujeres con HE alta tenga una organización funcional del cerebro semejante a la de los hombres, que se manifieste tanto en el EEG como en la ejecución psicométrica, aunque los presentes resultados no nos permiten saber si la causa es hormonal o ambiental.
6. Investigaciones con poblaciones que obtengan puntajes extremos y típicos en otras habilidades cognitivas, en las que se conozca su historia prenatal, maduracional y de adaptación a las demandas del ambiente y en las que se pueda manipular la influencia hormonal son necesarias para ampliar la comprensión de la organización funcional del cerebro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Alcaraz, V.M. (1987). Evaluación electrofisiológica del daño cerebral. En T. Harmony & V.M. Alcaraz (Eds.). Daño cerebral. México: Trillas, 61-103.
- Alford, R. & Alford, F. (1981). Sex differences in asymmetry in the facial expression of emotion. Neuropsychologia, 19(4), 605-608.
- Aminev, G.A., Kadirov, M.Kh. & Akhiyarova, Z. (1979). Correlation between interindividual differences in learning ability in linguistic disciplines and the level of distant cortical synchronization. Plenum Publishing Corporation, 1980, 584-588.
- Annet, M. (1967). The binomial distribution of right, mixed and left handedness. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 61, 303-321.
- Anstey, D. (1948). Prueba de inteligencia de Dominos. México: Manual Moderno.
- Barcaro, U., Denoth, F., Murri, L., Navona, C. & Stefanini, A. (1986). Changes in the interhemispheric correlation during sleep in normal subjects. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 63, 112-118.
- Beaumont, J.G., Mayes, A.R. & Rugg, M.D. (1978). Asymmetry in EEG alpha coherence and power: effects of task and sex. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 445, 393-401.
- Becker, D., Creutzfeldt, O.D., Schiwibbe, M. & Wutke, W. (1982). Changes in physiological, EEG and psychological parameters in women during the spontaneous menstrual cycle and following oral contraceptives. Psychoneuroendocrinology, 7(1), 75-90.
- Belsh, J.M., Chokroverty, S. & Barabas, G. (1983). Posterior rhythmic slow activity in EEG after eye closure. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 56, 562-568.
- Bennet, G.K., Seashore, H.G & Wesman, A.G. (1959). Test de aptitud diferencial. Colegio Americano de Guatemala.
- Blinkov, S. (1980). Sex differences, asymmetry, and variability. En McGlone, J. Sex differences in human brain asymmetry: A critical survey. The Behavioral and Brain Sciences, 3, Commentary, 229.
- Bower, C.A. & LaBarba, R. (1988). Sex differences in the lateralization of spatial abilities: A spacial component analysis of extreme group scores. Brain & Cognition, 8, 165-177.
- Bradshaw, J.L. & Gates, A. (1978). Visual field differences in verbal task: Effects of task familiarity and sex of subject. Brain & Language, 5, 166-187.
- Bradshaw, J.L. (1980). Sex and side: A double dichotomy interacts. En McGlone, J. Sex differences in human brain asymmetry: A critical survey. The Behavioral and Brain Sciences, 3, Commentary, 229-230.
- Broverman, D.M., Klaiber, E., Kobayashi, Y. & Vogel, W. (1968). Roles of activation and inhibition in sex differences in cognitive abilities. Psychological Review, 75(1), 23-50.
- Busk, J. & Galbraith, G.C. (1975). EEG correlates of visual motor practice in man. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 38, 415-422.
- Butler, S. & Glass, A. (1974) Asymmetries in the electroencephalogram associated with cerebral

dominance. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 36, 481-491.

Callaway, E. & Harris, P.R. (1974). Coupling between cortical potentials from different areas. Science, 873-875.

Casey, M.B. & Brabeck, M.M. (1989). Exceptions of the males advantage on a spatial task: family handedness and college major as factors identifying women who excel. Neuropsychology, 27(5), 689-696.

Casey, M.B. & Brabeck, M.M. (1990). Women who excel on a spatial task: Proposed genetic and environmental factors. Brain and Cognition, 12, 73-84.

Clusin, W.T. & Giannitrapani, D. (1970). EEG and the short-term retention of digits. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 28, 418.

Cole, H.W. & Ray, W.J. (1985). EEG correlates of emotional tasks related to attentional demands. International Journal of Psychophysiology, 3, 33-41.

Colter, N., & Shaw, J.C. (1982). EEG coherence analysis and field dependence. Biological Psychology, 15, 215-228.

Corsi-Cabrera, M. (1983). Psicofisiología del sueño. México: Trillas, 235 pp.

Corsi-Cabrera, M., Meneses, S. & Molina, E. (1987). Correlación interhemisférica y acoplamiento temporal de la actividad eléctrica cortical durante la vigilia, la etapa II y el sueño paradójico en el hombre. Revista Mexicana de Psicología, 4, 100-108.

Corsi-Cabrera, M., Gutiérrez, S., Ramos, J. & Arce, C. (1988). Interhemispheric correlation of EEG activity during successful and unsuccessful cognitive performance. International Journal of Neuroscience, 38, 253-259.

Corsi-Cabrera, M., Herrera, P. & Malvido, M. (1989a). Cognitive abilities: Sex differences. International Journal of Neuroscience, 45, 133-141.

Corsi-Cabrera, M., Ramos, J. & Meneses, S. (1989b). Effect of normal sleep and sleep deprivation on interhemispheric correlation during subsequent wakefulness. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 72, 305-311.

Corsi-Cabrera, M., Ramos, J., Arce, C., Guevara, M.A. & Ponce de León, M. (1990a). Interhemispheric correlation of EEG activity is increased after normal sleep. En Horne, J.E. (Ed.). Sleep'90, Alemania: Pontenagel Press.

Corsi-Cabrera, M., Ramos, J., Arce, C., Ponce de León, M., Guevara, M.A. & Lorenzo, I. (1990b). Cambios en la correlación interhemisférica durante la vigilia por efecto del sueño y de su privación. Resumen, XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, Jalisco, México.

Corsi-Cabrera, M., Lorenzo, I., Ramos, J., Arce, C., Guevara, M.A. & Ponce de León, M. (1992). Effect of sleep deprivation and time of day on waking EEG and oral temperature. Abstract, 11th. European Congress on Sleep Research, Helsinki, Finland.

Creutzfeldt, O., Grunewald, G., Simonova, O. & Schmitz, H. (1969). Changes of the basic rhythms of the EEG during the performance of mental and visuo-motor tasks. En C.R. Evans & T.B. Mullanholand (Eds.) Attention in Neuropsychology. London: Butterworths.

Chayo, R. (1989). Potenciales relacionados a eventos registrados ante la lectura dentro y fuera de

contexto, la onda cerebral CNV y la onda PINV en el estudio de sujetos normales y disléxicos. Tesis doctoral, México: UNAM. 182 pp.

Chernigovskii, V.N., Markman, V.G. & Avsarkisyan, A.N. (1983). Voluntary control of alpha and theta-rhythms of the human EEG. Plenum Publishing Corporation, 366-370.

Chiappa, K.H. (1990). Principles of evoked potentials. En K.H. Chiappa (Ed.). Evoked potentials in clinical medicine. New York: Raven Press, 1-35.

Chiba, G., Sato, K., Ono, K. & Fukata, K. (1979). On some EEG patterns in children and adults. International Journal of Neuroscience, 9, 157-174.

Davidson, R.J. & Schwartz, G.E. (1976). Patterns of cerebral lateralization during cardiac biofeedback vs the self-regulation of emotion: sex differences. Psychophysics, 13(2), 62-68.

Deutsch, G. Bourbon, T., Papanicolaou, A.C. & Eisenberg, H.M. (1988). Visuospatial tasks compared via activation of regional cerebral blood flow. Neuropsychologia, 26(3), 445-452.

Doktor, R. & Bloom, D.M. (1977). Selective lateralization of cognitive style related to occupation as determined by EEG alpha asymmetry. Psychophysiology, 14, 385-387.

Dolce, G. & Waldeier, H. (1974). Spectral and multivariate analysis of EEG changes during mental activity in man. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 36, 577-584.

Doyle, C.J., Ornstein, R. & Galin, D. (1974). Lateral specialization of cognitive mode: II EEG frequency analysis. Psychophysiology, 11(5), 567-578.

Dubois, M., Sato, S., Lees, D.E., Bull, J.M., Smith, R., White, B.G., Moore, H. & Macnamara, T.E. (1980). Electroencephalographic changes during whole body hyperthermia in humans. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 59, 486-495.

Dumas, R. & Morgan, A. (1975). EEG asymmetry as a function of occupation, task, and task difficulty. Neuropsychologia, 13, 219-228.

Dumermuth, G., Walz, W., Scollo-Lavizzari, G. & Kleiner, B. (1972). Spectral analysis of EEG activity in different sleep stages in normal adults. Eur. Neurol., 7, 265-296.

Dumermuth, G. & Lehmann, D. (1981). EEG power and coherence during non-REM and REM phases in humans in all-night sleep analyses. Eur. Neurol., 20, 429-434.

Eeg-Olofsson, O. (1970). The development of electroencephalogram in normal children and adolescents from the age of 1 through 21 years. Acta Paediatrica Scandinavica, 208, 1-46.

Ehrlichman, H. & Wiener, M.S. (1980). EEG asymmetry during covert mental activity. Psychophysiology, 17(3), 228-235.

Fairweather, H. (1975). Information processing during two types of EEG activity. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 39, 43-51.

Fairweather, H. (1976). Sex differences in cognition. Cognition, 4, 231-280.

Fisch, B.J. (1991). Spehlmann's EEG Primer. New York: Elsevier, 634 pp.

Fisher, D.G., Hunt, D. & Randhawa, B.S. (1982). Spontaneous EEG correlates of intellectual functioning in talented and handicapped adolescents. Perceptual & Motor Skills, 54, 751-762.

Flor-Henry, P. (1980). Evolutionary and clinical aspects of lateralized sex differences. En McGlone, J. Sex differences in human brain asymmetry: A critical survey. The Behavioral and Brain Science, 3, Comentary, 235-236.

Flor-Henry, P. & Koles, Z.J. (1984). Statistical quantitative EEG studies of depression, mania, schizophrenia and normals. Biological Psychology, 19, 257-279.

Flor-Henry, P., Koles, Z.P. & Sussman, P.S. (1984). Further observations on right/left hemispheric energy oscillations in the endogenous psychoses. Advances in Biological Psychiatry, 15, 1-11.

Flor-Henry, P., Koles, Z.J., Reddon, J.R. & Baker, L. (1986). Neurophysiological studies (EEG) of exhibitionism. En Shagas Josassen, R.C. & Roemet, R.A. (Eds.). Brain electrical potentials and psychopathology, New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., 279-306.

Flor-Henry, P. (1987a). Cerebral dynamics, laterality and psychopathology: A commentary. En Takahashi, R., Flor-Henry, P., Gruzeller, J. & S-Niwa (Eds.). Cerebral dynamics, laterality and psychopathology. New York: Elsevier Science Publishers. 3-21.

Flor-Henry, P., Koles, Z.J. & Lind, J. (1987b). Statistical EEG investigations of the endogenous psychoses: Power and coherence. En Takahashi, R., Flor-Henry, P., Gruzeller, J. & S-Niwa (Eds.). Cerebral dynamics, laterality and psychopathology. New York: Elsevier Science Publishers. 93-104.

Flor-Henry, P., Koles, Z.J. & Reddon, J.R. (1987c). Age and sex related EEG configurations in normal subjects. En A. Glass (Ed.), Individual Differences in Hemispheric Specialization. New York: Plenum Press. 121-148.

Ford, M.R., Goethe, J.W. & Dekker, D.K. (1986). EEG coherence and power changes during a continuous movement, task. International Journal of Psychophysiology, 4, 99-110.

French, C. & Atree, E. (1989). The relationship between laterality and numerical and spatial ability. Neuropsychologia, 27(7), 1019-1022.

French, C. & Beaumont, J.G. (1984). A critical review of EEG coherence studies of hemisphere function. International Journal of Psychophysiology, 1, 241-254.

Furst, C.J. (1976). EEG alpha asymmetry and visuospatial performance. Nature, 260, 254-255.

Galín, D. & Ornstein, R. (1972). Lateral specialization of cognitive mode: An EEG study. Psychophysiology, 9(4), 412-418.

Galín, D., Johnstone, J. & Herron, J. (1978). Effects of task difficulty on EEG measures of cerebral engagement. Neuropsychologia, 16, 461-472.

Galín, D., Ornstein, R., Herron, J. & Johnstone, J. (1982). Sex and handedness differences in EEG measures of hemispheric specialization. Brain & Language, 16, 19-55.

Gasser, Th., Von Lucadou-Müller, I., Verleger, R. & Bäcker, P. (1983). Correlating EEG and IQ: A new look at an old problem using computerized EEG parameters. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 55, 493-504.

Gasser, T., Jennen-Steinmetz, Ch. & Verleger, R. (1987). EEG coherence at rest and during a visual task in two groups of children. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 67, 151-

- Geary, D.C. (1989). A model for representing gender differences in the pattern of cognitive abilities. American Psychologist, 1155-1156.
- Giannitrapani, D. (1969). EEG average frequency and intelligence. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 27, 480-486.
- Giannitrapani, D. (1980). The coherence of the EEG in normal and schizophrenic subjects. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 49, 108P.
- Glass, A. (1967). Intensity of attenuation of alpha activity by mental arithmetic in females and males. Physiology & Behavior, 3, 217-220.
- Goff, W.R. (1974). Human average evoked potentials: Procedures for stimulating and recording. En R.F. Thompson & M.M. Patterson (Eds.). Bioelectric recording techniques, Part B: Electroencephalography and human brain potentials. New York: Academic Press, 102-156.
- Goldstein, A.G. & Chance, J.E. (1965). Effects of practice on sex-related differences in performance on embedded figures. Psychon. Sci., 3, 361-362.
- Goldstein, L., Stolzhus, N.W. & Gardocki, J.F. (1972). Changes in interhemispheric amplitude relationships in the EEG during sleep. Physiol. Behav., 8, 811-815.
- Goldstein, L., Manowitz, P., Nora, R., Swartzburg, M. & Carlton, P.L. (1985). Differential EEG activation and pathological gambling. Biol. Psychiatry, 20(11), 1232-1234.
- Goodman, D.M., Beatty, J. & Mulholland, T.B. (1980). Detection of cerebral lateralization of function using EEG alpha-contingent visual stimulation. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 48, 418-431.
- Gorman, Ch. (1992). Sizing up the sexes. Time, 20, 34-41.
- Grabow, J.D., Aronson, A.E. Green, K.L. & Offord, K.P. (1979). A comparison of EEG activity in the left and right cerebral hemispheres by power-spectrum analysis during language and non-language tasks. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 47, 460-472.
- Grindel, O.M. (1982). Optimal level of EEG coherence and its role in evaluation of the state of human brain functions. Neuroscience Behavioral Physiology, 12, 199-205.
- Grunau, R., Purves, S., McBurney, A. & Low, M. (1981). Identifying academic aptitude in adolescent children by psychological testing and EEG spectral analysis. Neuropsychology, 19, 79-86.
- Guilford, J.P. & Fruchter, B. (1984). Estadística aplicada a la Psicología y a la Educación. México: McGraw-Hill, 497 pp.
- Gur & Reivich, (1980). Cognitive task effects on hemispheric blood flow in humans: Evidence for individual differences in hemispheric activation. Brain & Language, 9, 78-92.
- Gur, R.C., Gur, R.E., Obrist, W.D., Hungerbuhler, J.P., Younkin, D., Rosen, A.D., Skilnick, B.E. & Reivich, M. (1982). Sex and handedness differences in cerebral blood flow during rest and cognitive activity. Science, 217, 659-661.
- Gutiérrez-Otero, S. (1986). Correlatos electroencefalográficos durante la ejecución de tareas

cognoscitivas. Tesis. México: Universidad Anáhuac. 119 pp.

Gutiérrez, S. & Corsi-Cabrera, M. (1988). EEG activity during performance of cognitive tasks demanding verbal and/or spatial processing. International Journal of Neuroscience, 62, 149-155.

Haaland, K.Y. & Wertz, R.T. (1976). Interhemispheric EEG activity in normal and aphasic adults. Perceptual & Motor Skills, 42, 827-833.

Harmony, T., Otero, G., Ricardo, J. & Fernández, G. (1973). Polarity coincidence correlation coefficient and signal energy ratio of the ongoing EEG activity. I. Normative data. Brain Research, 61, 133-140.

Harmony, T. (1987). Evaluación neurométrica de pacientes neurológicos. En T. Harmony & V.M. Alcaraz (Eds.). Daño cerebral. México: Trillas, 161-179.

Harmony, T., Marosi, E., Díaz de León, A. E., Becker, J. & Fernández, T. (1990a). Effect of sex, psychosocial disadvantages and biological risk factors on EEG maturation. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 75, 482-491.

Harmony, T., Hinojosa, G., Marosi, E., Becker, J., Fernández-Harmony, T., Rodríguez, M., Reyes, A. & Rocha, C. (1990b). Correlation between EEG spectral parameters and an educational evaluation. International Journal of Neuroscience.

Harshman, R.A., Hampson, E. & Berenbaum, S.A. (1983). Individual differences in cognitive abilities and brain organization. Part I: Sex and handedness differences in ability. Canadian Journal of Psychology, 37(1), 144-192.

Haynes, W.O. & Moore Jr, W.H. (1981). Sentence imagery and recall: An electroencephalographic evaluation of hemispheric processing in males and females. Cortex, 17, 49-62.

Hector, M.-L. (1980). EEG Recording. USA: Butterworth & Co., 168 pp.

Hirshkowitz, M., Earle, J. & Paley, B. (1978). EEG alpha asymmetry in musicians and nonmusicians: A study of hemispheric specialization. Neuropsychology, 16, 125-128.

Hiscock, M. & Hiscock, Ch. (1988). An anomalous sex differences in auditory laterality. Cortex, 24, 595-599.

Inglis, J. & Lawson, J.S. (1982). A meta-analysis of sex differences in the effects of unilateral brain damage on intelligence test results. Canadian Journal of Psychology, 36(4), 670-683.

Inglis, J., Ruckman, M., Lawson, J.S., MacLean, A.W. & Monga, T.N. (1982). Sex differences in the cognitive effects of unilateral brain damage. Cortex, 18, 257-276.

Ingvar, D.H. (1977). Functional responses of the human brain studied by regional cerebral blood flow techniques. Acta Clinica Belgica, 32(2), 68-82.

Inouye, T., Yagasaki, A., Takahashi, H. & Shinosaki, K. (1981). The dominant direction of interhemispheric EEG changes in the linguistic process. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 51, 265-275.

Ishihara, T. & Yoshi, N. (1972). Multivariate analytic study of EEG and mental activity in juvenile delinquents. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 33, 71-80.

Jasper, H.H. (1958). The ten twenty electrode system of the International Federation. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 10, 371-375.

John, E.R. (1987). Evaluación neurométrica de las disfunciones cognitivas. En T. Harmony & V.M. Alcaraz (Eds.). Daño cerebral. México: Trillas, 180-234.

Jones, B. (1980). Sex and handedness as factor in visual-field organization for a categorization task. Human Perception & Performance, 6(3), 494-500.

Jutai, J.W. (1984). Cerebral asymmetry and the psychophysiology of attention. International Journal of Psychophysiology, 1, 219, 225.

Kail, R., Carter, P. & Pellegrino, J. (1979). The locus of sex differences in spatial ability. Perception & Psychophysics, 26(3), 182-186.

Kaye, H., John, E.R., Ahn, H. & Pritchep, L. (1980). Neurometric evaluation of learning disabled children. International Journal of Neuroscience, 13, 15-25.

Kelly, D.D. (1991). Sexual differentiation of the nervous system. En E.R. Kandel, J.H. Schwartz & Jessell. Principles of Neural Science. New York: Elsevier, 959-973.

Kimura, D. (1961). Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. Canadian J. Psychology, 15, 156,165.

Kirk, R.E. (1968). Experimental design: Procedures for the behavioral sciences. United States of America: Brooks/Cole Pub. Co.

Koles, Z.J. & Flor-Henry, P. (1985). Gender-related patterning of coherence in the EEG. XIV ICMBE and VII ICMP, ESPOO, Finland.

Koles, Z.J. & Flor-Henry, P. (1987). The effect of brain function on coherence patterns in the bipolar EEG. International Journal of Psychophysiology, 5, 63-71.

Lacoste-Utamsing, Ch. & Holloway, R. (1982). Sexual dimorphism in the human corpus callosum. Science, 216, 1431-1432.

Lake, D.A. & Bryden, M.P. (1976). Handedness and sex differences in hemispheric asymmetry. Brain & Language, 3, 266-282.

Leisman, G. & Ashkenazi, M. (1980). Aetiological factors in dyslexia. IV. Cerebral hemispheres are functionally equivalent. Neuroscience, 11, 157-184.

Levintal, Ch. F. (1990). Introduction to Physiological Psychology. United States of America: Prentice-Hall, Inc., 522 pp.

Levy, J. & Reid, M. (1976). Variations in writing posture and cerebral organization. Science, 194, 337-339.

Levy, J. & Reid, M. (1978). Variations in cerebral organization as a function of handedness, hand posture in writing, and sex. Journal of Experimental Psychology: General, 107(2), 119-144.

Linn, M.C. & Petersen, A.C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. Child Development, 56, 1479-1498.

Lotwick, G.H., Simon, A. & Ward, I.O. (1981). Field dependence/independence and its relation to

sex of polytechnic students. Perceptual & Motor Skills, 53, 271-272.

Luria, A.R. (1979). El cerebro en acción. España: Fontanella, 383 pp.

Marantz Connor, J., Schackman, M. & Serbin, L.A. (1978). Sex-related differences in response to practice on a visual-spatial test and generalization to a related test. Child Development, 49, 24-29.

Marosi, E., Harmony, T., Sánchez, L., Becker, J., Díaz de León, A.E. & Bernal J. (1992). Maturation of the coherence on the EEG activity in normal and learning disabled children. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 00, 000-000.

Matousek, M. & Petersén, I. (1973). Automatic evaluation of EEG background activity by means of age-dependent EEG quotients. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 35, 603-612.

Matsuura, M., Yamamoto, K., Fukasawa, H., Okubo, Y., Uesugi, H., Moriwa, M., Kojima, T. & Shimazono, Y. (1985). Age development and sex differences of various EEG elements in healthy children and adults-quantification by a computerized wave form recognition method. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 60, 394-406.

Matthis, P., Scheffner, D., Benninger, Chr., Lipinski, Chr. & Stolzis, L. (1980). Changes in the background activity of the electroencephalogram according to age. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 49, 626-635.

Mayes, J.T. (1982). Hemisphere function and spatial ability: An exploratory study of sex and cultural differences. International Journal of Psychology, 17, 65-80.

McGee, M. (1979). Human spatial abilities: Studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. Psychological Bulletin, 31(5), 889-918.

McKee, G., Humphrey, B. & McAdam, D.W. (1973). Scaled lateralization of alpha activity during linguistic and musical tasks. Psychophysiology, 10(4), 441-442.

McGlone, J. (1980). Sex differences in human brain asymmetry: A critical survey. The Behavioral and Brain Sciences, 3, 215-263.

Michel, J., Koch, B., Camman, H., Ellerman, J., Chegurov, Y.N. & Suvorov, N.B. (1982). System analysis of the EEG during stimulus discrimination tasks. . . 7-14.

Mizuki, Y., Tanaka, M., Isozaki, H., Nishijima, H. & Inanaga, K. (1980). Periodic appearance of theta rhythm in the frontal midline area during performance of mental task. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 49, 345-351.

Mizuki, Y., Hashimoto, M., Tanaka, T., Inanaga, K. & Tanaka, M. (1983). A new physiological tool for assessing anxiolytic effects in humans: frontal midline theta activity. Psychopharmacology, 80, 311-314.

Moore, W.H. (1984). The role of right hemispheric information processing strategies in language recovery in aphasia: an electroencephalographic investigation of hemispheric alpha asymmetries in normal an aphasic subjects. Cortex, 20, 193-205.

Mundy-Castle, A.C. (1958). Electrophysiological correlates of intelligence. J. of Personality, 26, 184-199.

Nicki, R.M. & Gale, A. (1977). EEG, measures of complexity, and preference for

nonrepresentational works of art. Psychology, 6, 281-286.

O'Boyle, M.W. & Benbow, C.P. (1990). Enhanced right hemisphere involvement during cognitive processing may relate to intellectual precocity. Neuropsychologia, 28(2), 211-216.

O'Connors, K.P., Shaw, J.C. & Ongley, C.O. (1979). The EEG and differential diagnosis in psychogeriatrics. Brit. J. Psychiat., 135, 156-162.

O'Connors, K.P. & Shaw, J.C. (1982). Comment on Zoccolotti's "Field dependence, laterality and the EEG: A reanalysis of O'Connors and Shaw". Biological Psychology, 15, 209-213.

Oltman, P.K., Semple, Ch. & Goldstein, L. (1979). Cognitive style and interhemispheric differentiation in the EEG. Neuropsychologia, 17, 699-702.

Ornstein, R., Johnstone, J., Herron, J. & Swencionis, Ch. (1980). Differential right hemisphere engagement in visitespatial tasks. Neuropsychologia, 18, 49-64.

Otero-Silíceo, E. (1987). Maduración neurológica. En T. Harmony & V.M. Alcaraz (Eds.). Daño cerebral. México: Trillas, 12-29.

Ottman, P.K., Raskin, E. & Witkin, H.A. (1971). Test de Figuras Ocultas.

Papalia, D.E. & Olds, S.W. (1990). Psicología. España: McGraw-Hill, 762 pp.

Petersén, K.G.I., Matousek, M., Mednick, S.A., Volavka, J. & Pollock, V. (1982). EEG antecedents of thievery. Acta Psychiat. Scand. 65, 331-338.

Ramos, J. (1986). Correlatos electroencefalográficos de la audición de música clásica. Tesis, México: Universidad Anáhuac, 113 pp.

Ramos, J. (1989). Actividad eléctrica cortical durante la solución de tareas cognitivas en mujeres. Tesis, México: UNAM, 106 pp.

Ramos, J. & Corsi-Cabrera, M. (1989). Does brain electrical activity react to music? International Journal of Neuroscience, 47, 351-357.

Ratcliff, G. (1979). Spatial thought, mental rotation and the right cerebral hemisphere. Neuropsychologia, 17, 49-54.

Raven, (1956). Prueba de Matrices Progresivas. México: Manual Moderno.

Ray, W.J., Morell, M., Frediani, A.W. & Tucker, D. (1976). Sex differences and lateral specialization of hemispheric functioning. Neuropsychologia, 14, 391-394.

Ray, W.J., Newcombe, N., Semon, J. & Cole, P.M. (1981). Spatial abilities, sex differences and EEG functioning. Neuropsychologia, 19, 712-722.

Ray, W.J. & Cole, H.W. (1985a). EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. Science, 28, 750-752.

Ray, W.J. & Cole, H.W. (1985b). EEG activity during cognitive processing: Influence of attentional factors. International Journal of Psychophysiology, 3, 43-48.

Rebert, Ch.S. & Mahoney, R.A. (1978). Functional cerebral asymmetry and performance III: Reaction time as a function of task, hand, sex, and EEG asymmetry. Psychophysiology, 15(1), 9-

- Resekind, M.R., Coates, T.J. & Zarcone, V.P. (1979). Lateral dominance during wakefulness, NREM stage 2 sleep and REM sleep. Sleep Research, 8, 36.
- Rugg, M.D. & Dickéns, A.M. (1982). Dissociation of alpha and theta activity as a function of verbal and visuo-spatial tasks. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 53, 201-207.
- Safer, M.A. (1981). Sex and hemisphere differences in access to codes for processing emotional expressions and faces. Journal of Experimental Psychology: General, 110(1), 86-100.
- Sanders, B., Soares, M.P. & D'Aquila, J.M. (1982). The sex difference on one test of spatial visualization: A nontrivial difference. Child Development, 53, 1106-1110.
- Schiffman, H.R. (1981). La percepción sensorial. México: Limusa, 453 pp.
- Schoppenhorst, F., Brauer, G., Freund, G. & Kubicki, S. (1978). The significance of coherence estimates in determining central alpha and mu activities. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 48, 25-33.
- Shaw, J.C. (1984). Correlation and coherence analysis of the EEG: A selective tutorial review. International Journal of Psychophysiology, 1, 255-266.
- Shaw, J.C., Brooks, S., Colter, N. & O'Connors, K.P. (1979). A comparison of schizophrenic and neurotic patients using EEG power and coherence spectra. En J. Grusclier & P. Flor-Henry (Eds.). Hemispheric asymmetries of function in Psychopathology. Amsterdam: Elsevier/North Holland Biomedical Press, 257-284.
- Shaw, J.C., O'Connors, K.P. & Ongley, C. (1977). The EEG as a measure of cerebral functional organization. Brit. J. Psychiat., 130, 260-264.
- Shepherd, R. & Gale, A. (1982). EEG correlates of hemispheric differences during a rapid calculation task. British Journal of Psychology, 73, 73-84.
- Silva, D.A. & Satz, P. (1979). Pathological left-handedness: Evaluation of a model. Brain & Language, 7, 8-16.
- Simon, O. (1983). Electroencefalografía: Introducción y atlas. España: Salvat Editores, 289 pp.
- Sklar, B., Hanley, J. & Simmons, W.W. (1972). An EEG experiment aimed toward identifying dyslexic children. Nature, 240, 414-416.
- Slatter, K.H. (1960). Alpha rhythms and mental imagery. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 12, 851-859.
- Smith, B.D., Meyers, M., Kline, R. & Bozman, A. (1987). Hemispheric asymmetry and emotion: Lateralized parietal processing of affect and cognition. Biological Psychology, 25, 247-260.
- Sols-Ortiz, S., Corsi, M., Ramos, J. & Arce, C. (1990). Correlación interhemisférica de la actividad eléctrica cortical durante el ciclo menstrual en la mujer. XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Jalisco, México. Resumen.
- Sols-Ortiz, S., Corsi-Cabrera, M., Ramos, J., Arce, C. & Guevara, M.A. (1991). Correlatos electroencefalográficos del ciclo menstrual. Revista Cubana de de Investigaciones Biomédicas, Clin. 37, 88. Resumen.

- Solis, M.S. (1992). Cambios en la actividad eléctrica cortical (EEG) relacionados con el ciclo menstrual en la mujer. Tesis de Maestría. México: UNAM. 110 pp.
- Stoner, S. (1978). Sex differences in responses of children to the hand test. Perceptual and Motor Skills, 46, 759-762.
- Stutton, S., Bharen, M., Zübini, J. & John, E.R. (1965). Information delivery and the sensory evoked potential. Science, 150, 1187-1188.
- Tecce, J.J. (1976). CNV and the distraction arousal hypothesis. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 277-286.
- Thatcher, R.W. & Walker, R.A. (1980). EEG coherence and intelligence in children. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 49, S161.
- Thau, K., Rappelsberger, P., Lovrek, A., Petsche, H., Simhandl, Ch. & Topitz, A. (1988). Effect of lithium on the EEG of healthy males and females. Neuropsychobiology, 20, 158-163.
- Tojo, Y. (1984). Hemispheric activity in normal and autistic subjects during information processing: analysis of EEG and behavior. Simposio "The problem of deducing psychological processes from EEG analysis".
- Tompson, I.W. & Wilson, S. (1966). Electro cortical reactivity and learning in the elderly. J. of Gerontology, 21, 45-51.
- Trotman, A.C. & Hammond, G.R. (1979). Sex differences in task-dependent EEG asymmetries. Psychophysiology, 16(5), 429-437.
- Tucker, D.M., Roth, R.S., Arneson, B.A. & Buckingham, V. (1977). Right hemisphere activation during stress. Neuropsychologia, 15, 697-700.
- Tucker, D.M., Roth, D.L. & Bair, T.B. (1986). Functional connections among cortical regions: Topography of EEG coherence. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 63, 242-250.
- Tyner, F.S., Knott, J.R. & Brem Mayer, W. (1983). Fundamentals of EEG Technology, Volume I: Basic concepts and methods. New York: Raven Press, 320 pp.
- Van Dis, H., Corner, M., Dapper, R., Hanewold, G. & Kok, H. (1979). Individual differences in the human electroencephalogram during quiet wakefulness. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 47, 87-94.
- Volavka, J., Mednick, S.A., Rasmussen, L. & Sergeant, J. (1977). EEG spectra in XYY and XXY men. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 43, 798-801.
- Voyer, D. & Bryden M.P. (1990). Gender, level of spatial ability, and lateralization of mental rotation. Brain & Cognition, 13, 18-29.
- Warren, L.R., Peltz, L. & Hauster, E.S. (1976). Patterns of EEG alpha during word processing and relations to recall. Brain & Language, 3, 283-291.
- Weller, M. & Montagu, J.D. (1980). EEG coherence in schizophrenia: A preliminary study. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 49, 100P-101P.
- Wexler, B.E. & Lipman, A.J. (1988). Sex differences in change over time in perceptual

asymmetry. Neuropsychologia, 26(6), 943-946.

Wiet, S. & Goldstein, L. (1979). Successful and unsuccessful university students: Quantitative hemispheric EEG differences. Biological Psychology, 8, 273-284.

Wilkinson, R.T. & Vec, M.V. (1972). Auditory evoked potentials and selective attention EEG. Clinical Neurophysiology, 33, 411-418.

Willis, S., Wheatley, G.H. & Michell, O.R. (1980). Cerebral processing of spatial and verbal-analytic tasks: an EEG study. Neuropsychologia, 17, 473-482.

Witelson, S.F. (1976). Sex and the single hemisphere: Specialization of the right hemisphere for spatial processing. Science, 193, 425-427.

Zhirnuskaya, E.A., Rybnikov, A.I., Losev, V.S., Veksler, L.S., Stenina, I.I. & Lozhnikova, S.M. (1981). Electroencephalographic manifestation of paired functions of the cerebral hemispheres. Plenum Publishing Corporation, 7(3), 462-473.

Zoccolotti, P. (1982). Field dependence, laterality and the EEG: A reanalysis of O'Connors and Shaw (1978). Biological psychology, 15, 203-207.