



UNIVERSIDAD ANAHUAC

**ESCUELA DE PSICOLOGIA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS
A LA U. N. A. M.**

**CORRELATOS ELECTROENCEFALOGRAFICOS DE LA
AUDICION DE MUSICA CLASICA.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN PSICOLOGIA
P R E S E N T A :
JULIETA RAMOS LOYO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

I. INTRODUCCION.	1
II. MARCO TEORICO.	4
A. Factores que intervienen en la percepción musical.	4
B. Efectos fisiológicos de la música.	9
C. Mecanismos cerebrales del procesamiento musical.	11
1. Especialización hemisférica de la música.	19
2. Especialización hemisférica de las emociones.	25
3. Diferencias Sexuales en la especialización hemisférica.	30
4. Electroencefalografía y especialización hemisférica.	35
III. TRABAJO EXPERIMENTAL.	44
A. Introducción.	44
B. Sujetos.	45
C. Procedimiento.	46
D. Obtención y análisis de datos.	50
1. Captura de la señal de EEG.	50
2. Análisis de la señal de EEG.	53
a) Transformada rápida de Fourier.	53
b) Análisis de correlación cruzada.	57
E. Análisis Estadístico.	57

F. RESULTADOS.	59
1. Escalas de evaluación subjetiva de los estímulos.	59
2. Línea Base.	60
3. Diferencias en la potencia relativa de las bandas theta, alfa y beta en las diferentes condiciones y derivaciones.	60
a) theta.	61
b) alfa.	63
c) beta.	63
4. Diferencias interhemisféricas en la potencia relativa de las bandas theta, alfa y beta.	65
a) theta.	65
b) alfa.	65
c) beta.	65
5. Diferencias sexuales en las potencias relativas de las bandas theta, alfa y beta.	65
a) theta.	65
b) alfa.	68
c) beta.	69
6. Diferencias en las correlaciones interhemisféricas en las diferentes condiciones y derivaciones.	73
7. Diferencias sexuales en las correlaciones interhemisféricas en las diferentes condiciones y derivaciones.	
a) theta.	73
b) alfa.	75
c) beta.	76
d) señal total.	78

8. Correlación entre las potencias relativas de las
bandas theta, alfa y beta. 79

IV. DISCUSION. 91

V. BIBLIOGRAFIA. 106

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es estudiar los cambios electroencefalográficos producidos durante la audición de la música clásica, para lo cual se registró el EEG de 14 sujetos diestros, 7 hombres y 7 mujeres, aficionados a la música clásica, pero sin entrenamiento formal en ella. Se registró en las derivaciones: C3, C4, T3, T4, P3 y P4 monopolarmente, con los ojos cerrados. Después de tomar una línea base se presentaron los siguientes estímulos en orden contrabalanceado entre los sujetos: un fragmento del primer movimiento de la Sinfonía No. 1 de Saint Saens y como control, la grabación del llanto de un bebé, separados entre sí por un silencio. Se hizo un análisis de varianza de dos factores (A= derivaciones, B= condiciones), para detectar cambios significativos ($P < 0.05$) en la potencia de las bandas theta, alfa y beta.

Los cambios del EEG se vieron en las bandas theta y alfa. La potencia de theta aumentó significativamente durante la música y disminuyó durante el llanto, sin que hubieran diferencias entre las derivaciones. La potencia de alfa, por el contrario, disminuyó durante la música y aumentó durante el llanto. Si hubo diferencias significativas entre derivaciones, siendo mayor la potencia en parietal y menor en temporal.

El ritmo beta no mostró cambios significativos entre la línea base, la música y el llanto, pero sí entre las derivaciones, siendo mayor en temporal y menor en parietal.

Se encontraron diferencias sexuales en el ritmo alfa durante el llanto, siendo mayor la potencia en los hombres que en las mujeres y en el ritmo beta durante la línea base y la música, observándose una potencia mayor en las mujeres.

En un análisis de varianza de dos factores (A= derivaciones, B = condiciones) se encontraron diferencias significativas en los valores de correlación interhemisférica, únicamente entre derivaciones, siendo mayor la correlación en parietal y menor en temporal en todas las bandas.

También se encontraron diferencias sexuales significativas en los valores de correlación interhemisférica en las bandas theta y beta; las mujeres muestran una correlación mayor que los hombres en central, mientras que los hombres tienen una correlación mayor en temporal.

Se hizo además, una correlación entre las diferentes bandas y se encontró una correlación significativa, alta y negativa entre la potencia de beta y theta, en central izquierdo ($r = -.83$) y derecho ($r = -.86$) y en parietal derecho ($r = -.93$) y entre alfa y theta, en central (C3, $r = -.93$ y L4, $r = -.86$). No hubo ninguna correlación en temporal. La correlación entre alfa y beta en algunas derivaciones fue positiva y en otras negativa y solamente significativa para P3 ($r = -.87$).

I. INTRODUCCION.

En realidad no se ha comprendido el hecho central del significado de la música; de su poder de comunicación y de deleite: ¿cómo es que una pieza musical puede transformar el estado anímico de los oyentes? ¿por qué este estado, producido por la música, puede ser diferente de una persona a otra? ¿cuáles son los mecanismos fisiológicos involucrados en la reacción subjetiva experimentada al escuchar un fragmento musical?

La música es una forma de lenguaje que ha servido al hombre, a lo largo de su historia, para expresarse y comunicarse con sus semejantes, entre otras cosas. Pitágoras, en el s. VI A.C. ya conocía los efectos psíquicos de una melodía o acorde sinfónico; por lo que utilizaba diferentes intervalos musicales de acuerdo al tipo de actividad que realizaban sus discípulos. Pitágoras también descubrió el poder terapéutico de la música y preparó armonías especiales para el tratamiento de determinadas enfermedades. (Maynade, 1975).

En los últimos años se ha desarrollado la 'musicoterapia', definida como la aplicación científica del arte de la música para elaborar objetivos terapéuticos. A través de los cambios en el comportamiento provocados por la terapia musical, se espera que el paciente llegue a experimentar una mejor comprensión de sí mismo y del mundo que lo rodea y pueda lograr, con la recuperación de su salud física y mental, una interacción efectiva a la sociedad.

Las aplicaciones de la musicoterapia se llevan a cabo en el campo de: los problemas psicopatológicos (neuróticos, psicópatas y psicóticos); las perturbaciones motoras (poliomielíticas, coreoatóxicas, espásticas); los problemas sensoriales (sordos, ciegos); en infradotados y problemas del lenguaje. (Alvin, 1967).

Marvin Minsky (1981) dice que utilizamos la música como un truco para distraer nuestra forma de entender el mundo. Dice que es posible que la música llamada "de fondo" tenga efectos tranquilizantes debido a que cambia nuestros pensamientos profundos de malos a neutrales, para dejar los pensamientos superficiales privados de afecto por medio de divertir al inconsciente. De esta forma la música sirve como una forma de escape a pensamientos ansiosos.

En la percepción musical podemos considerar tres áreas: 1) recepción y percepción de los estímulos musicales; 2) interpretación de la información acústica relevante a la música y; 3) la reacción emocional a los mensajes musicales. En cada área intervienen mecanismos fisiológicos que la hacen posible. La percepción de los estímulos musicales está ligada al sistema sensorial periférico; los canales aferentes y las áreas auditivas primarias en la corteza cerebral; la interpretación está relacionada con las áreas corticales de asociación; los lóbulos frontales y con las diferentes estrategias de procesamiento de la información de los hemisferios cerebrales y; la reacción e -

mocional se encuentra regulada por la interacción entre las funciones corticales y el sistema límbico del cerebro. (Rouderer, 1983).

Todos los procesos sensoriales, cognitivos, afectivos y conductuales en el hombre, son regulados por el Sistema Nervioso Central (SNC). Por lo tanto, si la música es capaz de producir diferentes estados de ánimo en el hombre, estos cambios deben reflejarse en la actividad cerebral.

Es posible registrar la actividad eléctrica cortical por medio de la electroencefalografía, la cual es un indicador del funcionamiento cerebral.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar los cambios en la actividad eléctrica del cerebro (EEG) producidos por la audición de música clásica en personas que manifiestan un gusto especial por ella.

II. MARCO TEORICO

A. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PERCEPCION DE LA MUSICA.

Existen dos tipos de aproximaciones en la rama de la musicología, en relación a los procesos que subyacen a la interpretación y respuesta a estímulos estéticos. La primera aproximación, absolutista, sostiene que el significado musical reside en la percepción de la forma del estímulo. Procesos técnico-estructurales permiten al oyente discriminar aspectos formales y de composición en el flujo del sonido. Estos procesos son primariamente cognitivos y sintácticos, requiriendo un repertorio del conocimiento musical que permite la percepción de las relaciones entre elementos musicales. Este tipo de procesos están relacionados con una exploración específica y definida y con la reducción de la incertidumbre concerniente a los estímulos musicales. De acuerdo a esta aproximación el significado de la música depende del estímulo en sí.

Los referencialistas, por otra parte, sostienen que la música evoca un mensaje extramusical, involucrando sentimientos y asociaciones. Procesos personal-afectivos permiten al escucha apreciar la música desde una perspectiva sensible, idiosincrática y emocional. Muchos factores individuales, incluyendo las experiencias musicales (únicas del oyente), asociaciones, preferencias, actitudes y valores moldean este proceso. Los procesos afectivos personales se relacionan con una audición indefi-

nida, más pasiva, con una forma de exploración diversa, donde la preferencia por el estímulo depende del estado del oyente.

Estas dos aproximaciones son complementarias, de tal manera que la percepción, la interpretación y la preferencia musicales van a depender de ambos procesos, técnico-estructural y personal-afectivo, tanto de una influencia externa de las características del estímulo, como de una influencia interna, subjetiva, de la manera particular en que el oyente procesa ese estímulo musical, (Cupchik, Rickert y Mendelson, 1982).

Es imposible decidir cual de las dos aproximaciones tiene mayor peso, debido a la falta de estudios en este campo. Existen algunas investigaciones que han tratado de medir el grado de preferencia por estímulos visuales, considerados artísticos en función de sus características físicas, por ejemplo, su nivel de complejidad.

Osborne y Farley (1970) encontraron que existe una relación positiva entre el grado de complejidad y la preferencia, en piezas de arte visual abstracto.

Nickl y Gale (1977) analizando el efecto de la complejidad en el arte visual abstracto, encontraron un decremento en la activación fisiológica (medida por un incremento de alfa) en función de un mayor nivel de complejidad en la información contenida en las pinturas, mientras que el grado de interés y el placer estético aumentaron.

En relación a la música Cross, Howell y West (1983) mostraron la influencia de la estructura de las escalas en la preferencia de secuencias melódicas. En general, a mayor grado de concordancia en la estructura de la escala, mayor era la preferencia por el estímulo musical.

Por otra parte, en relación a la orientación personal-afectiva, existen algunos estudios que tratan de relacionar la personalidad, o la edad de un individuo, con la percepción o el grado de preferencia por escuchar música. Catell y McMichael (1960) encontraron una alta correlación positiva entre grados de introspección y la preferencia por escuchar música. Nielzén y Cesarec (1982) observaron que un incremento en la edad está relacionado con una mayor atracción hacia diferentes tipos de música.

Ciertas alteraciones psicopatológicas afectan el agrado o desagrado por la música. En una investigación se observó que los pacientes esquizofrénicos, en especial aquellos con problemas de contacto social, valoran la música como más atractiva que los sujetos normales u otro tipo de pacientes con algún problema de psicopatología. Tanto los pacientes depresivos como los maníacos calificaron diferentes tipos de melodías musicales como melancólicas y repulsivas. Los grupos de neuróticos en general, también califican la música como menos atractiva que los sujetos normales. Los neuróticos obsesivos e histéricos encontraron las piezas musicales como más tensionantes y menos alegres. (Nielzén y Cesarec, 1982).

Nielzén y Cesarec (1982) también observaron que una aceleración en el tiempo de una pieza musical produce una experiencia de mayor tensión en sujetos normales, mientras que psicóticos maníacos experimentaban más alegría y atracción debido al efecto de un tiempo musical más rápido.

Se han realizado algunas investigaciones para estudiar los efectos psicológicos de los intervalos musicales. Cooke (1959) intentó atribuir a los intervalos musicales "funciones expresivas" específicas que iban de la "angustia espiritual", para la segunda menor, a la "alegría", para la tercera mayor. Maher (1980) observó que de hecho, ciertos intervalos musicales difieren en sus efectos psicológicos, aunque dicho efecto no es el mismo en todas las personas. Guernsey (1928) encontró que el incremento en la complejidad del rango de frecuencia de los intervalos musicales, está asociado a un incremento en la disonancia y ésta se correlaciona significativamente con evaluaciones subjetivas de inestabilidad y displacer.

De acuerdo con Nay (1967) existen principalmente dos tipos de música: 1) la música estimulativa, que aumenta la energía corporal, induciendo la acción y estimula las emociones; 2) la música sedativa, que es de una naturaleza melódica sostenida, con efectos tranquilizantes. Es decir que la música es capaz de provocar un estado emocional general, la fuerza del cual se relaciona positivamente con el grado de placer experimentado.

Smith y Morris (1976) realizaron una investigación en la cual, sometieron a estudiantes que realizaban su primer examen semestral, a tres condiciones, música estimulativa, sedativa o sin música (control). Cinco tipos de música, dentro de estas categorías, fueron tocadas durante cada sección del examen (5 min). Después de cada sección de la prueba, los sujetos respondieron un cuestionario para evaluar: 1) preocupación acerca de la prueba; 2) emocionalidad o activación fisiológica afectiva; 3) habilidad para concentrarse; 4) expectativas de la ejecución, y 5) susto o disusto por la música. Consideraron la preocupación y la emocionalidad como reflejo de la ansiedad, que pueden verse o no afectados por la expectativa y la ejecución. Encontraron que la música estimulativa incrementaba significativamente, tanto la preocupación como la emocionalidad, mientras que la música sedativa no tuvo efecto sobre la ansiedad relativa en comparación con el grupo control (en ambos fue menor la emocionalidad). La ejecución no se vio afectada por la música.

También se ha explorado el tipo de música. Henderson (1945) encontró que la música popular puede afectar marcadamente la lectura de comprensión, mientras que la clásica no la afecta.

Belsham y Harmen (1977) estudiaron los efectos de la música vocal y no vocal (una misma canción estilo "blues-rock") sobre una tarea de memoria visual. El grupo que escuchó música vocal tuvo más errores que el grupo que únicamente oyó la música. La música vocal fue más distractora, probablemente, debido a que contiene componentes semánticos y sintácticos.

El efecto distractor de la música es diferente en hombres y mujeres. Etaush y Michals (1975) encontraron que la música elegida por los sujetos afecta la ejecución en una prueba de comprensión de lectura, más en las mujeres que en los hombres. Encontraron además una correlación negativa entre la frecuencia con que se escuchaba y analizaba la música y el decremento en la ejecución durante su audición. Por lo tanto, las diferencias sexuales las atribuyen a que las mujeres pocas veces analizaban la música, mientras que los hombres lo hacían con frecuencia.

Todos estos estudios (Nielzén y Cesarec, 1982; Cooke, 1959; Maher, 1980; Guernsey, 1928; Noy, 1967; Smith y Morris, 1976; Henderson, 1945; Belshaw y Harman, 1977; Etaush y Michals, 1975) sugieren que la música es capaz de modificar los estados emotivos del hombre y que este efecto depende tanto de las características físicas del estímulo musical como de las características individuales del oyente.

B. EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA MÚSICA.

Dentro de los parámetros fisiológicos generales, se ha reportado un incremento en la presión sanguínea y la frecuencia cardíaca en función del grado de familiaridad a determinados estímulos musicales (rock y música tranquila), así como un incremento en el nivel de vigilancia durante una tarea visual. (Crais 1979).

En relación a parámetros electroencefalográficos, Walker (1977) encontró correlaciones entre las reacciones subjetivas a la música y las mediciones de la actividad eléctrica cerebral (EEG) tomadas durante la audición de música clásica y rock, en regiones occipitales del cerebro. Los cambios electroencefalográficos se observaron ante la música clásica casi exclusivamente. Mientras un incremento de los ritmos delta y theta estuvieron asociados con un bajo nivel de atención a la música, el incremento de alfa reflejaba menor atención; el ritmo beta se asoció con un estado disociado ante los estímulos musicales presentados al sujeto. Por otra parte, una mayor actividad de las bandas theta y beta se correlacionaron con una mayor familiaridad con la música escuchada, mientras que la actividad de alfa estuvo asociada con un menor grado de familiaridad. Además, encontró que los niveles de actividad de theta y beta fueron mayores durante la música clásica, en relación a la situación de silencio, mientras que para el ritmo alfa, encontró lo opuesto, una mayor actividad durante el silencio que durante la audición de la música clásica.

Este estudio es uno de los pocos que se han realizado queriendo estudiar los efectos fisiológicos que produce la audición de la música. Sin embargo, tiene algunas limitaciones: el registro se llevó a cabo en la región occipital únicamente, siendo que esta zona tiene poco que ver tanto con el procesamiento auditivo como emocional y el análisis electroencefalográfico se llevó a cabo visualmente, por lo cual da información poco precisa.

La mayor parte de la investigación realizada en relación al EEG y la música, se ha restringido casi exclusivamente al estudio de la especialización hemisférica durante la ejecución de tareas que requieren de la discriminación de melodías, del reconocimiento de intervalos musicales, etc., en las cuales es necesario un procesamiento cognitivo de los estímulos presentados.

C. MECANISMOS CEREBRALES DEL PROCESAMIENTO MUSICAL.

La percepción de la música es un proceso complejo que requiere de la participación tanto de los mecanismos periféricos como de los mecanismos centrales del Sistema Nervioso (SNC).

A continuación mencionaremos, de manera general, los mecanismos centrales que intervienen en la percepción e interpretación de los estímulos musicales.

El cerebro humano se encuentra dividido en dos hemisferios, derecho e izquierdo; cada uno de ellos recibe información principalmente desde la mitad opuesta del cuerpo. Así, el hemisferio izquierdo (HI) recibe información auditiva, visual y somestésica del hemicuerpo derecho, y el hemisferio derecho (HD) del hemicuerpo izquierdo. Las fibras auditivas, específicamente, se cruzan al hemisferio contralateral en un 80% mientras que el 20% restante llega al hemisferio ipsilateral.

Los dos hemisferios se encuentran conectados por fibras comisurales; el cuerpo calloso constituye el principal punto de u-

nión y, en consecuencia, desempeña un papel fundamental en la coordinación de las actividades de ambos hemisferios. Las cisuras de Silvio y de Rolando separan a cada hemisferio en lóbulos: frontal, temporal, parietal y occipital. Estos lóbulos, en sus áreas primarias y secundarias, tienen funciones específicas: el lóbulo frontal organiza, dirige y ejecuta los movimientos del cuerpo; el lóbulo temporal se encarga de la percepción y el análisis de los sonidos, y se encuentra fuertemente relacionado con regiones típicamente emotivas (sistema límbico); el lóbulo parietal recibe la información somestésica y el lóbulo occipital procesa la información visual. Además de estas zonas específicas, existen áreas terciarias en las regiones corticales posteriores, temporo-parieto-occipitales. Esta superposición de los lóbulos mencionados, colinda con los lóbulos temporal, parietal y occipital. Una parte de las regiones frontales también tiene funciones asociativas, ejerciendo un papel decisivo en la formación de intenciones y programas, y en la regulación y verificación de las formas más complejas de la conducta humana. Las zonas terciarias o de asociación, juegan un papel esencial en la conversión de la percepción concreta en pensamiento abstracto, el cual siempre actúa en forma de esquemas internos, y para la memorización de la experiencia organizada o, en otras palabras, no sólo para la recepción y codificación de la información, sino también para su almacenamiento e interpretación. (López Antón, 1979; Luria, 1979).

De esta manera, la información musical es captada por los re-

ceptores auditivos, transmitidos a través de las vías aferentes hasta la corteza, haciendo sinapsis intermedias en el puente, el tectum mesencefálico y el tálamo. Los estímulos musicales son percibidos y codificados en la corteza auditiva primaria, son analizados en las zonas secundarias y su interpretación se lleva a cabo en las zonas terciarias de asociación de la corteza. Las zonas de asociación cortical integran la información musical con la información proveniente del medio externo, de la memoria, de factores emotivos regulados por el sistema límbico, etc.

Los hemisferios cerebrales tienen diferentes estrategias para el procesamiento de la información, lo cual también es un factor que interviene en la forma en que ésta es interpretada en el cerebro.

Al HI se le ha llamado "mayor" o "dominante", debido a que en él se lleva a cabo la comprensión y producción del lenguaje que ha sido tan importante en la evolución del hombre. Al HD se le ha llamado "menor" o "subordinado", porque no se conocía la importancia de las funciones que están a su cargo. Últimamente, al descubrir que el HD es dominante para ciertas funciones, se ha ido reemplazando el concepto de dominancia hemisférica por el de especialización hemisférica. Se dice que un hemisferio es dominante para una función dada cuando es más importante para el desempeño de esa función que el otro hemisferio. (Ardila, 1979).

Los conceptos de especialización hemisférica han surgido a partir de tres áreas de investigación. La primera y más produc-

tiva; ha sido la comparación de grupos de pacientes con daño cerebral unilateral. La segunda se ha realizado en pacientes a quienes se les ha hecho una comisurotomía (corte del cuerpo calloso); como una forma para controlar la epilepsia. En estos pacientes, la información no puede cruzar de un hemisferio a otro, como en los sujetos normales, y es posible comparar en un sólo individuo las habilidades del HD y del HI en la misma tarea. La tercera aproximación utiliza sujetos normales y se compara la habilidad para manejar estímulos en el lado derecho e izquierdo.

Los primeros estudios en pacientes con daño unilateral muestran dos clases principales de déficits que son más evidentes después de una lesión en el HD que en el HI: 1) dificultad para percibir, manipular y recordar las relaciones espaciales de los objetos; 2) dificultad para percibir y recordar estímulos visuales, táctiles y auditivos que son complejos, fragmentados y difíciles de nombrar y describir verbalmente. La desorientación espacial es uno de los síntomas más dramáticos que siguen a la lesión del HD. Los pacientes se pierden fácilmente aún en los lugares familiares; no pueden copiar la inclinación de una línea o posición de un punto en una página; no pueden copiar formas simples como una estrella de cuatro puntos, ni arrear bloques para formar un patrón requerido. También tienen problemas para percibir y recordar caras, formas complejas, música y otros sonidos no verbales. Los pacientes con daño cerebral en el HD hacen dibujos tendientes a estar llenos de detalles pero desarticulados, sin organización coherente; mientras que los dibujos hechos por pacientes

con daño en el HI (con HD intacto) tienen una configuración total correcta, pero grandemente sobresimplificada; con pocos detalles. (Nebes, 1977).

Los pacientes a los que se les ha hecho sección del cuerpo calloso (comisurotoma) presentan el siguiente cuadro descrito por Gazzaniga (1970): el sujeto es incapaz de leer todo lo que caiga sobre su campo visual izquierdo (HD); no logra escribir absolutamente nada con su mano izquierda; ni ejecutar órdenes verbales con su mano izquierda; aunque logra reconocer algunas letras y palabras con ella; generalmente sustantivos y palabras de uso frecuente; pero desapercibido todo lo que le sucede a la región izquierda de su cuerpo o a su campo visual izquierdo. El hemisferio dominante (HI) no es capaz de darse cuenta ni de recordar las experiencias y las actividades controladas por el otro hemisferio. El sujeto es capaz de presentar reacciones emocionales autónomas; si sobre su campo visual izquierdo se proyecta la fotografía de una mujer desnuda, presenta claras muestras de una reacción afectiva (sonríe, se ruboriza); aunque al interrogársele sobre el porqué de esta reacción, es incapaz de explicarla y no logra verbalizar el factor antecedente de su comportamiento; ya que el hemisferio izquierdo que controla sus respuestas verbales, desconoce la razón de su reacción afectiva.

Sin embargo, Sperry y Zaidel (1979) aplicaron pruebas proyectivas, para explorar aspectos de autoconciencia y conciencia social general, a sujetos con comisurotoma. Al presentar a los

sujetos los estímulos en la mitad (izquierda del campo visual (HD), pudieron reconocer, seleccionar e identificar fotografías de ellos mismos, de su familia, parientes, pertenencias, mascotas, personalidades históricas, religiones y políticas entre estímulos neutrales. Esto indica que existe un sentido de identidad y conciencia social bien desarrollado en el HD.

Franco y Sperry (1977) aplicaron pruebas visotáctiles con diferentes niveles y tipos de discriminaciones geométricas en espacio euclidiano, proyectivo y topológico a pacientes con comisurotomía y encontraron una superioridad del HD en todas las tareas.

Los sujetos normales pueden reconocer y recordar mejor melodías y acordes presentados en el oído izquierdo (HI) que los presentados en el oído derecho (HI). En cuanto al material verbal, por el contrario, reconocen mejor los estímulos presentados en el campo visual u oído que proyectan al HI. (Nebes, 1977).

El HI se desempeña mejor en tareas en las que el estímulo es de naturaleza familiar y verbal, o que pueden fácilmente ser descritos o nombrados verbalmente, mientras que, el HD sobresale en tareas que involucran formas sin significados o relaciones espaciales que son muy complejas o parecidas para describirse o distinguirse en palabras.

Cohen (1973) encontró que si a sujetos normales se les muestra un arreglo de letras y se mide su tiempo de reacción mientras determina si todas las letras son las mismas, cuando el diseño -

que cae en el campo visual derecho (HI) son procesadas serialmente mientras que, cuando cae en el campo visual izquierdo (HD) son procesadas en paralelo. Son dos formas diferentes de tratar el lenguaje -verbal y visoespacialmente- así, mientras el HI transforma secuencialmente cada letra a un código acústico interno (los nombra); el HD examina todas las letras simultáneamente, viendo la variación en la forma.

Basándose en los tres tipos de aproximaciones mencionadas, se ha formulado la especialización hemisférica. De esta manera se ha visto que el HI se encarga principalmente del procesamiento lógico, verbal, matemático, de tipo secuencial; mientras que el HD se halla especializado en problemas de organización espacial, percepción de caras, música y otros estímulos no verbales y reacciones emocionales.

Sin embargo, se han realizado algunas investigaciones en el cerebro íntegro que apoyan la teoría de que el uso simultáneo de los dos hemisferios, aumenta la capacidad cerebral en la ejecución de una tarea.

Diamond y Beaumont (1971) presentaron dos dísitos en una pantalla a sujetos que tenían que reportarlos verbalmente y que al mismo tiempo realizaban una tarea de tiro manual, consistente en colocar bucles y flechas en dos recipientes con ambas manos. Cuando cada dísito era dirigido a un hemisferio separado, uno al derecho y otro al izquierdo, el número de dísitos correctos fue mayor que cuando los dos dísitos eran dirigidos al mismo hemis-

feria. Observó una mayor habilidad del HI sólo cuando los dos dígitos eran proyectados al mismo hemisferio. Cuando cada uno de los dígitos se dirigía a un hemisferio no hubo diferencias.

Diamond y Beaumont (1972) realizaron otro experimento similar; en el que presentaron mitades de figuras simétricas, para ser apareadas, en diferentes hemisferios. Encontraron que los juicios de apareamiento de los dos elementos, fueron hechos más rápidamente si uno de los elementos era dirigido a un hemisferio y el otro elemento al hemisferio opuesto. También encontraron que si ambas partes de la información eran dirigidas al hemisferio derecho, la ejecución era superior a la condición donde ambos elementos eran dirigidos al HI. La ejecución de un hemisferio, aún siendo el derecho, era inferior a la ejecución de ambos hemisferios funcionando juntos.

Así, a pesar de usar una tarea verbal o espacial, se demuestra que el uso simultáneo de los dos sistemas perceptuales, de los dos hemisferios cerebrales, mejora la ejecución y revela algunas de las limitaciones de un sistema hemisférico aislado como canal de procesamiento de información.

Normalmente, el ser humano utiliza los dos hemisferios simultáneamente. Por ejemplo, en el caso del lenguaje, el HI es dominante y regula su producción y comprensión (lógica, gramatical, articulación, etc.); mientras que el HD se encarga de procesar el contenido emotivo, entonacional y sintético del mismo (Árdila, 1979). De esta manera, aunque cada hemisferio es dominante para

una función específica; ambos participaron de forma complementaria en la integración de la información que recibe el cerebro del interior y el exterior del organismo.

Las investigaciones realizadas sobre la especialización hemisférica de la música, han revelado que el HQ es dominante para el procesamiento de la misma.

1. ESPECIALIZACION HEMISFERICA DE LA MUSICA.

La especialización hemisférica de la música depende de diferentes factores como son: la experiencia musical de los sujetos; la estrategia utilizada para su procesamiento; los antecedentes de lateralidad; el tipo de tarea requerida; etc.

Sharino, Grossman y Gardner (1981) realizaron una investigación en sujetos sin entrenamiento musical, que tenían lesiones cerebrales unilaterales en diferentes regiones: anterior izquierdo; central izquierdo; posterior izquierdo; anterior derecho o central derecho; a estos sujetos se les pidió juzgar si fragmentos melódicos altamente familiares eran tocados correctamente o no. El fragmento melódico se dejaba intacto o se alteraba en uno de cuatro componentes: tono; ritmo; fraseo o tiempo. Los grupos con daño anterior y posterior izquierdos (afásicos) pudieron detectar mejor que los demás grupos de pacientes, todo tipo de errores musicales, con excepción de los errores de tiempo. El grupo con daño anterior derecho, en contraste, tuvo la peor ejecución en todos los componentes. Los pacientes cen-

trales izquierdas y centrales derechos tuvieron una mala ejecución en ritmo, fraseo y tiempo, y estuvieron relativamente mejor en tono. Los reportes de reconocimiento de la canción revelaron que los grupos afásicos y con daño cerebral en el hemisferio derecho (HD) no reconocieron las melodías. De acuerdo con estos resultados, es razonable sugerir que, por lo menos, algunos componentes musicales, son procesados separadamente y muestran una sensibilidad diferencial a varios tipos de daño cerebral. La habilidad para detectar cambios en el tono parece depender de la región anterior del HD. La habilidad para detectar errores de ritmo y fraseo en piezas musicales familiares, puede requerir la mediación combinada de los dos hemisferios; mientras la porción central del hemisferio izquierdo puede mediar los aspectos secuenciales del estímulo auditivo en general, el HD también está involucrado en el procesamiento de las secuencias pero a través de tonos. Los pacientes con daño en el HD tienen problemas en la representación auditiva interna (imágenes auditivas) de las piezas musicales que escuchan, y son incapaces de comparar lo que oíeron con una representación precisa de la canción; lo que les impide hacer juicios correctos de tono, ritmo y fraseo.

Bryden, Lev y Susarman (1982) presentaron 12 secuencias tonales (de siete notas) difiriendo en la cualidad emocional (positiva, negativa o neutra), dicotómicamente (simultáneamente) a sujetos normales. Se les pidió a los sujetos que atendieran específicamente a secuencias tonales que llevaran a un oído designado y que hicieran un juicio de la cualidad emocional de esa se-

cuencia tonal (positiva, negativa o neutra) y la dirección emocional e intensidad en una escala de 7 puntos. Encontraron una mayor precisión en la identificación de la cualidad emocional de los estímulos presentados en el oído izquierdo. Esta ventaja fue mayor cuando el par dicótico era de afecto diferente. Estos resultados apoyan el papel del hemisferio derecho en el procesamiento de la información emocional y musical.

Kellman y Corballis (1975) presentaron pares dicóticos de sonidos musicales a sujetos diestros, que debían presionar un botón de tiempo de reacción cuando oyeran un sonido blanco (de chelo, previamente identificado). Encontraron una superioridad del oído izquierdo, de duración limitada, para el reconocimiento de las notas musicales presentadas únicamente durante el primer bloque de ensayos; no hubo ninguna diferencia en los tiempos de reacción de los tres bloques posteriores. Sugieren que esto sucede porque la atención debe jugar un papel importante en el mantenimiento de las asimetrías; ya que al disminuir el nivel de atención a lo largo de los ensayos, las diferencias desaparecen.

Kellar y Bever (1980) postulan tres factores importantes para evaluar la ejecución de un individuo en relación al funcionamiento cerebral: tipo de procesamiento (analítico o global); cantidad de experiencia relevante a la tarea y la historia familiar de lateralidad. Diseñaron un experimento para examinar el efecto de la experiencia musical y de los antecedentes familiares de lateralidad en la categorización de intervalos musicales (acordes de dos notas) presentados monoaural-

mente (en el oído derecho o izquierdo). Los sujetos diestros fueron divididos en cuatro grupos de acuerdo a las dos variables mencionadas. Los resultados mostraron que: 1) los músicos tuvieron una ejecución superior a los no músicos; 2) los no músicos tuvieron superioridad en el oído derecho (HI); 3) los músicos tuvieron superioridad del oído izquierdo (HI); 4) los efectos de la historia familiar de lateralidad se vieron únicamente en los músicos. Los músicos con antecedentes familiares puramente diestros, mostraron una decidida superioridad izquierda (HI); mientras que en aquellos con una historia familiar mixta, no fue significativa esta superioridad en la tarea. La tarea experimental era difícil y requería no sólo de una discriminación fina entre los diferentes intervalos musicales, sino de su asignación a categorías, lo que implicaba mantenerlos en memoria a corto plazo por un tiempo. Los no músicos requerían un análisis interno de las relaciones de las notas. Los músicos, debido al entrenamiento en intervalos musicales, pudieron desarrollar un modo gestaltico (como entidades de intervalos de quinta, tercera, etc.), sin tener que analizar internamente los componentes notales. Esto quiere decir que los diferentes tipos de procesamiento de los hemisferios izquierdo y derecho no son específicos para un estímulo o para una modalidad de estimulación, sino que dependen de las características individuales como la experiencia musical y los antecedentes de lateralidad; ya que, el mismo estímulo musical fue capaz de producir superioridad tanto del oído derecho como del izquierdo.

Wagner y Hannon (1981), en cambio, encontraron una superioridad del oído derecho (HI) en músicos, y del oído izquierdo (HI) en no músicos para el reconocimiento de series melódicas, presentadas monoauralmente (en un oído a la vez).

Gaede, Parsons y Renteria (1978) incluyeron dos variables en su investigación de la percepción musical: la actitud y la experiencia de los sujetos. Encontraron que los sujetos con baja actitud musical tenían mejores diferencias auditivas (hemisféricas) en pruebas de análisis de acordes musicales (superioridad del HI) y de análisis secuencial de memoria musical (HI), que los sujetos de alta actitud musical. La experiencia no tuvo efecto en estas diferencias hemisféricas.

Hirshkowitz, Earle y Paley (1978) hicieron un estudio con sujetos músicos y no músicos, hombres y mujeres, utilizando una medida de EEG (asimetría de alfa) ante la presentación de tres tipos de estímulos auditivos: lingüísticos, atonales (ruido) y musicales. Encontraron diferencias entre los músicos y los no músicos únicamente para el estímulo musical: los no músicos mostraron, significativamente, mayor activación del HI ante la música, mientras que no se presentó ninguna asimetría en los músicos. No encontraron diferencias sexuales. Teóricamente, los músicos han desarrollado un sustrato cognitivo o simbólico, en el cual, el estímulo musical es procesado; consecuentemente, el estímulo puede ser analizado, segmentado o integrado.

Davidson y Schwartz (1977) registraron el EEG en las áreas

parietal y occipital de ambos hemisferios, en sujetos diestros, hombres y mujeres, que tenían diferente entrenamiento musical, ante tareas autogeneradas: musicales y no musicales. Los sujetos sin entrenamiento musical mostraron mayor activación relativa (menor proporción de alfa) del hemisferio derecho mientras silbaban una canción conocida por ellos, en comparación con decir o cantar la letra, en cuyo caso aumentaba la activación del hemisferio izquierdo. Esto sugiere que en dichos sujetos la utilización de diferentes estrategias de apreciación musical se refleja en una activación selectiva de uno u otro hemisferio.

En base a este tipo de investigaciones realizadas en diferentes poblaciones, se ha visto que la especialización hemisférica, depende tanto de las características de los sujetos como del estímulo musical en sí. En sujetos diestros normales, sin experiencia musical, parece existir una especialización del HD para la ejecución de tareas musicales. Sin embargo, esto no sucede en personas con entrenamiento musical, en las cuales, la especialización tiende a disminuir, o incluso a invertirse, probablemente, debido a que el tipo de estrategia que utilizan en el procesamiento de la música es más analítico, tienden a hacer un análisis de la estructura de la melodía, del tipo de intervalos utilizados, de las secuencias tonales, de la medición adecuada de los tiempos musicales.

La lateralización musical, también depende del tipo de análisis que requiera la tarea. Si se le pide al sujeto que

lleve a cabo un análisis de tipo secuencial de los estímulos musicales, va a requerir de una activación del HI, sin embargo, si tiene que comparar tonadas musicales conocidas, o realizar algún otro tipo de análisis global del estímulo, causará una menor activación del HD.

3. ESPECIALIZACIÓN HEMISFÉRICA DE LAS EMOCIONES.

La interpretación de los estímulos musicales, que se lleva a cabo en el Sistema Nervioso Central, depende, en parte, de las reacciones emocionales que produce.

El procesamiento de la información emocional también muestra una especialización hemisférica. Se ha propuesto una especialización del hemisferio derecho (HD) para las emociones.

Moscovitch (1976) reportó que los dos hemisferios eran igualmente capaces del procesamiento y codificación de bajo orden, como lo es la información física de una cara, pero que el hemisferio derecho tenía un acceso privilegiado a códigos especiales para decodificar información visual de alto orden, como son las expresiones faciales emocionales.

Ley y Bryden (1979) presentaron tanquitoscopicamente a sus sujetos caricaturas de caras de hombres expresando cinco emociones distintas que iban de positivo a negativo, en ambos campos visuales por separado. Los pidieron juzgar si las expresiones emocionales de las caras eran iguales o diferentes y si los ca-

racteres faciales eran iguales o diferentes, obteniendo así dos puntajes. Encontraron una superioridad del campo visual izquierdo en el reconocimiento de emociones, en especial extremas (muy positivas o muy negativas), y en el reconocimiento de los caracteres faciales.

Somes (1968) ha propuesto que las funciones elementales están representadas focalmente en el hemisferio izquierdo y difusamente en el derecho. La organización difusa del hemisferio derecho resulta en una integración de unidades disímiles y una especialización para la coordinación multimodal, como son las habilidades visoespaciales. Dicha organización del HD es perfectamente adaptable al procesamiento de estímulos emocionales. Esta superioridad hemisférica para sintetizar diversas unidades de información está fuertemente relacionada con la capacidad "holística" o procesamiento sestáltico (Ornstein, 1979).

Usando una presentación taquitoscópica lateral, Suberi y McKeever (1977) también reportaron la intervención del HD en un efecto emotivo. Se midió el tiempo de reacción en la memorización de características faciales. El tiempo de reacción mostró una ventaja para el campo visual izquierdo (HD) en los sujetos que memorizaron caras con una expresión emocional, en comparación a aquéllos que tuvieron que memorizar caras neutrales.

Safer y Leventhal (1977) examinaron los procesos de juicio de los sujetos cuando escuchaban pasajes hablados que variaban en dos señales: el tono o expresión emocional de la

voz (alegre, enojada o neutral) y el contenido o significado de las oraciones (positiva, negativa o neutral). Los sujetos que escucharon los pasajes con el oído izquierdo usaron la señal del tono emocional para evaluar los pasajes, mientras que los sujetos que los escuchaban por el oído derecho usaron señales de contenido. Pensaron que el contenido o significado de lo que se leyó era una señal que sería procesada por el sistema objetivo (dependiente del estímulo); mientras que el tono de voz sería procesado por el sistema emocional, subjetivo. (Loventhal, 1970). Proponen que las emociones están frecuentemente acompañadas de imágenes, y que el HD está involucrado en la generación de material imaginario.

Harvard y Parkinson (1971) pidieron a sus sujetos identificar la entonación emocional y el contenido verbal de oraciones presentadas dicotómicamente en competencia con ruido blanco continuo. El estímulo consistía en seis oraciones leídas en cuatro tonos emocionales: enojo, aburrimiento, felicidad y ansiedad. Los sujetos reconocieron el tono de voz más acertadamente cuando lo escuchaban por el oído izquierdo que por el derecho. No encontraron diferencias en la identificación de oraciones.

Schwartz, Davidson y Maer (1975) observaron los movimientos oculares laterales en respuesta a presuntas emotivas y no emotivas -es posible inferir mayor activación del hemisferio contralateral a la dirección del movimiento ocular lateral-. Las presuntas verbales provocaron más movimientos en el ojo derecho y

las espaciales más en el ojo izquierdo, sin importar si el contenido de la pregunta era verbal o espacial.

Hoffman y Goldstein (1981) hicieron una investigación para probar la hipótesis de que la liberación de los sentimientos bloqueados en una sesión de terapia primal (en la que se liberan sentimientos dolorosos acumulados en el pasado) es seguida por un incremento tanto en la amplitud del electroencefalograma (EEG) como en la varianza de la amplitud, en las áreas temporales, indicando un cerebro más relajado (menos activado). Debido a que el HD parece estar más activado que el HI durante estados de tensión emocional y dolor, esperaban que los cambios en el EEG ocurrieran en el lado derecho. También esperaban un aumento en la relación de HD/HI, tanto en la amplitud como en la varianza de la amplitud después de una sesión primal. Les presentaron dos tipos de tareas: aritmética y visual a dos grupos de sujetos: "alta intensidad emocional" y "baja intensidad emocional". Encontraron que en el grupo que mostraba fuertes reacciones emocionales, tanto la amplitud como la varianza de la misma, aumentaban significativamente en el HD después de la terapia. En el grupo de reacciones emocionales débiles, las mismas variables del EEG aumentaron sólo en el HI. La varianza de la amplitud y la varianza HD/HI fue significativamente mayor en el grupo de "alta intensidad" que en el de "baja intensidad emocional" después de la sesión. Esto indica un mayor involucramiento del HD en la actividad emocional. Las diferencias mencionadas únicamente se vieron durante la ejecución de las tareas y no durante la línea base, es decir,

cuando había una mayor actividad cerebral y un esfuerzo mental presente.

Hare et.al. (1971) registraron las respuestas fisiológicas mientras un grupo de sujetos del sexo masculino veían series de fotografías de escenas homicidas, o de mujeres desnudas o de objetos ordinarios. La mitad de los sujetos vieron las mismas fotografías 30 veces, mientras los otros vieron una fotografía diferente en cada ensayo. Las respuestas fisiológicas, registradas en los grupos involucrados, fueron aquellas generalmente asociadas con la respuesta de orientación: respiración, resistencia eléctrica de la piel, ritmo cardíaco, actividad vasomotora y movimientos oculares gruesos. Los resultados indicaron que las fotografías de víctimas homicidas, mujeres desnudas y objetos ordinarios provocaron un patrón semejante de actividad fisiológica: un incremento en la conductancia de la piel, desaceleración cardíaca, vasoconstricción digital y una respuesta vasomotora bifásica cefálica consistente en constricción seguida por dilatación. Las escenas de víctimas homicidas provocan atención y los sujetos las miran a pesar de su naturaleza desagradable. En términos de actividad fisiológica, las diferentes escenas homicidas presentadas en cada ensayo, fueron el estímulo más potente para provocar cambios fisiológicos. Los estímulos no fueron lo suficientemente desagradables para producir un patrón de actividad fisiológica de respuesta defensiva, como la aceleración cardíaca y la vasoconstricción cefálica.

3. DIFERENCIAS SEXUALES EN LA ESPECIALIZACIÓN HEMISFÉRICA.

Se han encontrado diferencias sexuales en las habilidades espaciales y verbales. Rebert y Mahoney (1978) registraron hombres y mujeres durante la ejecución de una tarea verbal y otra no verbal, en las regiones temporal y parietal. No encontraron efectos de la tarea en la simetría del electroencefalograma (EEG), pero las mujeres tuvieron, considerablemente, menor potencia de alfa en el hemisferio derecho (HD) que en el hemisferio izquierdo (HI), mientras que los hombres exhibieron un patrón opuesto y una asimetría menor.

Tucker (1977) presentó preguntas con diferente contenido: verbal-emocional, verbal-no emocional, espacial-emocional y espacial-no emocional, en dos tipos de situación experimental: bajo estrés y neutral. Encontró más movimientos del ojo izquierdo (HI) a preguntas emocionales que no emocionales y en la situación de estrés, en comparación con la situación neutral. El mayor número de movimientos del ojo izquierdo se dio al combinar el contenido emocional de las preguntas con la situación de estrés, y el mínimo de movimientos fue a preguntas no emocionales en la situación neutral. Tanto en hombres como en mujeres aumentaron los movimientos del ojo izquierdo (HI) a las preguntas emocionales y la situación de estrés, pero esta última sólo fue significativa para los hombres, y la primera para las mujeres. Las diferencias sexuales en la magnitud de la respuesta sugiere que los sexos responden de manera diferente tanto en términos del grado de respuesta emocional a un es-

tímulo particular como del patrón de activación cerebral asociado con esa respuesta. El estrés aumenta la probabilidad de activación del HD, y este efecto no depende del contenido de la pregunta.

Las mujeres parecen tener más práctica para describir sus sentimientos y tienden a comportarse más consistentemente con sus reportes de estados emocionales y a creer que su activación emocional y su expresividad son indicadores reales de lo que sienten, mientras que los hombres, con frecuencia, no le dan importancia a sus sentimientos y reacciones expresivas (Cupchick y Leventhal, 1974).

Sefer (1981) investigó la acción de códigos imaginarios y verbales en el procesamiento de las expresiones faciales de la emoción. Examinó los efectos del sexo, los hemisferios y la estrategia perceptual, en el reconocimiento de las expresiones emocionales. Para esto presentó 120 pares de expresiones faciales de seis emociones (alegría, sorpresa, enojo, miedo, tristeza y disgusto) a los sujetos. A la mitad de los sujetos les pidió que empatizaran con la primera expresión y a la otra mitad que la etiquetaran. La segunda expresión se expuso brevemente a cada uno de los campos visuales derecho e izquierdo y los sujetos juzgaban si las dos expresiones presentadas eran iguales o diferentes. Los hombres tuvieron más errores cuando la segunda expresión era expuesta al campo visual derecho (HI) y mostraron superioridad en el campo visual izquierdo (HD). Las mujeres no mostraron diferencias en los campos visuales, pero tenían más acier-

los que los hombres cuando la segunda expresión era expuesta al campo visual derecho. Tanto los hombres como las mujeres, a los que se les pidió que empatizaran con la primera expresión mostrada al campo visual izquierdo (HI), tuvieron superioridad en el reconocimiento de las expresiones; no hubo asimetría cuando se les pidió etiquetar las expresiones. Estas diferencias podrían deberse a que las mujeres tienen un acceso privilegiado a códigos verbales (HI) para la emoción. Ambos hemisferios procesan emociones, pero cada uno lo hace de una forma única. Las funciones del lenguaje para las mujeres deben estar organizadas difusamente a través de ambos hemisferios, creando una estrecha interacción de códigos verbales y no verbales. Los hombres deben carecer de códigos verbales para la emoción, o de conexiones entre los códigos verbales, imaginarios y motores para la emoción; carecen de un patrón que conecte las palabras con los sentimientos.

Jones (1980) encontró una especialización del HI en los hombres durante la categorización de caras de hombres y mujeres, presentadas en el campo visual derecho e izquierdo separadamente. En las mujeres no hubo lateralización; ambos hemisferios fueron equipotenciales para dicha tarea.

Davidson y Schwartz (1976) realizaron un experimento con dos objetivos: 1) obtener información de los mecanismos centrales subyacentes a la autorregulación cardíaca; comparando los cambios en la asimetría cerebral, durante el autocontrol del ritmo cardíaco, con los cambios observados durante la producción de imaginación a-

fectiva y 2) explorar las diferencias sexuales en la función hemisférica durante el desempeño de estas dos tareas. Registraron el ritmo cardíaco (RC) y el EEG parietal bilateral en hombres y mujeres diestros durante dos fases experimentales. En la primera fase se les pedía a los sujetos controlar su RC por medio de la retroalimentación auditiva. En la segunda fase se les pedía a los sujetos autoinducir estados afectivos y no afectivos, utilizando estrategias verbales o visuales; la mitad de los ensayos afectivos consistían en imaginarse situaciones de enojo, y el resto de relajación y bienestar. En la fase de autorregulación del RC no hubo diferencias sexuales. El RC durante las condiciones de emoción, produjeron un pequeño efecto significativo; el RC era mayor que durante los ensayos de relajación. En cuanto al EEG, se observó que la autogeneración de imágenes afectivas está asociada a una mayor activación del HD en comparación con la imaginación no afectiva. En la primera fase de control del RC, antes de la retroalimentación (línea base), no hubo diferencias sexuales, pero al introducir la retroalimentación, las mujeres mostraron un aumento en la activación del HD en comparación con los hombres, quienes mostraron un ligero aumento en la actividad del HI (no significativo). En la segunda fase, encontraron que las mujeres muestran mayor activación del HD en la generación afectiva, en comparación con la línea base. Los hombres mostraron un decremento. En cuanto al control del RC, tanto hombres como mujeres utilizan estrategias somáticas. Al introducir la retroalimentación, las mujeres tienen mayor activación en el HD, lo que sugiere un cambio a una estrategia más afectiva, lo cual no sucede en los hombres. En la tarea de imaginación afectiva,

las diferencias susieren que cuando los hombres experimentan afecto lo hacen de una forma más analítica, mientras que las mujeres lo hacen de una manera más global.

Ray et.al. (1981) encontraron una mayor activación electroencefalográfica del HI en hombres con alta habilidad asociada a una mejor ejecución de tareas espaciales de visualización y orientación, en la zona parietal. Los hombres con baja habilidad espacial mostraron resultados opuestos, con mayor funcionamiento del HI asociado a una mejor ejecución. En general, las mujeres no mostraron una marcada relación entre la lateralización y la ejecución cognitiva.

En otras investigaciones no se han encontrado diferencias sexuales en el procesamiento de tareas cognitivas y espaciales, en relación a su especialización hemisférica. (Galin et.al, 1982).

Carmon y Nachson (1973) usaron un procedimiento dicótico para investigar la asimetría interhemisférica en la percepción de sonidos no verbales: llantos, gritos y risas de un niño y un adulto, tanto en hombres como en mujeres. También encontraron una ventaja del oído izquierdo (HI) en la identificación de dichos sonidos tanto en los hombres como en las mujeres.

Existen muchas discrepancias en los estudios realizados en relación a las diferencias en las estrategias hemisféricas del procesamiento de la información, entre hombres y mujeres. Algunas investigaciones susieren una especialización hemisférica más clara en los hombres y menos definida para las mujeres (Safer,

1981; Jones, 1980; Ray et al., 1981).

Las mujeres tienden a ser más emotivas que los hombres y a utilizar simultáneamente estrategias analíticas y globales tanto para situaciones cognitivas como emocionales (Cuechick y Leventhal, 1974; Davidson y Schwartz, 1976).

4. ELECTROENCEFALOGRAFIA Y ESPECIALIZACION HEMISFERICA.

El electroencefalograma o EEG es el registro continuo de las fluctuaciones espontáneas de voltaje generadas por el cerebro (John, 1977). Estas fluctuaciones aparecen, normalmente, en ondas de forma parecida a una sinusoidal cuya frecuencia predominante varía o puede ser modificada por muchos factores como son: el nivel de alerta y el estado emocional del sujeto; la edad; la condición de ojos abiertos y ojos cerrados; los procesos de activación como la hiperventilación y la estimulación fónica, etc. (Lewis y Freeman, 1977).

Todos los procesos cognitivos, emocionales y conductuales ligados al procesamiento de la información sensorial, se llevan a cabo en el Sistema Nervioso Central (SNC). El EEG es un indicador del estado funcional del SNC (John et al., 1980; Lechle et al., 1980) de tal manera que, el procesamiento cerebral de los estímulos musicales produce cambios en los patrones electroencefaloográficos.

El electroencefalograma (EEG) es registrado en el hombre,

generalmente, por medio de electrodos conectados superficialmente al cuero cabelludo.

La actividad eléctrica espontánea del cerebro humano contiene diferentes frecuencias en un rango de .5 a 60 Hz (c.p.s.). Estas frecuencias se han dividido en cinco bandas que se caracterizan de acuerdo a su: a) morfología; b) frecuencia; c) amplitud (voltaje) y d) reactividad.

banda	frecuencia	voltaje	sincronía
delta (δ)	.5 - 3.5 Hz	100 μ v	sincrónico
theta (θ)	4 - 7.5 Hz	70 μ v	sincrónico
alfa (α)	8 - 13 Hz	50 μ v	muy sincrónico
beta (β)	13 - 40 Hz	30 μ v	asincrónico

El ritmo delta se detecta, principalmente, en las regiones frontotemporales; theta se presenta en regiones temporales y parietales del cerebro; alfa en regiones posteriores (occipital) y beta en las regiones anteriores (frontal) del cerebro.

La asimetría interhemisférica se refiere a la desigualdad en amplitud, frecuencia, y morfología del EEG entre ambos hemisferios cerebrales en un momento dado.

En las investigaciones realizadas en especialización hemisférica y dominancia cerebral se han estudiado especialmente las bandas de frecuencia alfa y beta, debido a que éstas son las más relacionadas con el nivel de activación cerebral.

La banda alfa del EEG se ha asociado con estados de relajación y descanso. El ritmo alfa característicamente desaparece con cualquier estímulo (atenuación de alfa) o con un esfuerzo cognitivo intenso. Un aumento de alfa está correlacionado con un aumento de relajación y un decremento de la actividad y es más continuo y abundante cuando el sujeto tiene los ojos cerrados y desaparece cuando los abre. Existe una supresión de alfa, relativa a la cantidad total de alfa, en el hemisferio que está procesando la información. La tendencia de más o menos alfa en un hemisferio, como función de la tarea, se conoce como "alfa lateralizado".

El ritmo beta, por el contrario, está asociado a estados de alerta y a una mayor activación hemisférica; disminuye ante un incremento de alfa, y aumenta con su desaparición.

En las tareas verbales, el ritmo alfa en el hemisferio derecho aumenta en relación al izquierdo, y en las tareas espaciales el ritmo alfa aumenta en el hemisferio izquierdo en relación al derecho (Dumas y Morgan, 1975).

Galin y Ornstein (1972) mostraron variaciones en las cantidades relativas de alfa en los dos hemisferios, en las derivaciones temporal y parietal, mientras los sujetos desarrollaban tareas lingüísticas o espaciales, con menos alfa en el hemisferio principalmente responsable del procesamiento de la información.

Nckee y Humphrey (1973) registraron la actividad eléctrica de sujetos sometidos a tareas verbales y musicales de diferente grado de dificultad. Encontraron mayor actividad alfa en el he-

misferio derecho que en el izquierdo independientemente de la tarea. Esta asimetría era menor en la tarea musical; incrementándose con la dificultad de las tareas lingüísticas.

Boyle et.al. (1974) registraron la actividad cerebral en las derivaciones F3, F4, T3 y T4 contra C7 en sujetos diestros que ejecutaban ocho tareas cognitivas. Encontraron que la dependencia de las proporciones de asimetría derecho/izquierdo, en las tareas cognitivas son manifestadas principalmente en la banda de alfa. La diferente proporción de la potencia de alfa entre un hemisferio y otro fue mayor para las tareas verbal-aritméticas que para las tareas espacio-musicales. También encontraron que las tareas motoras incrementaron las asimetrías entre los hemisferios; las derivaciones temporales mostraron más diferencias significativas que las parietales en las tareas. Hubo menos beta en el hemisferio más directamente relacionado con el procesamiento de una tarea específica.

En 1969, Creutzfeldt et.al. aplicaron ocho tareas visomotoras y de actividad mental, con diferente grado de atención o concentración a sus sujetos. Encontraron que la reacción de bloqueo de alfa occipital fue menos dependiente del tipo de tarea que de las diferencias individuales: en algunos individuos (un tercio del grupo) se vió un aumento de alfa occipital durante las tareas, mientras que otro tercio, mostró una reacción de bloqueo de alfa consistente y un tercio mostró reacciones inconsistentes. La reducción de alfa fue más pronunciada en sujetos con mucha alfa durante el reposo con ojos abiertos, que en personas con poca alfa, quienes tendían a in-

crementar alfa occipital. No encontraron una correlación simple entre la cantidad de atención y el grado de reacción de alfa. El ritmo alfa en el lóbulo occipital siempre se redujo en el momento que el sujeto leía las instrucciones, lo cual puede estar relacionado a la actividad visual oculomotora, así como a diferentes formas de concentración involucradas en la lectura.

La coherencia interhemisférica se refiere al grado de semejanza entre los patrones electroencefalostráficós de los dos hemisferios cerebrales. Cuando la señal de EEG de una zona del HD (por ejemplo, el lóbulo temporal) varía en el tiempo, de manera idéntica (en amplitud, frecuencia y fase) a la señal de la zona correspondiente del HI, se habla de una coherencia interhemisférica perfecta en esa zona del cerebro. Es muy difícil que exista un nivel perfecto de coherencia; pero es posible medir un mayor o menor grado de semejanza interhemisférica en un momento dado.

Grindel (1982) propone la coherencia como una medida de la organización funcional del cerebro. Examinó los cambios en las relaciones interhemisféricas (índice de coherencia) en condiciones normales y patológicas (coma y esturor) y encontró que los niveles medios de coherencia en sujetos sanos fueron estables durante mediciones repetidas en diferentes intervalos de tiempo (horas, días, meses); en cambio encontró una gran variabilidad en los niveles de coherencia en pacientes con lesiones cerebrales locales. La variabilidad fue mayor en las regiones adyacentes al foco; en comparación con otras partes de la corteza. Los cambios más severos se vieron en estados comatosos, bajando nota-

blemente el nivel de coherencia en proporción a la profundidad del coma. El punto máximo de decremento se vió inmediatamente antes de la muerte. Cuando los pacientes mejoraban, había un aumento progresivo de la coherencia, siendo más notorio en el ritmo alfa. En estado de estupor estable, o durante la transición de estupor a coma, cuando aún era posible obtener una respuesta ante la audición de palabras y ejecutar tareas elementales, se observó una alta coherencia (arriba de 0.8, en la escala utilizada para medir coherencia de 0 a 1) en bajas frecuencias de 3 a 5 Hz únicamente. En sujetos normales, se estudió el paso del estado de vigilia a sueño, caracterizada por un decremento en la potencia del ritmo alfa y un incremento en bajas frecuencias (6 Hz), especialmente en regiones frontales y occipitales. Se observó un aumento definitivo en la coherencia, especialmente en theta y alfa, más marcadamente en las zonas anteriores de ambos hemisferios. En base a estos resultados, Grindel propone una relación entre el tono cortical el nivel de coherencia. El sistema nervioso requiere un nivel óptimo de tono cortical y el nivel de coherencia. El sistema nervioso requiere un nivel óptimo de tono para cada estado de activación (sueño, vigilia, etc.) reflejado en un nivel óptimo de coherencia para cada ritmo fisiológico.

Otros estudios relacionan la coherencia interhemisférica con procesos mentales. Shaw, O'Connor y Omsley (1977) encontraron un cambio en la coherencia interhemisférica, en sujetos diestros y zurdos en una tarea de imaginación espacial. Observaron un incremento en el nivel de coherencia, durante la tarea

con respecto a la línea base, en los sujetos diestros y un decremento en los sujetos zurdos.

Por otra parte, se ha visto un aumento de coherencia en la banda alfa, en el lóbulo frontal, durante la práctica de meditación trascendental, en comparación a los niveles de coherencia encontrados en un estado de relajación de los mismos sujetos, antes de aprender la técnica. (Billback y Bronson, 1961).

Los estudios sobre coherencia interhemisférica son pocos, y en realidad se desconoce aún cual puede ser su función en el Sistema Nervioso Central. En esta investigación se medirán los cambios en la coherencia interhemisférica con el propósito de observar la semejanza entre los patrones electroencefalográficos de ambos hemisferios cerebrales al escuchar música clásica.

III. TRABAJO EXPERIMENTAL.

A) INTRODUCCION.

La música tiene la capacidad de modificar los estados afectivos del hombre y de producir una sensación de deleite, un estado sensible de asrado. (Minsky, 1981; Nay, 1967). Esta capacidad de la música depende tanto de sus características físicas (frecuencia, intensidad, timbre), como de las características individuales del oyente. (Maher, 1980; Cur-chick y Leventhal, 1976; Cross, Howell y West (1983).

Aún no se conocen los procesos fisiológicos que acompañan la sensación de asrado experimentada ante la audición de la música. La interpretación del significado de la música y los cambios afectivos que ella puede evocar se llevan a cabo en el Sistema Nervioso Central (Roederer, 1983). La electroencefalografía es una técnica que permite registrar los cambios en la actividad eléctrica cortical, la cual es un indicador del estado funcional del Sistema Nervioso Central. (John et.al., 1980; Lechle et.al., 1980).

Se han realizado muy pocas investigaciones que relacionen el EEG con los estados emotivos producidos durante la audición musical. La mayoría de ellas se refieren a la especialización hemisférica. Se ha propuesto que el procesamiento, tanto de la música como de las emociones, se lleva a cabo principalmente en el hemisferio derecho, en personas diestras (Hirshkowitz, Earle y Paley, 1978; Davidson y Schwartz 1977; Hoffman y Gold-

stein (1981); Hare et al., 1971). Generalmente, en estos estudios se les ha pedido a los sujetos que realicen algún tipo de tarea (reconocimiento, comparación, recuerdo, etc.) en relación a los estímulos sonoros que escuchan. Estos procedimientos requieren de un procesamiento analítico o espacial de los estímulos, sin embargo, no existen investigaciones en las que el sujeto tan sólo tenga que escuchar la música y disfrutarla.

El objetivo del presente trabajo es explorar si existe algún correlato electroencefalográfico a la experiencia subjetiva de escuchar música clásica. Se empleó como estímulo control (deseñadable) la grabación del llanto de un bebé, en una situación experimental en la que el sujeto no necesitaba hacer ningún tipo de análisis cognitivo de los estímulos que se le presentaban.

C) SUJETOS.

En esta investigación participaron 14 sujetos voluntarios (7 hombres y 7 mujeres) con las siguientes características:

- tener entre 19 y 35 años de edad;
- tener estudios profesionales;
- tener una predilección por la música clásica;
- escuchar música clásica por lo menos tres veces por semana;
- no tener estudios musicales formales;
- ser diestros.

B) PROCEDIMIENTO.

Los sujetos fueron invitados a participar en una investigación en la que se pretendía estudiar la relación entre la música y la actividad cerebral. Ninguno tenía conocimiento del tipo de estímulos que iba a escuchar.

Las sesiones experimentales se llevaron a cabo de la siguiente forma:

1. Antes de iniciar la sesión se hizo una encuesta al sujeto con el objeto de evaluar su estado emocional previo y su nivel de alerta. La sesión era pospuesta en caso de que el sujeto no se sintiera bien o estuviera muy cansado u alterado. Se realizó una sola sesión por sujeto.

2. Colocación de electrodos. La actividad electroencefalográfica fue registrada en forma monopolar en las siguientes derivaciones, de acuerdo con el sistema internacional 10-20 (Jasper, 1958): C3, C4, T3, T4, F3 y F4, cada uno referido a un electrodo neutro ipsilateral colocado en A1 y A2.

3. Registro y grabación del EEG. La actividad del EEG fue registrada en un polisgrafo Beckman modelo RM de ocho canales. Los filtros de altas y bajas frecuencias cortaban frecuencias menores de 1 Hz y mayores de 30 Hz. La señal fue monitoreada en un osciloscopio Beckman modelo EO-1B. Fue grabada para su análisis posterior, fuera de línea, en una grabadora Vetter modelo D de ocho canales.

4. Período de relajación. Posteriormente a la colocación de los electrodos, el sujeto fue situado en un cuarto sonodormitador, con luz tenue, sentado lo más cómodamente posible, de frente a las bocinas de la grabadora de cintas en que se presentaron los estímulos. Se le dió un período de relajación de 10 min. con el propósito de que se adaptase al lugar y condiciones de registro y de estabilizar los parámetros fisiológicos.

5. Tratamiento. Las instrucciones dadas a los sujetos fueron: "Debe estar relajado lo más cómodo posible; permanezca con los ojos cerrados y sin moverse mientras el experimentador este fuera del cuarto de registro; y concentre toda su atención en lo que va a escuchar".

La sesión experimental consistió en la presentación de los estímulos en el siguiente orden:

Silencio - 1 min
 Música - 2 min
 Silencio - 1 min
 Llanto - 2 min
 Silencio - 1 min

El silencio inicial se tomó como línea base. La música fue un fragmento de la Sinfonía no. 1 de Saint Saenz. Se escogió música sinfónica para evitar la interferencia debida al agrado o desagrado de los sujetos por algún instrumento en especial. Además se buscó que la música fuera alegre (estimula-

tiva), no depresiva o triste, de baja complejidad de audición y poco conocida para evitar que fuera familiar a muchos sujetos.

A diez de los sujetos (5 hombres y 5 mujeres) se les presentaron en el orden descrito los estímulos, es decir, la música antes del llanto; y a los cuatro sujetos restantes (2 hombres y 2 mujeres) se les presentó el llanto antes de la música, con el objeto de reducir el efecto que pudiera existir debido al orden de presentación de los estímulos.

El llanto que se presentó provenía de una grabación previa de un bebé al que se le quitaban electrodos de registro electrocardiográfico.

Los estímulos se presentaron separados por un minuto de silencio. El estímulo musical terminaba naturalmente, es decir, durante una pausa natural de la sinfonia. Al terminar cada uno de los estímulos, el experimentador entraba al cuarto de registro y le pedía al sujeto que evaluara el estímulo que acababa de escuchar, por medio de una serie de escalas evaluativas, elaboradas en base a las utilizadas por Walker (1977). Cada escala constaba de dos adjetivos descriptivos opuestos, separados por una línea de 10 cm de longitud. Se le pidió a los sujetos que dibujaran una línea vertical entre cada par de adjetivos, en el punto que correspondiera a su percepción subjetiva de las características del estímulo. Al extremo izquierdo de cada escala se le asignó un valor arbitrario de 0 y el valor máximo era de 10 cm, quedando el punto neutro en los 5 cm. La distancia entre el

0 y la línea vertical fue medida en centímetros y expresaba el puntaje que le daba la persona a cada estímulo. (fig.1).

Las primeras cinco escalas tenían como objetivo la evaluación subjetiva de las características del estímulo presentado, mientras que las tres últimas pretendían evaluar la reacción del sujeto ante el estímulo.

E) OBTENCION Y ANALISIS DE DATOS.

1. Captura de la señal de EEG.

La señal de EEG, grabada en cinta magnética, fue capturada en una computadora PDP 11/40, a través de un convertidor analógico-digital con las siguientes características: 1) 8 canales; 2) 12 bits de resolución; 3) permite un tiempo de muestreo hasta de un milisegundo por canal tomados simultáneamente sin que haya retardo, prácticamente, entre un canal y otro; 4) las señales a capturar deben estar en un rango de -1 a +1 volt (es el rango de salida para la mayoría de los instrumentos electrónicos empleados en fisiología). (Ver fig. 2).

Las señales de EEG de las seis derivaciones registradas (C3, C4, T3, T4, F3 y P4) fueron muestreadas simultáneamente, una en cada canal del convertidor. Se tomó una muestra de EEG para cada derivación, en cada una de las condiciones experimentales. Cada muestra tuvo una duración de 20.48 seg, es decir, se tomaron 2048 puntos de señal durante los silencios, la música y el llanto, con

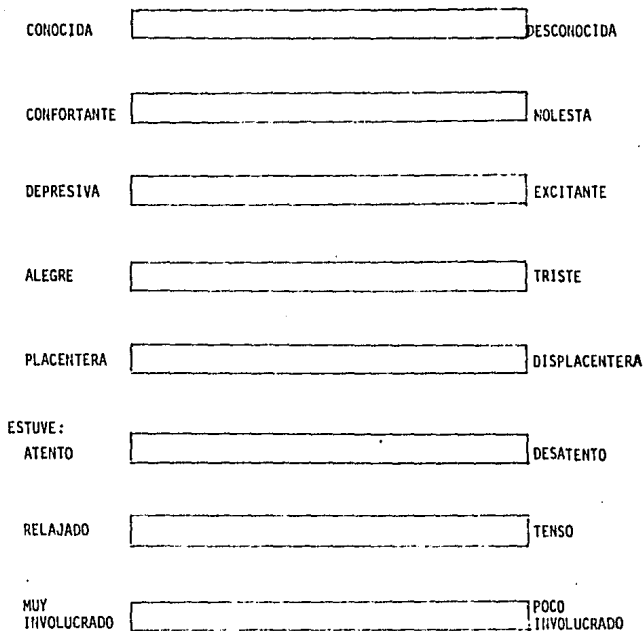


Fig. 1. Escalas de evaluación subjetiva empleadas para evaluar la música y el lento.

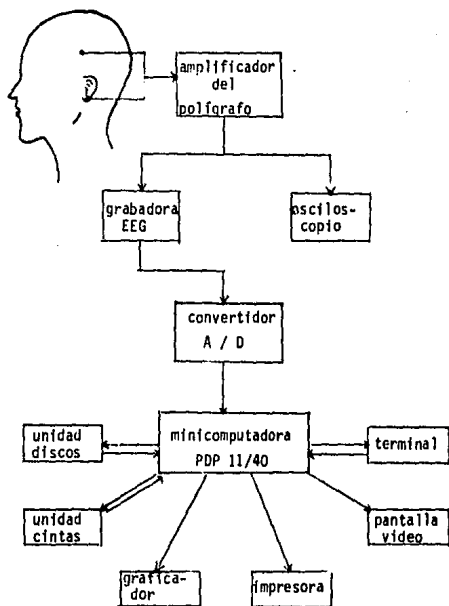


Fig. 2. Diagrama del registro y el análisis de la señal de EEG.

un intervalo entre un punto y otro de 10 mseg (esto equivale a una frecuencia de muestreo de 100 Hz). (Ver fig.3).

Del minuto de señal grabado durante los silencios se tomaron al azar (a partir de los 10 seg. de iniciado el registro) los 20.48 seg de señal (sin artefactos) para ser analizados. De la misma manera se tomaron los 20.48 seg de señal de los 2 minutos registrados durante los estímulos (música y llanto).

2. Análisis de la señal de EEG.

a) Las potencias relativas de las bandas electroencefalográficas: theta, alfa y beta, fueron obtenidas por medio de una transformada rápida de Fourier (TRF).

El análisis fue realizado independientemente para cada derivación. El primer paso fue pasar la señal de EEG por un filtro digital que eliminaba altas y bajas frecuencias y la corriente directa (DC) que pudieran existir en las señales, dejando para el análisis un rango de frecuencias de 3.5 a 30 Hz, correspondientes a las bandas theta, alfa y beta.

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

Una vez filtrada la señal, se separaron los diversos compo-

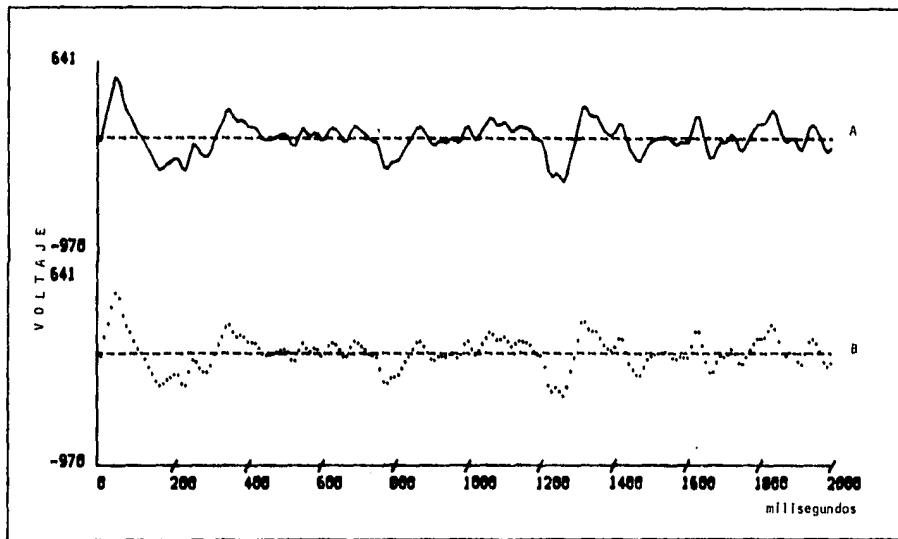


Fig. 3. Muestreo de la señal de EEG. en la gráfica A se ve un ejemplo de 2 segs de la señal original que entra a la computadora; en la gráfica B se ve la señal muestreada, el intervalo entre un punto u otro es de 10 ms., quedando 100 puntos por cada segundo (100 Hz).

rentes de la misma, de acuerdo a su frecuencia. Cada muestra de señal de EEG está compuesta por todas las frecuencias comprendidas en el rango de 3.5 a 30 Hz, después de haber sido filtrada. La TRF separa esta señal arrojando los componentes de frecuencia en las bandas electroencefalográficas como sigue:

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

Se consideró que el EEG es un proceso estocástico y estacionario durante un intervalo de 15 a 20 segundos.

El análisis da como resultado los valores absolutos de potencia (espectro de potencia) para cada banda de frecuencias (fig.4). Estos valores absolutos fueron transformados a potencias relativas, en porcentajes, en relación a la potencia total de la señal (compuesta por todas las bandas de frecuencia).

De esta manera, se obtuvo la potencia relativa para cada una de las bandas, durante cada condición (silencio, música, llanto) en todas las derivaciones.

b) Análisis de correlación cruzada.

Se calculó el coeficiente de correlación lineal entre la señal del hemisferio derecho y del hemisferio izquierdo para la señal total y para cada banda (theta, alfa, beta), en todas las derivaciones (C3-C4, T3-T4 y P3-P4) y durante todas las condi-

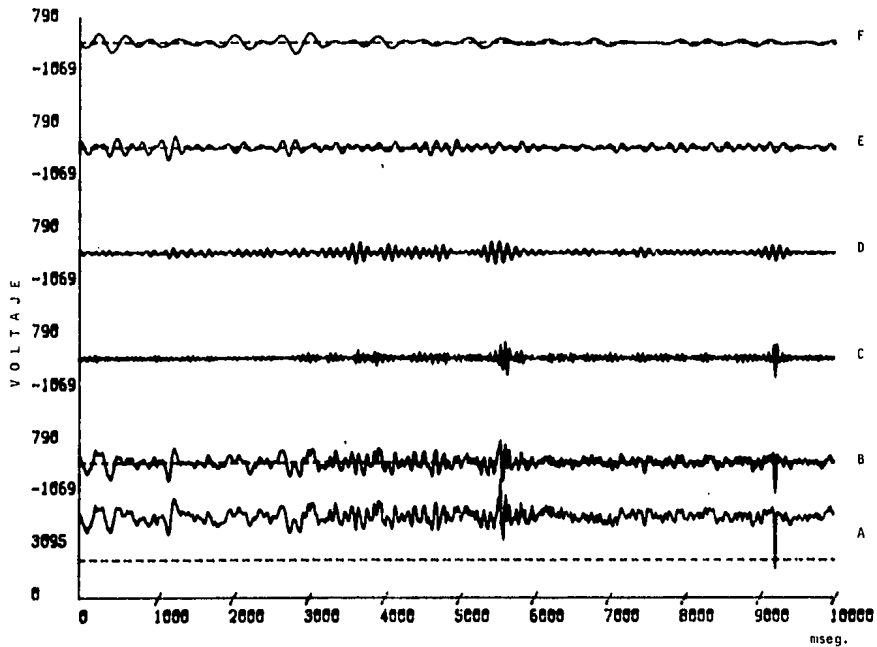


Fig. 4. Descomposición de una señal de EEG por bandas. A) señal total con RG; B) señal filtrada; C) potencia de beta contenida en la señal total; D) potencia de alfa; E) potencia de theta; F) potencia de delta.

ciones experimentales (silencio, música, llanto).

F. ANALISIS ESTADISTICO.

1. Las comparaciones de las potencias relativas de las bandas, entre condiciones y derivaciones, se realizaron por medio de un análisis de varianza de dos factores (A= derivaciones, B= condiciones) para medidas repetidas (Kirk, 1968). Se hizo un análisis para cada banda (θ , α , β) por separado con el total de los sujetos (n= 14). Posteriormente, para encontrar las medidas responsables de la significancia del análisis de varianza, se hizo una comparación entre pares de medias, por medio de un análisis de rangos de Duncan.

2. Las diferencias entre sexos en las potencias relativas de las bandas fueron obtenidas por medio de un análisis de varianza de dos factores (A= derivaciones, B= sexos) completamente aleatorizado. Se hizo un análisis para cada condición experimental (silencio, música, llanto) para cada banda por separado (un total de nueve).

3. Para encontrar las diferencias interhemisféricas en las potencias relativas de las bandas, se realizó un análisis de varianza de dos factores (A= HI, HD y B= condiciones) para medidas repetidas, para cada zona del cerebro (central, temporal y parietal) para cada banda (un total de nueve), con el total de sujetos.

4. Las comparaciones para los valores de la correlación interhemisférica (C3-C4, T3-T4, F3-P4) se realizaron por medio de un análisis de varianza de dos factores (A= derivaciones, B= condiciones) para la señal total y para cada banda (theta, alfa beta) por separado (n= 14).

5. Las diferencias entre sexos en los valores de correlación interhemisférica, se obtuvieron mediante un análisis de varianza de dos factores (A= derivaciones, B= condiciones) completamente aleatorizado. Se hizo un análisis para cada condición y para cada banda por separado.

6. Con el objeto de observar la interrelación existente entre las bandas theta, alfa y beta, se hizo un análisis de correlación lineal, con las medias del grupo entre dos bandas, tomando como datos el valor de la potencia relativa de cada una de ellas en cada condición experimental (silencio, música y blanco), es decir, en total se tomaron 5 valores por banda. Con este número tan reducido de datos es necesario un valor de correlación mayor de 0.75 para una $p < 0.05$ y de 0.87 para una $p < 0.01$.

F. RESULTADOS

1. Escalas de evaluación subjetiva de los estímulos.

Las escalas de evaluación subjetiva de las características de los estímulos, música y llanto, tenían como objetivo principal, controlar el hecho que la música realmente fuera percibida como un estímulo agradable y el llanto como un estímulo desagradable por todos los sujetos. En el caso de que un sujeto evaluara la música como desagradable o el llanto como agradable, sería analizado de manera independiente. Esto último no sucedió en ninguno de los sujetos. Las escalas que midieron el asrado por los estímulos fueron: confortante-molesta, en la cual se obtuvo una media de 1.65 para la música y de 8.21 para el llanto y placen - tera - displacentera, con una media de 1.32 para la música y 8.72 para el llanto. (Tabla 1).

Por otra parte, se controló que la música no fuera muy familiar para los sujetos; en la escala que evaluaba esta condición, conocida-desconocida, se obtuvo un promedio de 7.75 para la música.

En relación a la escala alegre-triste, la música fue considerada como un estímulo alegre ($\bar{X} = 3.62$), mientras que el llanto obtuvo un valor neutro ($\bar{X} = 5.20$). Los sujetos reportaron estar más relajados durante la audición de la música clásica ($\bar{X} = 1.84$) que durante el llanto ($\bar{X} = 4.20$), y haber estado atentos durante ambos estímulos, la música ($\bar{X} = 0.96$) y el llanto ($\bar{X} = 1.33$). (Tabla 1).

En general, la música fue considerada como un estímulo placentero, desconocido, alegre, confortante y excitante, mientras que el llanto fue reportado como un estímulo conocido, molesto y displacentero.

2. Línea base.

El silencio inicial se ha tomado como línea base. En el diseño se pretendía regresar a la línea base después de la presentación de cada uno de los estímulos (música y llanto); sin embargo, no se han podido tomar como línea base los silencios registrados inmediatamente después de los estímulos, ya que mediante un análisis de varianza de dos factores para todos los sujetos (A= derivaciones, B= silencios) se encontraron diferencias significativas entre los silencios en las bandas: theta ($F(13,29)=3, p<0.05$) y alfa ($F(13,29)=4.78, p<0.009$); estas diferencias se deben a que los silencios mantienen un patrón electroencefalográfico muy similar al registrado durante el estímulo que los precedió, por lo que en las comparaciones posteriores se tomó únicamente el silencio inicial como línea base.

3. Diferencias en la potencia relativa de las bandas alfa, beta y theta en las diferentes condiciones y derivaciones.

Por medio del análisis de varianza de dos factores para todos los sujetos (A= derivaciones, B= condiciones) se encontraron cambios significativos en las potencias relativas.

a) Theta.

En la banda theta hubo diferencias significativas entre condiciones ($F(13;29)=6.57, p<0.0001$) pero no entre derivaciones. Como puede verse en las figuras 5 y 6 durante la audición de la música clásica, la potencia relativa de theta aumenta notablemente en todas las derivaciones en relación a la línea base, mientras que, durante la audición del llanto de un bebé se nota una disminución en todas las derivaciones. La potencia de theta fue menor en parietal que en central y temporal en todas las condiciones. Al hacer la comparación entre pares de medias, por medio del análisis de Duncan, la única diferencia significativa fue entre música y llanto en todas las derivaciones ($p < 0.05$). (tabla 2).

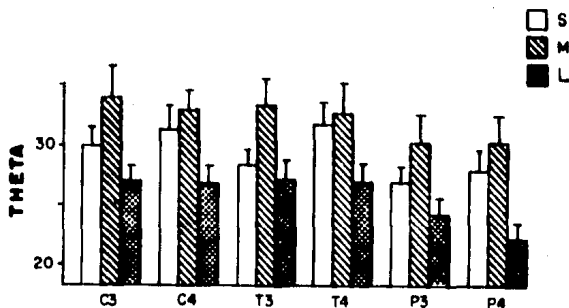


Fig. 5. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo theta en las diferentes condiciones: silencio (S), música (M) y llanto (L), en las derivaciones: central, temporal y parietal izquierdas y derechas.

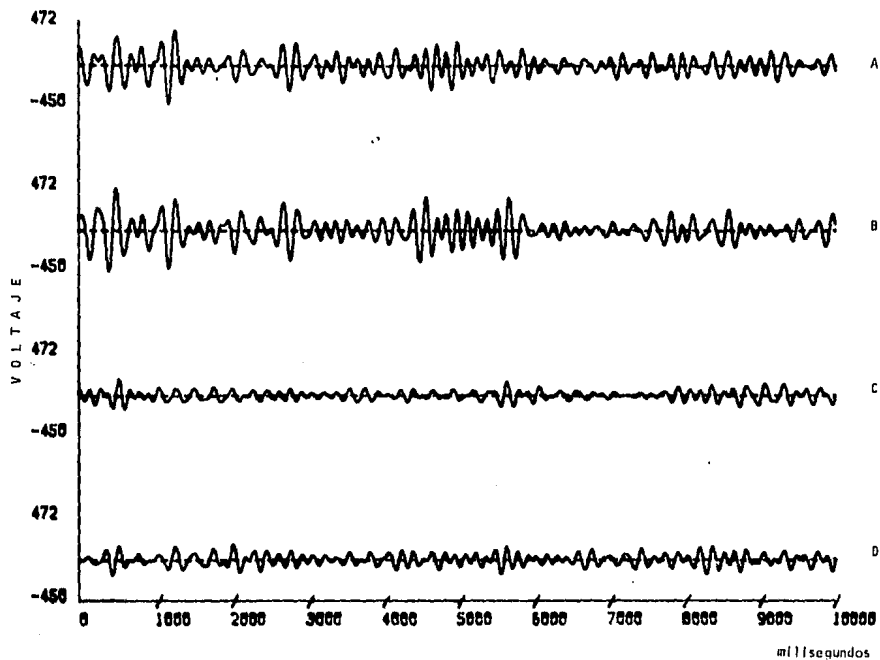


Fig. 6. Potencia relativa de theta. A. C3 durante la música; B. C4 durante la música; C. C3 durante el llanto; D. C4 durante el llanto.

b) Alfa.

Se observaron diferencias significativas entre condiciones, factor B, ($F(13,29)=3.70$; $p<0.005$), habiendo una disminución de la potencia de alfa durante la música y un incremento durante el llanto. (ver figura 7).

A pesar de que el análisis de variancia dió diferencias significativas entre las condiciones en el ritmo alfa, mediante el análisis de Duncan, para buscar diferencias entre pares de medias, no se encontraron diferencias significativas.

También se encontraron diferencias significativas entre derivaciones ($F(13,29)=13.74$; $p<0.0001$), siendo mayor su potencia en parietal y menor en T4. De acuerdo con la prueba de rangos de Duncan, se encontró que la potencia de alfa en la línea base es significativamente mayor en P3 que en T4 ($p<0.05$) y durante

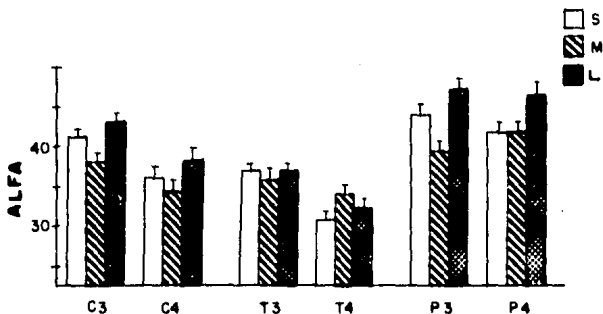


Fig. 7. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo alfa en las diferentes condiciones: silencio (S), música (M) y llanto (L), en las derivaciones: central, temporal y parietal, izquierdas y derechas.

el llanto es mayor en P4 y P3 que en T4 ($p < 0,05$). Alfa predomina en todas las derivaciones debido a que los sujetos se encontraban con los ojos cerrados. (Tabla 3).

c) Beta.

En el ritmo beta sólo hubo diferencias significativas entre derivaciones; factor A; ($F(13,29)=10,73$; $p < 0,0001$); entre condiciones; factor B; no se observan diferencias significativas (ver fig. 8); aunque se puede ver que la potencia relativa de beta tiende a disminuir durante la música en temporal y a aumentar durante el llanto. (Tabla 4).

La potencia de beta es menor en parietal y mayor en temporal. Durante la línea base se encontraron diferencias significativas con la prueba de Duncan; entre P3 y T4 ($p < 0,01$).

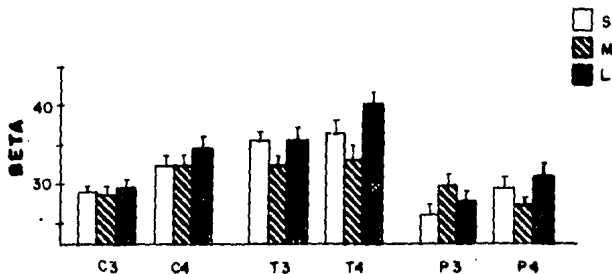


Fig. 8. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo beta en las diferentes condiciones: silencio (S), música (M) y llanto (L) y las derivaciones: central, temporal y parietal, izquierdas y derechas.

4. Diferencias interhemisféricas en la potencia relativa de las bandas.

a) Theta.

Por medio del análisis de varianza de dos factores (A= hemisferios, B= condiciones) para cada zona cerebral, no se encontraron diferencias interhemisféricas significativas en la banda theta. (fig. 5).

b) Alfa.

Se encontraron diferencias interhemisféricas para alfa en central ($F(13,9)=7.22$, $p<0.009$) y temporal ($F(13,9)=6.01$, $p<0.01$), en donde la potencia de alfa es mayor en el hemisferio izquierdo que en el derecho (ver fig. 7). En parietal no hay diferencias significativas y la potencia es prácticamente igual en los dos hemisferios.

c) Beta.

Para la banda beta se encontraron diferencias interhemisféricas en central ($F(13,9)=4.56$, $p<0.03$), siendo mayor su potencia en el hemisferio derecho que en el izquierdo en todas las condiciones. (figura 8).

5. Diferencias sexuales en las potencias relativas de las bandas.

a) Theta.

Los análisis de varianza de dos factores (A= derivacio-

nes; $B = \text{sexo}$) no mostraron diferencias significativas en el ritmo theta en ninguna de las condiciones. Sin embargo, en la fig. 9 se puede observar que la potencia de theta fue mayor en los hombres que en las mujeres durante la línea base; en los hombres puede observarse además una diferencia izquierda - derecha, siendo mayor la potencia en el derecho. En las mujeres no se ven diferencias interhemisféricas. (Tabla 2).

En las figuras 10 y 11 podemos observar que tanto durante la música como durante el llanto, las mujeres y los hombres están prácticamente iguales, no existiendo diferencias, tampoco, entre derivaciones.

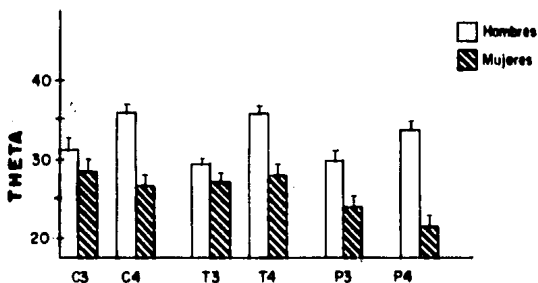


Fig. 9. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo theta durante el silencio para hombres y mujeres en las diferentes derivaciones.

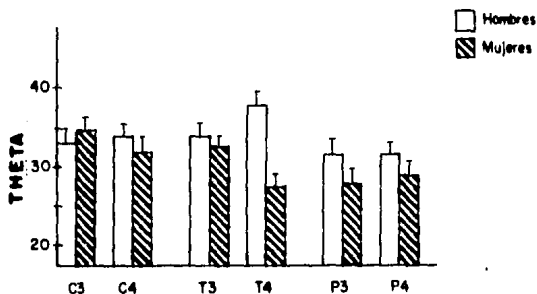


Fig. 10. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo theta durante la música para hombres y mujeres en las diferentes derivaciones.

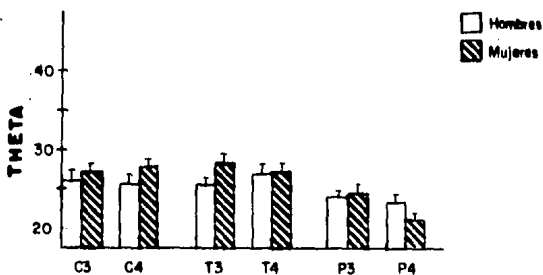


Fig. 11. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo theta durante el llanto para hombres y mujeres en las diferentes derivaciones.

b) Alfa.

Se encontraron diferencias sexuales significativas en el ritmo alfa sólo durante el llanto ($F(13,11) = 8,21$, $p < 0,006$), habiendo una potencia mayor en el hombre en todas las derivaciones, tanto en el hemisferio izquierdo como en el derecho.

En la línea base (fig. 12), la potencia de alfa es mayor en los hombres que en las mujeres en central y temporal, y para ambos sexos es mayor en el hemisferio izquierdo que en el derecho, aunque estas diferencias no fueron significativas. En términos generales se puede ver una variación menor para la potencia de alfa en las mujeres que en los hombres, entre las diferentes derivaciones.

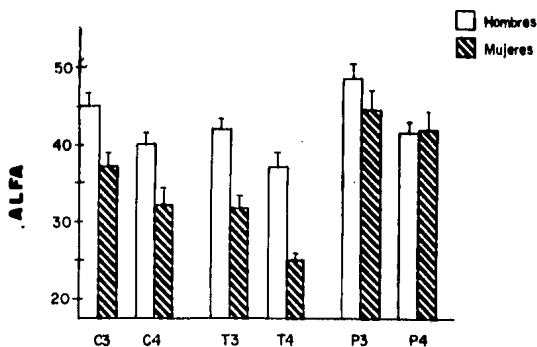


Fig. 12. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo alfa durante el silencio para hombres y mujeres en las diferentes derivaciones.

Durante la música (fig. 13) la potencia de alfa sigue siendo mayor en el hombre en todas las derivaciones, excepto en P3, donde se iguala a las mujeres. En los hombres, la potencia de alfa prácticamente no varía entre derivaciones, excepto en P4, donde se nota un incremento.

Como puede verse en la fig. 14, la potencia de alfa siempre es mayor en el hombre que en la mujer durante el llanto aunque no existieron diferencias significativas entre derivaciones; puede observarse que en ambos sexos es mayor la potencia en el izquierdo que en el derecho y en parietal que en temporal. (Tabla 3).

c) Beta.

Para la banda de beta las diferencias entre sexos fueron significativas durante la línea base ($F(13,11)=19.69$; $p < 0.001$) y durante la música ($F(13,11)= 4.41$; $p=0.013$).

En la línea base, la potencia de beta fue significativamente mayor en las mujeres que en los hombres en todas las derivaciones y fue siempre mayor en el hemisferio derecho que en el izquierdo en las mujeres; en los hombres se encontró que casi no hay diferencias entre izquierdo-derecho. La potencia de beta fue mayor en las derivaciones temporales. (Ver fig. 15).

Durante la música se mantiene mayor la potencia de beta en las mujeres que en los hombres en todas las derivaciones, y se mantiene también una variación mayor entre las de-

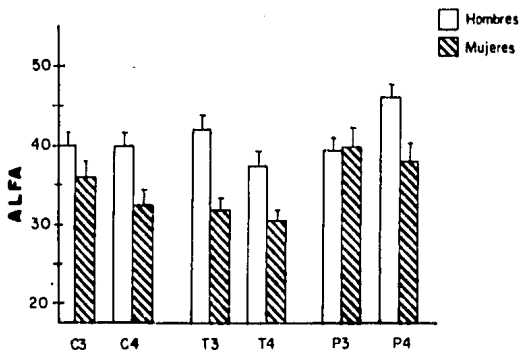


Fig. 13. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo alfa durante la música para hombres y mujeres en las diferentes derivaciones.

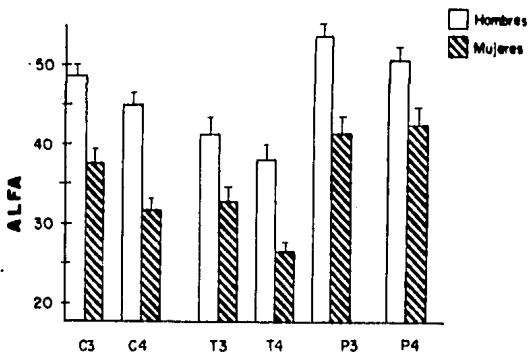


Fig. 14. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo alfa durante el llanto para hombres y mujeres en las diferentes derivaciones.

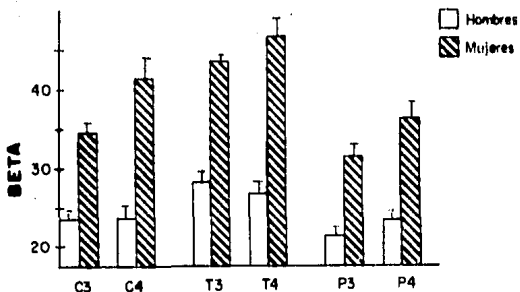


Fig. 15. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo beta durante el silencio para hombres y mujeres en las diferentes derivaciones.

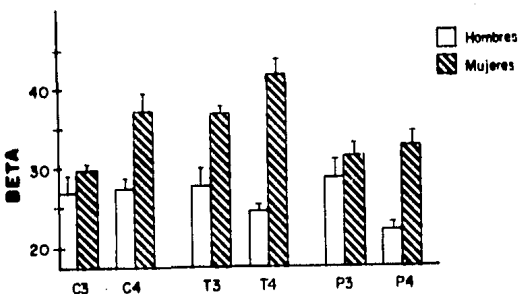


Fig. 16. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo beta durante la música para hombres y mujeres en las diferentes derivaciones.

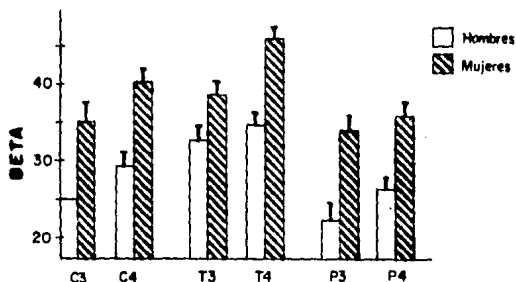


Fig. 17. Media y error estándar de la potencia relativa del ritmo beta durante el llanto para hombres y mujeres en las diferentes derivaciones.

rivaciones en las mujeres. Se observó en las mujeres una potencia mayor en el hemisferio derecho en las derivaciones temporales, mientras que en los hombres, prácticamente no hay variaciones, ni entre hemisferios, ni entre derivaciones. (Ver fig. 16).

Durante el llanto, aunque no significativamente, se mantienen las mismas diferencias sexuales: mayor potencia de beta en las mujeres que en los hombres en todas las derivaciones. En ambos sexos la potencia es mayor en el hemisferio derecho que en el izquierdo. (Fig. 17, Tabla 4).

6. Diferencias en las correlaciones interhemisféricas en las diferentes condiciones y derivaciones.

Mediante el análisis de varianza de dos factores para todos los sujetos (A= derivaciones; B= condiciones), no se encontraron diferencias significativas entre condiciones en ninguna banda. Sin embargo, sí fueron significativas las diferencias entre derivaciones siendo menores los valores de correlación para el lóbulo temporal y mayores para el parietal en todas las bandas: theta ($F(13,14)=62.60, p<0.0001$), alfa ($F(13,14)=64.62, p<0.0001$), beta ($F(13,14)=52.64, p<0.0001$) y para la señal total ($F(13,14)=66.82, p<0.0001$).

En general, los valores de correlación fueron menores en el ritmo beta en relación a las otras dos bandas (alfa y theta). (Tablas 5, 6 y 7).

7. Diferencias sexuales en las correlaciones interhemisféricas.

a) Theta.

Por medio de un análisis de varianza de dos factores (A = derivaciones; B = sexos) se encontraron diferencias sexuales en los valores de correlación interhemisférica en las siguientes condiciones:

Durante la línea base se obtuvieron diferencias significativas entre derivaciones para las tres condiciones:

silencio, música ($F(13,5)=3.32$, $p<0.04$) y llanto ($F(13,5)=17.11$, $p<0.001$); y entre sexos ($F(13,5)=6.17$, $p<0.001$), siendo significativa la interacción entre los dos factores ($F(13,5) = 7.58$, $p=0.001$). En la derivación central los valores de correlación fueron mayores en la mujer que en el hombre; mientras que en temporal y parietal, estos valores son menores para la mujer y mayores para el hombre. En general, los valores de correlación son mayores, en la región parietal y menores en la temporal. (Fig. 18).

Durante la música hubo diferencias sexuales significativas ($F(13,5)=3.32$, $p= 0.01$); observándose, al igual que en la línea base, un valor de correlación mayor en las mujeres que en los hombres en la zona central; mientras que, en temporal y parietal, ambos sexos tienen valores de correlación

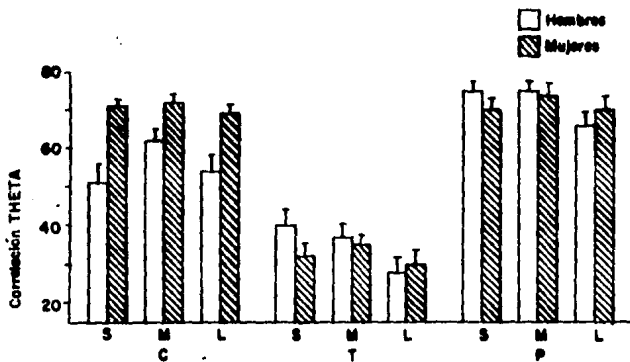


Fig. 18. Media y error estándar de los valores de correlación inter-hemisférica del ritmo theta, en las diferentes condiciones: silencio (S), música (M) y llanto (L) en las derivaciones: central (C), temporal (T) y parietal (P).

iguales. Las diferencias entre derivaciones fueron significativas ($F(13,5) = 10.57$, $p < 0.001$) e iguales que en la línea base, siendo la correlación mayor en parietal y menor en temporal. (Tabla 5).

Durante el llanto se vieron las mismas diferencias que en la música, siendo mayor la correlación en las mujeres que en los hombres ($F(13,5) = 6.17$, $p = 0.01$) en la región central. Las diferencias entre derivaciones también fueron significativas ($F(13,5) = 3.32$, $p = 0.04$), siendo mayor la correlación en parietal que en temporal. Hubo una interacción significativa entre ambos factores (A= derivaciones, B= sexos) con $F(13,5) = 7.58$, $p = 0.001$, (Tabla 5).

b) Alfa.

En la banda alfa no existen diferencias sexuales significativas en ninguna condición, aunque, como se puede observar en la figura 19, hay el mismo patrón que para el ritmo theta, es decir, una correlación mayor en la mujer en central, y mayor en temporal en el hombre. La falta de diferencias sexuales significativas en alfa puede deberse a la gran variabilidad entre los sujetos.

En las mujeres se puede ver una tendencia a la disminución de la correlación durante la música y a un aumento de la correlación durante el llanto, en relación a la línea base, en temporal.

En el hombre, por el contrario, se observa un incremento

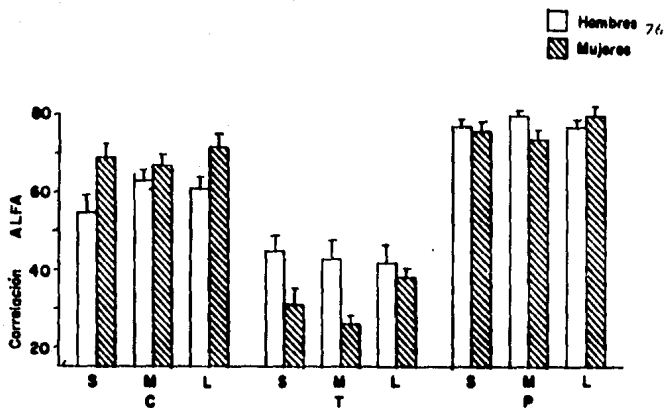


Fig. 19. Media y error estándar de los valores de correlación inter-hemisférica del ritmo alfa, en las diferentes condiciones: silencio (S), música (M) y llanto (L) en las derivaciones: central (C), temporal (T) y parietal (P).

de la correlación para el ritmo alfa durante la música en la región central, en comparación a la línea base.

El factor B (derivaciones), sí muestra diferencias significativas en las tres condiciones: línea base ($F(13,5) = 13,06, p < 0,001$), música y llanto ($F(13,5) = 10,57, p < 0,001$), idénticas a las encontradas para este factor en el ritmo theta. (Tabla 6).

c) Beta.

El ritmo beta muestra diferencias significativas entre sexos en todas las condiciones ($F(13,5) = 3,75, p = 0,05$).

Durante la línea base, tanto central como temporal, muestran diferencias, mientras que en parietal no se ven. En cen-

tral la correlación es mayor en las mujeres, mientras que en temporal es mayor en los hombres.

Durante la música son mayores los valores de correlación en las mujeres en central, mientras que en temporal, es mayor en los hombres.

Durante el llanto se observan diferencias sobre todo en central y temporal siendo mayor la correlación en las mujeres. (Fig. 20, Table 7).

Las diferencias significativas en las derivaciones (F(13,5) = 15.19, $P < 0.001$) mostraron el mismo patrón que en theta y alfa, es decir, un valor de correlación mayor en parietal y menor en temporal en las tres condiciones: silencio, música y llanto (F(13,5) = 8.20, $P < 0.001$).

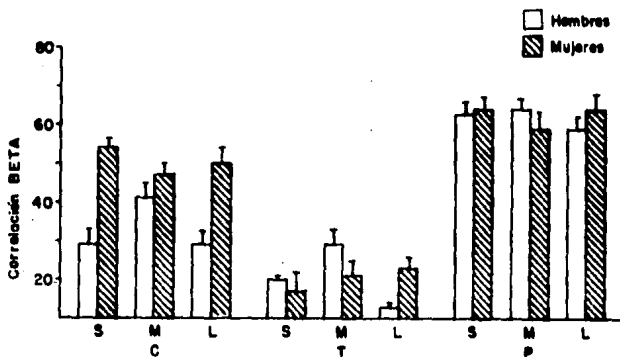


Fig. 20. Media y error estándar de los valores de correlación inter-hemisférica del ritmo beta en las diferentes condiciones: silencio (S), música (M) y llanto (L) en las derivaciones: central (C), temporal (T) y parietal (P).

d) Señal total.

En el análisis de varianzas de dos factores (A = derivaciones; B = sexos) no se encontraron diferencias significativas entre sexos, en ninguna de las condiciones, cuando se toman los valores de correlación de la señal compuesta por todas las bandas. Sin embargo, en la fig. 21 se puede ver una correlación más alta en las mujeres que en los hombres en central, en la línea base. Los hombres tienen una correlación más alta que las mujeres durante la línea base en temporal y durante la música en central y temporal.

Al igual que en los análisis realizados para cada banda, si se encontraron diferencias significativas entre derivaciones, en todas las condiciones: línea base ($F(13,5) = 15.19$; $p < 0.001$), música ($F(13,5) = 23.56$; $p < 0.001$) y llanto ($F(13,5) = 15.19$; $p < 0.001$).

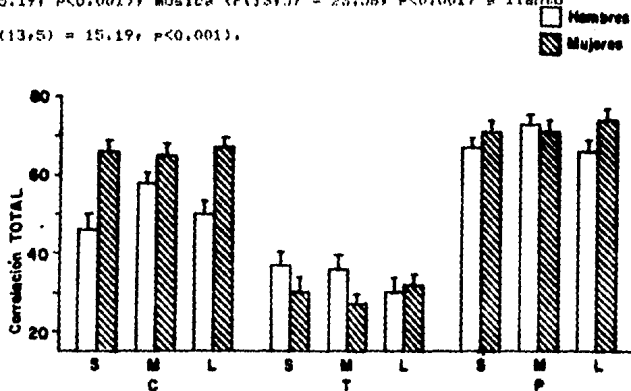


Fig. 21. Media y error estándar de los valores de correlación inter-hemisférica de la señal total, en las diferentes condiciones: silencio (S), música (M) y llanto (L) en las derivaciones: central (C), temporal (T) y varietal (P).

Los valores de correlación mostraron una interacción significativa entre los dos factores (A= derivaciones, B = sexos), durante la línea base y durante el llanto ($F(13,5) = 5,34; p < 0,007$). En ambos casos, la mujer tiene una correlación mayor en central y el hombre en temporal. (Tabla 8).

8. Correlación entre las potencias relativas de las bandas theta, alfa y beta.

En un análisis de correlación entre las potencias relativas de las bandas theta, alfa y beta, se encontró una alta correlación negativa, significativa, entre theta y beta en: C3 ($r = -.83; p < 0,05$), C4 ($r = -.86; p < 0,05$) y P4 ($r = -.93; p < 0,01$). (Ver fig. 22).

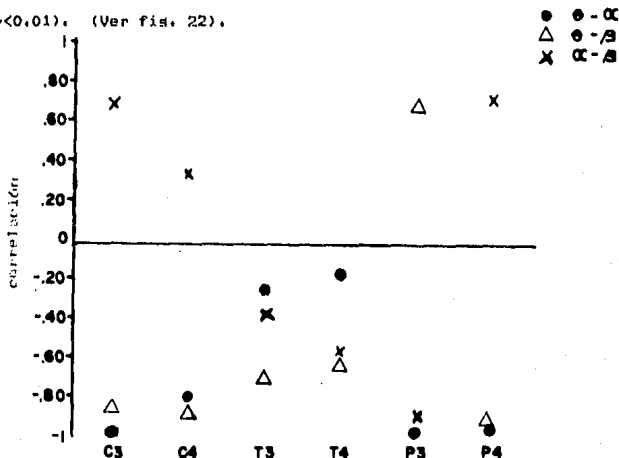


Fig. 22. En esta gráfica se puede observar la correlación entre las potencias relativas de las bandas theta (●), alfa (▲) y beta (X) en las derivaciones: central, temporal y parietal, izquierdas y derechas.

La correlación entre los ritmos theta y alfa, también fue negativa y significativa en: C3 ($r = -.97$, $p < 0.01$), C4 ($r = -.78$, $p < 0.05$), P3 ($r = -.95$, $p < 0.01$) y P4 ($r = -.93$, $p < 0.01$).

Entre las bandas alfa y beta, se encontraron correlaciones positivas en algunas derivaciones (C3, C4, P4) y negativas en otras (T3, T4, P3), siendo significativa la correlación en P4 ($r = -.93$, $p < 0.01$). (Tabla 9).

Resumen de resultados.

Las bandas que mostraron cambios significativos en sus potencias relativas, ante la música y el llanto, fueron theta y alfa.

La potencia relativa de theta aumentó significativamente ($p < 0.0001$) durante la audición de la música clásica y disminuyó durante el llanto, no habiendo diferencias significativas entre derivaciones para esta banda. Alfa, por el contrario, mostró una disminución significativa ($p < 0.005$) durante la música y un incremento durante el llanto. Alfa sí mostró diferencias significativas entre derivaciones ($p < 0.0001$), siendo mayor su potencia en parietal y menor en temporal.

En el ritmo beta no hubo diferencias significativas entre condiciones, pero sí entre derivaciones ($p < 0.0001$), siendo mayor su potencia en temporal y menor en parietal.

Se encontraron diferencias sexuales en el ritmo alfa durante el llanto, donde la potencia fue significativamente mayor ($p = 0.006$) en los hombres que en las mujeres. Para beta, se encontró mayor potencia en las mujeres que en los hombres durante la línea base ($p < 0.001$) y durante la música ($p = 0.013$).

Se encontraron diferencias significativas en los valores de correlación interhemisférica, sólo entre derivaciones, siendo mayor la correlación en parietal y menor en temporal en las tres bandas: theta, alfa y beta ($p < 0.0001$).

Se observaron diferencias sexuales significativas en los valores de correlación interhemisférica en la banda theta en silencio, música ($p = 0.01$) y llanto ($p = 0.05$); y en beta en silencio, música y llanto ($p = 0.05$). Tanto para theta como para beta, se observa un valor de correlación mayor en las mujeres, que en los hombres, en central, mientras que los hombres muestran una correlación mayor en temporal.

En el análisis de correlación entre las potencias de las bandas se encontró una correlación negativa entre theta y beta, en C3 ($r = -.83$), C4 ($r = -.86$) y en P4 ($r = -.93$) y entre theta y alfa en C3 ($r = -.97$), C4 ($r = -.70$), P3 ($r = -.95$) y P4 ($r = -.93$). No hubo ninguna correlación significativa en temporal. La correlación entre alfa y beta, en algunas derivaciones fue positiva y en otras negativa, y solamente significativa para P3 ($r = -.87$).

Tabla 1. Medias y desviaciones estándar en centímetros, obtenidas para cada una de las escalas de evaluación subjetiva de los estímulos música y llanto.

	MUSICA		LLANTO	
	\bar{X}	DS	\bar{X}	DS
Conocida-desconocida	7.75	2.25	0.51	0.49
Confortante-molesta	1.65	1.62	8.21	1.62
Depresiva-excitante	8.25	1.17	5.20	2.69
Alegre-triste	3.62	2.43	7.97	1.99
Placentera-displacentera	1.32	1.35	8.72	1.37
Atento-desatento	0.96	1.03	1.33	1.97
Relajado-tenso	1.84	2.68	4.20	3.54
Muy involucrado-poco involucrado	1.37	1.26	2.85	3.08

Tabla 2. Media y desviación estándar de la potencia relativa del ritmo theta en las tres condiciones: silencio, música y llanto en las diferentes derivaciones: central, temporal y parietal para los hemisferios izquierdo (I) y derecho (D), en hombres y mujeres.

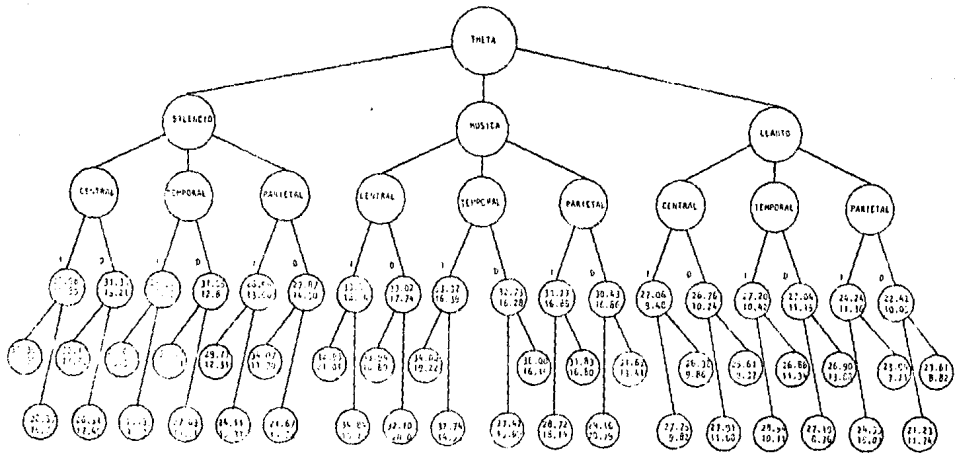


Tabla 3. Media y desviación estándar de la potencia relativa del ritmo alfa en las tres condiciones: silencio, música y llanto en las diferentes derivaciones: central, temporal y parietal para los hemisferios izquierdo (I) y derecho (D), en hombres y mujeres.

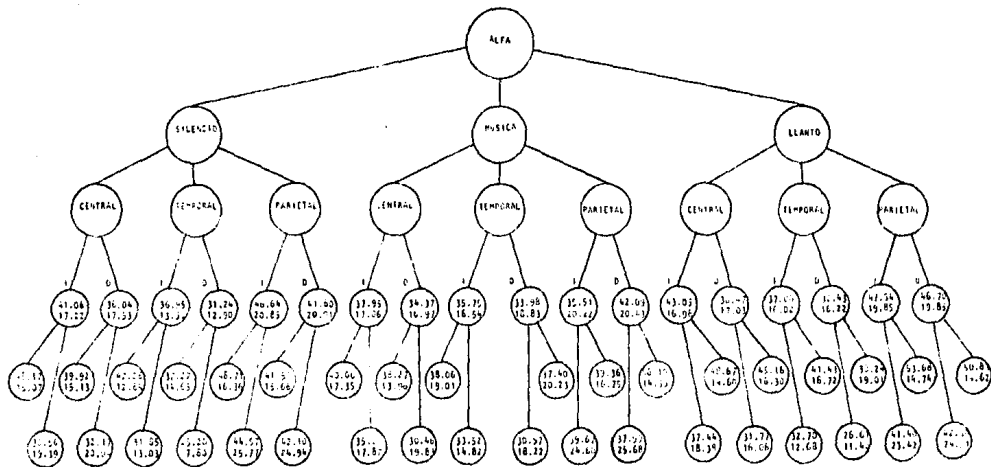


Tabla 4. Media y desviación estándar de la potencia relativa del ritmo beta en las tres condiciones: silencio, música y llanto; en las diferentes derivaciones: central, temporal y parietal; para los hemisferios izquierdo (I) y derecho (D); en hombres y mujeres.

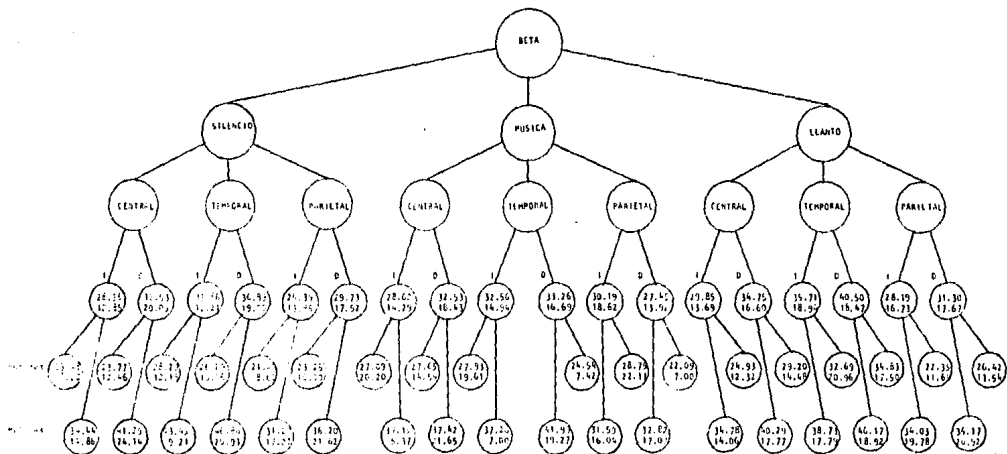


Tabla 5. Media y desviación estándar de la correlación interhemisférica del ritmo theta en las diferentes condiciones: silencio, música y llanto en las derivaciones: central, temporal y parietal en hombres (H) y mujeres (M).

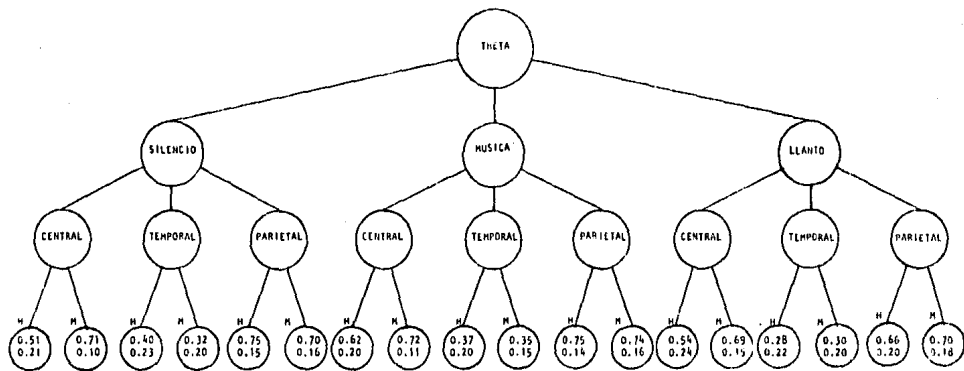


Tabla 6. Media y desviación estándar de la correlación interhemisférica del ritmo alfa en las diferentes condiciones: silencio, música y llanto en las derivaciones: central, temporal y parietal en hombres (H) y mujeres (M).

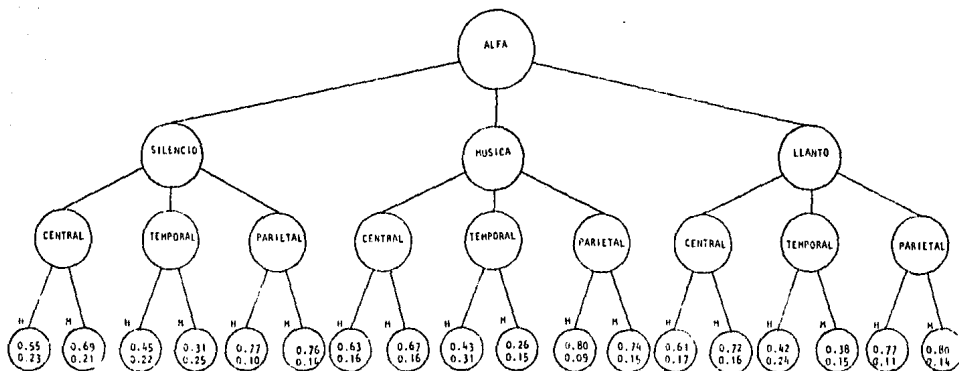


Tabla 7. Media y desviación estándar de la correlación interhemisférica del ritmo beta en las diferentes condiciones: silencio, música y llanto en las derivaciones: central, temporal y parietal en hombres (H) y mujeres (M).

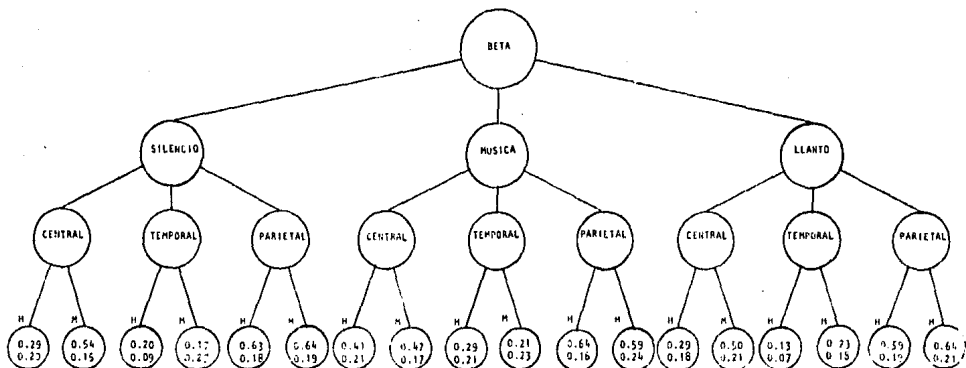


Tabla B. Media y desviación estándar de la correlación interhemisférica de la señal total en las diferentes condiciones: silencio, música y llanto en las derivaciones: central, temporal y parietal en hombres (H) y mujeres (M).

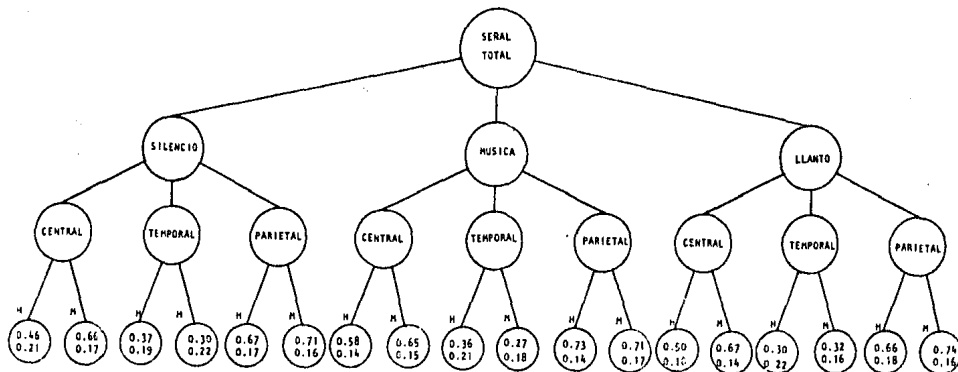


Tabla 9. Valores de correlación entre las potencias relativas de las bandas theta, alfa y beta en las diferentes derivaciones.

	theta-alfa	theta-teta	alfa-teta
C3	-0.97 **	-0.83 *	0.70
C4	-0.78 *	-0.86 *	0.35
T3	-0.22	-0.67	-0.37
T4	-0.14	-0.60	-0.54
P3	-0.95 **	0.70	-0.87 **
P4	-0.93 **	-0.93 **	0.74

** p<.01
* p<.05

IV. DISCUSION

Los resultados de este trabajo indican que sí existen cambios electroencefalográficos claros ante la audición de la música clásica en comparación tanto con la condición experimental de silencio como con la audición del llanto de un bebé.

La experiencia agradable provocada por la audición de música clásica (todos los sujetos evaluaron la música como agradable y placentera) en sujetos aficionados a ella, se ve acompañada por un aumento significativo de la potencia relativa del ritmo theta y una disminución significativa de la potencia relativa del ritmo alfa. La potencia relativa de beta, en cambio, no mostró cambios significativos. El llanto del bebé, por el contrario, se vió acompañado por una disminución significativa de la potencia relativa del ritmo theta y un incremento del ritmo alfa.

El incremento en la potencia relativa de la banda theta y la disminución de la banda alfa durante la audición de la música clásica coinciden con los resultados obtenidos por Walker (1977). Estos resultados sugieren que la experiencia provocada por estímulos considerados estéticos o artísticos, se ve acompañada por un aumento de la actividad de las bandas theta y beta durante la audición de la música clásica, en relación al silencio, mientras que para la actividad alfa, sucedió lo contrario, siendo mayor su actividad durante el silencio.

La mayoría de los estudios que se han realizado con estímulos musicales (McKee y Humphrey, 1973; Doyle et.al, 1974), se han hecho con el objeto de conocer la capacidad cognitiva de los hemisferios cerebrales y, en ellos, se les ha pedido a los sujetos que realicen un análisis del estímulo musical, como por ejemplo, compararlo o discriminarlo entre otras melodías. En estos estudios se ha encontrado una mayor activación del hemisferio derecho en relación al izquierdo, manifestada por un incremento del ritmo beta y una disminución de alfa (Davidson y Schwartz, 1977).

Estos paradigmas experimentales difieren del nuestro, en que en este trabajo, no se le pidió ninguna tarea al sujeto, sino simplemente que escuchara y disfrutara la música. Esta diferencia puede ser la responsable de la ausencia de cambios en el ritmo beta; en cambio, en la experiencia subjetiva de agrado y desagrado los ritmos electroencefalográficos que reaccionaron fueron alfa y theta.

El ritmo theta ha sido muy poco explorado durante la vigilia en el hombre; debido en parte, a que es un ritmo que no debe observarse mediante la inspección visual en un registro de un adulto normal; en el caso de que se detectara visualmente, indicaría un estado patológico. Otra razón por la cual no ha sido estudiado extensamente en la vigilia es su abundancia durante el sueño, ya que la presencia de theta, es precisamente uno de los signos visuales de la entrada al sueño. Este hecho ha confinado el estudio de este ritmo en relación

al sueño. En esta investigación, sin embargo, podemos decir que los sujetos no se durmieron; primero, debido a las respuestas de las escalas de evaluación, en las que todos los sujetos reportaron haber estado atentos a la música. Por otra parte, la música fue calificada por los sujetos como alegre y excitante y no como una música demasiado tranquila que produjera somnolencia. Además, el tiempo de duración de la música fue de 3 min., lapso después del cual, entraba el experimentador al cuarto de registro; es poco probable que los sujetos se durmieran en tan corto tiempo. En relación al EEG, no se vió una disminución significativa del ritmo beta durante la audición de la música clásica; lo que hubiera resultado en el caso de que los sujetos se hubieran dormido.

Otra razón, por la que el estudio del ritmo theta ha sido abandonado, es que, los ritmos que podían observarse visualmente fueron alfa y beta; de hecho, transcurrieron muchos años, hasta 1948, para que se descubriera el ritmo theta. Puesto que en los inicios del EEG el sistema de análisis era fundamentalmente visual, la atención se dirigió primordialmente a las bandas alfa y beta, y se descuidó theta. Sin embargo, desde su descubrimiento, Gray Walter asoció este ritmo con estados de placer y displacer, o sea, que no es sorprendente que este ritmo haya sido el que reaccionara durante la música y el llanto.

Originalmente, Walter (1950) reportó la aparición de theta ante estímulos, tanto placenteros como displacenteros; encontró que algunos niños presentaban el ritmo theta ante ambos

tipos de estímulos; mientras que otros lo hacían únicamente ante uno de los dos tipos.

Posteriormente (1953), Walter enfatizó a los estímulos negativos como provocadores del ritmo theta, y, especialmente, consideró la suspensión de la estimulación placentera como fuente de frustración y propuso que la aparición de theta representaba un mecanismo de rastreo similar al propuesto para el ritmo alfa para los estímulos visuales; pero en este caso, para estímulos placenteros. Basándose en esto, propuso una asociación entre theta en adultos y la personalidad psicopática; sin embargo, esta idea no fue explorada posteriormente con detalle y no recibió atención.

Maulsby (1971) estudió a un bebé de ocho meses y encontró que los estímulos placenteros, tales como hacerle cosquillas, acariciarlo, beber leche, succionar un chupón o el que la madre lo besara, provocaba la aparición del ritmo theta sincrónico, con una frecuencia muy estable de 4 cps. en regiones posteriores de la corteza. En ningún caso se encontró que la suspensión de la estimulación placentera provocara la desaparición brusca del ritmo theta.

Una respuesta similar de aparición de theta ha sido reportada en los gatos ante situaciones placenteras como tomar leche, ronronear o acicalarse, por Clemente et al. (1964), a lo que llamo sincronización postreforzamiento. Grandstaff (1969) lo interpretó como consecuencia de una inhibición masiva debida a estímulos no visuales.

El ritmo theta también ha sido reportado durante estados de meditación en monjes zen con más de 20 años de experiencia en meditación. En ellos, aparece el ritmo theta mientras están meditando, fácilmente diferenciable de un estado de somnolencia, debido a que simultáneamente se tomaron registros de potenciales evocados ante estímulos externos, sin que se diera una respuesta de habituación y al final de la sesión los sujetos son capaces de reportar todos los estímulos presentados. Este estado se caracteriza por la serenidad, pues a pesar de la presencia de los potenciales evocados, no hay signos periféricos de reacción de orientación ante los estímulos (Kasamatsu y Hirai, 1969).

Green y Green (1977), con retroalimentación para aumentar theta, encontraron que su incremento en los sujetos entrenados, estaba asociado a la producción de imágenes semejantes a las "hipnagógicas". Ellos describen este estado como "profundamente internalizado, con tranquilidad en las emociones corporales y los pensamientos, por lo que permiten que cosas no oídas y no vistas lleguen a la conciencia".

La aparición de theta se ha interpretado como el reflejo de un mecanismo de atención, probablemente similar al que se ha encontrado en los animales (Graustán et al., 1959). Arnold (1960) reporta un incremento de theta en una paciente implantada en hipocampo, con el objeto de detectar el foco de actividad epiléptica, durante la ejecución de una serie de tareas. El aumento de theta fue mayor durante tareas que implicaban lenguaje, como escribir o la asociación de palabras en comparación a tareas co-

no caminar o sentarse.

El ritmo theta también ha sido asociado con la solución de tareas. Ishihar y Yoshi (1972), Misuki et.al. (1976, 1980) reportan la aparición de brotes de theta en la línea media frontal de 6 a 7 cps. durante tareas como el cálculo mental continuo y la ejecución de una prueba de inteligencia o en vértex durante la ejecución de una tarea de vigilancia (Michel et.al., 1982) en la región occipital y lo interpretan como un signo de atención.

Por otro lado, se ha encontrado que la potencia de theta en P4 durante tareas verbales y espaciales, es una variable que permite discriminar entre estudiantes con altas y bajas aptitudes académicas. En estudiantes con aptitudes altas, la potencia de theta disminuye mucho más que en los estudiantes de bajas aptitudes durante la ejecución de la tarea. (Wiet et.al., 1979).

Soroko (1980) estudio el EEG y sus cambios en un grupo de personas en el Ártico, antes y durante el periodo de adaptación y encontró que, aquéllos a los que les costó trabajo la adaptación, tenían como ritmo más importante theta, y cuando lograban una buena adaptación, dos y medio meses después, el ritmo alfa tomaba su lugar.

En los estudios anteriores, relacionan theta con estados placenteros o displacenteros (Walter, 1950, 1953; Maulsby, 1971; Clemente et.al., 1964), con atención (Michel et.al., 1982; Misuki, 1980; Arnolds et.al., 1980) o con la producción de imágenes (Green y Green, 1977).

De acuerdo con la teoría informacional de las emociones de Simonov (1966), la naturaleza de la emoción depende básicamente de la información que contiene el estímulo que la suscita y puede dividirse en dos grandes grupos: 1) aquella que surge durante la ejecución de acciones demandadas por estímulos reales en el medio ambiente externo y 2) aquella que surge como respuesta a memorias o estímulos internos. La principal diferencia entre las dos, es que en el caso de la primera, el estímulo externo está exigiendo una acción por parte del sujeto, mientras que la segunda no. En ambos casos, se experimenta una emoción, pero las respuestas fisiológicas que acompañan a cada una es diferente y lo que determina la respuesta electroencefalográfica, sería la movilización de la atención hacia los estímulos externos reales o hacia los esquemas internos para extraer información (Simonov y Rusalova, 1980). Cuando un sujeto está esperando recibir un choque eléctrico nociceptivo cutáneo, se observa una atenuación del ritmo alfa y un aumento de la frecuencia cardíaca, mientras que la reproducción mental del choque se ve acompañada por una atenuación pequeña de alfa, o incluso, ausencia de la disminución de alfa (en algunos sujetos se duplica la amplitud de alfa) y un aumento mucho mayor de la frecuencia cardíaca, 102.6 latidos por min (Simonov y Rusalova, 1980; Rusalova, 1980), es decir, que los cambios en el EEG no son lineales con la intensidad de la emoción, medida por la frecuencia cardíaca, sino opuestos. De acuerdo con la teoría informacional de la emoción, esto se explica debido a que en

el primer caso, cuando el sujeto está esperando recibir realmente un choque, la atención está dirigida hacia el medio externo, por eso se da la desincronización, mientras que en el segundo caso, la atención está dirigida hacia el interior y hay una activación de los esquemas internos. Por esto, en el primer caso, estaría acompañado del ritmo beta y una reacción de orientación, mientras que en el segundo, del ritmo alfa, e incluso de theta.

La aparición de beta puede considerarse como reflejo del nivel de activación general y la presencia o ausencia de ondas theta de la focalización de la atención hacia el interior y el recorrido de esquemas de memoria.

Desafortunadamente, Simonov y Ruslova, solamente midieron la presencia de alfa y no registraron el ritmo theta, pero de acuerdo con ellos, el ritmo theta representa, además de la activación del sistema límbico, la activación de esquemas internos.

El aumento de theta durante la audición de un estímulo placentero como la música clásica, podría interpretarse en forma similar. El patrón de EEG global durante la música, consistió en un nivel de beta similar al de la línea base, un incremento de theta y un descenso de alfa, es decir, que el nivel de activación, manifestado por beta, no cambió, beta permanece igual, pero surge una forma especial de vislumbre, consistente en la conjunción de beta con theta en vislumbre, en vez de beta con

alfa. En el presente experimento, los sujetos no tenían que interactuar con el medio, ni realizar ninguna acción, sino solamente poner atención y disfrutar de la música; por esta razón, no era necesario un incremento en el nivel de activación ni una reacción de orientación, manifestadas por un aumento de theta; en cambio, la situación propiciaba un aislamiento del mundo externo, excepto por el estímulo musical.

La diferencia de theta, entre la música y el llanto, favorece a aquellos experimentos anteriores que han encontrado una asociación entre la estimulación placentera y el ritmo theta, y no apoya lo contrario; es decir, entre el ritmo theta y estímulos displacenteros; puesto que la potencia disminuye durante el llanto, aun más que en la línea base.

El aumento de la banda alfa durante el llanto, podría interpretarse de acuerdo con los resultados encontrados en otros experimentos de dos formas: 1) como respuesta directa al displacer; Rusalova (1980) encontró que durante la representación mental de un choque nociceptivo, la potencia de alfa aumenta, incluso al doble que durante la línea base y la frecuencia cardíaca también aumenta. Iwata y Mikuni (1980) encontraron en ratas que durante la espera de un choque (después de haber sido entrenadas) hay una inmovilidad casi catatónica, acompañada del aumento en la potencia de frecuencias entre 7.5 y 13 Hz y un decremento del resto del espectro. Sin embargo, la gran cantidad de estudios que relacionan alfa con situaciones agradables o placenteras son muy numerosos (Corby, 1971) como para poder deci-

dirse por cualquiera de estas explicaciones. La otra posibilidad es que alfa esté reflejando una situación de inatención o de intento de no atender al llanto. De acuerdo con Simonov y Rusalova (1980) representa la dirección de la atención hacia estímulos o endramas internos, en vez de hacia el exterior. En el caso del llanto, el sujeto dirige su atención hacia endramas de memoria internos, en los que este estímulo ya ha sido asociado a una sensación placentera.

Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas en la distribución cortical del ritmo theta, es una respuesta difusa de toda la corteza que no apoyaría la idea de una especialización del hemisferio derecho en el estado afectivo producido por la música y asociado a cambios en la potencia relativa de theta. Si se encontraron diferencias significativas en la distribución de las bandas alfa y beta. La potencia relativa de alfa fue mayor, como podría esperarse, en las derivaciones posteriores, parietales, y menor en las zonas temporales, mientras que beta, por el contrario, mostró una mayor potencia en temporal y menor en parietal. La mayor activación (aumento de beta y disminución de alfa) de las regiones temporales de la corteza podría deberse a la participación de esta zona en la percepción de los estímulos auditivos. En general, se vio una mayor activación del hemisferio derecho, inclusive durante la línea base, lo cual concuerda con la teoría de la especialización hemisférica para el procesamiento de la información musical y emocional, en la cual se ha propuesto que el hemisferio derecho es el principal responsable

del procesamiento de la música y de las emociones. El hecho de que se haya encontrado una mayor activación del hemisferio derecho aún en la línea base, puede deberse a la expectativa de los sujetos a escuchar música, ya que, en general se ha visto una mayor activación del hemisferio izquierdo durante el reposo (McKee y Humphrey, 1973).

Las diferencias de activación hemisférica fueron mayores en las regiones centrales en relación a las otras derivaciones, es decir, que el HIQ mostró una potencia relativa mayor de beta y menor de alfa en comparación al hemisferio izquierdo, lo cual también se ha encontrado en otras investigaciones (Galin et al., 1978).

En el diseño estaba contemplado un regreso a la línea base después de la presentación de cada uno de los estímulos (música y llanto), sin embargo, debido a que el registro de EEG fue tomado inmediatamente después de los estímulos, esto no fue posible. Se encontró que los patrones del EEG producidos por los estímulos se mantenían, por lo menos durante un minuto, después de finalizado el estímulo.

El ritmo theta no mostró diferencias entre los dos sexos. Si theta puede considerarse como un reflejo de una situación agradable, se puede decir, que ambos sexos respondieron de la misma manera.

Los ritmos alfa y beta, por el contrario, sí mostraron diferencias sexuales, siendo significativas estas diferencias du-

rante el llanto para alfa, y durante la línea base y la música para beta. En general, los hombres tuvieron una mayor potencia del ritmo alfa que las mujeres, y las mujeres mostraron una mayor potencia de beta que los hombres. Una explicación para estos resultados, podría ser que las mujeres tienen mayor reactividad hacia los estímulos externos, mientras que los hombres son más independientes del campo y por lo tanto, controlan más la dirección de su atención hacia el interior. En realidad, no existen investigaciones en las que se muestren diferencias sexuales en las potencias de las distintas bandas, ya sea en situaciones de reposo o de ejecución de tareas, por lo cual se requiere de una mayor investigación en este campo. Las diferencias sexuales encontradas en este trabajo no pueden generalizarse, debido a que pueden deberse al hecho de que los sujetos acostumbraron escuchar música clásica.

En relación a la coherencia interhemisférica, medida por análisis de correlación, no se encontraron diferencias entre la línea base, la música o el llanto, sin embargo, sí se encontraron diferencias entre las diferentes regiones corticales. La coherencia fue mayor en el lóbulo parietal y menor en el temporal, estos resultados concuerdan con los encontrados en otras investigaciones (Thatcher et.al., 1980; Gutiérrez y Corsi, 1985; Meneses y Corsi, 1985).

Se encontraron diferencias sexuales en la coherencia interhemisférica en relación a las derivaciones. Las mujeres tienen mayor coherencia en la región central que los hombres, posiblemente, debido a que las mujeres, en general, muestran

una menor especialización hemisférica (Safer, 1981), sin embargo, los hombres muestran mayor coherencia interhemisférica en las zonas temporales. Debido a que la zona temporal es la más involucrada en el procesamiento de los estímulos auditivos, una mayor coherencia en esta zona podría deberse a que ambos hemisferios están respondiendo al análisis de los estímulos. Ambos hemisferios se coordinan para percibir y analizar los distintos componentes de la música; por una parte, el análisis de la melodía y el tono dependen del procesamiento del hemisferio derecho, mientras que las secuencias tonales dependen del hemisferio izquierdo y ambos participan en la percepción del ritmo y el fraseo de las piezas musicales (Shapiro, Grossman y Gardner, 1981). Las mujeres tienden a fijarse más en los elementos globales como la melodía y el tono musical. Eklash y Michals (1975) también encontraron que los hombres tienden a analizar más la música que las mujeres. En este estudio, de hecho, la mayoría de los sujetos hombres hicieron comentarios acerca de la calidad del sonido, el tiempo musical, el estilo y tono de la pieza, etc. en tanto que las mujeres no hicieron ningún comentario al respecto.

En relación a la interacción entre las bandas electroencefalográficas, hasta ahora se había postulado una relación inversa entre las bandas alfa y beta, especialmente en los estudios de especialización hemisférica, para medir el nivel de activación del cerebro. Así, se dice que si la proporción del ritmo beta es mayor y la del ritmo alfa es menor, entonces la zona resis-

trada se encuentra más activada que otra zona en la que predomine el ritmo alfa. En esta investigación, esto fue cierto únicamente para una de las seis derivaciones (P3) y además es de hacerse notar que aunque sin alcanzar el nivel de significancia, el valor de la correlación entre estas bandas, fue positivo en la mitad de las derivaciones y negativo en las restantes. Sin embargo, encontramos que existe una alta correlación negativa entre las bandas theta y alfa en las zonas central y parietal, y entre theta y beta fue negativa en las derivaciones C3, C4 y P4 y positiva en P3. La relación inversa de los ritmos theta y beta fue reportada anteriormente por Green y Arduini (1954) en animales. Estos autores encontraron que cuando se registraba ritmo beta en corteza, se encontraba theta en el hipocampo. Arnolds et al. (1981) encontraron que theta aumentaba en el hipocampo en una paciente cuando realizaba una serie de tareas. Sin embargo, esta relación no ha sido reportada en estructuras corticales.

La música es un arte capaz de transformar los estados afectivos del ser humano. Estos cambios pueden ser observados en la actividad eléctrica del cerebro. Sin embargo, quedan muchas interesantes aberturas para futuras investigaciones en este área, entre ellas las siguientes: ¿los cambios electroencefalográficos observados realmente están reflejando la experiencia estética de los sujetos ante la música, o son simplemente producto del hecho de escucharla? ¿es posible que el escuchar una música agradable y una desagradable para una persona dada, produzca cambios electroencefalográficos opuestos como los encontrados entre la música

ca y el llanto del bebé? ¿Otros tipos de música, por ejemplo rock o Jazz, serán capaces de producir los mismos efectos que la música clásica en personas que suscriben de ellos? ¿Siempre que una persona escucha una pieza musical que le agrada manifiesta los mismos cambios en la actividad cortical? ¿Es comparable la experiencia estética producida por la música clásica a la que puede evocar la contemplación del arte visual? ¿Qué mecanismos psicológicos y fisiológicos están respondiendo a la música y cómo actúan?

El conocimiento de las reacciones psicofisiológicas ante la música nos permite avanzar en el estudio de la organización funcional del cerebro en relación a procesos cognitivos, emotivos y conductuales, además de permitir un mejor desarrollo en la musicoterapia y otros campos de aplicación de la música.

V. BIBLIOGRAFIA

- Alviri, J. *Musicoterapia*; Edil. Paidós; Buenos Aires; 1967.
- Ardila, A. *Psicofisiología de los procesos complejos*. Ed. Trillas, México; 1979.
- Arnolds, D.F.A.T., Lopes Da Silva, F.H., Aitnik, J.W., Kamp, A. and Boetjins, P. The spectral properties of hippocampal EEG in man. *EEG Clin. Neurophysiol.*, 50:324-330; 1980.
- Belshan, R.L. y Herman, D.W. Effect of vocal vs. non-vocal music on visual recall. *Perceptual and Motor Skills*, 44:857-858; 1977.
- Bryden, M.P., Lew, R.G. y Susarman, J.H. A left ear advantage for identifying the emotional quality of tonal sequences. *Neuropsychologia*, 20(1):83-87; 1982.
- Caccioppo, J.T. and Pitts, R.E. The effects of orienting task on differential hemispheric EEG activation. *Neuropsychologia*, 13:675-683; 1975.
- Carmou, A. and Nachson, I. Ear asymmetry in perception of emotional nonverbal stimuli. *Acta Psychol.*, 32:351-357; 1973.
- Catell, R.B. and McMichael, R.E. Clinical diagnosis by de I.P.A.T. music preference test. *J. consult. Psychol.*, 24:333-341; 1960.
- Clemente, C.P., Sternin, M.B. and Witwicka, W. Postreinforcement EEG synchronization during aliment behaviour. *EEG Clin. Neurophysiol.*, 355-365; 1964.
- Cohen, G. Hemispheric differences in dot localization. *Perception and Psychophysics*, 19(1): 23-28; 1973.
- Cooke, D. *The Language of music*. London: Oxford Univ. Press; 1959.
- Corby, A. Psychophysiological correlates of tantric yoga. *Arch. Gen. Psychiatr.*, 35:571-577; 1978.

Crais, J.D. A dichotic rhythm task: advantage for the left-handed. *Note, Cortex* 16:613-620, 1980.

Crais, J.D. The effect of musical training and cerebral asymmetries on perception of an auditory illusion. *Cortex*, 15:671-677, 1979.

Creutzfeldt, O., Grunewald, C., Simonova, O. and Schmitz, H. Changes of the basic rhythms of the EEG during the performance of mental and visuo-motor tasks. *Attention in Neurophysiology*, Evans, C.R. and Mulholland, T.B., Butterworths, London, 1969.

Cross, I., Howell, P. and West, K. Preferences for scale structure in melodic sequences. *J. Exp. Psychology: Human Perc. and Perform.* 9 (3):444-460, 1983.

Cuechik, G.C., Rickert, M. and Mendelson, S. Similarity and preference judgements of musical stimuli. *Scand. J. of Psychol.* 23:273-282, 1982.

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

Davidson, R.J. & Schwartz, G.E. The influence of musical training on patterns of EEG asymmetry during musical and non-musical self-generation tasks. *Psychophysics* 14(1), 1977.

Billbeck, M.C. and Bronson, E.C. Short-term longitudinal effects of the transcendental meditation technique on EEG power and coherence. *Int. J. Neurosci.* 14:147-151, 1981.

Diamond, S. and Beaumont, G. Use of two cerebral hemispheres to increase brain capacity. *Nature*, 232:270-271, July 23, 1971.

Diamond, S. and Beaumont, G. A right hemisphere basis for calculation in the human brain. *Psychonomic Science*, 24: 137-138, 1972.

Dowle, C.J., Ornstein, R. and Galin, D. Lateral specialization of cognitive mode III. EEG frequency analysis. *Psychophysiology*, 11(5):567-578, 1974.

- Dumas, R. and Morfan, A. EEG asymmetry as a function of occupation, task and task difficulty. *Neuropsychologia*, 13:219-228, 1975.
- Etaugh, C. and Michals, D. Effects on reading comprehension of preferred music and frequency of studying to music. *Perc. Motor Skills*, 41: 553-554, 1975.
- Franco, L. and Sperry, W.R. Hemisphere lateralization for cognitive processing of geometry. *Neuropsychologia*, 15:107-114, 1977.
- Geader, S.E., Parsons, D.A. & Bertera, J.H. Hemispheric differences in music perception: Aptitude vs. experience. *Neuropsychologia* 16:369-373, 1978.
- Galin, D. & Ornstein, R. Lateral specialization of cognitive model: an EEG study. *Psychophysics*, 9(4), 1972.
- Galin, D., Ornstein, R., Herron, J. and Johnstone, J. Sex and handedness differences in EEG measures of hemispheric specialization. *Brain and Language*, 16:17-55, 1982.
- Gazzaniga, M.S. *The bisected brain*. New York: Appleton - century-crofts, 1970.
- Grandstaff, N.W. Frequency analysis of EEG during milk drinking. *EEO Clin. Neurophysiol.*, 27: 57-65, 1964.
- Graybiel, E., Lissak, K., Madarasz, I. and Donhoffner, H. Hippocampal electrical activity during the development of conditioned reflexes. In Grossman, P.S. *A text book of physiological psychology*. Wiley International editions. New York, 1967.
- Green, V.D. and Arduini, O. Hippocampal electrical activity in arousal. In Grossman, P.S. *A text book of physiological psychology*. Wiley International editions. New York, 1967.
- Green, E. and Green, A. *Beyond biofeedback*. New York: Delta, 1977. En Starker, S. Toward a psychophysiology of waking fantasy: EEO studies. *Perc. and Motor Skills*, 55: 891-902, 1982.
- Grindel, O.M. Optimal level of EEG coherence and its role of the state of human brain functions. *Neurosci. Behav. Physiol.* 12(3):199-206, 1982.

Guernsey, M. The role of consonance and dissonance in music. *Am. J. of Psychology*, 40:624-625, 1928.

Gutiérrez, S. y Corsi, M. Actividad electroencefalográfica durante la solución de tareas consoicativas. XXVIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, Puebla, ago. 1985, 251.

Haslard, M.P. and Parkinson, A.M. Stimulus and task factors as determinants of ear advantages. *Quarterly J. of Exp. Psychol.*, 23:168-177, 1971.

Hare, R., Wood, K., Britain, S. and Shedman, J. Autonomic response to affective visual stimulation. *Psychophysiology*, 7(3):406-417, 1971.

Henderson, M.T., Crews, A. and Barlow, J. A study of the effects of music distraction on reading efficiency. *J of Applied Psychology*, 29: 313-317, 1945.

Hirshkowitz, M., Earle, J. y Paley, B. EEG alpha asymmetry in musicians and nonmusicians: a study of hemispheric specialization. *Neuropsychology*, 16:125-128, 1978.

Hoffman, E. and Goldstein, L. Hemispheric quantitative EEG changes following emotional reactions in neurotic patients. *Acta Psychiatr. scand.*, 63:153-164, 1981.

Iwata, N. and Nikuni, N. EEG change in the conscious rat during mobility induced by psychological stress. *Psychopharmacologia*, 71: 117-122, 1980.

Jasper, H.H. The ten twenty electrode system of the international federation. *EEG Clin Neurophysiol.*, 10: 371-375, 1958.

John, E.R., Ahn, H., Prichler, I. Developmental equations for the electroencephalogram. *Science*, 210 (4475): 1255-1258, (Dec) 1980.

Jones, B. Sex and handedness as factors in visual-field organization for a categorization task. *Human Perc and Performance*, 6(3): 494-500, 1980.

Kellman, H.J. y Corballis, M.C. Ear asymmetry in reaction time to musical sounds. *Percep. and Psychophysics*, 17(4), 368-370, 1975.

Kasamatsu, A. and Hirai, T. An EEG study on the Zen meditation (Zazen). *Altered states of consciousness*, John Wiley, New York, 489-501, 1969.

Kellar, L.A. & Bever, T.G. Hemispheric Asymmetries in the Perception of Musical Intervals as a function of musical experience and family handedness background. *Brain and Language*, 10:24-38, 1980.

Kirk, R.E. *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*, Brooks/Cole Pub. Co., United States, 1968.

Lechle, M., Michels, P., Tirsch, S. Automatic recognition of age-specific development of the EEG in infancy an early childhood: a five year follow up study. *Neuropediatrics*, 11: 303-322, 1980.

Leventhal, H. Findings and theory in the study of fear communications. En L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, vol.5, New York, Academic Press, 1970.

Lew, R.G. and Bryden, M.P. Hemispheric differences in processing emotions and faces. *Brain and Language*, 7:127-138, 1979.

Lewis, D.V., Freeman, J.H. The electroencephalogram in pediatric practice, its use and abuse. *Pediatrics*, 60(3), 324-330, (Sep) 1977.

López Antón, L. *Anatomía Funcional del Sistema Nervioso*, Edit. Limusa, México, 1979.

Luria, *El cerebro en acción*, Edit. Fontanella, Barcelona, 1979.

Maher, T.F. A rigorous test of the proposition that musical intervals have different psychological effects. *Am. J. of Psychology*, 93(2): 309-327, 1980.

Maynada, J. *Los Versos Aureos de Pitágoras*, Edit. Diana, México, 1975.

McKee, G., Humphrey, B. & McAdam, D. Scaled lateralization of alpha activity during linguistic and musical tasks. *Psychophysica*, 10, 4, 1973.

- Meneses, S. y Corsi, M. Variaciones ultradianas en la actividad eléctrica cortical y su relación con la ejecución de tareas cognitivas. XXVIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Puebla, 1985; 256.
- Michel, J., Koch, B., Cammer, H., Ellerman, J., Chesurov, YN., Suvorov, N.B. System analysis of the EEG during stimulus discrimination tasks. *Human Physiol.*, 8: 7-14, 1982.
- Minsky, M. Music, mind and meaning. Massachusetts Institute of Technology Artificial Intelligence Lab., feb. 1981.
- Misuki, Y. Periodic appearance of frontal midline theta activity during performance of a sensory-motor task. *Folia Psychia. Neurol. Jpn.*, 36: 375-381, 1982.
- Morgan, A.H., MacDonald, H. y Hilsard, E.R. EEG Alpha: lateral asymmetry related to task, and hypnotizability. *Psychophysiology* 11: 275-282, 1974.
- Moscovitch, N. On the representation of language in the right hemisphere of right-handed people. *Brain and Language*, 3: 47-71, 1976.
- Nebes, R.D. Maps so-called minor hemisphere. *The human brain*. Wittrack Prentice Hall, 1977.
- Nickl, R.M. and Gale, A. EEG measures of complexity and preference for nonrepresentational works of art. *EEG and art*, 6: 281-286, 1977.
- Nielzén, S. and Cesarac, Z. Emotional experience of music by psychiatric patients compared with normal subjects. *Acta Psychiatr. Scand.* 65: 450-460, 1982.
- Now, P. The Psychodynamic meaning of music. Part II. *J. of Music Therapy*, 1: 7-23, 1967.
- Ornstein, R.E. *Psicología de la conciencia*. Edit. Manual Moderno, México, 1979.
- Osborne, J.W. and Farley, F.H. The relationship between aesthetic preference and visual complexity in abstract art. *Psychon. Sci.*, 19(2): 69-70, 1970.

- Raw, W.J., Newcomber, N., Semon, J. and Cole, P.M. Spatial abilities, sex differences and EEG functioning. *Neuropsychologia*, 19(5): 719-722, 1981.
- Rebert, C.S. and Mahoney, R.A. Functional cerebral asymmetry and performance III. Reaction time as a function of task, hand sex and EEG asymmetry. *Psychophysiology*, 15(1): 9-16, 1978.
- Rodefer, J.G. Physical and neuropsychological foundations of music. in *Music: Mind and Brain*. Cluses, M. Plenum Press, N.York, 1983.
- Safer, M.A. and Leventhal, H. Ear differences in evaluating emotional tones of voice and verbal content. *J. Exp. Psychol. Human Perc. and Performance*, 3(1): 75-82, 1977.
- Safer, M.A. Sex and hemisphere differences in access to codes for processing emotional expressions and faces. *J. Exp. Psychol. Gen.* 110: 86-100, 1981.
- Schwartz, G.E., Davidson, R.J. and Maer, F. Right hemisphere lateralization for emotion in the human brain: interactions with cognition. *Science*, 190:286-288, 1975.
- Semmes, J. Hemispheric specialization: a possible clue to mechanism. *Neuropsychologia*, 6:11-26, 1968.
- Shapiro, B.E., Grossman, M. & Gardner, H. Selective musical processing deficits in brain damaged populations. *Neuropsychology* 19(2), 161-169, 1981.
- Shaw, J.C., O'Connor, K.P. and Ondley, C. The EEG as a measure of cerebral functional organization. 130: 260-264, 1977.
- Smith, C.A. & Morris, L.W. Effects of stimulative and sedative music on cognitive and emotional components of anxiety. *Psychological Reports*, 38, 1187-1193, 1976.
- Soroko. Structural changes in the EEG during adaptation in Antarctica. *Hum. Physiol.*, 7: 401-408, 1981.
- Sperry, W.R., Zaidel, E. and Zaidel, D. Self recognition and Social Awareness in the disconnected minor hemisphere. *Neuropsychologia*, 17: 153-166, 1979.

Suberi, M. and McKeever, W.F. Differential right hemisphere memory storage of emotional and non-emotional faces. *Neuropsychologia*, 15: 757-768, 1977.

Thatcher, R.W., McAlaster, R., Lester, M.L., Horst, R.L., and Cantor, D.S. Hemispheric EEG asymmetries related to cognitive functioning in children. In Perecoman, A. *Cognitive Processing in the right hemisphere*, New York, Academic Press, 1983.

Tucker, D.M., Roth, R.S., Arneson, B.A., and Buckingham, V. Right hemisphere activation during stress. Note. *Neuropsychologia*, 15:697-700, 1977.

Wagner, M.T. & Hannon, R. Hemispheric asymmetries in faculty and student musicians and nonmusicians during melody recognition tasks. *Brain and Language*, 13, 379-388, 1981.

Walker, J.L. Subjective reactions to music and brainwave rhythms. *Physiol. Psychology*, 5(4), 483-489, 1977.

Walter, W.G. *El cerebro viviente*. Fondo de cultura económica, México 1961.

Walter, W.G. The twenty-fourth Maudsley lecture: the functions of electrical rhythms in the brain. *J. Ment. Sci.*, 96: 1-31, 1950.

Wiet, S.G. Goldstein, I. Successful and unsuccessful university students: quantitative hemispheric EEG differences. *Biological Psychology*, 8:273-284, 1979.