

01965

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE PSICOLOGÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**“ESTUDIO DE LA ORIGINALIDAD Y SUS CORRELATOS
ELECTROFISIOLÓGICOS A TRAVÉS DE LA
CONSTRUCCIÓN DE LOGOTIPOS CON TANGRAMAS”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE :
MAESTRÍA EN PSICOBIOLOGÍA

PRESENTA EL:
LIC. ALEJANDRO ZALCE ACEVES

DIRECTORA DE TESIS: DRA. GUILLERMINA YANKELEVICH
NEDVEDOVICH



SINODALES: DRA. MARÍA CORSI CABRERA
DRA. SELENE CANSINO ORTÍZ
DRA. IRMA YOLANDA DEL RÍO PORTILLA
DR. SAMUEL JURADO CÁRDENAS

MÉXICO, D. F. MARZO DEL 2005

m. 341730



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 esta 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.

CONTENIDO

| | PÁGINA. |
|--|---------|
| DEDICATORIA. | 3 |
| AGRADECIMIENTOS. | 4 |
| I. ANTECEDENTES. | 7 |
| I. 1. INTRODUCCIÓN. | 7 |
| I. 2. CREATIVIDAD Y ORIGINALIDAD. | 10 |
| I. 3. ACTIVIDAD ELÉCTRICA. LAS FUNCIONES CEREBRALES Y SU RELACIÓN CON EL ESTUDIO DE LA CREATIVIDAD. | 30 |
| I. 4. TEORÍA MATEMÁTICA DE LA INFORMACIÓN, Y LOS "TANES". | 49 |
| II. MÉTODO. | 56 |
| III. DISCUSIÓN. | 121 |
| IV. CONCLUSIONES. | 125 |
| BIBLIOGRAFÍA. | 129 |
| APÉNDICES. | 144 |

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a la memoria de quien me enseñó que, investigar era pensar y no repetir; que pensar se lograba viviendo; que vivir era compartir; a hacer de la vida una experiencia única; a transformar las experiencias en investigaciones; por su ejemplo; por las horas dedicadas para formarme; por enseñarme a enfrentar las críticas y transformarlas en sabiduría; por su valor para enfrentar la vida; por enseñarme a conocer y que la vida es un breve respiro; por dejarme ser y hacer; por dejarme inconcluso; por su amistad, respeto y confianza; aunque no creo poder seguir tus pasos, pero sí intentarlo, a:

El Dr. Jacobo Grinberg-Zylberbaum

Donde quiera que estés, mientras viva siempre ocuparás un lugar en mi lattice.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por el privilegio de la vida.

A mi Eli por compartir su vida conmigo, por su paciencia, por todas las horas robadas, y en especial por sus cuidados y amor, que hacen de mi vida un oasis.

A esa vigilante que me ha cuidado, alimentado, enseñado a luchar por lo que quiero, por su ánimo constante, por sus horas de desvelo, por sus oraciones y cariño, a mi madre.

A la Dra. Guillermina Yankelevich por compartir conmigo sus conocimientos, creer en mis locuras, apoyarme para que terminara este trabajo, por todo el tiempo que me dedicó para que aprendiera lo que otros no habían logrado, por su amistad y confianza.

A la Dra. Ana Eugenia Díaz de León por haberme abierto las puertas de su laboratorio y de su corazón en momentos tan inciertos en mi vida, por su apoyo incondicional y sobre todo por creer en mi.

A la Dra. María Corsi Cabrera por haberme abierto las puertas en el camino para que realizara este sueño, al facilitarme sus instalaciones en momentos tan desconcertantes para mi, por su paciencia y conocimientos.

Con todo mi corazón a la Dra. Consuelo Arce por haberme enseñado tanto, apoyarme cuando estaba a punto de caer, y especialmente por confiar en mí.

A la Dra. Irma Yolanda del Río por compartir sus conocimientos y experiencia para que este trabajo se entendiera y en especial por su amistad y tiempo, que son invaluable.

A Martha Pérez por haber caminado juntos en momentos tan difíciles, por compartir sus conocimientos y sobre todo por su amistad incondicional.

A la Dra. Selene Cansino por sus observaciones, dedicación y empeño para que este trabajo luciera mejor.

A el Dr. Miguel Ángel Guevara por haber visto en mi lo que yo mismo no pude, por impulsar mi carrera, abrirme puertas, compartir sus conocimientos al enseñarme a ver con números, por su confianza y amistad.

A el Dr. Samuel Jurado por haberme acompañado con su amistad en momentos críticos, por apoyarme para que concluyera este trabajo, por recordarme con su actitud que aún existen seres humanos en este planeta.

A el Dr. Jacobo Grinberg por formar lo informable al investigador que llevo dentro, por dejarme ser, por la experiencia misma de conocerlo y compartir con él tantas horas de conocimientos.

A mis compañeros Ruth, Lea, Bere, Luis, Cristina y Dulce.

A los participantes que me dieron su tiempo y sus señales cerebrales, pues sin ellos esto no existiría.

Y porque después de 10 años por fin terminé, a todos los que han obstaculizado mi camino, pues me enseñaron a ser más fuerte.

Un especial agradecimiento a CONACYT por el apoyo proporcionado para la realización de este trabajo a través de su programa de becas de Maestría.

RESUMEN

Estudiar la creatividad desde el rigor de la Ciencia no es una tarea sencilla, sin embargo es esencial para el desarrollo de la sociedad, porque a través de los productos que se generan por este camino, se facilitan las actividades humanas, se avanza en el conocimiento, la salud y las artes, por lo que es importante realizar acercamientos sistemáticos, que cubran los criterios formales de investigación, para poder entender su proceso y multiplicarlo.

La presente investigación realizó un acercamiento al estudio de la creatividad, considerando una de sus variables: la originalidad. Para ello se utilizó una estrategia de medición, empleada con anterioridad (Yankelevich, 1986), para cuantificar los niveles de abstracción decodificados por el receptor al recibir una imagen, y es la ecuación matemática de la Incertidumbre, la cual está basada en el Teoría Matemática de la Información y que Yankelevich (1986) transformó en un algoritmo para ser empleado en la medición de un juego chino llamado Tangrama. Con esta herramienta se construyeron 3 tareas con las cuales se intentó observar, el proceso y el producto original, mientras se registraba la actividad eléctrica cerebral de los participantes.

El objetivo central de la investigación fue encontrar cuáles eran los correlatos electrofisiológicos cuantificables que describieran el proceso, y qué tipo de producto generaban los sujetos.

Por lo que se diseñaron dos estudios, en el primero se extendió el rango de medición de la escala de abstracción, de 6 a 15 Tangramas y se encontraron que existen diferencias sexuales, las cuales indican que a mayor nivel de abstracción los hombres invierten menos tiempo en la resolución de la tarea, en comparación con las mujeres.

En las tareas diseñadas para el abordaje de la originalidad, se consideraron los Logotipos, porque se consideró contaban con dos variables importantes: su nivel de abstracción y originalidad. Con los Tangramas se transformaron los Logotipos en tareas cuantificables.

Los resultados indican que la relación entre tiempo de reacción y nivel de abstracción se mantiene, tanto en la población masculina, como en la femenina, sin embargo los niveles de significancia aceptables se observan en la Tarea 3 en la población masculina. En lo que respecta a la cantidad de bits que puede producir un sujeto, los resultados indican que la población masculina es la que presenta las diferencias significativas.

Mientras un grupo de sujetos resolvían los Tangramas, era registrada su actividad eléctrica cerebral, encontrando que la correlación interhemisférica decremента sus valores y la intrahemisférica los incrementa, sobre todo en la región parieto occipital.

I. ANTECEDENTES

I. 1. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de las culturas y las civilizaciones, en parte, ha estado influenciado por la generación, intercambio y aplicación de ideas novedosas. Desde un punto de vista empírico, las personas han denominado a tales ideas y sus productos como: "creatividad". La población ha tomado dos posturas respecto a lo que ésta les representa, por un lado la consideran como carente de importancia, sobre todo cuando se aprecia como un producto artesanal, y por el otro como algo extraordinario casi "divino" y que habitualmente pertenece al campo de lo estético, lo que permite observar las posibles dificultades con las cuales se pueden enfrentar los interesados en estudiarla desde una postura formal (Edwards 1987).

Recientemente Candy (2000 pág. 258) ha mencionado que: "la cultura y la creatividad son vitales para la vida, porque aporta a la producción industrial ingresos importantes que contribuyen a la economía de un país, por lo que su estudio favorecerá a la generación de empleos y al sustento de nuevas industrias".

Sin embargo, a pesar de la importancia que puede representar su estudio formal en algunos campos de aplicación, en relativas ocasiones se ha logrado que se pueda abordar con el estricto rigor que exige la Ciencia. De hecho, hace unas décadas los estudios sobre la creatividad estaban restringidos al ámbito de la labor artística, dentro de estas disciplinas los métodos de investigación no exigen el mismo rigor que en la ciencia, porque en esencia se conciben como actividades intelectuales con un alto nivel subjetivo (Arheim, 1986).

En realidad la importancia de estudiar la creatividad, va más allá de encontrar respuestas dentro del campo de lo estético, se centra en que puede ser concebida como una manera de procesar información para obtener una solución a un problema determinado, o tal vez como una estrategia de pensamiento que da como resultado un producto poco común o novedoso.

Al abordar el tema de las estrategias de pensamiento, un punto ineludible es, el procesamiento de información; dentro de éste se encuentran los canales de entrada y salida, así como la generación del conocimiento. Los sentidos también están relacionados con tal proceso. Y ha sido la psicología cognoscitiva la encargada de su estudio (Bueno, J. A.; Castanedo, C. 1998; Hardy, T.; Jackson, R., 1998).

Desde el punto de vista de la psicología cognoscitiva, el ser humano busca información, la almacena, la recuerda y usa, toma decisiones con ella y rige su conducta. Ésta se considera conocimiento una vez que se representa en la memoria, y puede procesarse o usarse en la ejecución de una tarea. La forma en que se recupera y organiza la información da un resultado que

puede ser el producto de dos tipos de estrategias mentales, la de "solución de problemas" o "la creatividad" (Guilford, J. P., 1986; Hardy, T.; Jackson, R., 1998).

Es a la psicología cognoscitiva, entre otras disciplinas, la que ha intentado asumir el estudio de la creatividad como una representación del pensamiento divergente, sin embargo ha sido difícil plantear modelos de estudio, tal vez debido al nivel de subjetividad del tema o por la cantidad de variables que intervienen en ella, tales como la historia del individuo, sus habilidades básicas, o su capacidad en la memoria, lo que ha originado dificultades y polémicas sobre el criterio objetivo de medición.

Otra forma en la que se podría proponer su abordaje, es a partir de las investigaciones relacionadas con el funcionamiento cerebral, ya que el cerebro es el ordenador de todos los procesos, tales como: pensamiento, percepción, memoria, lenguaje, y razonamiento. Por tanto, el estudio de la creatividad se realizaría a través del análisis de las funciones cerebrales, y probablemente la ejecución de una estrategia creativa involucraría diferentes regiones del cerebro.

Cabe destacar que la creatividad ha intentado ser conceptualizada por diversos autores, cada uno agrega o elimina elementos, sin embargo el único de éstos que cuenta con el consenso de todos ellos es "la originalidad", que ha sido considerada como evidencia que constata la producción creativa (Torrence, 1962; Perkins, 1981; Amabile, 1983; Guilford, 1986; Johnson-Laid, 1987; Sternberg, 1991; Martindale, 1991; Eysenck, 1993; Baer, 1993; Finke, 1996; De Bono, 1996; Oxman, 2003) por lo que se consideró como uno de los objetivos dentro del presente estudio.

Por otro lado, a lo largo de varios años el grupo de Yankelevich (1994) ha utilizado el juego chino llamado Tangrama, como una herramienta novedosa para abordar el estudio de la complejidad en la abstracción, el cual se midió con la fórmula de la incertidumbre y que pertenece a la Teoría Matemática de la Información, logrando con esto generar una escala de medición. De las investigaciones en las que se ha empleado el Tangrama, se encontró que algunos de los sujetos que utilizaban la herramienta tenían estrategias de solución diferentes a las del resto de la población de estudio, por lo que surgió la inquietud de conocer la relación entre estas diferencias y la originalidad.

Uno de los diversos productos creativos ampliamente utilizados por la sociedad para comunicar ideas es el Logotipo, el cual puede ser considerado como la representación de la abstracción de información de distintos tipos. Por lo que se consideró la idea vincular el Tangrama con los Logotipos para abordar el tema de la originalidad, intentando generar una escala de medición.

Además de lo anterior, indagar si existe algún tipo de manifestación psicofisiológica cuantificable en el cerebro, que constate un patrón de actividad eléctrica vinculado con el proceso de la originalidad, es otro de los objetivos de esta investigación, para así conocer más adelante, la relación entre la originalidad y los cambios de ánimo.

La motivación para iniciar este estudio está relacionada además, con un trabajo previo de tesis de licenciatura (Zalce, 1993), en el cual la propuesta consistió en crear un procedimiento

terapéutico para generar cambios en el autoconcepto, utilizando la pintura como medio y cuyos resultados cualitativos y cuantitativos mostraron que la creatividad y en particular las imágenes con un alto contenido original, evidenciaban estados emocionales positivos y una mejora en el autoconcepto de las participantes, detectando una posible relación entre los productos originales y los cambios anímicos.

En resumen, en la presente se planteó abordar la originalidad y sus manifestaciones cerebrales. La investigación se dividió en dos estudios, en el primero se incrementó la escala de complejidad de los tangramas, con la finalidad de constatar la herramienta; en el segundo, se generó una escala de complejidad con logotipos y los tanes (piezas que constituyen un tangrama) con la cual se intentó medir el nivel de originalidad producto de la ejecución de los participantes; en forma simultánea se realizó un registro electroencefalográfico durante la realización de las tareas (diseñadas con los logotipos y tangramas), esto con el objetivo de conocer si la labor original tenía una manifestación observable y cuantificable en el cerebro.

I. 2. CREATIVIDAD Y ORIGINALIDAD

Abordar el tema de la creatividad para algunas disciplinas ha sido complejo, debido a la subjetividad con que se le ha descrito, e incluso si se intentara un acercamiento empírico considerando la opinión del común denominador de las personas, la información que prevalecería estaría oscilando entre “ lo mágico o lo divino”, tal vez porque a lo largo de la historia por lo general su estudio ha estado vinculado a las artes, disciplina que requiere de habilidades particulares que necesitan de un entrenamiento especial, y que probablemente ha hecho pensar a los interesados en que no cualquiera puede generar un producto creativo; a lo anterior cabe añadir el reconocimiento que se hace a los artistas, poniendo a sus productos en una posición inalcanzable. Y si sólo se reconoce que aquellos que han sido o son populares poseen “creatividad”, entonces se está negando que el resto de la población tenga la posibilidad de generar este tipo de ideas. Es así como se pueden escuchar expresiones populares como la de “no poseer talento”, con la que se podría estar haciendo referencia nuevamente al hecho de esperar observar los resultados creativos en áreas que son reconocidas por la sociedad; es posible que la creatividad no sólo se pueda apreciar en las artes, sino también en la ingeniería, la medicina, la psicología, y las ciencias en general, al igual que en la cocina, o en cualquier otra área en la que el ser humano pueda mostrar su desempeño, todo depende de lo que en realidad se entienda como creatividad.

Existen algunos mitos sobre la creatividad descritos por Edward de Bono (1996) que están relacionados con las creencias populares, por ejemplo: pensar que la creatividad es “un talento natural” y no puede ser enseñada, lo cual podría originar que sólo se estimulen estrategias lineales o convergentes. Y además al tratarse de una condición natural, se está dando por hecho su asignación al azar, o su relación con la selección natural y por lo tanto sería casi imposible desarrollarla o incrementarla. Es como si se creyera que no se puede enseñar matemáticas porque los genios matemáticos no se pueden desarrollar a voluntad. También hace referencia al estudio de los hemisferios cerebrales, mencionando que la simple distinción entre hemisferio derecho e izquierdo ha otorgado funciones “especiales” sin sustento científico, hasta el punto en que se ha creído que no se utilizan los dos hemisferios todo el tiempo y además preponderando las funciones creativas del hemisferio derecho, generando un racismo hemisférico. Si bien, menciona, la diferenciación entre “hemisferio izquierdo” y “hemisferio derecho” tiene cierto valor porque indica que no todo el pensamiento es lineal y simbólico, comenta que se ha exagerado la importancia de esta cuestión, hasta convertirla en algo peligroso y potencialmente perjudicial para la causa de la creatividad.

De tal manera, que un paso importante dentro de este campo, sería el de desmitificar el concepto ampliando los estudios y por supuesto saber observar y reconocer con mayor precisión la presencia de “creatividad”, a través de los elementos que la componen. Y sobre todo, concebirla

como una estrategia del pensamiento que da solución de una manera determinada, a una amplia gama de problemas que aquejan a una sociedad.

En la presente investigación se aborda el estudio de la creatividad desde dos ángulos diferentes, el primero consiste en encontrar un correlato psicofisiológico a nivel de actividad eléctrica cerebral y en el segundo, se busca generar una escala cuyos parámetros permitan la observación objetiva y cuantificable de uno de sus elementos, la "originalidad". Por lo que a lo largo de este capítulo se presentará una revisión de las teorías sobre la creatividad y su investigación.

POSTURAS TEÓRICAS.

Existen diferentes posturas teóricas acerca de la creatividad, las cuales han tratado de incursionar en el proceso mental que la genera, su producto y las características de las personas que la utilizan, la mayor parte de ellas basadas en los modelos cognoscitivistas, y de las cuales a continuación se hará una breve revisión.

Teoría Cognitiva.

Ward (2001) abordó el tema de la creatividad desde el punto de vista de la teoría Cognitiva y se concentra en el proceso de pensamiento y las estructuras conceptuales que producen las ideas creativas. Hace mención de la poca influencia que generó el trabajo de Guilford (1950) dentro de la psicología cognitiva, pues el autor abordó el tema desde la capacidad de la mente para generar ideas nuevas, a través de las operaciones de la mente, los contenidos y sus productos.

La generación del proceso creativo incluye la recuperación de varias clases de información, como: categorías específicas, conocimiento general conceptual, imágenes, caminos análogos; así como la asociación y la combinación de conceptos e imágenes. Este proceso está asumiendo el resultado en ideas probables, como puntos de inicio que pueden facilitar o inhibir los resultados creativos. El potencial creativo de ideas está desarrollado por un proceso exploratorio específico que modifica, elabora y considera las implicaciones, las evaluaciones de las limitaciones, o de lo contrario transforma las probables ideas. Finalmente, el modelo asume la represión o censura del mundo real como parte importante del proceso (Ward, 2001).

Ward (2003) comenta que las ideas creativas son el principio del resultado de la aplicación de operaciones básicas mentales para que surja un conocimiento estructurado. La originalidad de una idea planteada, será determinada por el proceso empleado y el acceso al conocimiento existente. En su artículo analiza los procesos siguientes: la combinación conceptual, la analogía y la idea inicial de la formulación del problema.

Con respecto a la combinación conceptual, la describe como: el proceso en el cual dos conceptos separados surgen dentro de una sola unidad, las propiedades nuevas de éste sugieren que no era obvia la información conceptual inicial, por lo que aparece la necesidad de explotar y desarrollar nuevos productos en relación a las propiedades nuevas de la unidad conceptual. Los

productos obtenidos a través de este procedimiento dependen de lo que la gente esté preparada para considerar como relevante u original. En el caso de las analogías, se refiere al hecho de que una idea que pertenece a un dominio familiar y evoluciona hacia uno menos familiar, permite la exploración de ideas novedosas a través de las probabilidades de relación mínima y máxima con el conocimiento previo. En cuando al proceso de formulación del problema, menciona que la idea inicial puede plantearse en forma concreta o abstracta y esto va a definir una idea novedosa o familiar. Asimismo, el hecho de formular el problema en sí, representa la activación de diversas ideas que traen como resultado una solución creativa, no permitiendo que sea la primer idea la que domine el procedimiento, sino la combinación, análisis y depuración de ellas llevará a la selección de la mejor estrategia o solución. Hace una anotación con respecto al conocimiento diciendo que: algunas veces el conocimiento provee un puente para crear una idea original y otras veces funciona como un bloqueo (Ward, 2003).

Runco y Chand (1994, 1995 citados por Ward 2003) han descrito un modelo similar al propuesto por la psicología cognitiva en cuanto a la aplicación de las operaciones mentales para estudiar los productos creativos, basándolo en el proceso de encontrar el problema y su idea principal, la evaluación del problema, la idea, el conocimiento y la motivación para generar los productos creativos.

Ward (2003) concluye que los modelos de investigación de la creatividad, deben ser interactivos y considerar: el conocimiento, los procesos cognitivos, las habilidades, los factores de motivación, la personalidad, y la influencia medioambiental, para así plantear una respuesta teórica completa.

Kokotovich y Vasilije (2000) interesados también en el proceso creativo, mencionan que un diseño es esencialmente un proceso mental de síntesis creativa, que envuelva una alta capacidad para organizar el proceso mental, para manipular diferentes tipos de información mezclándola en un grupo coherente de ideas y finalmente generando su aplicación. Comentan que en la investigación con diseñadores y personas no versadas en el área, los dibujos juegan un rol central en el proceso, pues son el medio para manipular la información y sintetizarla. Hacen referencia a los estudios en donde las habilidades del pensamiento han sido relevantes en la investigación de la creatividad, en los que éstas se visualizan como las encargadas para interrelacionar las formas o combinarlas y así encontrar la relación más apropiada y determinante, sin embargo para los autores, este enfoque ha limitado a algunos sujetos, pues para las tareas que involucran habilidades, el tiempo de resolución y el tipo de estrategia son fundamentales para poder describir una ejecución creativa, y algunos sujetos requieren más tiempo que otros para generar soluciones o ideas creativas, pero sobre todo para imaginar una síntesis mental apropiada.

Pensamiento Lateral.

Explica que la mente es un sistema elaborador de modelos de información, que crea “productos” para poder seleccionar posteriormente aquel que le sea más eficiente para la

aplicación de la estrategia creativa. La configuración de esos modelos se basa en el comportamiento particular de las células cerebrales (De Bono, 1996). Éste autor propone la existencia de un sistema de oposiciones a una estructura o planteamiento, que genera dos tipos de pensamiento, el que ha denominado “vertical” y el “lateral”, suponiendo que éste último es el responsable de la elaboración de ideas y productos creativos.

De Bono (1970) propone que los modelos de información del pensamiento lateral, dependen de la naturaleza de los datos, y de la frecuencia de incidencia, siendo la mente el medio ambiente facilitador de la autoorganización de la información. Este pensamiento se encarga de la reestructuración de una situación o problema con agudeza interna insistente. Y tiene la función de superar todas las limitaciones inherentes al pensamiento lógico mediante la reestructuración de los modelos y la evitación de la influencia de los estereotipos, ordenando la información en nuevas ideas.

Con la finalidad de dar claridad a su teoría, De Bono (1970) describe varias características del funcionamiento de la mente, con las cuales pretende mostrar las diferencias entre lo que llama pensamiento lateral y pensamiento vertical, y que se presentan en el cuadro siguiente:

| PENSAMIENTO VERTICAL | PENSAMIENTO LATERAL |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Solamente selecciona la respuesta de entre una serie de opciones, • selecciona una estrategia mediante la exclusión de otras, • selecciona la estrategia más cercana para la solución de un problema, • es analítico, • se basa en la secuencia de las ideas, • cada paso debe ser correcto, • excluye lo que no parece relacionado con el tema, • utiliza las categorías, clasificaciones y etiquetas como fijas, • sigue los caminos que le son evidentes, • emplea un proceso finito y único. | <ul style="list-style-type: none"> • Crea opciones y respuestas diferentes a un problema, • trata de considerar todas las estrategias y de encontrar nuevas, • busca nuevas estrategias y exploran todas las posibilidades, • es provocativo, • puede efectuar saltos entre distintas ideas, • no es preciso que cada paso sea correcto, • se explora incluso lo que parece ajeno al tema • no utiliza las categorías, clasificaciones y etiquetas como fijas, • sigue los caminos menos evidentes, • emplea un proceso probabilístico y diverso. |

Además plantea que la creatividad tiene lugar en la fase perceptual del pensamiento, de hecho, cree que el pensamiento lateral se ocupa específicamente de los conceptos y las percepciones, dándole una importancia secundaria al proceso. Menciona también que la mayor

parte del pensamiento cotidiano se efectúa en la fase perceptual, y que casi todos los errores de razonamiento son más bien imperfecciones de la percepción que errores de lógica. Sin embargo, se ha puesto especial énfasis en la lógica y no en la percepción en cuanto al pensamiento creativo (De Bono, 1996).

Explica que a través de la percepción no se ve el mundo tal como es, sino como se percibe. Las pautas perceptuales han sido construidas por determinadas secuencias de experiencias. Se percibe el mundo en términos de las pautas establecidas creadas por lo que el receptor tiene de frente en cada momento (De Bono, 1996).

Lo importante de esta teoría es su propuesta de que la creatividad es una serie de estrategias del pensamiento, generales y específicas, que parten de la información perceptual, la cual se modifica para poder generar una idea con dichas características.

Procesamiento de información.

Dentro de los autores que abordan el estudio de la mente a través sus procesos, generados a partir de la información que se encuentra en el sistema, se puede citar a Guilford (1986) quien describió como un aspecto importante para la producción creadora a los "sistemas", definiéndolos como "una serie de esquemas o bocetos iniciales que se realizan como un primer paso para guiar la idea original y que encuentran la relación entre algunos de sus elementos, aunque el sistema tenga que modificarse varias veces", este planteamiento ha sido corroborado en los reportes de varios autores como Arheim, Shapiro, Auden y Stanffer (citados por Guilford, 1986). A esto hay que añadirle el nivel de complejidad de la información, que siendo el adecuado, ofrece a la persona la posibilidad para que desarrolle diferentes ideas novedosas.

Plantea que para que se pueda generar un producto novedoso es necesario contar con información previa, la cual está almacenada en la memoria y su recuperación produce cambios en los sistemas. Welch (1946) menciona, referente a lo anterior, que no hay nada nuevo en los productos creados excepto por el orden en el que se presentan. Tal punto de vista es compartido por aquellos que están a favor de la teoría asociativa. Hay una preferencia en creer que la mayor parte del recuerdo es duplicativo, es decir que nada es original.

Baer (1993) mencionó la existencia de un problema controversial que considera como la clave en la investigación y la teoría de la creatividad, y se refiere a si ésta es: a) una capacidad general que influye en el desempeño individual en diversas áreas, o b) un amplio y variado conjunto de habilidades y conocimientos, cada uno contribuyendo al desempeño creativo, pero en una sola área.

Para abordar dicha controversia se han postulado tres clases de creatividad, que dieron origen a tres modelos, que son: el de la "creatividad en tiempo real", la "creatividad multiestado" y el "cambio de paradigma creativo", las cuales están encaminadas a demostrar que la creatividad es una capacidad general que influye en varias áreas (Baer, 1993).

El modelo de "creatividad en tiempo real" se refiere al desempeño generado entre algún tipo restringido o presión de tiempo, que se ejerce durante el desarrollo espontáneo, sin ninguna oportunidad para revisar el producto, como: en la creación de un logotipo o expresión de un bailarín de danza contemporánea. No se cuenta con el tiempo suficiente para la generación de un amplio rango de soluciones alternativas seguidas por una cuidadosa selección. La elección de las opciones de solución es arbitrario desde el punto de vista de Johnson-Laid (1988), y de cualquier manera todas las posibles soluciones que son generadas deben encontrarse en tareas que repriman el tiempo de ejecución. Esta imposición significa limitaciones sobre el grado de variabilidad que puede ser tolerado entre las posibles opciones. Johnson-Laid (1987) relaciona el modelo de "creatividad del tiempo real" con la teoría de la evolución de Lamarck, mencionando que la experiencia previa debe guiar el proceso de la solución generada, y esto permite una esencial variabilidad en la generación de ideas.

El modelo de "multiestado creativo", se refiere a un desempeño creativo en un área de conocimiento, establecida bajo condiciones que permiten suficiente tiempo para evaluar y revisar una variedad de posibles soluciones. El desempeño creativo de este tipo puede estar caracterizado por un "multiestado" porque la generación de posibles soluciones sigue un conjunto de criterios que difieren del tiempo y del criterio original para que se dé una solución óptima (Baer, 1993).

Este modelo permite un mayor rango de posibles alternativas en comparación al estado simple del modelo de tiempo real, en el cual la represión sobre la generación de soluciones es más estrecha porque no hay un estado de análisis de las alternativas anteriores de desempeño. Las variaciones en el tiempo disponible para analizar la mejor opción, regresando a la variabilidad de grados de flexibilidad o "soltura", es el criterio usado para guiar la generación de posibles soluciones (Baer, 1993).

El modelo de "cambio de paradigma creativo", se refiere a los desempeños que resultan en cambios fundamentales en la naturaleza del conocimiento o tarea en la que el creador está trabajando (Baer, 1993).

Se han realizado diferentes estudios utilizando estos modelos y sus resultados concluyen que: a) estimular el pensamiento creativo produce un incremento en la creatividad en diferentes áreas del conocimiento; b) la creatividad no es el resultado de un incremento en las habilidades de generales, sino el resultado del incremento de una variedad de diferentes habilidades específicas (Baer, 1993).

Pensamiento Divergente.

La teoría del Pensamiento Divergente plantea la posibilidad de generar diversos caminos que no tienen un punto de unión y que pueden llevar hacia una o varias posibles ideas, criterios o soluciones de un problema.

La producción divergente es parte del modelo de estructura del intelecto de Guilford y prueba la organización de la cognición humana a lo largo de 3 dimensiones: a) proceso del

pensamiento u operaciones que pueden ser ejecutadas; b) contenidos; c) productos que se deben al resultado de la ejecución de las operaciones sobre las diferentes categorías del contenido (Guilford, 1956, 1986; Hoefarrer, 1971).

Rodney y Cotterill (2001) comentan que las habilidades por sí mismas no garantizan que un individuo sea capaz de inventar soluciones novedosas, que la inteligencia puede ser un prerequisite para la creatividad, pero no garantiza una dotación anatómica de conexiones entre áreas que den como resultado productos originales. Un factor que podría contribuir a conexiones neuronales que generen estrategias mentales creativas se refiere a la cantidad de sinapsis que se van incrementando por las experiencias en tendencia con la edad.

La conceptualización original de Guilford sobre el pensamiento divergente ha sido ignorada en muchas teorías sobre creatividad, sobre todo en lo que respecta a las cuatro categorías generales que son: fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración (Baer, 1993).

La postura del Pensamiento Divergente es similar a la que propone la psicología cognitiva, pues menciona la posibilidad de contar con dos caminos diferentes, el primero se refiere a que se considera sólo un mecanismo mental para todos los actos creativos. Y la segunda, se refiere a que existen diferentes mecanismos que se usan para los actos creativos (Smith, Ward, Finke, 1996).

Parveen, Singh, Goel y Nanua (1998) han reportado que existen procedimientos y técnicas que se han desarrollado para incrementar la posibilidad de que se multiplique la creatividad, sin embargo, un producto útil y duradero se da en forma esporádica. Describen los elementos básicos del proceso creativo y de innovación para generar productos duraderos y los han dividido en: definidos, investigados y evaluados. Los definidos comprenden: lo que el cliente quiere; la necesidad de innovaciones tecnológicas y elementos útiles a crear. De los investigados comentan que su objetivo es crear un número de soluciones alternativas sin prejuizarlas; estas pueden ser generadas por el uso de técnicas tales como: los mapas mentales, en los cuales la asociación juega un rol dominante en cada producto; la lluvia de ideas, en la que se trata de generar productos en una situación grupal; la aproximación de "Forni", que consiste en dividir el problema en sub-problemas y con escasa información, es decir, sin apoyo de expertos ni libros, se encuentra una solución que debe considerarse y asumirse como viable hasta probarla, evaluarla y volverla a plantear; la metodología sistemática de inventiva para la solución de problemas, conocida como TRIZ o TIPS, y que propone que el mismo problema ha sido solucionado en varios campos técnicos, y consiste en una combinación de algoritmos y principios basados en contradicciones, análisis, leyes de sistemas evolucionados, la sustancia básica de trabajo y el conocimiento. En cualquiera de estas alternativas la cantidad de ideas es importante, por ejemplo: para que los componentes de los medicamentos sean autorizados como exitosos para su comercialización se requieren de 6000 a 8000 ideas. Y de los de evaluación mencionan que se debe aplicar el criterio y seleccionar los conceptos más sólidos. Los criterios deben estar referidos a un marco que debe ser capaz de incorporar: normas, reglas y principios, medidas objetivas y subjetivas.

En lo relativo a la generación de ideas McAdam (2003) menciona que deben ser consideradas como una actividad separada de la evaluación de éstas, pues puede bloquear las ideas creativas, y llevarlo a cabo en forma separada incrementa su producción.

Martindale (1981,1991) sugirió un modelo de actividad neuronal en el que cada nodo recibe información de entrada de otros nodos e información no específica de activación del sistema. La activación de un nodo se debe al registro de las sumas de la excitación de entrada aferente, y a la multiplicación de los resultados por la activación del sistema. Las aportaciones de Hull sobre las leyes del trabajo neuronal dicen que, el incremento en la activación hace que la conducta sea más estereotipada; mientras que el decremento en la activación hace que la conducta sea variable.

Podría suponerse que cualquier cosa que incremente la activación causa un decremento en las pruebas de creatividad (Martindale 1989, 1990b). Martindale y Mines (1975) monitorearon a través del registro electroencefalográfico, a la gente creativa, la cual mostró altos niveles de activación cortical en comparación con las personas no creativas en condiciones de descanso o línea base, pero la diferencia es escasa mientras los sujetos resolvían una prueba de inteligencia y una de creatividad. Los sujetos no creativos mostraron los mismos altos niveles de activación durante los dos estados, mientras que los sujetos creativos muestran baja actividad durante la inspiración y altos niveles de activación durante la elaboración.

Finke (1996) propone un enfoque que ha denominado "realismo creativo", en el cual plantea la idea de realizar un seguimiento paso a paso de cómo se generan las ideas novedosas, es decir, de cuales son las estrategias cognitivas que utiliza un individuo para la generación de productos creativos, así como de un análisis de dichos productos novedosos, sin embargo, hace hincapié en investigar aquellos productos que tengan una implicación real, es decir, que se puedan llevar a la práctica, por lo tanto, cualquier tarea que tenga como finalidad la asociación libre de ideas no pertenece al realismo creativo. Así que se tiene que realizar un análisis crítico de los productos para poderlos clasificar como novedosos.

Teoría asociacionista del proceso creativo.

Mednick (citado por Baer, 1993) utilizó un enfoque asociacionista para intentar generar una teoría general de la creatividad y no utilizar a la creatividad como una tarea para realizar asociaciones. Para Baer (1993) la teoría del pensamiento divergente de Guilford y Torrance describe también la teoría asociacionista, ambos la usan como un estimado disponible para el pensamiento divergente (y en consecuencia para la creatividad), la cantidad y la diversidad de ideas que vienen a la mente en respuesta a algunas pautas pueden tener como resultado un producto novedoso.

La teoría asociacionista del pensamiento creativo de Mednick, tuvo la anticipación del francés matemático Poincare, cuando escribió: "crear consiste en hacer nuevas combinaciones de elementos que se asocian y que son útiles". La definición de creatividad de Mednick casi parafraseó la de Poincare, de hecho es la que se reporta primero en un manuscrito científico, sin

embargo, fue descartada rápidamente, al igual que otras ideas de asociacionistas (Baer, 1993 pág. 20).

Mednick (1962) describió cinco factores que afectan la probabilidad de descubrir o producir, soluciones creativas y son:

1. Contar con un dominio específico de conocimiento, y no con un sólo elemento.
2. El número total de asociaciones que se realizan, incrementan por sí mismas la probabilidad de que aparezca una solución creativa sin importar la velocidad con la que se produzcan.
3. Las diferencias cognitivas o estilo de personalidad, puede influir en la probabilidad de aumentar una solución creativa.
4. La selección adecuada de las combinaciones creativas, de entre varias posibles asociaciones.
5. La jerarquía asociativa se refiere a cómo las asociaciones individuales están organizadas, permitiendo que la más fuerte sea la adecuada para la generación del nuevo concepto.

Recursos intelectuales.

Sternberg y Lubart (1991, 1992) sugieren que existen 6 recursos para los procesos intelectuales que contribuyen a la creatividad y son: conocimiento de un tema, estilos intelectuales, la personalidad de un individuo, la motivación, el contexto en el que se crea el producto, y el medio ambiente que rodea al individuo en el momento de la creación. Los recursos cognitivos trabajan juntos para formar una inversión individual en lo que llamaron "la empresa creativa". Es decir, que altos niveles de creatividad emergen de una combinación interactiva de los recursos.

Amabile (1983) investigó la relación existente entre el desempeño creativo y los recursos intelectuales, reportando que los conocimientos sobre un tema están relacionados con el desempeño, es decir, que para que un individuo logre crear algo novedoso debe tener alto contenido de información para que facilite su desempeño. También mencionó, que en el caso de los estilos intelectuales no muestran relación con el desempeño creativo, ya que el hecho de tener una forma particular de procesar la información, como puede ser a través de imágenes, o de símbolos, no determina que el producto resulte ser novedoso. En lo que respecta al recurso de la motivación menciona que está altamente relacionada al desempeño creativo en dos dimensiones, la atención a la ejecución, y la atención a la meta o producto final.

En general las investigaciones realizadas sobre la interacción de los recursos intelectuales dieron diferentes resultados, uno de estos consistió en confirmar la estrecha relación que existe entre los recursos intelectuales y el desempeño creativo, esto significa que para que un individuo tenga un desempeño clasificado como creativo debe de coincidir con una motivación apropiada, un conocimiento del tema, el uso adecuado de los estilos intelectuales, la personalidad apropiada con una alta tolerancia a la frustración y la persistencia para lograr la tarea, que además fue apoyado

por el hecho de que la personalidad que tenía mayor facilidad para el recuerdo a largo plazo, correlacionaba con un alto desempeño creativo; que los elementos y la producción final estén contextualizados; que el medio ambiente en el que el individuo creador se encuentre en el momento de su ejecución, sea propicio para que desempeñe la tarea. (Gruber, 1981; Amabile, 1983; Arieti, 1976; Barron, 1988; Csikszentmihalyi, 1988; Feldman, 1988; Gardner, 1988; Mumford y Gustafson, 1988; Simonton, 1988).

Teoría del Pensamiento Emergente.

La teoría del Pensamiento Emergente surge de las investigaciones realizadas por los cognoscitivistas, a quienes le ha interesado, el momento, el proceso, la forma, los órganos y sistemas involucrados, la persona y la situación en la que surge una idea en la mente.

Oxman (2003) menciona en su artículo que entre los diversos modelos e investigaciones que abordan el tema de la creatividad, el de la forma emergente ha venido a constituir una de las más importantes tendencias en investigación, pues comenta que varios de los trabajos sobre creatividad, se han centrado sobre el acto de interpretación de la forma. Sin embargo, este modelo ha sido insuficiente para explicar la riqueza del contenido cognitivo de la imagen emergente; aunque sus resultados pueden ser útiles para las teorías sobre visión, cognición y también sobre la percepción misma.

Explica que en las áreas en que la labor produce diseños (como: arquitectura, diseño gráfico, o diseño industrial), también se ha abordado el estudio de la creatividad; uno de sus intereses principales ha sido razonar acerca de cómo emerge el diseño dentro de un proceso cíclico y secuencial. También comenta, que se ha de demostrar la manera en que se puede representar, a través de la imagen, el proceso cíclico y secuencial, además de cómo el diseño en el pensamiento opera a través de la externalización que representa el razonamiento (como el análisis de los bocetos). De hecho, menciona que el diseño procede en una secuencia de ciclos: vista-movimiento-vista. Este modelo ha sido aceptado y sustentado por estudios que utilizan la externalización del diseño, como podría ser: el dibujo o boceto. Desde esta perspectiva, que es la del diseñador, se entabla una especie de "conversación reflexiva con sus ideas presentes y pasadas" (pág 256). El modelo describe lo que el diseñador visualiza en la interacción con la representación simbólica de los materiales con los que se enfrenta (Oxman, 2003). Existen aspectos que complementan el modelo vista-movimiento-vista. El primero considera al movimiento del diseñador, que actúa sobre su vista y su reflexión sobre la representación visual. El segundo, es el trabajo sobre el álgebra de la forma que representa una visión formal, matemática y computacional del diseño, en donde el movimiento denota la relación con las formas y reglas de transformación que están intercaladas en un modelo matemático. La naturaleza reiterativa y dialéctica del pensamiento creativo son una parte integral en la exploración del rol de la representación visual en diseño.

Nonaka, Takeuchi y Kidd (1995, 1998 citados por McAdam, 2003) propusieron la aproximación al conocimiento creativo como: un modelo mental esquemático, en el que la percepción refleja las imágenes de la realidad, mezclándolas con la visión del futuro, para después producir una idea original. Consideran que esto se puede lograr a través de metáforas, pinturas y experiencias personales del creador.

Lave, Wenger y Gore (1991, 1999, citados por McAdam, 2003) describen el conocimiento creativo como el resultado de la práctica que surge de los grupos, basado en su propio conocimiento, y cuyo producto es acordado a través de un censo que puede ser entre profesionistas de la misma área, o con objetivos similares; ésta dependerá de la sensibilidad de la sociedad y se considera que tiende a perdurar en el tiempo, más que otros productos.

Oxman (2003) menciona que las formas juegan un importante rol en la percepción del mundo físico y que las formas geométricas y el análisis visual, son un camino para el pensamiento con el que se comienza por entender el mundo visual. El proceso de la visión puede ser una manera de solucionar los problemas visuales, esto sería posible por la elaboración de suposiciones sobre el mundo real, y por el uso mental de las imágenes como las formas geométricas. La visión, se puede ver como un proceso que produce una descripción de la forma de las imágenes del mundo exterior.

En diseño, las formas son empleadas como una abstracción simbólica para representar la comprensión visual de éste. El uso de las formas está en un dominio convencional simbólico de lenguajes, como: la señal de no estacionarse, o de acceso a las rampas para minusválidos. Las formas son empleadas como un significado representacional en los dibujos, diagramas y otra clase de abstracciones configuradas. Altos niveles de abstracción de la forma, aparecen cuando éstas son empleadas para representar un concepto abstracto (Oxman, 2003).

Para Oxman (2003) las formas pueden también ser empleadas como un lenguaje simbólico para describir la configuración de los dibujos con un alto nivel de conceptualización, como: planos, o logotipos. En diseño, las formas pueden representar los conceptos y los objetos y surgen cuando el código simbólico reduce el contenido y amplifica la abstracción del pensamiento, o de la idea. Menciona que la "lectura" de un diseño es una forma de interpretar su "escritura", porque un diseño es una manera de manipulación de las formas (Oxman, 2003).

Otro asunto que aborda en su artículo es el relacionado con las formas ambiguas, pues lo considera un punto central de investigación, en relación a la reinterpretación de la forma en diseño. En la ambigüedad interviene la visión de las formas y puede ser conceptualizada como la condición consecuencia del contenido semántico y sintáctico de las formas, que pueden ser legibles en diversos sentidos. Esto tiene su explicación en los principios de la percepción, dentro de la teoría de la Gestalt, que explica como la mente puede percibir dos formas diferentes en una sola imagen. La sintaxis de las formas es una de las áreas fundamentales de estudio y un medio para investigar y formular modelos emergentes. En diseño, la forma emergente de los dibujos ha sido asociada con el proceso perceptual de interpretación y re-representación. Los descubrimientos se han

centralizado sobre los segmentos y unidades de los dibujos, que corresponde a entidades del pensamiento creativo. De hecho, el estudio de la naturaleza de las representaciones simbólicas y su interpretación, son los mayores componentes de la visión del pensamiento emergente (Oxman, 2003).

Oxman (2003) proporciona algunos argumentos de la relación entre las funciones del pensamiento emergente, la percepción y la cognición, y son: "las categorías basadas sobre la habilidad del diseñador para "ver" (interpretar) las estructuras fundamentales que están detrás de la configuración de las formas. Desde el punto de vista cognitivo, esto implica un alto nivel de comprensión del contenido sintáctico del dibujo" (pág. 261).

Asimismo, ha demostrado que el contenido cognitivo, que precede como una imagen basada en la forma de un diseño conocido, ha modelado el razonamiento como un proceso de adaptación de la imagen; la representación de un esquema conceptual es una manera de preservar la relación entre las dimensiones semántica y sintáctica.

Comenta que, desde el punto de vista cognitivo los prototipos y procedimientos guían las formas para que se dé la convergencia de ideas. Es imposible conceptualizar el pensamiento emergente sin tomar en cuenta el conocimiento y las capacidades cognitivas. En un alto nivel de cognición visual, las estructuras conceptuales, como los prototipos e índices visuales precedentes, así como la imaginación, guían la transformación de las formas en productos originales.

DEFINICIONES DE CREATIVIDAD.

Cada una de las diferentes posturas teóricas han abordado el problema de conceptualizar la creatividad, en éstas existen pocas coincidencias en cuanto a su definición y elementos que la componen, por lo tanto, el investigador se enfrenta a una diversidad de lenguajes que dificultan su estudio. En la presente investigación, se tomarán en consideración aquellas definiciones que han prevalecido en el ámbito de la investigación científica y son las siguientes:

Torrence (1962) define creatividad como: "el proceso de percibir problemas o lagunas en la información; la formulación de ideas o hipótesis, y la verificación de ellas; su modificación y la comunicación de los resultados" (pág. 47).

Para Guilford (1986) la creatividad se define como: "una estrategia en la solución de problemas; es la transformación de los recuerdos que aparecen en la mente como una réplica, combinándose diferentes elementos de dichos recuerdos para que se de algo novedoso" (pág. 576).

Perkins (1981) considera que "la creatividad, a veces, surge cuando la persona trata de hacer algo difícil para lograr solucionar el problema. La presión influye en la mente, impulsándose a un proceso de búsqueda de soluciones, más allá de las ideas convencionales. Es decir, que lo que importa es tener un objetivo, una motivación, y la suficiente necesidad o presión para que surja un

producto creativo" (pág. 172). Agrega que lo importante no es el producto del pensamiento, sino el propósito con fines creativos.

Para Bamberger y Baer (1990, 1993), la creatividad es una capacidad general del pensamiento, que influye al desempeño individual en cualquier área de aplicación.

Para Edward De Bono (1970) la creatividad, son "ideas que cambian y evolucionan. Sus transformaciones se producen como consecuencia de la oposición de ideas contrarias o por la oposición de una nueva información con ideas viejas" (pág. 85). El autor aborda la creatividad como la aplicación de una serie de estrategias, las cuales son gobernadas por lo que llamó Pensamiento Lateral.

Finke (1996) menciona que "un acto creativo que produce algo novedoso debe existir dentro de un contexto social que define su grado de novedad. Un particular acto puede ser novedoso para toda la humanidad, por una específica unidad sociocultural, o por un individuo, es decir que todos los integrantes de la sociedad se ponen de común acuerdo para clasificar un producto como creativo, o se puede contar con la influencia de la producción de un sólo individuo para que se dé la clasificación" (pág. 198).

McAdam (2003) comenta que, el continuo cambio ambiental demanda sobre las organizaciones una adaptación constante del conocimiento, basado en el manejo de la creatividad e innovación. La creatividad está asociada con la parte del proceso de la innovación que está etiquetada como <la generación de la idea>.

Esta aproximación es consistente con la definición de Heap (citado por McAdam 2003, pág. 432) quien la definió como: "la síntesis de nuevas ideas y conceptos... en donde la innovación es la implementación de la creatividad". El autor menciona que las corrientes que buscan la innovación se han separado en dos grupos, los interesados por la generación de la idea y los que se interesan en la creación del producto o conocimiento.

Indicadores de creatividad.

Varios de los autores antes mencionados han coincidido en los indicadores que podrían constatar la existencia del proceso o el producto con características creativas, los cuales se presentan a continuación:

Producto creativo.

Fluidez. Consiste en la facilidad con que se puede recuperar la información, en el momento en que se necesita.

Flexibilidad. Se refiere a la habilidad para sobreponer, en forma alterna las diferentes ideas para la solución del problema, o tener la capacidad para definirlo y redefinirlo; también puede facilitar la percepción de las situaciones diferentes, la relación entre los elementos de un conjunto, o incluso se puede ver como la capacidad para cambiar enfoques sobre una idea.

Originalidad. Es la respuesta inusual, rara o novedosa.

Elaboración. Es la habilidad para realizar el mayor número de combinaciones posibles, a partir de un simple estímulo.

Estos indicadores pueden ser vistos como la evidencia de un producto creativo, sin embargo el que tiene un mayor número de coincidencias es el denominado "originalidad" (Gordon, 1961; Torrence, 1962; Guilford, 1986; Lowenfeld, Jones y Sánchez, 1993; Fisher, 1994).

ORIGINALIDAD.

Como se mencionó en párrafos anteriores, la originalidad es uno de los cuatro elementos que conforman la creatividad, de hecho se puede decir que es el factor que evidencia en forma clara la existencia de un producto creativo. Por lo tanto, investigar este elemento es lo más cercano con lo que se puede abordar el tema de la creatividad. A continuación se presentan varias de las definiciones que aún se usan para describir éste término.

Definición de originalidad.

Guilford (1986) define a la originalidad como una idea única, que puede utilizar cualquiera de los siguientes parámetros: uso de un elemento abstracto no perteneciente a la tarea ejecutada; emplear la ilusión de la tercera dimensión en un dibujo; o tener un punto de vista poco común para el rango de edad del sujeto.

Marín (1980) la describe como la respuesta que sale del promedio estadístico.

Goetz (1990) menciona que por definición, la creatividad ha tenido una connotación de originalidad, la cual se puede caracterizar por las diferencias novedosas, ingeniosas, inesperadas, o inventivas de un producto. La creatividad necesita ser definida en el contexto bajo el cual se da la tarea. Una de las marcas de distinción de la creatividad es la originalidad, pero ésta se tiene que dar en una base comparativa, en función del repertorio de un individuo, de las normas de una población, sociedad, o cultura, a la cual el individuo creativo puede o no pertenecer.

Fisher (1994) menciona que se entiende por originalidad a la respuesta inusual, rara o novedosa.

Yankelevich (1994) concibe a la originalidad como la relación de ideas dentro del pensamiento.

Arnheim, R. (1986) hace una serie de postulados sobre la originalidad que vincula con la percepción, la cual describe como una abstracción de un subconjunto que hay que situar en su contexto biológico, y que es un mecanismo receptor que funciona con mayor precisión cuanto mayor es la exposición del estímulo. Como ejemplo menciona, que obligada a contemplar el objeto por más tiempo del que espontáneamente desearía, la mente ejercita su curiosidad y su facultad de descubrir e inventar esquemas nuevos. Liberada de la estructura dominante, la imagen revela posibilidades ocultas, o aspectos no ordinarios.

Abstracción visual, originalidad y creatividad.

Yankelevich (1993) señala que, “en los ámbitos estético y científico, del aprendizaje y de la comunicación, se ha puesto de relieve la importancia de la relación entre imagen y creatividad, que ningún otro camino en la integración del conocimiento por la mente induce tan claramente a la creación de ideas novedosas como la representación mental con imágenes” (pág. 94).

La autora menciona que, se han descrito y utilizado diversos caminos, aún no sistematizables, para investigar y promover la originalidad. El establecimiento de relaciones entre ideas, dentro del pensamiento se considera como la actividad primaria en el proceso creativo, en el campo de la comunicación social, y en el de la cognición. Y que en el ámbito de la cognición, la abstracción visual es una forma de representación mental, que participa activamente en la solución de problemas.

Así, menciona: “el evento original ocurre frecuentemente como resultado de la correlación de labores ya experimentadas. La reflexión intelectual que acompaña a esta actividad correlativa, parece desencadenar la creación de ideas novedosas. Esta forma, es totalmente contraria a la del pensamiento circular alrededor de una sola idea; es, precisamente, este hábito intelectual, el que debe romperse para lograr la originalidad. El engolosinarse con las propias reflexiones, frecuentemente impide plantear nuevas relaciones y nuevas posibilidades” (Yankelevich, 1993, pág. 94).

Proceso creativo.

Un punto que ha llamado la atención frecuentemente de los investigadores ha sido, la forma en la que surge una idea creativa en la mente, que va desde la información con la que se cuenta hasta el producto final, a lo cual han llamado proceso creativo. Diversos autores han sugerido estructuras para este proceso, algunos de ellos se basaron en la descripción que se ha dado sobre el análisis de la labor mental empleada para la solución de un problema y se comentan a continuación:

Dentro de las teorías cognitivas, Guilford (1986) se basa en las etapas que describió John Dewey y Rossman para representar la estrategia que utilizaba la mente en la resolución de un problema, y adaptarla a la descripción del proceso creativo, éstas son:

1. “Observación de una necesidad o dificultad;
2. Formulación del problema;
3. Revisión de la información disponible;
4. Formulación de soluciones;
5. Examen crítico de las soluciones;
6. Formulación de nuevas ideas;
7. Examen y aceptación de las nuevas ideas” (pág. 538).

Guilford (1986) explica que estos modelos son análogos, en ambos se considera la existencia de la entrada de información del ambiente y la del propio organismo, que es recibida en

categorías de información, combinándose con el material almacenado en la memoria, analizándolo en un proceso discriminativo, para así tomar la decisión apropiada y emitir una respuesta. Cada categoría aparece como una habilidad del pensamiento para procesar la información de entrada en forma particular, entre ellas consideró al proceso creativo como una habilidad fundamental en la solución de un problema y lo clasificó en tres diferentes habilidades creativas, la de imágenes, la del lenguaje y la de procesos. Sin embargo, mencionó que el proceso creativo podría ser una serie de evaluaciones que fungieran como filtros, pero esto por sí mismo sería una censura que impediría la fluidez necesaria para que se diera el resultado novedoso. Después, mencionó que el proceso creativo contenía en sí mismo una serie de toma de decisiones inmersas en él para que el resultado fuera el esperado.

Merrifield (1962) propuso un modelo de cinco etapas: preparación, análisis, producción, verificación y reaplicación. El quinto término lo incluyó teniendo en cuenta el hecho de que quien soluciona un problema a menudo vuelve a etapas anteriores en un proceso de tipo circular.

En forma análoga Wallas (1926, citado por Guilford, 1986) propuso un modelo que se ha convertido en clásico para la solución creadora. Los cuatro pasos son: 1. Preparación (se recoge la información), 2. Incubación (la elaboración inconsciente), 3. Iluminación (surgen las soluciones inspiradas) y 4. Verificación (se prueban las soluciones y se elaboran).

Fisher (1994), basado en modelos constructivistas, propone otros 5 estados, y son los siguientes:

1. Estímulo. En este estado se plantea que, el pensamiento creativo necesita de cierto estímulo para trabajar sobre la tarea o el problema a solucionar.
2. Exploración. Consiste, en conocer qué se necesita y con qué se cuenta, para encontrar la solución al problema.
3. Planeación. En este estado, el sujeto define el tipo de estrategias que utilizará.
4. Actividad. El proceso creativo comienza con una idea o grupo de ideas, después se generan una serie de preguntas, que ayudan a concentrarse y ejecutar las soluciones.
5. Revisión. Este estado consiste, en realizar una evaluación, sobre el resultado obtenido.

Otra forma de describir el proceso creativo se ha basado en el método experimental que utilizaron Herman Helmholtz y Henri Poincaré, y lo dividieron en tres estados específicos, a los cuales llamaron:

1. "Estado de investigación saturada;
2. Reflexionar o estado de incubación;
3. Estado de repentina solución, o iluminación;
4. Estado de verificación" (Edwards, 1987, pág. 123).

Parveen, Singh, Goel y Nanua (1998) describen 5 etapas para el desarrollo de un producto original y son: "recolección y análisis de la información; definición del enfoque y requerimiento;

selección y desarrollo de los conceptos; diseño de los detalles, optimización, validación y verificación del producto generado” (pág. 623).

INVESTIGACIONES SOBRE CREATIVIDAD.

Existe un postulado propuesto por Wilson (1954) quien realizó varias investigaciones sobre la creatividad, y en una de ellas abordó el tema de las aptitudes que se creyó eran importantes para el pensamiento creativo. Se diseñaron una serie de pruebas psicológicas en las cuales se utilizaban palabras estímulo y después se dejaba al individuo que las asociara libremente, de tal manera que las respuestas esperadas se encontraban en tres vertientes, y con las cuales se pretendió abordar el tema de la originalidad. Una de las tareas indicaba la existencia de un rasgo de aptitud específica cuando el individuo proporcionaba una palabra poco común, es decir una respuesta ingeniosa. Otro tipo de respuestas se caracterizaban porque su frecuencia de aparición en la población era mínima. La otra fue la aparición de una palabra que se alejara demasiado del significado del estímulo. De tal manera, que al aparecer los tres tipos de respuestas se constataba el desempeño original.

En lo que se refiere a las disciplinas artísticas, diversos autores, entre ellos Kandinski (1972) y Arheim (1982), han intentado realizar investigaciones acerca de los sujetos creadores, y solamente alcanzaron el nivel observacional y descriptivo. El método utilizado es un estudio de casos, de tipo biográfico, que brindó información variada y sin ningún modelo o estructura científica. En sus resultados reportan que: “para un artista, la creatividad individual, empieza en la mente con impresiones capturadas del exterior, con una idea o problema para él, diferente a la primera solución encontrada, la cual no es aceptada, lo que prolonga el análisis de la tarea o problema. Después, se da frecuentemente un periodo de inquietud o en algunos otros casos de relajación. De repente, sin conciencia de cómo se va desarrollando la idea, la mente enfoca en forma aleatoria cada una de las ideas que se han generado, cambiando de una a otra rápidamente, dándose un momento de interiorización o insight, en el que se seleccionó una alternativa, y que se reporta como una experiencia profunda, es decir se entra en un período de concentración en el pensamiento. Durante la interiorización se fija en la mente alguna forma particular, jugando con ella como parte de la estrategia de creación” (pág. 398).

En un estudio que realizaron Kim y Michael (1995) en donde se compararon estudiantes coreanos, de 11vo grado, de ambos géneros, en el desempeño en tareas que involucraron una ejecución creativa de tipo verbal y visual, relacionadas con actividades escolares (medidas a través de un parámetro cuantitativo); buscaban la preferencia por algún estilo de aprendizaje y observar las diferencias de género del funcionamiento hemisférico cerebral. Los resultados que reportan son los siguientes: en lo que respecta a la diferencia de género se encontró que las niñas tienen un mejor desempeño en cuanto a velocidad y tipo de producto, así mismo, tienen definido un estilo de aprendizaje en particular y su dominancia hemisférica se encuentra más definida en comparación con los niños.

Kokotovich y Vasilije (2000) realizaron un experimento en el cual participaron estudiantes de diferentes carreras relacionadas con el diseño (utilizando imágenes), profesionistas en esta área y estudiantes de otras disciplinas que no tenían relación con el diseño. Seleccionaron en forma aleatoria un grupo de formas, que habían sido reconocidas por los sujetos con anticipación; se les solicitó que tan pronto como nombraran las partes de las formas, cerraran los ojos y ensayaran mentalmente crear una forma reconocible, pero diferente a la previamente presentada, sin que esto implicara dibujarla. Al final de dos minutos, los sujetos abrieron los ojos y escribieron el nombre de la figura creada en la mente debajo de cada modelo utilizado. Sus resultados no mostraron gran evidencia relevante sobre la síntesis de la imagen, pero dedujeron que solamente pensar en la solución de la tarea involucra una carga cognitiva alta y que dibujar mientras piensan y desarrollan una solución, probablemente implicaría una menor carga cognitiva. Realizaron una segunda tarea, en la que se les pidió a los sujetos que usaran su imaginación para reinterpretar las formas mostradas en la primer tarea, pero ahora dibujando la solución, creyeron que la manipulación de las formas a través del dibujo les proporcionaría ventaja para el resultado final. Los resultados mostraron que un entrenamiento previo en el dibujo marca una diferencia importante en la generación de soluciones creativas, esto lo extrajeron de las observaciones que realizaron entre los diseñadores novatos y expertos. Encontraron que los primeros frecuentemente usan los dibujos, en un principio, para focalizar la solución de la tarea y que los segundos, usan los dibujos, en cierto momento del proceso creativo, para generar ideas y conceptos y no formas. Para operar en el nivel de abstracción de las ideas y conceptos, los expertos desarrollan una compleja investigación del espacio, abriendo la posibilidad de innovar los resultados creativos.

En una tercera tarea, en la que intentaron indagar sobre la cantidad de producción creativa en los grupos, se les pidió que desarrollaran una idea relacionada con la categoría de un objeto, proporcionándoles partes de esa categoría, que han sido utilizadas para desarrollar un prototipo; el resultado fue significativo en cuando al incremento de la producción.

Blagrove y Hartnell (2000) mencionan que las diferencias individuales de los atributos cognitivos en el estado de consciencia, han sido retomadas para correlacionarlas con aspectos relativos a la producción de sueños, en particular en aquellos reportes elaborados por niños, pues en ellos parece que existe una continuidad en el contenido entre la cognición del estado de alerta y de sueño. Proponen que la disminución de la creatividad individual, está asociada con el incremento de la probabilidad del reconocimiento de los sujetos de lo que estuvieron soñando. Su propuesta la basan en el nivel de alerta y control del momento en el que se están reportando los sueños. Wood, Sebba y Domino (reportados por Blagrove y Hartnell, 2000) argumentan que los descubrimientos principales en relación a la correlación positiva entre la creatividad en el estado de alerta y la que se genera durante el sueño, puede tener un efecto en la fluidez verbal durante el reporte de los sueños en cada individuo, sin embargo, su contenido está más cercano hacia incluir incidentes bizarros que creativos; encontrando que los contenidos de los sueños en los sujetos menos creativos son diferentes a la de los clasificados como más creativos.

Barron (1953; 1958) ha encontrado que los artistas y otras personas creadoras de distintas profesiones, exhiben preferencias por los diseños visuales complejos, más que por aquellos que son sencillos, regulares y simétricos. Una de las hipótesis que plantea, es que los diseños complejos ofrecen un desafío para las aptitudes de comprensión de las personas creadoras y para su facilidad de establecer orden en el desorden. Según los resultados obtenidos por Kincaid (1961) y Burkhart (1962), reportan que no hallaron esta clase de preferencia por parte de los niños, parece que la preferencia por la complejidad es algo que se desarrolla con la edad y la experiencia. Podría ser que el individuo a cualquier edad prefiera un nivel de complejidad que no sea ni tan fácil como para estar por debajo de su potencialidad, ni tan difícil como para frustrarlo.

Beversdorf, White, Chever, Hughes, Bornstein (2002) han estudiado las teorías de la inteligencia y han propuesto la existencia de dos tipos de inteligencia o habilidad para resolver problemas: la inteligencia fluida y la cristalizada. La cristalizada incluye el conocimiento declarativo o directo; la inteligencia fluida comprende estrategias que enfrentan problemas que no pueden ser solucionados con simple conocimiento. La solución de problemas, en una situación compleja, involucra una selectiva secuencia de acciones que mueven al individuo del problema inicial hacia la solución. En cada punto se presentan secuencias múltiples de acciones que están disponibles en el tiempo; en ésta es necesario inhibir la selección inapropiada de acciones y así descubrir el patrón óptimo para la solución. La flexibilidad cognitiva, vista como una forma de inteligencia fluida, está coordinada con la habilidad para inhibir las fuertes preferencias para explorar patrones alternativos de solución.

En la investigación que realizaron, utilizaron a grupos de adolescentes con estrés inducido y deterioro cognitivo demostrado, que era tratado con medicamentos antagonistas beta-adrenérgicos, como el propranolol, que incrementa significativamente las puntuaciones en las pruebas de aptitud académica. Los autores comentan que se sabe que los estresores situacionales y la ansiedad impiden el desempeño sobre las pruebas de creatividad, que requieren de flexibilidad cognitiva. Asimismo, reportan que se conoce que el incremento en la actividad del sistema noradrenérgico se presenta en las personas con estrés. Esta información sugiere el rol que juega el sistema noradrenérgico en el estrés, relacionado con la modulación del desempeño en algunos tipos de solución de problemas, genera un incremento de la flexibilidad cognitiva en ciertos individuos (Beversdorf, White, Chever, Huges, Bornstein, 2002).

También argumenta que otras investigaciones han demostrado un mejor desempeño sobre tareas de flexibilidad cognitiva, como la tarea del anagrama, después del propranolol (beta-adrenergica antagonista) que después de la efedrina (beta-adrenergica agonista). Sin embargo, ya que el propranolol y la efedrina tienen efectos centrales y periféricos, se cuestiona si la modulación noradrenérgica de la flexibilidad cognitiva es un fenómeno de mediación central o periférico. Los resultados de su estudio apoyan el mecanismo central de la modulación noradrenérgica en la flexibilidad cognitiva. Aunque también hallaron que aumenta la posibilidad de que la L-dopa restrinja la red semántica, en el caso de utilizar la tarea del anagrama, esto como parte de los

resultados de la comunicación de la L-dopa dentro de la norepinefrina. Comentan que los mecanismos neuronales que generan la flexibilidad cognitiva, no son aun completamente comprendidos, pero se pueden relacionar con los lóbulos frontales, los cuales juegan un importante rol, por ejemplo: los pacientes con lesiones en el hemisferio frontal derecho han presentado deterioro en las estrategias de pensamiento cuando se trata de adaptar una habilidad frente a un cambio; los pacientes con lesiones parietales tienen un deterioro en el procesamiento general visoespacial, manifestándolo cuando se enfrentan a una tarea de este tipo que requiere flexibilidad cognitiva. Concluyen que es necesario que nuevas investigaciones aclaren el mecanismo por el cual el sistema noradrenérgico afecta el proceso, además de que se requiere definir el proceso farmacológico, así como el rango de la tarea cognitiva modulada por el sistema noradrenérgico (Beverdors, White, Chever, Hughes, Bornstein, 2002).

Persona, producto, presión y proceso.

La investigación sobre creatividad podría ser mejor comprendida si se consideraran varias perspectivas, por ello Rodees (citado por Runco, 2004) analizó las estructuras más frecuentemente usadas para su estudio y encontró que coincidían en cuatro puntos específicos, los cuales propuso en un esquema que se divide en las siguientes categorías: persona, proceso, presión y producto. La primera incluye todas las investigaciones en las que se ha considerado las características de los individuos, como su personalidad, o sus rasgos. El proceso está relacionado con la conducta, las secuencias lógicas utilizadas para la generación de un producto y su influencia en un medio o área de conocimiento específico. El concepto de "presión" se ha utilizado en la literatura sobre creatividad, para describir la presión o tensión existente en el proceso creativo o en la persona. Se refiere a la relación que existe entre el ser humano y su ambiente. La categoría denominada producto, se refiere a los resultados obtenidos del proceso creativo, son estudios reportados como altamente objetivos y desde luego relacionado con el método científico (Runco, 2004).

I. 3. ACTIVIDAD ELÉCTRICA, LAS FUNCIONES CEREBRALES Y SU RELACIÓN CON EL ESTUDIO DE LA CREATIVIDAD.

Algunas de las incógnitas que han dado pie a una amplia gama de estudios, se refieren a la forma en que trabaja el cerebro, y cuáles son los mecanismos que activan las funciones básicas de supervivencia, como: comer, respirar, dormir; cuáles son los procesos cerebrales que permiten que se genere una idea; cuáles los que llevan a la práctica los pensamientos; cómo se generan las emociones, los procesos visuales o creativos. Todas estas ideas han estado activando la curiosidad de cientos de investigadores en el mundo y muchas de ellas aún no se responden del todo, en la mayoría de los casos, se han propuesto teorías que permiten explicar a través de modelos, cómo funcionan las interacciones electroquímicas y cómo se organizan en el cerebro para que funcione.

Un gran adelanto en esta área de investigación ha sido la creación de herramientas de medición cerebral objetivas, entre las que se encuentran, la Resonancia Magnética, la Tomografía por Emisión de Positrones, la Topografía y la más usada la Electroencefalografía. Cada una de ellas ha permitido conocer diferentes aspectos del funcionamiento del cerebro en organismos vivos y cada una tiene ventajas y desventajas en su empleo, de hecho se pueden dividir en dos grandes ramas: las invasivas para el organismo, porque se aplica material de contraste en el torrente sanguíneo, o se insertan electrodos en estructuras cerebrales profundas (y se denomina electroencefalograma subcortical) para poder observar su respuesta en aparatos de cómputo, y las que no lo son, como electroencefalograma cortical (o de superficie, en el que se colocan electrodos en el cuero cabelludo), que mide la actividad eléctrica cerebral (Ver Salinas y Zalce, 1999).

El uso del electroencefalograma permite tener una visión sobre el funcionamiento cerebral a través de la actividad eléctrica de diferentes regiones que se han descrito. Este tipo de investigación se ha venido realizando principalmente en personas "normales" y en aquellas que han sufrido algún tipo de accidente, en el que sus funciones cerebrales se han visto afectas y por tanto ha sido posible registrar su actividad eléctrica durante algunas acciones o tareas que se les han solicitado, y es así como se han venido describiendo regiones de especialización sobre algún tipo de proceso mental, en el cual la actividad eléctrica manifiesta su funcionamiento a través de las características de la señal (ver Springer y Deutsch, 1990).

Para el presente trabajo se ha utilizado el electroencefalograma como una herramienta que podría permitir encontrar alguna relación entre los componentes de la señal y el proceso creativo, así como distinguir las regiones cerebrales involucradas en dicho proceso.

EL ELECTROENCEFALOGRAMA Y SU ANÁLISIS.

El electroencefalograma (EEG) es el registro de la actividad eléctrica cerebral de grupos de células en regiones de la corteza u otras estructuras subcorticales, y que por medio de la amplificación de la señal, y de un sistema analógico o digital, permite graficar y cuantificar la dicha actividad, utilizando electrodos colocados sobre el cuero cabelludo.

Los antecedentes de este tipo de registro se remontan a 1848, cuando el fisiólogo alemán Du Bois-Reymond, demostró empleando tejido animal, que la señal eléctrica ocurría. Más adelante, en 1875, el fisiólogo inglés Richard Caton reportó la existencia de corriente eléctrica débil en los cerebros de monos y conejos (Ver Duffy; Iyer; Surwillo, 1989).

El psiquiatra Hans Berger publicó en 1929 sus estudios con humanos, describiendo muchas de las características del EEG, por ejemplo, mencionó que en el caso de un estado de relajación, existían señales de onda regulares y que se observaban mejor si el sujeto cerraba los ojos, el ritmo era de 10 ciclos por segundo, al cual llamó ondas alfa, además comentó la existencia de ondas de menor amplitud y de mayor frecuencia, de 18 a 50 ciclos por segundo, a las cuales denominó ondas beta, de hecho, fue el primero en registrar un episodio epiléptico (Ver Thompson, 1977; Duffy y cols, 1989).

Origen de la señal registrada por el electroencefalograma.

El cerebro humano consta de millones de células de varios tipos denominadas neuronas, estas se componen de tres estructuras: el soma o cuerpo, el axón, y las dendritas. Las dendritas son arborizaciones del soma que se encuentran físicamente cercanas a las terminaciones de los axones de otras células sin llegar a tocarse. La conexión de una neurona con otra se llama sinapsis. El espacio microscópico existente entre las terminales de una neurona y las dendritas de otra se conoce como espacio intersináptico. La comunicación entre neuronas se lleva a cabo mediante sustancias liberadas por el axón en el espacio intersináptico. Estas sustancias se denominan neurotransmisores y son capaces de excitar (depolarizar) o inhibir (hiperpolarizar) a la célula que las recibe (Thompson, 1977; Duffy, 1989; Fisch, 1994; Martínez, 1998).

El resultado de la comunicación entre neuronas es la hiperpolarización o depolarización de las células. Cuando una célula se depolariza produce un potencial de acción, el cual es un proceso electroquímico suscitado por el ingreso repentino de iones positivos del medio extracelular al intracelular. La célula que originalmente mantenía un voltaje de -70 mV (potencial de reposos) con respecto al exterior, eleva su carga hasta los 10 mV aproximadamente. Esta variación de voltaje viaja a través del axón hasta las terminales sinápticas y puede ocasionar la liberación de neurotransmisores que producen la depolarización de otras neuronas (Magoun, 1985).

En la sinapsis receptoras, los neurotransmisores desarrollan pequeños potenciales llamados postsinápticos, los cuales se suman espacial o temporalmente para inhibir o excitar a la célula. El EEG registrado representa fluctuaciones de los potenciales de membrana de grandes grupos de neuronas de la corteza cerebral. Es generalmente aceptado que, las bandas de EEG,

representan sumas de voltajes producidos por potenciales postsinápticos de un conjunto numeroso de neuronas corticales (Ver Magoun, 1985; Duffy, 1989; Fisch, 1994; Martínez, 1998).

El cerebro, es un conductor en volumen de electricidad, es decir, al contrario de los conductores lineales (como alambres) que solamente poseen una ruta para la conducción de la corriente eléctrica, los conductores en volumen lo hacen hacia varias rutas tridimensionales. Además, la señal EEG debe atravesar diferentes conductores de volumen para llegar al electrodo (como son: fluido espinal, meninges, hueso y cuero cabelludo). Uno de los resultados de esto es la disminución de la magnitud de la amplitud de la señal (Ver Springer, 1990; Martínez, 1998).

Para registrar la actividad eléctrica del cerebro mediante electrodos, es necesario que el voltaje de las células sea amplificado. Al observar el arreglo anatómico de las neuronas corticales, se ha pensado en la posibilidad de que las células piramidales sean la fuente de los campos eléctricos. Estas células se encuentran orientadas perpendicularmente a la superficie cortical, con dendritas apicales que terminan superficialmente en la capa I de la corteza y cuerpos celulares entre las capas II, III y V. El flujo de corriente debido a los potenciales postsinápticos podrían producir un potencial de campo con negatividad o positividad en la zona dendrítica y la polaridad opuesta a cierta distancia de la superficie, constituyendo un dipolo vertical. La corriente de actividad eléctrica aferente de grandes poblaciones neuronales que hacen contacto con las dendritas de las células piramidales en la capa I podrían, por lo tanto, resultar en la producción de las ondas que caracterizan a los registros de EEG (Duffy y cols., 1989).

Características de la señal del EEG.

La actividad electroencefalográfica no es estática sino dinámica y es el resultado de una multitud de factores como: el estado de conciencia (vigilia - sueño), el nivel de activación (reposo, alerta, atención), las entradas sensoriales (ojos abiertos, cerrados), la aplicación de estímulos, la madurez del sistema nervioso, la salud y patología cerebral, entre otros (Arce, 1993).

La señal electroencefalográfica se contamina, en el momento de su registro, por diferentes tipos de variables, como la que se ha denominado ruido y se refiere a cualquier actividad eléctrica no controlada por el experimentador y que por lo general su origen es la frecuencia de 60 Hz de la corriente con que se alimentan los equipos de registro o de otros aparatos eléctricos que pueden encontrarse dentro de la misma toma, así como la actividad cardiaca y/o la actividad eléctrica de los músculos. Por ello, es necesario aislar a la señal útil del ruido, la mejor forma de hacerlo es utilizando filtros para las bandas que se deseen eliminar. Un filtro comúnmente empleado para eliminar el ruido de 60 Hz es el llamado de Notch (Ver Spinger, 1990; Salinas y Zalce, 1999).

Desde los estudios de Berger, se ha dividido a la señal de EEG en bandas de acuerdo a su morfología, frecuencia, reactividad y topografía, para así facilitar su estudio.

A la banda de frecuencia entre 0.5 y 3.5 Hz (ciclos por segundo), con amplitud entre 100 y 300 μ V se le ha denominado Delta. Esta actividad se puede observar con inspección visual, en sueño profundo en las fases III y IV, y durante la vigilia en la infancia y en casos de lesión o daño

cerebral (Ver Corsi-Cabrera, 1983; Guevara, 1988, 1995; Duffy, 1989; Springer, 1990; Arce, 1993; Fisch, 1994; Martínez, 1998).

Otra frecuencia que se ha descrito y cuyo rango se encuentra entre los 4 y los 7.5 Hz, y tiene una amplitud entre los 50 y los 75 μV , pudiendo alcanzar los 100 μV durante el sueño, se le ha nombrado Teta. Esta se presente en las primeras fases de sueño lento; suele registrarse en las regiones temporal y temporo-parietal de niños, pero también las hay durante la tensión emocional de ciertos adultos, sobretodo cuando existe frustración, así mismo se ha encontrado en casos de patología cerebral (Ver Corsi-Cabrera, 1983; Guevara, 1988, 1995; Duffy, 1989; Springer, 1990; Arce, 1993; Fisch, 1994; Martínez, 1998).

A la actividad que se presenta entre los 8 y los 13 Hz, con un voltaje cercano a los 50 μV , se le llama Alfa. Esta actividad puede ser constante y regular en ciertas personas, e incluso semejar un generador de ondas sinusoidales. Este ritmo es más claro cuando el sujeto se encuentra en un estado de vigilia con los ojos cerrados. Cuando se abren los ojos y se focaliza la atención se atenúa este ritmo. Este tipo de actividad es más frecuente en las regiones posteriores de la corteza, especialmente en los lóbulos occipitales, pero también pueden presentarse en el resto de la corteza (Ver Corsi-Cabrera, 1983; Guevara, 1988, 1995; Duffy, 1989; Springer, 1990; Arce, 1993; Fisch, 1994; Medina, 1997; Martínez, 1998).

La banda que se extiende de los 13.5 a los 30 Hz y que normalmente tiene una amplitud de 30 μV , recibe el nombre de actividad Beta, y aparece predominantemente en las zonas anteriores. De hecho puede extenderse hasta los 50 Hz, en tal caso recibe el nombre de actividad Gamma (Ver Llimás y Ribary, 1993; Arce, 1993; Desmedt y Tomberg, 1994).

Registro de la actividad eléctrica.

Para realizar un registro electroencefalográfico se deben utilizar electrodos, que son cables con terminaciones en forma de cazuela y están hechas de plata o de oro, colocándose en base a un sistema de consenso internacional denominado 10-20 (Ver anexo A). En este sistema, los puntos de colocación son hallados trazando dos rectas imaginarias sobre el cráneo del sujeto. Los puntos clave para la recta longitudinal son el nasion y el inion; para la transversal son los meatos auditivos. Con base en ellos se traza un círculo a 10% de la distancia entre el inion, el nasion y los puntos auriculares; un segundo punto, al 20% de esta nueva localización. De este modo, el centro del cráneo (vertex) ocupa el punto intermedio de las dos distancias: de nasion a inion y preauricular a preauricular.

A los puntos de localización se les llaman derivaciones, y por lo común son abreviadas por una sola letra, y son: frontal – F, central – C, temporal – T, parietal – P, occipital – O, seguida de un número que es par si se localiza del lado derecho de la línea media y non si se encuentra del lado izquierdo. La línea media se representa por una zeta minúscula (z) en lugar de un número (Ver Duffy, 1989; Springer, 1990; Fisch, 1994; Martínez, 1998).

La señal por si misma no tendría ningún significado, de hecho lo que se registra es el cambio de potencial, que se obtiene de la comparación con otro tipo de actividad eléctrica, detectada de una referencia que no genere una señal similar a la del cerebro; la localización de ésta es en los lóbulos de las orejas o la punta de la nariz. Estos puntos son prácticamente inactivos, por lo cual son útiles para conservar, en la medida de lo posible, la magnitud y morfología de la señal original de EEG (Ver Duffy, 1989; Springer, 1990; Fisch, 1994; Martínez, 1998).

Existen dos tipos de comparaciones de la actividad de cada electrodo, el monopolar, el cual consiste en comparar la señal de un electrodo activo, contra la señal de una referencia, de la resta se obtiene la señal esperada. El otro tipo se llama bipolar, y consiste en comparar la señal de una derivación activa, contra la de otra, y la resta es el resultado del registro (Ver Duffy, 1989; Springer, 1990; Fisch, 1994; Martínez, 1998).

En el sistema 10-20 tradicional se colocan 19 electrodos activos y dos de referencia, dando por resultado, en un montaje monopolar, 19 pares de electrodos (activo-referencia) o derivaciones.

Una vez colocados los electrodos, se utiliza un amplificador de la señal, para después registrarla en un sistema analógico-digital, utilizando un aparato y programa de cómputo, y cuyo fin es analizar de manera cualitativa y cuantitativa la actividad eléctrica cerebral (Ver Duffy, 1989; Springer, 1990; Fisch, 1994; Martínez, 1998).

Análisis de la actividad eléctrica cerebral.

El análisis de la actividad de EEG se ha realizado a través de dos forma principalmente: a) la inspección visual y b) métodos cuantitativos digitales. Los análisis que se usan más comúnmente para estos métodos son la Transformada Rápida de Fourier (TRF) y los análisis de Coherencia y Correlación:

Transformada Rápida de Fourier (TRF), es un método matemático de análisis de señal eléctrica, utilizado originalmente en la sismografía, cuyo objetivo es dividir la señal para obtener el valor de amplitud y frecuencia de EEG. Entre estas se encuentran la potencia absoluta o energía de la señal, ya sea de cada frecuencia en forma aislada o de las frecuencias agrupadas en bandas: delta, teta, alfa1, alfa2, beta1 y beta2, así como, la potencia relativa de las bandas, que es el porcentaje de participación de cada banda a lo largo del registro de EEG (Ver Corsi-Cabrera, 1983; Duffy, 1989; Guevara, 1988, 1995; Arce, 1993; Cerezo, 1993; Fisch, 1994; Medina, 1997; Martínez, 1998).

Análisis de Coherencia. El cálculo de la coherencia se ha empleado para encontrar relaciones de estabilidad entre dos señales estocásticas continuas en el tiempo, que hayan sido digitalizadas, cuya relación sea lineal y de las que se hayan obtenido puntuaciones en pares independientes. La coherencia se calcula siempre a través de una transformación al dominio de la frecuencia y se obtiene un coeficiente de coherencia, para más de un par de segmentos de señal,

para cada valor de frecuencia obtenido como componente de la señal que se está analizando. El valor de cada coeficiente de coherencia oscila entre cero y uno (Guevara, 1995).

Análisis de Correlación. Al igual que el análisis de coherencia, el análisis de correlación se ha empleado para establecer una posible relación funcional entre diferentes regiones del cerebro, sólo que en lugar de tomar en consideración la estabilidad de las señales en el tiempo, resalta la relación de fase entre las señales electroencefalográficas de dos áreas (Shaw, 1984). Para el cálculo de la correlación entre la actividad EEG de áreas corticales se usa el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson, que se ubica entre los índices que tienen mayor potencia estadística para encontrar posibles relaciones entre variables, y se aplica siempre que se tengan dos variables continuas cuya relación sea lineal y de las que se hayan obtenido puntuaciones pares independientes (Guevara, 1995).

La ventaja del uso de la correlación sobre el análisis de coherencia es que, entre otras cosas, permite conocer el sentido de la relación entre las señales a través del signo, aspecto que se pierde en la coherencia, y no depende del valor de la potencia (Guevara, 1995).

EL EEG COMO HERRAMIENTA DE ESTUDIO.

El EEG se ha utilizado como una herramienta para la investigación del funcionamiento cerebral, realizando a partir de ésta, inferencias de como es que la actividad eléctrica de los grupos neuronales, permite la comunicación e integración de una serie de circuitos, para así dar paso a una organización funcional.

La correlación interhemisférica del EEG es un parámetro que indica el grado de comunicación entre los dos hemisferios, puesto que se obtiene de la comparación simultánea de la señal de una región cerebral con una u otras regiones de ambos hemisferios. El estudio de la correlación de las áreas cerebrales ayuda a entender los complejos procesos que se dan entre ellos y también los límites en estas relaciones (Grinberg-Zylberbaum y cols., 1981, 1987, Corsi-Cabrera, 1988, 1989; Cerezo, 1993, 1994; Guevara, 1995; Medina, 1997).

Las asimetrías de voltaje y de fase fueron descritas hacia finales de los años 30's y con los estudios se detectó que existían diferencias en el EEG cuando los electrodos se colocaban en el lado derecho o en el izquierdo del cerebro, apoyando lo que actualmente se llama especialización hemisférica (Chatrian, 1976c).

Los dos hemisferios se encuentran juntos dentro del cráneo, conectados por fibras comisulares, de las cuales el cuerpo caloso constituye el principal punto de unión entre ambos; además, existen otros puntos de interconexión en niveles inferiores que sirven como canales de comunicación entre ellos. La especialización en las funciones del cerebro está íntimamente relacionada con un factor de adaptabilidad económica, es decir, para algunas funciones los hemisferios cerebrales participan diferencialmente por ejemplo, mientras que el hemisferio derecho participa en el tono, ritmo y armonía afectiva; para otras, los hemisferios se involucran casi exclusivamente, por ejemplo, el hemisferio izquierdo analiza la información lógica, analítica y

secuencialmente, en tanto que el hemisferio derecho se aproxima a la información viso-espacial, gestáltica, en paralelo, artística y emocional (Arce, 1993).

Según Sperry (1973), la especialización hemisférica conlleva un doble sistema de pensamiento verbal y no verbal, representados de manera suficientemente independiente en ambos hemisferios. La afirmación de Sperry está apoyada en que cada hemisferio cerebral recibe información de la mitad opuesta del cuerpo y en la manera en que esta información se procesa y se maneja conductualmente.

De acuerdo a la teoría de la especialización hemisférica, el hemisferio izquierdo (HI) es responsable de procesar la información de tipo lógico, secuencial, verbal y matemático, así como de su análisis; mientras que el hemisferio derecho (HD) se especializa en el procesamiento viso-espacial, musical y emocional, de una manera global, paralela y sintética. Se han realizado una gran cantidad de experimentos buscando explicar en qué consisten y cómo se manifiestan estas diferencias neurofisiológicas. Como por ejemplo se ha comparado el nivel de activación cerebral durante la solución de tareas verbales y se ha observado una disminución en la potencia relativa de la banda alfa y un aumento de la proporción del ritmo beta en el HI (Ver Galin y Ornstein, 1972; Butler y Glass, 1974; Callaway y Harris, 1974; Ehrlichman y Wiener, 1980; Galin y Cols., 1982; Moore, 1984; Tojo, 1984).

Estudios en los que se ha usado la correlación como análisis de la señal, y en los que han resultado cambios, se han asociado a cambios en estados funcionales del sistema nervioso; por ejemplo, la correlación interhemisférica aumenta después de dormir y disminuye con la privación total de sueño (Ver Corsi-Cabrera y Cols., 1989b, 1990a y b); aumenta del reposo a la ejecución de tareas motoras y cognoscitivas (Ver Shaw y Cols., 1977; Beaumont y Cols., 1978; Schoppenhorst y Cols., 1978; Ford y Cols., 1986; Corsi-Cabrera y Cols., 1988) y aumenta durante la ejecución no exitosa de una tarea verbal en hombres (Ver Corsi-Cabrera y Cols., 1988).

Los registros del EEG se han utilizado también en una muy amplia variedad de experimentos que exploran factores como sueño, vigilia, maduración en el desarrollo, y diferencias de género, durante la ejecución de tareas específicas, bajo diferentes condiciones, dependiendo del interés del investigador.

A partir del patrón electroencefalográfico, el sueño, se ha podido diferenciar en cuatro etapas, cada una de ellas con características eléctricamente distintas. De una fase a otra del sueño hay una lentificación y sincronización progresiva de los ritmos EEG, que se acentúan durante las fases II y IV del sueño lento, para volver, al patrón de ondas rápidas de bajo voltaje durante el sueño paradójico (Ver Corsi-Cabrera, 1983).

Dolce y Waldeier (1974) y Gutiérrez Otero (1986), registraron el EEG en sujetos diestros en reposo con ojos abiertos y cerrados, y encontraron que el ritmo alfa disminuye mientras que la actividad de las bandas teta y beta aumenta cuando los sujetos abren los ojos. Y el cambio se acentúa cuando se pasa del reposo a la realización de una actividad.

Uno de los aspectos en los que el uso del registro de la actividad EEG ha dado más resultado ha sido la búsqueda de diferencias de género en el funcionamiento del sistema nervioso. Se han encontrado diferencias de este tipo en el EEG en reposo tanto en la infancia como en la adolescencia y la edad adulta; así como durante la solución de diversas tareas cognoscitivas, emocionales y motoras. En adultos se ha observado mayor proporción de la banda alfa en hombres (Eeg-Olofsson, 1970; Glass, 1967; Ramos, 1996) y mayor proporción del ritmo beta en mujeres (Ramos, 1986). Las mujeres tienen mayor potencia absoluta que los hombres en reposo (Matousek y Petersen, 1973; Harmony y Cols., 1990; Flor-Henry y Cols., 1987; Ramos, 1986; Arce, 1993) y durante la solución de tareas (Ramos, 1994); menor asimetría hemisférica en mujeres que en hombres (Glass, 1967; Rebert y Mahoney, 1978; Trotman y Hamond, 1979; Willis y Cols., 1980; Haynes y Moore, 1981), y mayor coherencia y correlación interhemisférica en mujeres que en hombres (Beaumont y Cols., 1978; Koles y Flor-Henry, 1985; Ramos, 1986; Flor-Henry y Cols., 1987; Corsi-Cabrera y Cols., 1989).

Existen estudios en los que se han vinculado el EEG y la personalidad Savage (Ver 1964, citado por Powell, 1981), encontró que los extrovertidos presentan índices más altos de actividad alfa; en tanto que Mizuki y cols., (1983) observaron que personas extrovertidas y poco ansiosas mostraban ritmo teta de 6 Hz en la línea media frontal durante la solución de una tarea aritmética, mientras que los introvertidos no lo presentaban.

Las investigaciones en las que se ha utilizado el taquitoscopio ha puesto de manifiesto el predominio del hemisferio izquierdo para el reconocimiento del material verbal, con una relación cercana con la lateralidad manual; sin embargo, los resultados de los estudios sobre el procesamiento visual, no han mostrado una relación estrecha con la lateralidad (Ver Portellano, 1992).

El estudio de las asimetrías del sistema visual permite comprobar la importancia del hemisferio derecho en el control de estímulos visoperceptivos icónicos, así como en el control de la visión de profundidad y sentido de la orientación espacial. Por el contrario, en las operaciones visuales semánticas existe un predominio del hemisferio izquierdo, expresado en el hemicampo visual derecho del sujeto. El conocimiento de la dominancia ocular de un sujeto puede ser importante como forma de predicción de la dominancia hemisférica para el lenguaje, aunque es evidente que no de un modo tan eficaz como el estudio de otros tipos de lateralización como la manual (Ver Portellano, 1992; Pujol y cols., 2002).

FUNCIONES DE LOS HEMISFERIOS CEREBRALES, IZQUIERDO Y DERECHO.

Hemisferio izquierdo.

El hemisferio izquierdo recibió la denominación inicial de hemisferio dominante y aunque se han ido identificando numerosas funciones en las que el predominio corresponde al derecho, el izquierdo sigue siendo todavía el mejor conocido en su funcionalidad por lo que en muchas

publicaciones se le sigue denominando "hemisferio dominante" (Luria, 1989; Springer y Deutsch, 1990; Portellano, 1992; Pujol y cols., 2002).

El predominio en la actividad lingüística es la principal característica del hemisferio izquierdo, por lo que su denominación más frecuente es la de "hemisferio verbal".

Relacionadas con el lenguaje realiza las siguientes funciones:

- a) Controla el comportamiento lingüístico en su duplicidad sensoriomotora y audioverbal.
- b) Elabora el lenguaje proposicional y emite palabras.
- c) Controla la habilidad para la expresión escrita.
- d) Controla la capacidad para el cálculo numérico y para el razonamiento matemático.
- e) Es dominante en el pensamiento abstracto de tipo verbal.

Tipo de Procesamiento que realiza el hemisferio izquierdo.

- a) Controla el pensamiento racional y abstracto del sujeto, siendo dominante en actividades que requieren el uso de estrategias de tipo lógico deductivo en la resolución de problemas. Este tipo de procesamiento ha sido definido como pensamiento convergente o proposicional.
- b) Realiza un tipo de procesamiento preferentemente analítico, en detalle, que predomina especialmente en tareas de tipo secuencial y serial.
- c) Es un hemisferio que realiza un análisis temporal (Hubel, 1986; Ball, 1989; Luria, 1989; Springer y Deutsch, 1990; Ardila, 1991; Portellano, 1992; Babiloni y cols., 2003).

En lo que respecta al control motor se ha reportado que este hemisferio es responsable de las siguientes funciones:

- a) Realiza el control de las funciones motoras simbólicas (praxias).
- b) Dirige la realización de actividades motrices finas o de precisión.
- c) Dirige la ejecución de tareas motoras complejas.

En cuanto a la memoria se describe lo siguiente:

- a) Predomina en actividades de memoria verbal.
- b) Es dominante para el aprendizaje de funciones motoras complejas (Hubel, 1986; Ball, 1989; Luria, 1989; Springer y Deutsch, 1990; Ardila, 1991; Portellano, 1992).

En lo que respecta a la percepción, los estudios indican que el HI tiene un papel secundario, en especial en la información que es de tipo espacial (Hubel, 1986; Ardila, 1991).

Hemisferio derecho.

El neurólogo Hughlings Jackson (citado por Portellano, 1992) hace más de cien años intuyó que el hemisferio derecho distaba de ser algo más que un espectador pasivo frente al hemisferio izquierdo. Después de la II Guerra Mundial se han empezado a realizar numerosos estudios que ponen de relieve la importancia funcional del mismo en determinadas actividades. El

hemisferio derecho ha sido "descubierto" tardíamente, ya que la importancia del lenguaje y su estrecha vinculación con el hemisferio izquierdo hicieron que se ignoraran sus cualidades. Otra de las razones por las que ha sido considerado hemisferio menor ha sido el hecho de que sus lesiones no evidenciaban efectos tan llamativos como los del hemisferio izquierdo, especialmente en el caso de lesiones localizadas (Hubel, 1986; Ball, 1989; Luria, 1989; Springer y Deutsch, 1990; Ardila, 1991; Portellano, 1992; Rossell y cols., 2002).

La mayoría de las funciones para las que el hemisferio derecho es dominante lo son en oposición a las que realiza de modo preferente el hemisferio izquierdo. El hemisferio derecho recibe genéricamente las denominaciones de hemisferio no verbal o viso-espacial y también hemisferio icónico, tiene una mejor capacidad para el procesamiento perceptivo-espacial. A diferencia del hemisferio izquierdo, sus funciones están más distribuidas y menos localizadas sobre áreas precisas (Ver Portellano, 1992).

En lo que respecta al lenguaje, el hemisferio derecho tiene una capacidad lingüística muy limitada, ya que no se puede producir lenguaje. Pero como ejemplo de la "armonía bihemisférica" que se produce para realizar todas y cada una de las funciones mentales, en el caso del lenguaje se pone de manifiesto la importancia relativa que tiene el hemisferio derecho, siendo estas sus principales competencias lingüísticas:

- a) Interviene en la creatividad literaria. Algunos autores como Benton (citado por Portellano, 1992) han señalado la evidencia de este hecho en sujetos que han presentado lesiones en su hemisferio derecho perdiendo su capacidad creativa en el ámbito de la literatura.
- b) Interviene en los elementos prosódicos del lenguaje, así como en la entonación melódica del mismo.
- c) Participa en la elaboración del lenguaje automático, siendo capaz de identificar contenidos absurdos.
- d) Identifica componentes lexicológicos como sustantivos y adjetivos, aunque es incapaz de identificar verbos.
- e) Dispone de poca capacidad para leer y de ninguna para escribir (Hubel, 1986; Ball, 1989; Luria, 1989; Springer y Deutsch, 1990; Ardila, 1991; Portellano, 1992).

La función perceptiva, especialmente la de tipo espacial es la capacidad por antonomasia del hemisferio derecho. Dentro de las competencias perceptivas en las que hay un predominio de este hemisferio se han señalado las siguientes:

- a) Globalmente considerado como el hemisferio espacial, analizando el espacio visual, geométrica y auditivamente.
- b) Es dominante en el reconocimiento y recuerdo de caras.
- c) Es dominante en la percepción de melodías musicales y en la identificación de ruidos y sonidos no verbales procedentes del entorno.

d) Es el hemisferio dominante para la estereognosia (capacidad de reconocer los objetos a través del tacto).

e) Predomina para las sensaciones somestésicas.

Tipo de procesamiento que realiza el hemisferio derecho.

a) El procesamiento del hemisferio derecho es más difuso que el del izquierdo, funcionando de un modo sintético, gestáltico, holográfico, simultáneo y en paralelo.

b) Predomina en él un tipo de procesamiento intuitivo y concreto.

c) Se le atribuye una mayor capacidad artística, predominando en actividades creativas no sólo literarias, sino de componente espacial. Por esta razón se le considera dominante para las actividades divergentes o aposicionales.

d) Es el hemisferio especializado en la percepción y expresión de las emociones del sujeto. Se ha atribuido este hecho al procesamiento gestáltico, icónico y por imágenes características de este hemisferio. Otros estudios encuentran diferencias en la expresión facial de las emociones, a favor del hemisferio derecho, observándose un mayor grado de movilidad facial en la mitad izquierda del rostro con independencia del sexo (Hubel, 1986; Ball, 1989; Luria, 1989; Springer y Deutsch, 1990; Ardila, 1991; Portellano, 1992).

En relación al control motor se ha encontrado evidencia que indica la responsabilidad del HD de las siguientes funciones:

a) Es dominante en aquellas actividades motoras que no requieren un procesamiento verbal.

b) Controla las actividades motoras gruesas.

c) Es dominante en el control motor de la mímica facial.

Al parecer, el hemisferio derecho permita acceder a una visión holística, en vez de construir las cosas paso a paso (Hubel, 1986; Ball, 1989; Luria, 1989; Springer y Deutsch, 1990; Ardila, 1991; Portellano, 1992).

INVESTIGACIONES

Sobre funciones cerebrales.

Cotton, Tzeng, Hardyck (1980) mencionan que la información tradicional sobre el funcionamiento cerebral proporcionada por la investigación científica, parece sugerir que para una tarea determinada, por ejemplo, verbal o espacial, el hemisferio dominante asume la responsabilidad para el procesamiento, así las otras funciones del hemisferio permanecen pasivas, revelando los estímulos relevantes para cada región. Comentan, que Davis y Schmitt (1971; citados por Cotton, Tzeng, Hardyck, 1980)) han encontrado que cuando dos estímulos son presentados en el mismo campo visual, la latencia de respuesta es larga, debido a que el hemisferio está determinando si la información presentada es idéntica para ser procesada por ese hemisferio y campo visual, o tendría que ser presentada en el otro campo, de tal manera que las respuestas rápidas son emitidas cuando la información es presentada en forma separada para

cada hemisferio. Además, de que cuando ambos estímulos van hacia el mismo hemisferio, el procesamiento procede en una secuencia serial, en lugar de en paralelo, por tal motivo las latencias de respuesta son largas. Dimond y Beatmont (citado por Cotton, 1980) sugirieron que cada proceso hemisférico, es analizado por el sistema perceptual y que cada estímulo es ingresado por un canal de información, de tal manera que del uso de los dos canales de información, uno de ellos puede ser superior.

En una investigación realizada por Cotton, Tzeng, Hardyck (1980), proponen que existen varias instancias del funcionamiento de los hemisferios cerebrales, que originan que se vean como si contara con algún tipo de sistema separado de procesamiento, que ordena la información para maximizar eficientemente el proceso. Así, en situaciones complicadas de combinación de estímulo-respuesta, los dos hemisferios trabajan juntos como una organización total, tomando cuidado de cada uno de los aspectos de los estímulos complejos. Que es como si existiera un plan que utiliza códigos y acciones en grupo, para que se lleve a cabo la compatibilidad, en especial en situaciones en las cuales una particular combinación del estímulo-respuesta, pasa a un par de esquemas de organización del desempeño del sistema. Encontraron apoyo en la evidencia estadística significativa, de que existen dos formas de dividir el procesamiento. Primero, el hemisferio dominante podría no estar estructuralmente definido como se ha pensado; o tal vez podría ser definido en términos de una "activación" relativa o "estados activados", en ambos hemisferios. Segundo, el hemisferio más activado tomará un rol de relativa dominancia, en el procesamiento del estímulo para que tienda a procesar el rasgo más sobresaliente de un estímulo complejo y dirigirlo hacia el otro hemisferio, donde se procesa el rasgo menos sobresaliente.

Davidson, Chapman y Henriques (1990), realizaron un estudio que tenía dos objetivos principales, el primero fue examinar las diferencias asimétricas en la actividad eléctrica cerebral capturada a través del electroencefalograma durante el desempeño en tareas apareadas verbales y espaciales. Un segundo objetivo fue el uso de las tareas como medidas de confiabilidad del desempeño. Los autores analizaron la actividad eléctrica de todas las bandas (delta, teta, alfa y beta), derivando índices de asimetría en cada banda y su correlación con las medidas de desempeño. Las tareas consistieron en: 1. Localizar un punto asociado con el desempeño del hemisferio derecho; 2. Encontrar palabras como una medida que pertenece al funcionamiento del hemisferio izquierdo. Los resultados mostraron diferencias claras en el análisis de la señal de EEG tanto en la potencia absoluta, como en la relativa, en ambas tareas, encontrando en general supresión del poder relativo de las bandas delta, teta, y alfa en el hemisferio izquierdo en comparación con el hemisferio derecho, durante la tarea verbal. En lo que se refiere al hemisferio derecho, durante la tarea espacial se decrementó el poder de alfa. En la banda beta, los resultados mostraron menos poder en el hemisferio derecho durante las tareas espaciales en comparación con las verbales. No se encontraron correlaciones entre las asimetrías, y sí un aumento del poder absoluto total. Los resultados sugirieron también que existe correlación entre alfa y beta, por lo que

la asimetría no se observa en forma significativa en estas bandas. La región central y parietal tuvieron una mayor correlación con el desempeño de las tareas, que en la región frontal.

Otros estudios reportan que las mujeres muestran mayor poder en la actividad eléctrica cerebral que los hombres durante el descanso, en tareas de solución de problemas (Matsuura y cols., 1985; Krug y cols., 1994) y durante el sueño (Dijk y cols., 1989); también muestran menos poder en la asimetría entre el hemisferio izquierdo y derecho durante las tareas de solución a diferencia de los hombres. Por otro lado, Furst (1976) reportó que en hombres con alta habilidad espacial, en la línea base del registro electroencefalográfico está significativamente correlacionada con el éxito en el desempeño espacial, y Ray y cols (1981) han observado que hay una gran activación en el hemisferio derecho durante el descanso, que está asociado a una mejor solución de problemas espaciales. Los sujetos con una alta habilidad espacial mostraron una baja potencia absoluta en todo el espectro, con ojos abiertos y cerrados, y bajo poder relativo en alfa 1 con ojos abiertos.

Arce, Ramos, Guevara y Corsi-Cabrera (1995) reportaron que una baja habilidad espacial, se caracteriza por un alto poder de las ondas lentas, en particular en el hemisferio derecho.

Yamaguchi, Tsuchiya, Kobayashi (1994) reportaron que el procesamiento de información viso-espacial empieza en la región cortical posterior y después se van reclutando otras áreas corticales, es decir, que los mecanismos que integran la orientación espacial son controlados por una distribución cortical conjunta. Un estudio con Tomografía por Emisión de Positrones (PET) (Reportado por Yamaguchi, 1994) proveyó que diferentes áreas del cerebro controlan distintos aspectos de la selección espacial. Sugieren también que durante la ejecución de una tarea de atención, que involucre las funciones viso-espaciales, se presenta una secuencia temporal de la activación cortical. Así como una activación comparable contralateral de cada hemisferio para la dirección de las señales, en el estado primario de cambio de atención. Los estudios del PET demostraron que los cambios de atención activan la región parietal izquierda y las subregiones parietales derechas.

Las preguntas en las que se ha centrado la investigación de la generación de la imagen, han sido aquellas que tratan de vincular la imagen y la percepción, en donde creen probable que la imagen constituye un sólo proceso que puede ser selectivamente realizado por cualquiera de los hemisferios en un cerebro dañado, además de cuestionarse sobre: cuáles son los sustratos neurales que participan en la generación de la imagen y su respectivo rol en el proceso cerebral hemisférico (Sergent, J., 1990; Papousek, 2004). Dentro de esta línea de investigación Sergent, J. (1990) definió a la generación de la imagen, como el proceso por el cual la información sobre algún objeto comienza con la reactivación de un elemento de la memoria que da lugar a la representación visual de los atributos físicos del objeto, que pueden ser revisualizados e inspeccionados.

Kosslyn (1987) sugirió que ambos hemisferios pueden generar imágenes pero de manera diferente, el hemisferio izquierdo podría estar especializado en generar los detalles por completo,

“partes múltiples” de imágenes y el hemisferio derecho podría generar el “esqueleto” de los objetos imaginados. Esta distinción está basada sobre el descubrimiento de un sujeto callosotomizado, en el cual el hemisferio derecho fue inhabilitado para desempeñar tareas que requirieran la decisión sobre partes de un objeto imaginado, pero desempeñando perfectamente bien cuando una decisión involucraba toda la forma del objeto.

Enrlichman y Barrett (1983) realizaron experimentos con taquitoscopio con imágenes visuales y concluyeron que, aunque algunos descubrimientos podrían coincidir con la visión de que el hemisferio derecho juega un papel crítico en la creación y representación de la imagen, todos los resultados fueron más consistentes con una contribución hemisférica bilateral de este proceso.

Theor, J. (1976) menciona que la información en el cerebro asociada con modelos específicos de actividad eléctrica, resultan de las características de las neuronas y de los circuitos localizados en un espacio complejo tridimensional. La palabra externa es representada en el espacio después de una transformación de energía. De esta representación, son extraídos rasgos comunes a través de lo que denominó circuitos convergentes. Estos circuitos son concentrados en pocos elementos neuronales de información que, a priori de su activación, son distribuidos en una gran cantidad de neuronas. Los circuitos de convergencia son arreglados en un orden jerárquico en el que cada uno de ellos recibe información de uno previo, y en cada nivel jerárquico se conducen más abstracciones y características concentradas de la información. En alguno de estos niveles de convergencia, interactúan neuronas polisensoriales.

Theor, J. (1976) también menciona que cada objeto que es percibido, es transformado en la retina en un complejo pero específico modelo espacio-temporal de activación neural. Este complejo modelo contiene toda la información sobre el objeto. La percepción subjetiva tiene lugar, cuando el complejo modelo de activación neuronal, llega a las estructuras del cerebro en las cuales el análisis y la decodificación de un modelo es hecho. Asimismo, menciona la existencia de puntos convergentes del circuito, hacia una organización jerárquica del cerebro en el que cada estado de convergencia extrajera un rasgo común de información. Esta extracción es plausible si se piensa que una neurona que recibe señales de otras neuronas, responde con la probabilidad de que se incrementen las descargas eléctricas, con una coincidencia espacial y temporal. En este sentido, cada nivel de la jerarquía maneja una mayor “abstracción” de información por concentrarse en un sólo modelo de respuesta de información. En estos experimentos, se encontró que las regiones de la corteza frontal, temporal y parietal en humanos extraen el lenguaje, y el significado conceptual se extrae de la región occipital, en la representación de la palabra visual.

En una investigación realizada por Machinskii, R., Machinskaya, I. y Trush (1990) reportaron que en la comparación de los puntajes de la coherencia de la actividad eléctrica cerebral, en la banda de alfa, durante un estado de atención selectiva, precedente a la fase de despertar (tranquilo), ante la presentación de un estímulo, se encontró un incremento significativo de la fase relacionada con las ondas alfa en determinadas regiones del cerebro, como son, las regiones temporo-parieto-occipitales, el vertex y la zona central, específicamente durante la etapa

de atención selectiva. También se observó un incremento local en los grados de sincronización de los componentes del ritmo alfa.

Wallace, B., Collura, T. (1993) reportaron que existen diferencias individuales con respecto al uso de las imágenes en una tarea cognitiva, estas diferencias estaban presentes, primero en la habilidad de cada sujeto para imaginar en forma a priori, el objeto que le sería presentado, localizando así una señal en particular, característica de la situación de anticipación. Encontrando en su estudio, dos estrategias principales, aquella en que se hacían presentes los detalles de la estrategia, y en la que lo relevante era la estrategia global.

Algunos investigadores han propuesto que la imagen visual involucra por lo menos dos distintos procesos, la generación de la imagen y la transformación de la imagen; es mediado primero por el hemisferio derecho, y después lateralizado hacia el hemisferio izquierdo (Farah, 1988; Kosslyn 1987). Sin embargo, existe evidencia que sugiere que estos procesos pueden ser adquiridos por la búsqueda de tareas, más que por la generación de la imagen.

Palmer, T., Ovid, J., Tzeng, L., (1990) comprobaron la predicción de que las asimetrías hemisféricas existen sólo en el estado atento por el tamaño significativo de los efectos hemisféricos. Los resultados también confirman, que el tiempo de reacción, en todas las condiciones, necesitan un proceso atento. De hecho, plantean que la asimetría hemisférica visual es causada principalmente por la lateralización del componente del proceso de atención. Mencionan que un aspecto interesante es que, la naturaleza del procesamiento hemisférico, marca la diferencia para el procesamiento atento del estímulo. El hemisferio izquierdo parece que mantiene una estricta secuencia de reactivo por reactivo, en la búsqueda de estrategia, mientras que en el hemisferio derecho se rompe el arreglo del estímulo dentro del grupo de reactivos, procesando cada grupo en forma paralela.

En el reporte de la investigación que realizaron Goodman, D., Beatty, J., Mulholland, T., (1980) comentan que, si se encuentran valores altos en el radio, en una región en particular del cerebro, relacionado con un tipo de estímulo visual, es evidencia electroencefalográfica que sugiere el involucramiento de esa región en el procesamiento de ese tipo de estímulo. Valores bajos del control del radio sugieren, que el efecto de un tipo de estímulo en particular en la región del cerebro es menos directo. A las respuestas a la estimulación visual del hemisferio derecho (contra lateral) se encontró que en las regiones parieto-temporal en el hemisferio izquierdo, en la banda de alfa son significativas, en particular en la región occipital izquierda.

En resumen, se puede apreciar el avance de la ciencia en cuanto a conocer las funciones del cerebro, y esto a su vez abre la posibilidad de profundizar en el conocimiento de los procesos y estrategias del pensamiento. Es así, que en este capítulo se realizó una revisión general del funcionamiento cerebral, para después presentar la postura de algunos investigadores en las que se involucran tareas viso-espaciales, y de creatividad, que están estrechamente vinculadas con las tareas utilizadas en este estudio. Se plantea que la actividad hemisférica, durante una tarea creativa, no se presenta en forma independiente, sino simultánea, pero con diferentes

características. Otro aspecto importante es el referente a la generación de las imágenes, en donde plantean que, ambos hemisferios tienen posibilidades de generar imágenes, o que la participación de estos es indispensable para su producción, ya que uno produce los detalles y el otro el armazón.

De las primeras investigaciones en las que se intentó observar el desempeño cerebral durante la labor creativa se encuentran las de Hoppe (1988, 1989), que han utilizado la electroencefalografía para realizar investigaciones sobre creatividad, basándose en la teoría psicoanalítica con la técnica de asociación libre de ideas, se les dio a 10 sujetos, una lista de palabras, la cual tenían que ir relacionando hasta que ya no tuviera fluidez en el pensamiento, y entonces se le daba la siguiente palabra; en forma paralela hacían un registro electroencefalográfico. En los resultados que reportan, explican que existe una asociación entre el hemisferio derecho y el hemisferio izquierdo. Observan que este último, recibe información del medio ambiente durante la ejecución de una labor creativa, y la transforma y conduce vía cuerpo calloso hacia el hemisferio derecho; concluyen, que en el proceso creativo se da un trabajo simultáneo de interacción entre ambos hemisferios.

Weiss y cols. (2003) realizaron una investigación en la que abordan el problema típico de si las mujeres tienen un mejor desempeño que los hombres en tareas visoespaciales, particularmente en las que requieren imaginar la rotación de las imágenes en tercera dimensión. Describen a la habilidad mental para rotar, como compleja, y que está sustentada por diversos funcionamientos distribuidos, como: la percepción, razonamiento espacial y solución de problemas. Las activaciones cerebrales han sido reportadas, en la región parietal, premotora, frontal, visual asociativa y primaria, así como las áreas somatomotoras y el ganglio basal. Los resultados muestran un incremento en la actividad eléctrica bilateral, en lóbulos parietal inferior y superior, así como en los lóbulos frontales. La activación de la región parietal, se podría asociar con un mayor rol de ésta en la rotación mental de objetos visuales; la activación de la corteza frontal, tal vez refleja la flexibilidad en los pensamientos, en la programación de las secuencias de acción en la estrategia de solución de problema. Tanto los hombres, como las mujeres, mostraron un patrón similar de activación, y algunas diferencias de género fueron evidentes, como el hecho de que los hombres muestran una activación significativamente mayor en la región inferior del lóbulo parietal, que las mujeres; las mujeres activaron un área pequeña en el lóbulo parietal superior, así como el hemisferio frontal, además de que mostraron una activación en la región temporal derecha, que se extendía hacia el lóbulo occipital, a diferencia de los hombres. Ambos grupos, mostraron un nivel alto y similar de precisión. Las diferencias de género podrían radicar en el hecho de que los hombres usan en primera instancia la gestalt, como una estrategia, mientras que las mujeres utilizan una estrategia serial-analítica.

En un estudio realizado por Gur y colaboradores (2000), en el que utilizaron la resonancia funcional magnética, para buscar corroborar la hipótesis a cerca de que se podrían esperar cambios en la lateralización izquierda, en tareas verbales, en la región inferior del lóbulo parietal y

temporal, tanto en hombres, como en mujeres, pero únicamente la población masculina mostró un incremento en la lateralización derecha, para tareas espaciales. El análisis de la imagen reveló una distribución neuronal de las regiones corticales activadas por las tareas, que consistieron en: la región frontal lateral y medial, la región medial temporal, la occipitoparietal, y occipital. La activación fue mayor hacia el lado izquierdo, en lo que a tareas verbales se refiere, y mayor en el lado derecho, para tareas espaciales, solamente en la población masculina. Los resultados sugieren que el fracaso para activar las regiones del hemisferio apropiado, están directamente involucradas con el desempeño de la tarea, situación que puede explicar ciertas diferencias sexuales de desempeño.

Sobre creatividad.

Dentro de las investigaciones iniciales en las que se utilizó la Tomografía por Emisión de Positrones, como una herramienta para intentar ahondar el funcionamiento cerebral durante la ejecución de tareas creativas se encuentra la reportada por De Bono (1996), en la que comenta que es posible ver cómo trabajan algunas partes del cerebro en un determinado momento. Y reporta que cuando una persona está desempeñándose con un pensamiento creativo se observa que su hemisferio cerebral izquierdo y el derecho presentan una actividad simultánea. Por lo tanto, aunque la diferenciación entre hemisferios tiene sus méritos, el concepto básico resulta engañoso cuando se trata de pensamiento creativo, porque sugiere que la creatividad sólo tiene lugar en el cerebro derecho. También porque supone que para ser creativo lo único que se tiene que hacer es abandonar el comportamiento del hemisferio izquierdo y usar sólo el hemisferio derecho, si no existiera la participación simultánea de ambos hemisferios durante el desempeño de tareas que implican funciones básicas, tampoco se podría dar durante la creatividad.

Rodney y Cotterill (2001) realizaron un experimento en el que pretendían encontrar las estructuras cerebrales involucradas en el proceso creativo y sus resultados sugieren que: las señales que podrían estar involucradas en la creatividad afectan a la región premotora y a las áreas suplementarias motoras y probablemente a la región prefrontal. El criterio de selección de las señales, probablemente está a cargo de la amígdala, dejando el control del acceso al ganglio basal, dejándose influenciar por la atención, que podría a su vez involucrar a la región anterior del cíngulo, el núcleo reticular talámico, el tálamo, y el núcleo intralaminar talámico.

La imaginación ha sido relativamente ignorada en los estudios sobre el funcionamiento cerebral lateral; esto se debe a que varios investigadores han dado por hecho, que la imaginación está gobernada por el hemisferio derecho, por las cualidades espaciales y perceptuales que caracteriza a sus productos. Existe una postura diferente respecto a la generación de la imaginación, que ha sido investigada por Biggins, Turetsky y Fein (1990), en la cual plantean que en este tipo de actividad mental, participan ambos hemisferios. Farah (citada por Biggins, 1990) realizó un estudio en sujetos normales, en el que utilizó el tiempo de reacción para la generación de una imagen a partir de un estímulo, en éste encontró a nivel cualitativo, que en la generación de

la imaginación participaba el hemisferio izquierdo. Estos resultados han recibido apoyo por otros estudios revisados por Kosslyn (1988), en ellos se ha indicado que la gestación de la imaginación envuelve dos tipos de procesos, uno que activa el principio de los recuerdos que aparecen como partes de las formas, y otro que activa las partes dentro de la propia configuración. Estos resultados proveen evidencia de que ambos hemisferios tiene la habilidad para generar imágenes mentales con formas, pero aparentemente difieren en el sentido, de preferir el arreglo de la secuencia del proceso. También se mostró que el hemisferio izquierdo tuvo una mayor activación, utilizando las categorías, como las relaciones espaciales o las formas, de manera coordinada para generar un producto de la imaginación.

Carlsson y colaboradores (2000) hacen una revisión sobre diferentes autores que han investigado el funcionamiento cerebral durante la labor creativa, y comentan que desde el marco de referencia de la neuropsicología, existe una postura que describe como un obstáculo para un elevado desempeño creativo, es el relativo a la inhibición del hemisferio izquierdo sobre el derecho, de hecho, comentan sobre investigaciones en las cuales se describe que los sujetos creativos utilizan en forma significativa más el hemisferio derecho que el izquierdo, en comparación con las personas no creativas, durante la solución de tareas creativas, pero no cuando las tareas no lo son, en las regiones parieto-temporales, observado a través del EEG. Sin embargo, agregan que existen otras ideas al respecto, que proponen que el funcionamiento hemisférico se complementa durante las funciones psicológicas complejas, como en el caso de la creatividad. En su estudio sobre creatividad, en el que utilizaron el fluido sanguíneo regional cerebral y tareas verbales, comprobaron que, el grupo de personas creativas, utilizaron las regiones prefrontales en forma bilateral, también mostró un incremento en la actividad en todas las tres áreas bilaterales, que no tiene un buen desempeño en los tests espaciales, que son personas que puntuaron con promedio elevados en el rasgo y el estado de ansiedad, y que el grupo poco creativo, utilizó funciones predominantemente relacionadas con el hemisferio izquierdo, presentó un decremento en la actividad y la mantuvo en niveles bajos, solo en las regiones prefrontales anteriores izquierdas, mostró mejores puntuaciones en los test de razonamiento lógico, presentaron un menor promedio de valores del estado y rasgo de ansiedad. Por lo tanto, sus resultados están en la línea que plantea que el lóbulo frontal derecho, está más involucrado en la producción espontánea de representaciones no verbales, aunque el lóbulo izquierdo puede ejercer control y una evaluación secundaria, junto con un análisis verbal. Y que el grupo creativo mostró una asimetría izquierda, en todas las tareas y regiones.

Atchley y cols. (1999) realizaron una investigación, en la que utilizaron tareas verbales ambiguas, pues postulan que ésta es parte importante de la creatividad. Sus resultados sugieren que ambos hemisferios contribuyen al mantenimiento de múltiples significados de palabras, en sujetos creativos, mientras en los que no lo son, encontraron que sostuvieron una activación subordinada del hemisferio derecho sobre el izquierdo, y en algunos casos no sucedió. También comentan que existen diferencias individuales importantes sobre la extensión del tiempo básico del

procesamiento hemisférico. Reportan que, un bajo nivel de activación del proceso de la memoria, difiere de la función de la creatividad, por lo tanto, argumentan una relación elevada entre la memoria y la creatividad.

Petsche y cols. (1997) realizaron un estudio cuya meta consistió en verificar la independencia de dos bandas de frecuencia de actividad eléctrica cerebral, entre un rango de alfa. Se basaron en experimentos que examinan el rol de esas bandas con respecto a su amplitud y coherencia en tareas cognitivas relacionadas con: percepción visual e imaginación; escuchar y componer música; creatividad visual y verbal; aspectos relacionados con el humor. El EEG fue registrado durante la ejecución de cada tarea. Comentan que generalmente se han encontrado menos diferencias en la amplitud que en la coherencia. En la investigación se encontraron diferencias significativas entre las bandas, sin embargo no logran llegar a una conclusión, por variables que están afectando los resultados y que salieron de su control.

En otra investigación reportada por Martindale y cols. (1983) describen el resultado de tres experimentos que examinan la relación entre creatividad y el registro de la actividad eléctrica cerebral de ambos hemisferios. Comentan que la creatividad ha sido hipotetizada como una labor que involucra el uso de un proceso cognitivo primario, el cual es hipotéticamente acompañado por la activación del hemisferio derecho. Por lo que predicen, que las personas creativas, podrían mostrar una mayor actividad en el hemisferio derecho, que en el izquierdo, durante el desempeño de tareas creativas, patrón que no debería de presentarse en las personas no creativas. Sus resultados sustentan la predicción.

I. 4. TEORÍA MATEMÁTICA DE LA INFORMACIÓN Y LOS "TANTES".

La Ciencia básica ha generado postulados que han dado paso a teorías que permiten el estudio de la mente, es así como la Teoría de la Información propuesta por Shannon y que originalmente fue desarrollada para analizar sistemas de información en el área de ingeniería de las comunicaciones, fue adoptada por la psicología debido a que se podía medir la cantidad de información decantada entre dos sistemas. De ésta, se generan las bases de la Teoría del Procesamiento de Información o Teoría Cognitiva (Barber, 1988).

Sin embargo, la idea de sustituir la noción de energía por la de información en la descripción de sistemas complejos adolecía de un defecto fundamental: el concepto de energía era bastante bien comprendido teóricamente, y se encontraba respaldado por un potente sistema métrico que permitía una adecuada aplicación metodológica; mientras que la información era una noción notablemente vaga, y los escasos intentos de abordar matemáticamente el problema de su medida incluían supuestos tan restrictivos que hacían imposible su aplicación a la mayoría de los problemas relevantes de la ciencia o la tecnología. La teoría de la información propuesta, presenta una descripción matemática del flujo de la información en un canal de comunicación, con clara intención de que tal descripción fuese útil en problemas reales de ingeniería en comunicaciones. Para ello, identificó la información con la idea de reducción de incertidumbre: una señal dada es tanto más informativa cuanto más incertidumbre puede disipar en el receptor; y mostró que tal reducción de incertidumbre puede tratarse como una función de las probabilidades de las señales. Shannon (1963) propuso una medida matemática de la información así entendida –el bit –, y consiguió especificar satisfactoriamente un buen número de fenómenos que se dan en cualquier transmisión de información (como "información transmitida", "ruido", "capacidad de un canal", "código", etc.). Las repercusiones de esta teoría en la psicología cognitiva fueron variadas. Por una parte, era atractivo que conceptos como "mensaje" o "código", que poco antes hubieran sido tachados de mentalistas y acientíficos por los psicólogos conductistas, recibieran con éxito un tratamiento matemático. Por otra parte, se estudió la posibilidad de abordar la mente como un sofisticado canal de comunicación, lo que permitiría importar a la psicología los nuevos conceptos teóricos de Shannon. Aún cuando las formulaciones más radicales de esta idea no resultaron viables, la teoría de la información constituía un análisis aún demasiado molecular para ser aplicado directamente a la psicología, lo cierto es que algunas ideas de esta procedencia (como, por ejemplo, la idea de "capacidad de un canal") fueron aplicadas con éxito, y permitieron importantes avances en la comprensión de la organización de la mente (Ruiz-Vargas, Castilla del Pino, 1991; Vincent, 1994).

La teoría de la información basa sus supuestos en las probabilidades de ocurrencia de un grupo completo de eventos posibles en una situación dada. Los experimentadores pueden por ejemplo, presentar una serie de señales visuales a un sujeto, cada una puede ser contestada tan

rápido como sea posible. El sujeto podría ver una señal en un sólo tiempo y tener una respuesta única para cada una de las alternativas de señal. De acuerdo con el axioma básico de la teoría, la información presentada y representada en las señales es especificada como $-\sum p \log p$, donde los valores de p corresponden a las probabilidades de varias señales y la sumatoria es sobre el grupo completo de señales. Para las señales equiprobables el valor de H (información) es $\log n$, donde n es el número de señales posibles (Barber, 1988).

Es decir, la teoría se ocupa de la información como medida de la cantidad de conocimiento que un mensaje puede contener a través de su representación simbólica. Ya que los mecanismos que se encargan del control, en un animal o en una máquina depende de la comunicación entre sus elementos, y todo tipo de comunicación, involucra cantidades mensurables de información.

A la información transmitida se le llama "mensaje" y el efecto del contenido de un mensaje, es el de cambiar la probabilidad de un acontecimiento; la cantidad de información en él, se mide como:

$i = \log 2$ Probabilidad del evento después de recibido el mensaje

$i = -\log p_i$ Probabilidad del evento antes de recibir el mensaje

(Yankelevich, 1993)

El cálculo de la información puede interpretarse como el contenido de información total de un conjunto o como un promedio por elemento. A la información promedio por elemento se le ha designado con el nombre de *Incertidumbre* y se le denota con la letra H .

El cálculo de la incertidumbre en este caso, debe tomar en cuenta un factor de probabilidad de captura de los géneros. El número de preguntas para identificarlo, no es solamente función del número de distintos géneros, sino de la probabilidad de captura de cada uno de ellos.

$$H = -(p_1 \log p_1 + p_2 \log p_2 + \dots + p_n \log p_n)$$

Por otro lado, existe una correlación entre entropía e información y se entiende a través del concepto probabilístico de entropía: cuanto mayor sea el número de caminos para que un sistema enlace una cierta condición o estado, mayor será la probabilidad de encontrarlo en él.

La reducción de entropía de un sistema disminuye la cantidad de información contenida en el mismo.

En la expresión de entropía $S = K \log W$, en la que W es el número de caminos para alcanzar un cierto estado, S la entropía del sistema y K una constante; así queda explícita la función que liga la entropía con el número de caminos para alcanzar dichos estados. A medida que se requiere mayor organización para alcanzar cierto estado, menor es el número de caminos que existen para llegar a él, por consiguiente la probabilidad de que el sistema se encuentra ahí, es pequeña y su entropía también lo es.

Expresada la entropía de esta forma se observa que puede expresarse como una función de la variedad o lo que es equivalente, de la cantidad de información.

El concepto de información es extraído de la definición que involucra el concepto de variedad, en donde la unidad de información correspondiente es el bit. Esta unidad de información, que es la más comúnmente usada es el bit o binit (palabra nemotécnica derivada del inglés "binary unit"), (Yankelevich, 1988).

Algunos investigadores utilizan el logaritmo de base para expresar la incertidumbre y denominan a la unidad el decit. De hecho se ha usado cualquier base por ejemplo "e" y la unidad se llama enit.

Los factores que determinan la cantidad de incertidumbre de un sistema son: la relación estrecha entre incertidumbre e información; de hecho, en el caso de eventos equiprobables, el valor numérico es idéntico; el número de bits mide la cantidad de incertidumbre que se tiene sobre un evento antes de conocerlo. Y la información contenida en un conjunto en función, tanto del número de clases diferentes de elementos, como de la frecuencia relativa de ellos en cada clase. Además de las dos variables ya discutidas, la incertidumbre es función también de la dependencia probabilística de las clases entre sí.

$H(e)$ Incertidumbre de la entrada

$H(s)$ Incertidumbre de la salida.

$H(e/s)$ Información que puede obtenerse de la entrada dada la salida o sea que se pierde durante la transmisión. Se le denomina equivocación y se define como la incertidumbre asociada con la entrada, cuando se conoce la salida del sistema.

$T(e-s)$ Información que puede obtenerse de la salida dada la entrada. Se considera generada en el propio sistema y se le denomina ambigüedad o ruido. Se define como la incertidumbre de la salida cuando se conoce la entrada.

$H(s/e)$ Información que puede obtenerse de la salida dada la entrada. Se considera generada en el propio sistema y se le denomina ambigüedad o ruido. Se define como la incertidumbre de la salida cuando se conoce la entrada.

$H(e-s)$ Incertidumbre total del sistema. Puede considerarse como la incertidumbre promedio de todos los posibles estados dentro de él.

La incertidumbre de la entrada, en parte se pierde y en parte se transmite.

$$H(e/s) = H(e) - T(e-s)$$

La equivocación es la diferencia entre la incertidumbre de entrada y la transmisión.

$$H(s) = H(e/s) + T(e-s)$$

La incertidumbre de salida, es la suma de la información transmitida más el ruido del sistema.

$$H(e-s) = H(e) + H(s/e)$$

La información en el sistema, es igual a la suma de la incertidumbre de entrada más el ruido.

$$H(e-s) = H(s) + H(e/s)$$

La información (o incertidumbre) total en el sistema, o está en la salida, o se perdió.

Varias interpretaciones se han dado al concepto de redundancia; se le considera como la cantidad de información que se ahorraría si se usara una estrategia óptima. La presencia de redundancia hace ineficientes a los sistemas en virtud de que disminuye la velocidad de transmisión de información, esto es, la eliminación de símbolos repetidos, permite ocupar esos sitios con información no redundante, lo cual, en última instancia, aumenta el número de símbolos o mensajes por unidad de tiempo (Goldie y Pinch, 1991; Yankelevich, 1993).

Principio de Dancoff.- En canales ruidosos, la información se perderá, a menos que sea confrontada con información redundante. La cantidad óptima de información redundante, será aquella, no que elimine errores, sino que minimice los costos de los errores de la información redundante y del mecanismo de confrontación de la información.

Se observa que el número promedio de símbolos utilizados para representar un elemento es de 2, cifra que coincide con el valor de incertidumbre máxima del sistema: $H = \log_2 4 = 2$. Esta coincidencia, sólo se presenta cuando se emplea una clave de redundancia mínima en la codificación.

La velocidad de transmisión de información es el número de bits, que por unidad de tiempo, es capaz de transmitir el canal de información. La capacidad de un canal, que es el máximo valor de T, es función del código utilizado y de los principios de funcionamiento del canal.

La velocidad de transmisión de un mensaje por un canal puede llegar a optimizarse, si se establece un compromiso entre la longitud de un símbolo y su probabilidad de aparición. A medida que el símbolo es más probable, debe adjudicársele la menor longitud. Sin embargo, deben tomarse en cuenta los dos posibles tipos de restricciones: restricción fija del código en el cual se expresa la información y restricción estadística del lenguaje transmitido por el canal (Yankelevich, 1988).

El proceso de la comunicación está relacionado con el flujo de información en algún camino dentro de una red de trabajo. La "mercancía" no necesita ser tangible: por ejemplo, el proceso por el cual una mente afecta a otra mente es un proceso de comunicación. Ésta tal vez es la forma de enviar un mensaje vía telégrafo, la comunicación visual de un artista, es decir su visión, o cualquier otro medio por el cual la información es transportada por un transmisor y un receptor.

Desde hace tiempo la naturaleza de la información puede ser como una variedad de electricidad en algún circuito de trabajo. Las partes de un sistema de comunicación son:

1. Transmisor o surco.
2. Receptor.
3. Canales o transmisiones de un grupo de trabajo, en los cuales transportan la comunicación del transmisor y del receptor (Goldie y Pinch, 1991).

Los modelos en los que se desarrolló la teoría eran ideales, ya que estaban estadísticamente definidos, de tal manera que el modelo es impredecible. Transmite un rango de cualquier grupo preespecifico de mensajes; lo único que se conocía era la probabilidad de transmisión de cada mensaje directo. Si la conducta de un modelo es predecible (determinístico), entonces los recursos para medir una suma de información podrían ser necesarios.

Yankelevich y colaboradores (1994) se han dedicado a la exploración de las posibilidades de valorar contenidos de información en las imágenes, en términos de la formalización procedente de la Teoría Matemática de la Información, diseñando un algoritmo específico para determinar la cantidad de información contenida en un conjunto de elementos, en función de la cantidad y variedad de estos.

Las primeras preguntas del grupo se encaminaron a buscar cómo afectan a la percepción de imágenes las variables como: el número de objetos en la imagen, su variedad y el tamaño de los mismos.

Y utilizaron la ecuación que permite la valoración de los contenidos de información de la forma siguiente:

$I = \log N$ I : cantidad de información contenida en un conjunto de elementos.

$I = - \log p_i$ N : número de elementos totales.

$H = - \sum p_i \log p_i$ H : suma ponderada de la información por elemento debida a la variedad.

p_i : abundancia relativa de cada tipo de objeto con respecto a los demás.

Ya en las investigaciones desarrolladas tomaron en consideración, para diferentes imágenes, como: las viñetas, el chiste gráfico y el tangrama, los factores adicionales siguientes:

1. La forma de cifrar los contenidos en la imagen: esquemática (dibujo) o icónica (fotografía).
2. La representación de los objetos en la imagen: de manera aislada e independiente o, relacionados entre sí en una escena.
3. La procedencia de las muestras poblacionales estudiadas: de zonas urbanas o rurales.

Los resultados mostraron ser consistentes con respecto a las relaciones entre las variables; la información decantada por el receptor es, en promedio, una fracción logarítmica de la información ofrecida en la imagen (Yankelevich, 1993).

De tal manera, que se comenzó a investigar en torno al “alfabeto” y la gramática que subyace al proceso de comunicación mediante imágenes. Así, este grupo de investigadores adaptó un alfabeto geométrico (7 unidades del juego de tangramas) diseñado para adiestrar a los niños en la “lectura y escritura” de imágenes, con el propósito de ejercitarlos formalmente en el proceso de abstracción intelectual. Planteando como postulación general, que el lenguaje de las imágenes para el hombre, ejercitado y aprendido de manera informal, representa un camino natural en el desarrollo de la actividad abstracta. Dado que la percepción visual en la población humana constituye un proceso ya intelectualizado, el hablar de abstracción visual implica, en términos generales, referencia a la abstracción intelectual.

Considerando a la abstracción intelectual dentro de una escala de medida acotada entre 0 y 1; usando el cero para los objetos “reales” existentes en el ambiente, y el 1 para la abstracción que ocurre independientemente de la percepción visual “natural” (Noriega, J.; Yankelevich, G., 1990).

¿Qué es un tangrama?, es una especie de rompecabezas con un corto número de piezas (en este caso son 7), que sumándolas dan una forma de recreación matemática (en este caso un cuadrado). La idea es presentarle al espectador una figura cerrada formada por estas piezas, sin que se pueda distinguir el contorno, ni las uniones, y no se pueda encontrar la solución de la imagen a simple vista. Así que, acompañando a las siete piezas (que son un cuadrado, un polígono, dos triángulos pequeños, dos triángulos grandes y uno mediano) se encuentra una imagen a resolver (Ver anexo C). El tangrama tiene sus orígenes en China hace ya varios siglos y era utilizado como un juego, que en un principio divertía a emperadores, pero después se volvió popular. Éste tiene la particular característica de mantener una relación de abstracción visual con imágenes de una tercera dimensión, de tal manera que existen representaciones de casas, barcos, personas, etcétera, de hecho se han diseñado miles de ellos. La idea principal de este juego es resolver la imagen cerrada.

Las siete piezas geométricas del juego de tangramas fue la elección de Yankelevich y colaboradores, para construir un alfabeto unitario artificial para ejercitar la actividad abstracta a través de la “escritura” en el lenguaje de las imágenes. Las operaciones constructoras básicas son esencialmente las mismas que las de un árbol binario. Sin embargo, el tangrama tiene ciertas restricciones adicionales, por ejemplo, se deben usar las 7 piezas, no se deben dejar espacios en blanco, no se pueden encimar las piezas, y no se puede poner dos veces la misma pieza (Noriega, J.; Yankelevich, G.,1990).

De tal manera, que cada una de las siete piezas tiene su propio valor y la solución de cada imagen tiene su cuantificación en bits y tiempo, representando el grado de abstracción visual que realiza el receptor, para ello se consideraron las cualidades geométricas de las figuras como parte de la información, así que los ángulos cóncavos y convexos tienen un valor específico para cada pieza, además tomar en cuenta las posibles opciones que tiene cada figura cuando son

colocadas para formar el tangrama (Ver anexo C). Un tangrama posee más información entre menos ángulos tiene para ser reconocidos.

La ecuación que determina la información promedio por elementos en una imagen tomando en consideración las interrelaciones espacio-temporales es la siguiente:

$$H(Y/X) = [- \sum (p(y/x) \log p(y/x) p(y) p(x))]$$

La presente investigación retoma la idea de realizar una representación abstracta con siete piezas geométricas medibles, y avanza añadiendo el uso de logotipos, ya que en ambos la abstracción está dada, solo que en el caso de los logotipos cuentan con la variable originalidad implícita, por lo tanto la posibilidad de evaluar un desempeño o producto original podría ser factible. Para ello se diseñaron 8 logotipos con tangramas medidos con la ecuación antes descrita (Ver anexo D) y tres tareas descritas en el apartado de procedimiento.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Se mantendrá la relación entre el nivel de abstracción del Tangrama y el tiempo de resolución, en la escala de medición, si se amplía la muestra de 6 a 15 ejercicios.

Se encontrarán diferencias sexuales, en el tiempo de resolución de los Tangramas, si se amplía la muestra de 6 a 15 ejercicios.

Se podrá utilizar la estrategia de medición del Tangrama, junto con el Logotipo, para generar una escala de medición de la originalidad, en tiempo de resolución y nivel de abstracción.

¿Cuáles son las manifestaciones de la ejecución de las tareas con Logotipos, construidos con las piezas del tangrama, en la actividad eléctrica cerebral durante el registro del electroencefalograma?

II. MÉTODO.

La presente investigación se dividió en dos estudios, en el primero se amplió el número de ejercicios con Tangramas, de la escala de abstracción diseñada por Yankelevich (1986) de 6 a 15, y se buscaron las diferencias sexuales al resolver los 15 Tangramas, entre el tiempo de resolución y el nivel de abstracción. En el segundo estudio, se construyeron y midieron, con la estrategia de medición usada en el Tangrama (basada en la Teoría Matemática de la Información), 8 Logotipos, se generó una escala de nivel de abstracción, y además, con éstos se diseñaron 3 tareas para ser resueltas durante el registro de la actividad eléctrica cerebral, utilizando el electroencefalograma.

PRIMER ESTUDIO.

OBJETIVO.

La finalidad de este estudio fue ampliar el rango de la escala de medición del nivel de abstracción en la que se utiliza el Tangrama, aumentando 9 ejercicios, a los 6 previamente medidos (Yankelevich, 1986) y con esto corroborar la consistencia de la relación entre, tiempo de resolución y nivel de abstracción de la escala. Además de encontrar las diferencias sexuales en el tiempo de resolución, al resolver los Tangramas de toda la escala.

HIPÓTESIS.

La escala de abstracción desarrollada con los 6 Tangramas, se puede aumentar a 15, sin que pierda su relación directamente proporcional entre: tiempo de resolución (medido en minutos) y nivel de abstracción (medido en bits).

A mayor nivel de abstracción, dentro de la escala de medición con Tangramas, las mujeres invierten mayor tiempo en la resolución de un Tangrama, que los hombres.

VARIABLES.

Independiente.

Nivel de abstracción. Se define como el número de bits dentro de una escala del 0 al 1. Obtenidos a través de la siguiente fórmula:

$$H(Y/X) = [- \sum (p(y/x) \log p(y/x) p(y) p(x))]$$

Que se despeja utilizando sumatoria del número de piezas colocadas en forma conjunta, menos el número de piezas colocadas de manera separada del conjunto, y dividida entre la sumatoria del número de ángulos cóncavos reconocibles en la imagen global del tangrama. Las piezas del tangrama a su vez fueron medidas, sumando el número de ángulos cóncavos y dividiéndolos entre el número de posiciones posibles de colocación en cualquier tangrama, el

resultado de este procedimiento aritmético, fue ubicado dentro de una tabla logarítmica base 2, de ahí se obtuvo el valor de cada pieza y de todo el Tangrama.

Dependiente.

Tiempo de resolución. Se define como el número de minutos empleados para la resolución de un tangrama.

Variable atributiva.

Sexo. Masculino y femenino.

SUJETOS.

Participaron 48 sujetos, 24 mujeres y 24 hombres, provenientes de la Facultad de Arquitectura y del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, que en ese momento se encontraban cursando el 3er (con 13 años, con 5 meses) y 1er semestre (12 años con 6 meses) de la licenciatura respectivamente. La edad promedio de los participantes fue de 21 años y una desviación estándar de: 2.95. No contaban con experiencia previa en la resolución de tangramas.

Criterios de selección.

La razón por la cual se invitó a los estudiantes de esas carreras, se debió a dos motivos principalmente: su habilidad para imaginar y manipular las formas en el espacio, así como su capacidad de abstracción. Además de capacidad para analizar y manejar información abstracta. Todas estas habilidades descritas en el perfil de egreso de la Facultad de Arquitectura y de Investigación Biomédica de la UNAM, y ampliamente reconocidas por su campo de competencia profesional.

MUESTREO.

Intencional

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizó un análisis de regresión lineal simple para encontrar la relación entre las variables, en donde a mayor nivel de abstracción (medido en bits), mayor tiempo (medido en minutos) de resolución.

MATERIAL.

El Tangrama. Es un juego de origen chino, en el que se tiene una imagen cerrada, dibujada en un papel, es decir, en la que no se puede reconocer las líneas divisorias o puntos de unión entre las piezas que lo constituyen y por otro lado, las siete piezas geométricas en relieve (ver anexo B).

Las siete piezas que componen un tangrama, un cuadrado, dos triángulos rectángulos chicos, dos medianos y un grande, además de un polígono irregular previamente medidas en

número de bits con la fórmula de la Incertidumbre, de la Teoría Matemática de la Información (Barber, 1988) (ver anexo E 1 y 2).

El objetivo del juego es construir con las siete piezas geométricas una imagen igual a la que se muestra en papel.

Sus instrucciones son: "para construir la imagen se deben usar las siete piezas, no deben sobrar, ni faltar ninguna de ellas, tampoco se pueden encimar, ni dejar huecos entre las piezas".

Las 9 imágenes de los tangramas seleccionados en forma aleatoria de entre 60 (Read, 1965; Elffers, 1984). Los cuales fueron medidos con la fórmula matemática de la incertidumbres (cuyo resultado se expresa en bits) y añadidos a la escala formada por 6, y que se muestran en el anexo B.

Instrumentos.

La prueba DAT se utilizó como criterio de selección de la muestra para el segundo estudio, considerando únicamente a aquellos participantes que obtuvieron puntuaciones altas (por arriba de 35 puntos) en las subpruebas de RA y RE (por arriba de 45 puntos), así como un tiempo máximo promedio de resolución de los tangramas de 8 minutos.

Pruebas de Aptitud Diferencial (DAT). Forma V (Bennett y cols., 1990). Están constituidas por las siguientes 6 subpruebas:

1. Razonamiento Verbal (RV). Es una escala que mide la habilidad para comprender conceptos englobados en palabras, más que centrarse en la fluidez o reconocimiento del vocabulario, su objetivo es la evaluación de la habilidad del estudiante para pensar constructivamente, encontrar la identificación entre conceptos aparentemente diferentes, y manejar las ideas en un nivel abstracto. Los reactivos se plantean como una doble analogía donde tanto el primero como el último términos están ausentes. El examinado debe seleccionar de entre cinco pares de palabras el que mejor complete la analogía. Esta subprueba puede predecir, con bastante exactitud, el éxito en campos que requieren la comprensión de relaciones verbales complejas y la destreza para manejar conceptos verbales.
2. Habilidad Numérica (HN). Los reactivos de esta subprueba están diseñados para probar la comprensión de relaciones numéricas y la facilidad para manejar conceptos numéricos. Los problemas están enmarcados dentro del tipo de reactivos llamados generalmente "cálculo mental" o "razonamiento aritmético". En éstos se intentó evitar los elementos del lenguaje en los que la habilidad de lectura juega un papel importante.
3. Razonamiento Abstracto (RA). Es una subprueba en la que no se utiliza el lenguaje. Cada problema requiere de la percepción de un principio operante en una serie de diagramas que cambian. En cada ejemplo, los evaluados deben descubrir el principio que gobierna el cambio de las figuras, y dar evidencia de su comprensión identificando el diagrama que

debiera seguir lógicamente en las series. Implica la habilidad para percibir relaciones en patrones abstractos, reconocer y generalizar principios a partir de diseños que no utilizan lenguaje, es importante cuando se requiere de la percepción de la relación entre las cosas, más que entre las palabras o los números. Esta subprueba complementa los aspectos de inteligencia general de las pruebas de Habilidades Numérica y Razonamiento Verbal.

4. Velocidad y Exactitud Secretariales (VE). En ésta se mide la velocidad de respuesta en una tarea perceptual sencilla. El evaluado debe seleccionar primero la combinación que está marcada en el folleto de prueba, luego debe tenerla en la mente mientras busca la misma en un grupo de combinaciones similares en una hoja de respuestas por separado, y, habiendo encontrado la combinación idéntica, llenará el espacio de la respuesta. El objetivo es, medir la velocidad de percepción, la retención momentánea, y la velocidad y exactitud de a respuesta. De hecho, es la única prueba de toda la serie que da un valor importante a la velocidad.
5. Razonamiento Mecánico (RM). Cada uno de los reactivos que constituyen la serie, consiste en una situación mecánica presentada en imágenes junto con una pregunta escrita en términos sencillos. La habilidad que explora la subprueba, puede considerarse como un aspecto de la inteligencia, asumiendo una amplia definición del término.
6. Relaciones Espaciales (RE). Los reactivos representan una combinación de dos enfoques previos para la medida de esta habilidad, lo que exploran la habilidad para visualizar un objeto construido a partir de un patrón, a menudo se han usado para pruebas de visualización estructural. De manera similar, la habilidad para imaginar cómo se vería un objeto si se volteara en diversas formas, se ha usado efectivamente para la medición de la percepción espacial. Es una medida que sirve para manejar materiales concretos a través de su visualización.

Las subpruebas están diseñadas para valorar habilidades intelectuales fundamentales y evitar en la medida de lo posible, que éstas dependan del aprendizaje de materias escolares específicas. Originalmente se desarrollaron para ser aplicadas en población estadounidense, sin embargo cuenta con normas para la población mexicana. Se le ha vinculado principalmente con el desempeño académico y con la orientación vocacional.

Consiste en la aplicación de la 6 subpruebas, que se consideran de poder, porque se tienen que responder en un tiempo determinado, y se usa el lápiz y el papel. Al final de cada subprueba los resultados son expresados en términos de puntuación bruta y percentil. Puede ser aplicada en grupo o de manera individual, dependiendo de las necesidades del aplicador.

La subprueba de Razonamiento Verbal, estaba en proceso de estandarización para la población mexicana en el momento en el que se desarrollaba la investigación. Sin embargo, esta escala no fue utilizada.

PROCEDIMIENTO.

Se asistió a dos clases de la Facultad de Arquitectura para invitar a aquellas personas que estuvieran interesadas en participar en la investigación. Se anotaron en una lista y después se contactó con ellos vía telefónica para explicarles en qué consistía el experimento. De las 32 personas que aceptaron, se seleccionaron en forma aleatoria 24 participantes, 12 hombres y 12 mujeres.

En el caso de los alumnos de Investigación Biomédica, todos pertenecían a un mismo grupo, al cual se le hizo la misma invitación que a los de Arquitectura; en este caso el grupo estaba constituido por 29 alumnos y de éstos se seleccionaron aleatoriamente 12 hombres y 12 mujeres.

Se prepararon dos sesiones experimentales, una para los alumnos de Arquitectura y otros para los de Biométrica, ambas se llevaron a cabo en el departamento de Biomatemáticas del Instituto de Investigación Biomédica de la UNAM, se utilizaron los mismos instrumentos e instrucciones, que se aplicaron en forma grupal, a la misma hora, en diferentes días.

Se utilizaron dos mesas de trabajo rectangulares y se les pidió a los participantes que ocuparan un lugar alrededor de las mesas. Después se les repartió un formato, que contenía un listado de números del 1 al 15, y un apartado en el cual anotaron su nombre, la fecha, escuela o facultad y grado académico. También se les entregaron 3 hojas en las cuales están dibujados los 15 tangramas (ver anexo B).

Las instrucciones fueron las siguientes:

“Todos van a anotar sus datos personales, el que termine haga favor de esperar a que todos concluyan”.

Después se les dijo: “Les voy a entregar 7 piezas geométricas, 2 triángulos grandes, 2 triángulos chicos, 1 triángulo mediano, 1 cuadrado, y 1 polígono irregular, con éstas van a formar las imágenes que están dibujadas en las tres hojas que se les acaba de entregar”.

Asimismo se les explicó: “el juego tiene 4 reglas que hay que respetar para resolver exitosamente los Tangramas y son: se tienen que usar todas las piezas; no sobran, ni faltan piezas; no se pueden dejar espacios vacíos entre las piezas; tampoco se pueden encimar las piezas”.

Se agregó: “el juego consiste en resolver cada una de las imágenes que aparecen en el papel, en el menor tiempo posible, no pueden tardarse más de 15 minutos con un tangrama, todas las imágenes tiene solución”.

También se les dijo: “pueden empezar por cualquiera de los dibujos, o resolverlos en orden numérico”.

“Cuando les indique, anotarán en la parte de arriba del número uno la hora de inicio, y cada vez que terminen algún Tangrama, me lo harán saber levantando la mano, yo me acercaré para decirles si la solución es la correcta, si es la adecuada anotarás la hora que te indique en el número que corresponde al Tangrama que solucionaste. Si no pueden con alguno en particular

pueden pasar a resolver cualquier otro. Si no sabes cómo se construye alguno, déjalo al final y házmelo saber. Cuando termines con todos los dibujos, espera un momento para que te entregue la prueba siguiente que tendrás que resolver”.

Se les preguntó: “¿Tienen alguna duda?, Comenzamos, la hora de inicio es: . . .”.

Al terminar se recogió todo el material de las mesas para dar paso a la siguiente prueba.

Los tangramas que no podían ser resueltos correctamente se les consideró resueltos dentro del minuto 16, y aquellos que sí se solucionaron de manera certera, pero por arriba de los 15 minutos, se tomó en cuenta el tiempo que invirtieron.

Una vez que el grupo terminó todos los Tangramas, se les entregaron los formatos de preguntas y respuestas de la subprueba de Relaciones Espaciales, dándoles las siguientes instrucciones: “ a continuación les voy a entregar un cuadernillo en donde aparecen una serie de ejercicios que tendrán que resolver, sus respuestas las anotaran en el formato que les entrego por separado. Ahora les leeré las instrucciones:” (se utilizaron las instrucciones que vienen anotadas en la portada del cuadernillo de la subprueba). Al terminar se recogió todo el material de las mesas para dar paso a la siguiente prueba.

“Cuando terminen esperen al resto del grupo para que les proporcione el último cuadernillos de ejercicios a resolver” (de la subprueba de Razonamiento Abstracto). Al igual que en la subprueba anterior se les leyeron las instrucciones. Al terminar se recogió todo el material de las mesas y se agradeció la colaboración de todos los participantes.

RESULTADOS DEL PRIMER ESTUDIO

Se aplicó un análisis de regresión lineal entre el tiempo de resolución (medida en tiempo) y nivel de abstracción (medida en bits) para los dos grupos.

La media del tipo de resolución en el grupo de mujeres es de: 20. 078 minutos y su error estándar para el tiempo de: 1. 016. En el grupo de hombres la media fue: 17. 5 minutos y su error estándar para el tiempo de: 0.574.

Tabla 1. Resultados de la Regresión lineal obtenidos de la escala con 15 Tangramas entre: tiempo resolución y bits.

| 15 TANGRAMAS | R Square | Error estándar | F | p< = | Beta | t | p< = |
|-----------------|----------|----------------|--------|--------|-------|-------|--------|
| Tiempo Mujeres. | 0.783 | 1.25 | 32.526 | 0.0001 | 2.353 | 5.703 | 0.0001 |
| Tiempo Hombres. | 0.896 | 0.707 | 77.440 | 0.0001 | 4.500 | 8.800 | 0.0001 |

En la Tabla 1 se aprecian los resultados de la regresión lineal, en donde las mujeres obtuvieron una R= 0.783, un error estándar de: 1.25; una F= 32.526, una t= 5.703, ambas con un nivel de significancia de: p<= 0.0001. En el grupo de los hombres se distingue que la R= 0.896, un error estándar de: 0.707; una F= 77.440, una t= 8.8, ambas con un nivel de significancia de: p<= 0.0001.

Los resultados muestran (figura 1) que la relación entre las variables, tiempo de resolución y nivel de abstracción es significativa en ambos grupos; su dirección es positiva, indicando que a mayor nivel de abstracción, mayor es el tiempo invertido, sin embargo se aprecian diferencias sexuales, siendo las mujeres las que más tiempo promedio invierten en la solución de un tangrama entre mayor es el nivel de abstracción.

En la figura 2 se pueden apreciar las diferencias del promedio de tiempo de resolución, por nivel de abstracción de los tangramas, sus errores estándar, tanto del grupo de hombres, como en el de mujeres, siendo éstas las que en promedio mayor tiempo utilizan.

En la figura 3 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de los subtest Razonamiento Abstracto y Relaciones Espaciales de la prueba DAT, en la que se distingue que los hombres obtuvieron un promedio de: 49.92 aciertos, con un error estándar de: 1.61, en la subprueba de R. E., y en la de R. A. 38.38 aciertos, con un error estándar de: 0.853. El grupo de mujeres obtuvo en R. E. un promedio de: 42.04 aciertos, con un error estándar de: 1.59, y en R. A. un promedio de: 35.71 aciertos, con un error estándar de: 0.941, con un nivel de significancia de: p<= 0.005. Por lo tanto, los hombres lograron responder en promedio, a un mayor número de aciertos en R. A. y R. E. que las mujeres.

**COMPARACIÓN ENTRE
EL GRUPO DE MUJERES VS EL DE HOMBRES
EN LA RESOLUCIÓN DE 15 TANGRAMAS.**

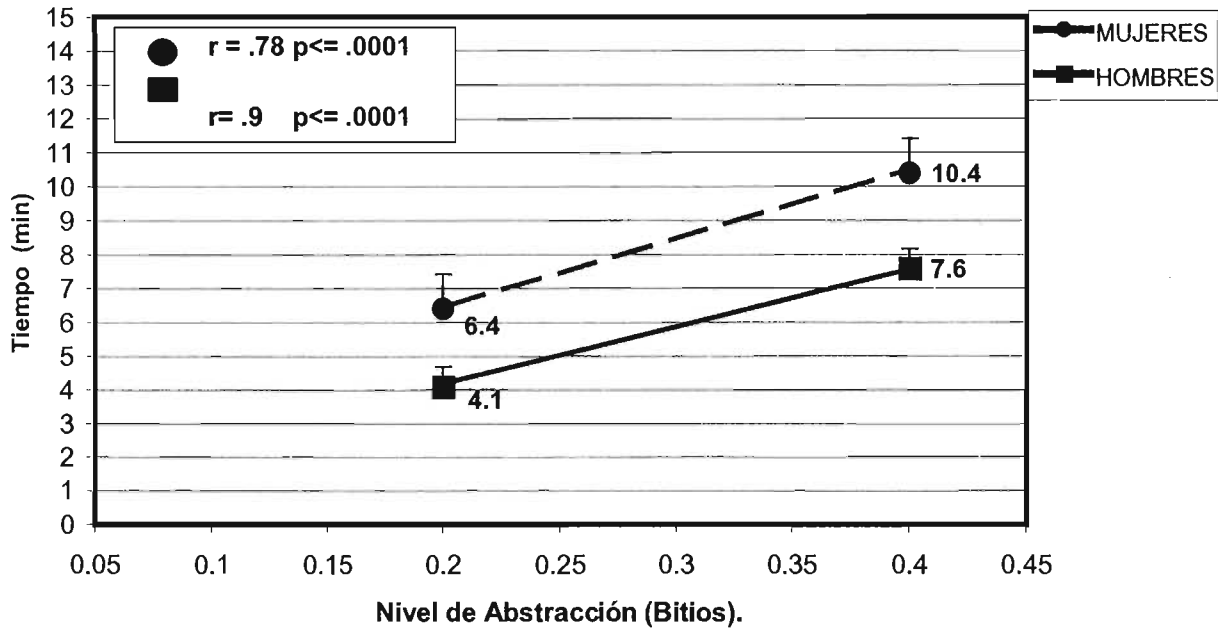


Figura 1. Resultados obtenidos del análisis de regresión lineal simple entre tiempo de resolución y Nivel de abstracción, tanto en el grupo de mujeres, como en el de hombres.

**COMPARACIÓN DEL TIEMPO PROMEDIO Y ERROR ESTÁNDAR
DE LA RESOLUCIÓN DE LOS 15 TANGRAMAS
EN LA ESCALA DE NIVEL DE ABSTRACCIÓN.**

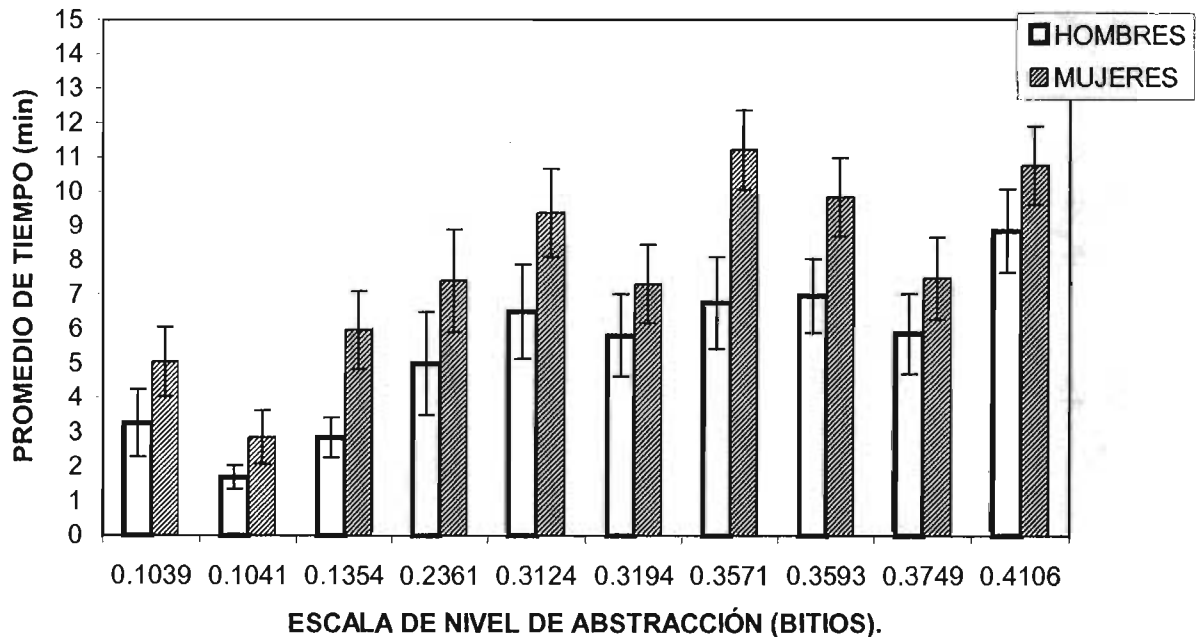


Figura 2. Resultados obtenidos de la ampliación de la escala de abstracción de 6 a 15 tangramas.

PROMEDIO DEL NÚMERO DE ACIERTOS EN LOS SUBTEST DE
RAZONAMIENTO ABSTRACTO Y RELACIONES ESPACIALES DE LA PRUEBA
DAT.
DIFERENCIAS SEXUALES.

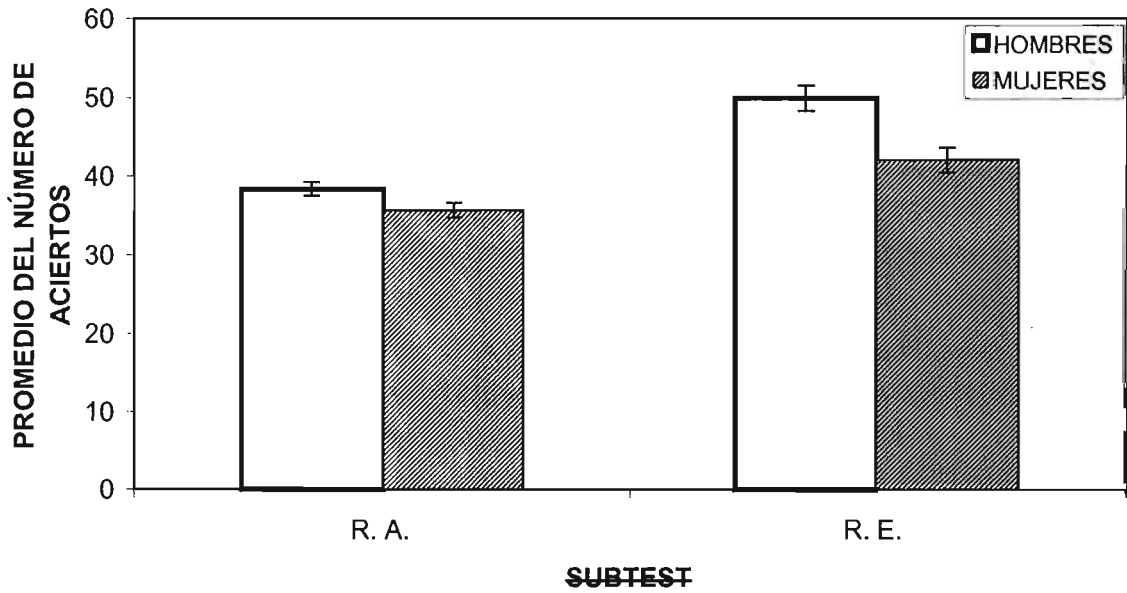


Figura 3. Resultados de las diferencias de los promedios del número de aciertos y sus errores estándar.

SEGUNDO ESTUDIO.

OBJETIVO.

La finalidad de este estudio fue diseñar una herramienta de medición de la originalidad, considerando el tiempo de resolución y nivel de abstracción de un ejercicio con imágenes (Logotipos), utilizando la misma estrategia que se empleó en la escala de abstracción del Tangrama, solo que en esta ocasión se usaron Logotipos contruidos con las piezas del Tangrama. Asimismo, con los Logotipos tangramizados, se diseñaron tres tareas con las que se pondría de manifiesto el proceso y el producto original. Por último, se realizó un registro electroencefalográfico mientras se resolvían las tres tareas, con el objetivo de conocer y cuantificar sus manifestaciones en la actividad eléctrica cerebral, utilizando el electroencefalograma como herramienta de estudio (EEG).

HIPÓTESIS.

La estrategia de medición utilizada en el Tangrama, junto con el uso de Logotipos, permiten la generación de una escala de medición de la originalidad expresada en: nivel de abstracción vs. tiempo de resolución.

Las tareas que involucran Logotipos contruidos con las piezas del tangrama, permiten la detección de un patrón cuantificable de actividad eléctrica cerebral, que se pueda relacionar la originalidad.

VARIABLES.

Independiente.

Nivel de abstracción del Logotipo. Se define como el número de bitios dentro de una escala del 0 al 1. Obtenidos a través de la sumatoria del número de piezas colocadas en forma conjunta, menos el número de piezas colocadas de manera separada del conjunto, y dividida entre la sumatoria del número de ángulos cóncavos reconocibles en la imagen global del Logotipo tangramizado.

Tarea 1. Resolución de un Logotipo tangramizado. Se refiere a la resolución de un ejercicio semejante al utilizado con el tangrama, la imagen de un Logotipo construido por el experimentador con los tanes (los tanes son las piezas que constituyen el tangrama) (ver anexo D). Los criterios con los que crearon fueron: que cada diseño tuviera por lo menos 4 ángulos cóncavos o convexos reconocibles; que la imagen no perdiera su significado al geometrizarla con las piezas del tangrama.

Tarea 2. Tangramización de un Logotipo. Se refiere a la presentación del dibujo de un Logotipo, para ser construido por los sujetos con los tanes (ver anexo F).

Tarea 3. Creación de un Logotipo. Es la elaboración del diseño de un Logotipo, con los tanes, por los sujetos, a partir de una instrucción verbal (ver anexo G).

Logotipo. Es una síntesis de elementos gráficos, que representa la abstracción de una idea o ideas, cuya finalidad es transmitir información al espectador con una intención predeterminada (Donis, 1992; Frutiger, 1994).

Originalidad. Se refiere al producto, resultado del arreglo de los tanes, que sea diferente al Logotipo elaborado por el investigador, que conserve o incrementen el nivel de abstracción (medido en bitios), en un tiempo promedio menor a 5 minutos. Este criterio fue tomado de los resultados del tiempo promedio del primer estudio. Y que además el mensaje original del Logotipo no sea alterado.

Dependiente.

Tiempo de resolución. Se define como el número de minutos empleados en la ejecución de las tareas 1, 2 y 3.

Actividad eléctrica cerebral.- Señal eléctrica cuantificada a través del análisis de:

Potencia Absoluta (PA), que es la amplitud de la señal de EEG al cuadrado, medida en unidades de micro volts. en el total del registro.

Potencia Relativa (PR), que es el porcentaje o proporción de cada banda de frecuencia de la señal de EEG en relación al espectro total del registro, su unidad de medida es el porcentaje.

Correlación Interhemisférica (rINTER), es la medida que indica la semejanza de la actividad eléctrica entre zonas homólogas del hemisferio izquierdo y derecho, en las derivaciones: f3-f4, c3-c4, p3-p4, o1-o2; su medida va de 1 a -1.

Correlación intrahemisférica (rINTRA), es la medida que indica la semejanza entre pares de zonas de un mismo hemisferio cerebral, entre las derivaciones: fcz-f3, fcz-c3, fcz-p3, fcz-t5, fcz-o1, fcz-f4, fcz-c4, fcz-p4, fcz-t6, fcz-o2, c3-f3, c3-p3, c3-t5, c3-o1, c4-f4, c4-p4, c4-t6, c4-o2, f3-p3, f3-t5, f3-o1, f4-p4, f4-t6, f4-o2, p3-t5, p3-o1, p4-t6, p4-o2, t5-o1, t5-t6; su medida va de 1 a -1.

Ambas correlaciones están calculadas con el coeficiente de correlación producto momento de Pearson, de la banda total y de cada banda de frecuencias de señal de EEG.

Variable atributiva.

Sexo. Masculino y femenino.

SUJETOS.

En este estudio las tareas se aplicaron a dos grupos, en el primero el objetivo fue conocer el comportamiento de los sujetos y en el segundo, el registro de EEG.

Del grupo de estudiantes con los que se trabajó en el estudio anterior, se seleccionó a 23 personas, 12 de ellas eran mujeres y 11 hombres, con una edad promedio de: 21 años y una desviación estándar de: 2.95, que estaban cursando en ese momento el tercer y primer semestre de las carreras de Arquitectura e Investigación Biomédica en la UNAM, por lo que tenían: 13 años, con 5 meses y 12 años, con 6 meses, respectivamente, para que participaran en el segundo estudio, resolviendo en esta ocasión las 3 tareas en las que se utilizaron los Logotipos.

Criterios de selección.

La razón por la cual se invitó a los estudiantes de esas carreras, se debió a dos motivos principalmente: su habilidad para imaginar y manipular las formas en el espacio, así como su capacidad de abstracción. Además de su reconocida habilidad para analizar y manejar información abstracta. Además de que en el primer estudio, habían denotado la inversión de un tiempo promedio de 10 minutos en la resolución de los Tangramas.

La selección de esta muestra no fue aleatoria, sino utilizando los criterios siguientes: haber obtenido puntuaciones altas en las pruebas de RA (arriba de 35 puntos) y RE (arriba de 45 puntos) del DAT, y que su tiempo promedio de resolución de los Tangramas fuera menor a 8 minutos.

Selección de la muestra para el registro de EEG.

Se realizó una segunda invitación a los estudiantes de Arquitectura e Investigación Biomédica, con una escolaridad de: séptimo semestre, 15 años, con 6 meses y cuarto semestre, con 14 años, respectivamente. De esta convocatoria se seleccionó, de entre un grupo de 28, a 15 sujetos masculinos cuya edad promedio fue de 21 y su desviación estándar de: 2.95 años, 14 fueron diestros y 1 zurdo.

Criterios de selección.

Presentaron puntuaciones altas en las subpruebas de RA (arriba de 35 puntos) y RE (arriba de 45 puntos) del DAT, con un tiempo promedio de resolución de los tangramas fue de 5 minutos.

En esta ocasión sólo se trabajó con la población masculina, debido a que en el primer estudio y en éste, los hombres denotaron una mejor ejecución en las subpruebas DAT, además de que su tiempo promedio de resolución de los Tangramas fue menor a 4 minutos. De tal manera, que al ser las tareas predominantemente visoespaciales, los resultados obtenidos no estuvieran contaminados por la falta de capacidad de los sujetos para enfrentar una tarea predominantemente visoespacial. Por otro lado, los registros electroencefalográficos en donde se utiliza la computadora pueden tener como limitante, por la capacidad de la memoria de la máquina, la duración del registro, así que contar con la participación de individuos cuyo tiempo promedio de resolución esté por debajo de 5 minutos, servirá para el manejo de algunas dificultades técnicas.

La aplicación de los Tangramas del primer estudio en esta muestra, funcionó como un entrenamiento previo en la resolución de los Tangramas, de tal manera que los resultados no estuvieran contaminados con la novedad de resolver este tipo de tareas.

Se realizó una entrevista clínica 15 días antes de aplicar el EEG, como otra prueba de selección, la cual consistió en: hacerles preguntas relacionadas con sus hábitos alimenticios, de descanso y actividad cotidiana; sobre enfermedades más comunes, mentales, heredadas y congénitas; preguntas en función de síntomas psiquiátricos, de trastorno de la personalidad, neurosis y problemas de atención y memoria. Se encontró: que tenían no presentaban ningún síntoma que indicara, ningún tipo de antecedente o enfermedad mental, neurológica o física que interfiriera con el objetivo de estudio de la presente investigación.

MATERIAL.

Aparato de registro electroencefalográfico Grass Modelo 8 – 20E, de 11 canales, una computadora 4/86, que cuenta con una tarjeta analógica-digital; un programa de captura y análisis de la señal denominado Captusen, y 15 electrodos de oro.

Se seleccionaron 64 Logotipos (tomados de: Iturbe y Téllez, 1985, 1987) que cumplieran dos características gráficas: la cantidad de ángulos cóncavos y convexos reconocibles y lo compacto de la imagen (ver anexo D). De éstos, se seleccionaron en forma aleatoria ocho, los cuales fueron contruidos con las piezas del Tangrama.

Se pensó en emplear los Logotipos porque cuentan, aunque desde una perspectiva social, con dos aspectos: la abstracción de una idea con la finalidad de transmitir un mensaje a través de una imagen, y su originalidad.

Las 7 piezas del tangrama (ver anexo C).

La construcción de los Logotipos con tangramas se realizó de la siguiente manera: se agruparon las piezas de tal manera que se asemejaran a los diseños seleccionados, cuidando que se cumplieran las reglas del Tangrama, descritas en el primer estudio, el mensaje original del Logotipo y que el número de ángulos convexos fuera menor a 12. El criterio de número de ángulos está relacionado con el algoritmo utilizado para la medición del Tangrama (ver anexo E 1 y 2).

Tareas utilizadas.

Tarea 1 (T1). El objetivo de esta tarea fue que los sujetos se percataran que era posible construir la imagen de un Logotipo con las piezas del tangrama, conservando las reglas del juego y el mensaje original del Logotipo, además de que se entrenaran en su resolución. El ejercicio consistió en la presentación aleatoria de 4 de los 8 Logotipos seleccionados, como si fueran un tangrama a resolver y después los otros 4, con las siguientes características: que el dibujo fuera negro, y que no se distinguieran las líneas de unión.

El sujeto podía observar el Logotipo original y el Tangramizado. La aplicación fue grupal. Se llevó a cabo en el Instituto de Biomédicas, en el departamento de Biomatemáticas, de la UNAM. El inmobiliario consistió en una mesa de trabajo larga, en la que los 23 participantes pudieron sentarse alrededor. Se utilizó un formato para responder, que contenía un espacio para anotar sus datos generales, fecha, escuela o facultad y el semestre en el que estaban inscritos, también estaba impresa una serie numérica, del uno al cuatro, para que apuntaran en cada número, el tiempo en el que resolvían correctamente los ejercicios.

Las instrucciones fueron las siguientes:

Se les solicitó que ocuparan un lugar alrededor de la mesa, después se les repartió el formato de respuesta, y anotaron los datos generales.

En seguida se les dijo: "voy a entregarles una hoja en la que vienen dibujados unos Logotipos y sus análogos en forma de tangrama (Logotipo tangramizado), su tarea consistirá en

resolverlos. También les voy a dar siete piezas geométricas, un cuadrado, un polígono irregular, dos triángulos grandes, dos pequeños y uno mediano.

Para armar el Logotipo tangramizado, deberán considerar las siguientes reglas: todas las piezas que les daré se emplean, por lo tanto, no sobran, ni falta figuras, no pueden dejar espacios vacíos entre las piezas, ni encimarlas, todos los Logotipos tienen solución. Cuentan con un tiempo máximo de 15 minutos; si alguno de los ejercicios se les dificulta, pasen al siguiente. Pueden comenzar por cualquiera de ellos o en orden. Antes de comenzar anotarán la hora de inicio que yo les diré, y cuando terminen alguno de los ejercicios levanten su mano para que me acerque a decirles si es o no la solución correcta, y anotarán la hora en que terminaron correctamente el ejercicio, en el número que le corresponda en el formato. Cuando terminen los cuatro ejercicios les daré otra hoja con cuatro más, y al finalizar éstos esperen un momento al resto del grupo para comenzar la siguiente actividad juntos. ¿Listos? ¡Comenzamos!”

Tarea 2 (T2). El objetivo de esta tarea fue, el de utilizar una estrategia, que se basara en un Logotipo original, para transformarlo en otro diferente, incrementando las restricciones del diseño, ya sea: mejorando, o conservando el nivel de abstracción (medido en bits) propuesto por el experimentador, en cualquiera de los casos sin cambiar la intención del mensaje.

Se les presentaron en forma aleatoria dos hojas, cada una de ellas contenía cuatro Logotipos originales. De tal manera que primero resolvieron 4 Logotipos y después los otros 4.

Las instrucciones fueron:

“Les voy a entregar otro formato de respuestas similar al que utilizar en el ejercicio anterior, por lo que les pido, que de igual forma anoten sus datos generales y el tiempo de inicio arriba del primer número. También les voy a entregar esta hoja que contiene cuatro Logotipos.

Cuando terminen cualquiera de los ejercicios, levantarán su mano y yo les diré la hora, para que la escriban en el número de la opción que estén resolviendo. En este ejercicio no hay resultados inadecuados.

La tarea consiste en, que utilicen las piezas del Tangrama, para realizar con ellas una forma similar a la de cada uno de los Logotipos que vienen en su hoja, tal y como lo vieron que lo hice en la tarea anterior (haciendo referencia a los dibujos de los Logotipos y sus análogos tangramizados, Tarea 1). Recuerden respetar las reglas siguientes: todos los Logotipos tienen posibilidades de ser construidos, no deben de sobrar, ni faltar piezas, ni dejar espacios vacíos. El tiempo máximo es de 15 minutos, por lo que traten de utilizar el menor tiempo posible. Después de que les de el tiempo, ustedes dibujaran en la hoja el arreglo de las piezas que conforman cada uno de los Logotipos.

¿Tienes alguna duda?, ¡Comenzamos!

Tarea 3 (T3). El objetivo de este ejercicio fue, generar una tarea en la que se utilizara una estrategia de producción divergente, con el mínimo de restricciones posibles, pero con un objetivo

específico; además de que existiera la posibilidad de que las piezas geométricas fueran empleadas como una herramienta para “dibujar” una imagen, que expresara una idea, conservando únicamente dos tipos de reglas: las básicas del Tangrama y las relacionadas con la expresión de la síntesis de una idea.

Las ideas para crear el Logotipo se basaron en Logotipos reales, que estaban dentro del grupo de los ocho previamente seleccionados. Las “ideas” se presentaron de forma aleatoria e individual, de tal manera que todos estaban resolviendo un ejercicio diferente al mismo tiempo.

Se trabajó con las siguientes “ideas”:

- -Elabora un Logotipo para: la Comercial Mexicana-,
- -Crea un Logotipo para el mensaje de: teléfono público-,
- -Realiza un Logotipo para el mensaje: prohibido fumar-,
- -Diseña un Logotipo para el mensaje: el bar está abierto-.

Las instrucciones fueron las siguientes:

“En este formato anotarán sus datos generales y al igual que en las tareas anteriores, escribirán la hora en la que iniciaron el ejercicio, también me avisarán cuando concluyan su diseño para que les señale la hora y lo anoten en el número que le corresponda en el formato, solo que en esta ocasión ustedes podrán decidir si está bien o no su diseño. Para su decisión deberán considerar que, su producto esté transmitiendo el mensaje solicitado, por lo tanto no hay Logotipos incorrectos.

Su tarea consiste en elaborar el Logotipo que les solicite con las 7 piezas geométricas, por ejemplo: les diré, -hagan un Logotipo que indique la existencia de un hotel-, y entonces ustedes organizarán las piezas de tal forma que creen una imagen que transmita ese mensaje.

El tiempo en el que deberán elaborar su diseño no puede ser mayor a 15 minutos, de hecho, traten de invertir el menor tiempo posible. Asimismo, les pido que recuerden las siguientes reglas: no sobran, ni faltan piezas, no pueden encimarlas, todos los diseños tiene la posibilidad de ser elaborados. Después de que les de el tiempo, ustedes dibujaran en la hoja el arreglo de las piezas que conforman cada uno de los Logotipos.

¿Tienen alguna duda?, ¡Comenzamos!”

Línea Base Inicial (LBI). El objetivo de esta actividad fue el de tener un control con el cual comparar la actividad de los sujetos durante la ejecución de las tareas.

Instrucciones:

“En este momento vamos a comenzar a registrar las señales de tu cerebro, por lo que te pido te mantengas lo más relajado y cómodo que puedas, respira con normalidad, trata de no apretar tus maxilares y de parpadear suavemente, también intenta relajar tus brazos y hombros.

Por favor ubica en esa pared gris cualquier punto y sostén tu atención en él hasta que yo te indique, mientras lo haces trata de poner tu mente en blanco, es decir, de no pensar en nada, únicamente concéntrate en el punto que elegiste.

¿Tienes alguna duda?, ¡Comenzamos!

Línea Base con Movimiento (LBM). El objetivo de esta tarea consistió en tener un control de la actividad eléctrica cerebral de los participantes, para ser comparado con su señal mientras movían las piezas del tangrama.

Instrucciones:

“Ahora vamos a hacer algo diferente, te voy a dar estas siete piezas de madera, tu tarea consiste en moverlas con libertad, pero sin un propósito específico, solamente muévelas. Mientras lo haces, trata de mantenerte relajado y que tus movimientos sean suaves, al igual que tu parpadeo, asimismo, intenta no mover demasiado tus hombros y cuello.

¿Tienes alguna duda?, ¡Comenzamos!

Línea Base Final (LBF). El objetivo de esta actividad fue el de tener un control al final de la ejecución de las tareas, para ser comparado con el registro de EEG durante la ejecución de las tareas.

Instrucciones:

“Por favor vuelve a poner atención en el mismo punto, como lo hiciste al inicio de la sesión; de igual forma trata de poner tu mente en blanco, mantente relajado lo mas que puedas, trata de no apretar tus maxilares, de parpadear suavemente y de no moverte. Cuando terminemos yo te aviso”.

Al finalizar el registro se les realizó una entrevista, en la que se les preguntó si pudieron concentrarse en el punto, y mientras permanecían con la mirada fija, en que estaban pensando. También se investigó si estaban satisfechos con sus diseños, y si les gustaría cambiar algo.

¿Tienes alguna duda?, ¡Comenzamos!

MUESTREO.

Intencional.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizó un análisis de regresión lineal para encontrar la relación entre el tiempo de resolución y nivel de abstracción (medido en bits) por Logotipo en las tres tareas.

Para analizar los resultados obtenidos del registro de EEG, se utilizó la Potencia Absoluta (PA) y Relativa (PR), la Correlación Interhemisférica (r_{INTER}) entre las derivaciones colocadas en cada hemisferio cerebral, la Correlación Intrahemisférica (r_{INTRA}) entre las derivaciones colocadas dentro del mismo hemisferio.

Las bandas que se emplearon para los análisis fueron:

Delta: de 1.5 a 3.5

Teta: de 4.0 a 7.5

Alfa 1: de 8.0 a 9.5

Alfa 2: de 10.0 a 12.5

Beta 1: de 13.0 a 17.5

Beta 2: de 18.0 a 25.0 Hz.

Sin embargo, se eliminó la banda Delta por considerar que su origen era el movimiento de los sujetos durante la ejecución de las tareas.

También se aplicó un análisis de Componentes Principales, con la finalidad de reducir el número de variables, así como un modelo análogo a la interacción del cerebro a través de las derivaciones durante la ejecución de las tareas.

Después se aplicó un Análisis de Varianza por Bloques Aleatorizados Completos (ANDEVA), para conocer las relaciones significativa de la interacción entre: bandas, derivaciones y tareas.

Enseguida se aplicó un análisis de Comparaciones Múltiples, considerando únicamente la prueba de Tukey al 1%, para conocer aquellas tareas que marcaban los cambios significativos.

Por último, se realizó un análisis de Bonferroni para incrementar la exigencia sobre el nivel de significancia.

PROCEDIMIENTO.

Se seleccionó el grupo de 23 participantes para que ejecutaran las tres tareas diseñadas con los Logotipos.

Primero se les presentaron los Logotipos Tangramizados (T1) para que los resolvieran, la presentación fue aleatoria de cuatro en cuatro.

Una vez que concluyeron el ejercicio anterior, se les aplicó la tarea 2, la presentación de los Logotipos también fue aleatoria de 4 en 4. Después se les pidió que solucionaran la tarea 3, en este caso únicamente se utilizaron 4 ejercicios, los cuales se mostraron aleatoriamente.

Los resultados se analizaron y sobre éstos se planeó la etapa del registro de EEG.

Se seleccionó, de una muestra distinta, a los 15 sujetos para la etapa de registro electroencefalográfico, que se llevó a cabo durante 5 días, tres sujetos por día. Los registros se hicieron en forma individual y ninguno de los participantes tuvieron contacto entre sí.

Un día antes de la sesión de registro se contactó con los sujetos y se les pidió que durmieran por lo menos 8 horas, que no ingirieran café, alcohol, tabaco, ni ninguna otra droga o medicamento por lo menos 24 horas antes; que no usaran shanpoo para lavarse el cabello y que se presentaran desayunados. El día del registro se les realizó una entrevista para verificar que los participantes hubieran seguido las instrucciones que se les dio el día anterior.

Se les explicó la secuencia de trabajo a seguir sin develar en que consistían las tareas. Después se les colocaron los electrodos y en seguida se procedió al registro EEG.

La secuencia en la que se presentaron las tareas durante el registro de EEG fue la siguiente:

Línea Base Inicial.

Línea Base con Movimiento.

Tarea 1.

Tarea 2.

Tarea 3.

Línea Base Final.

Las tareas 1, 2 y 3 se presentaron en forma aleatoria y contrabalanceada. Únicamente se les pidió que realizaran uno de los ocho ejercicios por tarea.

Procedimiento para el Registro Electroencefalográfico.

En un cubículo diferente a donde se aplicó el registro, se les pidió a los sujetos se sentaran para limpiar con acetona su cuero cabelludo, frente y auriculares, y después colocarles 14 electrodos de oro, conforme al sistema internacional 10-20 (ver anexo A) monopolar referidos ipsilateralmente a los auriculares, en las siguientes derivaciones: frontal izquierdo (F3), frontal derecho (F4), central izquierdo (C3), central derecho (C4), temporal izquierdo (T5), temporal derecho (T6), parietal izquierdo (P3), parietal derecho (P4), occipital izquierdo (O1), occipital derecho (O2), frontocentral (FCz), y una tierra colocada en la frente.

El programa de captura y análisis de la señal, utiliza la Transformada Rápida de Fourier y se emplearon 512 puntos para dibujar la señal, y un convertidor analógico-digital de 12 bits de resolución, con un rango de voltaje de -1 a 1 volt, pico a pico, a una frecuencia de muestreo 256 puntos. Se utilizaron filtros de corte situados de 1 a 35 Hz. También se empleó un filtro de Notch para eliminar 60 Hz.

Se revisó que la impedancia se mantuviera con valores menores a los 8 KOhms en cada electrodo, a través de un impedancímetro Neuroscience.

Para su análisis, la señal fue dividida en bandas, sin embargo se eliminó la banda delta debido a que se sospechaba que había sido producto del movimiento de los sujetos.

Al terminar el registró se les preguntó a los sujetos en que estaban pensando y se asentó en una bitácora. Asimismo, durante su ejecución se dibujaron cada uno sus productos.

Se limpió la señal de artefactos antes de pasarla por los análisis de potencia y correlación dejando hasta dos minutos de cada condición.

RESULTADOS DEL SEGUNDO ESTUDIO.

Se aplicó a los resultados obtenidos en el grupo de 23 participantes, la prueba de regresión lineal entre el tiempo de resolución y nivel de abstracción, tanto en la Tarea 2, como en la 3, en el grupo de mujeres y el de hombres, y se observó lo siguiente: en T2, el grupo de mujeres, obtuvo un tiempo promedio de: 5.12 minutos, con un error estándar de 1. 21 para el promedio del tiempo; una R= 0.509, con un error estándar de: 1.1; una F= 2.101, y un t= 1.449; las dos con un nivel de significancia de: $p \leq 0.197$. El grupo de hombres, su tiempo promedio fue de: 4.14 minutos, su error estándar de: 1.09 para el promedio de tiempo. Y una R= 0.597, con un error estándar de: 1.21; una F= 3.323, una t= 1.823, y un nivel de significancia para ambas pruebas de: 0.118 (ver Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la Regresión lineal obtenidos entre: tiempo y nivel de abstracción por tarea.

| TAREAS | R Square | Error estándar | F | p< = | Beta | t | p< = |
|--------------------|----------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tiem. T2. Mujeres. | 0.597 | 1.1 | 2.101 | 0.197 | 0.509 | 1.449 | 0.197 |
| Tiem. T2. Hombres. | 0.509 | 1.21 | 3.323 | 0.118 | 0.597 | 1.823 | 0.118 |
| Tiem. T3. Mujeres. | 0.464 | 2.04 | 1.646 | 0.247 | 0.464 | 1.283 | 0.247 |
| Tiem. T3. Hombres. | 0.708 | 0.612 | 6.044 | 0.05 | 0.708 | 2.458 | 0.05 |

En la figura 4 se aprecian los resultados de la relación entre: tiempo de resolución y nivel de abstracción, en la T2, los cuales no denotan diferencias sexuales, pero si una relación positiva entre las variables, que indica que a mayor nivel de abstracción, mayor es el tiempo utilizado en resolver este tipo de tareas.

La Figura 5 presenta los resultados obtenidos de los promedios y errores estándar, del tiempo de resolución, en la Tarea 2, no distinguiéndose diferencias sexuales en la construcción de un Logotipo con Tangramas.

Los resultados del análisis de regresión lineal en la Tarea 3, en el grupo de mujeres obtuvo un promedio de tiempo en la resolución de: 5.73 minutos, con un error estándar de: 2.032 para el tiempo promedio; una R= 0.464, un error estándar de: 2.04, una F= 1.646, una t= 1.283, con un nivel de significancia en ambas pruebas de: $p \leq 0.247$. El grupo de los hombres obtuvo un promedio de: 2.71 minutos, con un error estándar de: 0.049 para el promedio de tiempo; una R= 0.708, un error estándar de: 0.612; una F= 6.044, un t= 2.458, con un nivel de significancia para las dos pruebas de: $p \leq 0.05$ (ver Tabla 2).

NOTA: cabe destacar que cuando se hace referencia al experimentador, se está hablando de la persona que originalmente desarrolló las tareas.

En la figura 6, se distinguen las diferencias sexuales en el momento de utilizar las piezas del Tangrama como herramientas de diseño (Tarea 3), siendo las mujeres las que mayor tiempo

COMPARACIÓN ENTRE EL GRUPO DE MUJERES VS. EL DE HOMBRES
UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOGOTIPOS (TAREA 2).

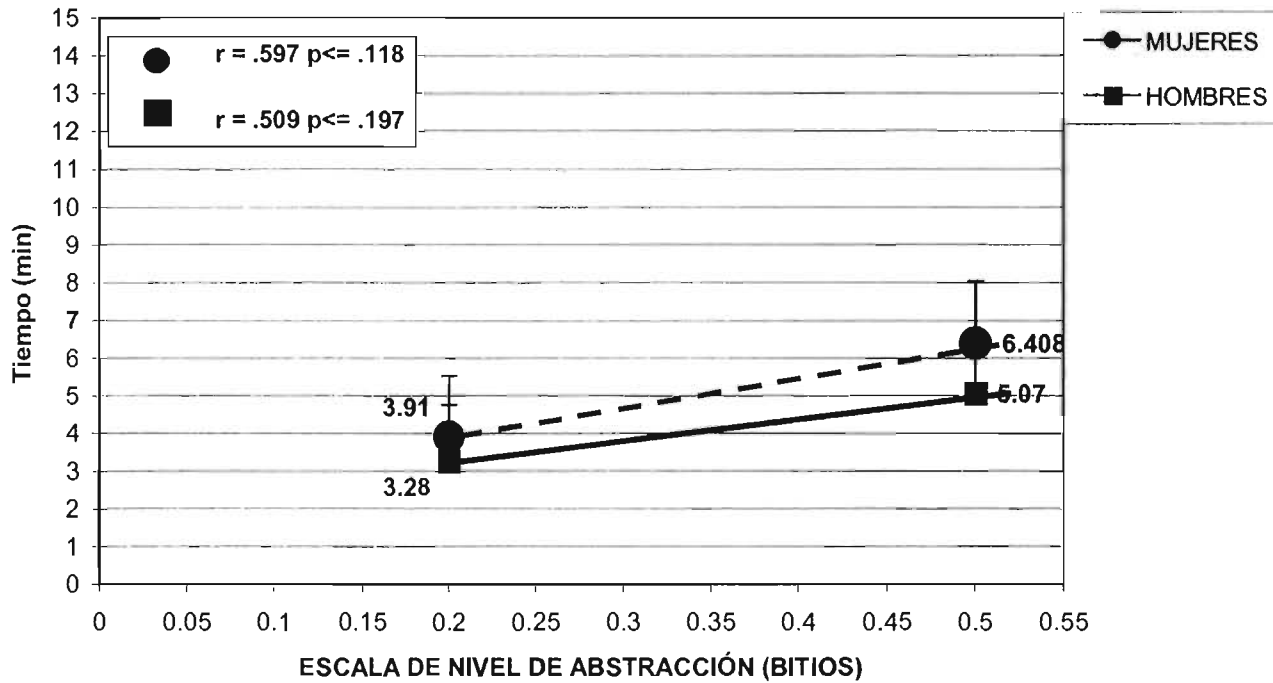


Figura 4. Resultados del análisis de regresión lineal simple, entre tiempo de resolución y nivel de abstracción, para el grupo de 23 participantes, en la Tarea 2. Se aprecian diferencias sexuales.

COMPARACIÓN DEL TIEMPO PROMEDIO UTILIZADO EN LA
CONSTRUCCIÓN DE LOGOTIPOS CON TANGRAMAS (TAREA 2).

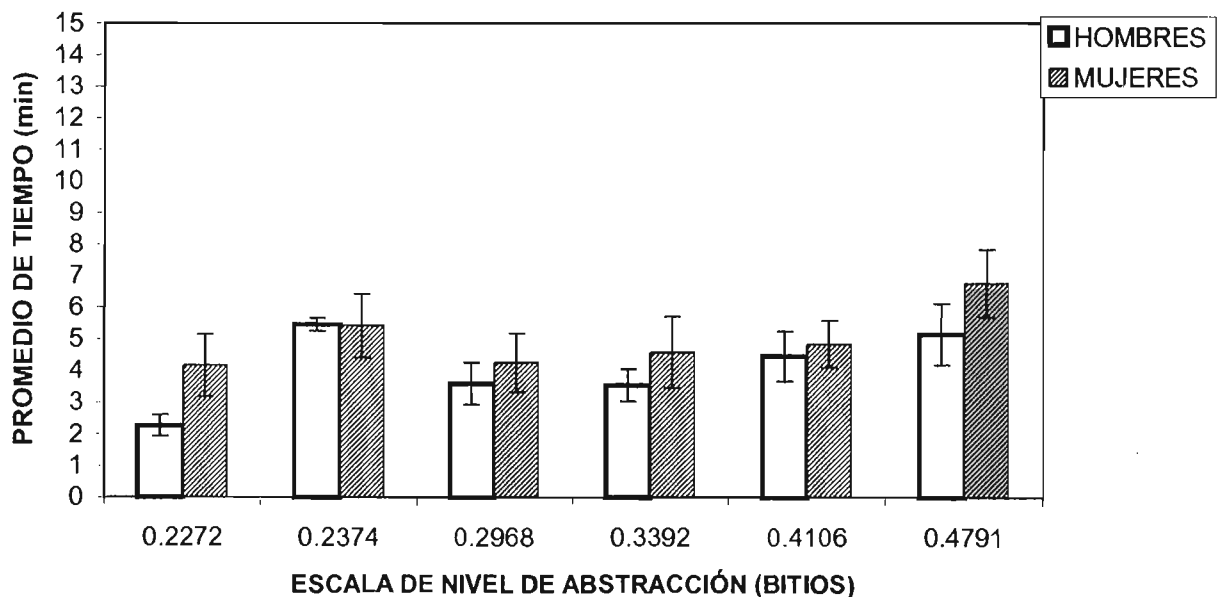


Figura 5. Resultados obtenidos en la construcción de Logotipos con Tangramas en la Tarea 2.

COMPARACIÓN ENTRE EL GRUPO DE MUJERES VS. EL DE HOMBRES EN EL DISEÑO DE UN LOGOTIPO (TAREA 3).

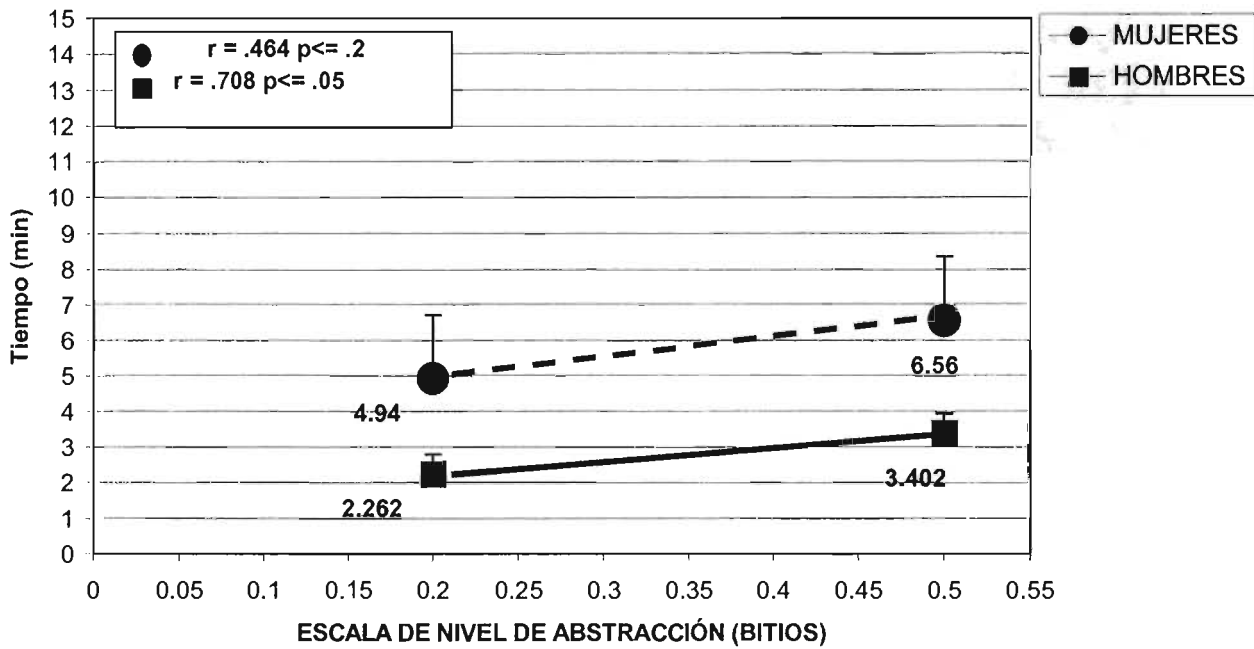


Figura 6. Análisis de regresión lineal simple entre el tiempo de resolución y los niveles de abstracción, tanto en el grupo de mujeres, como en el de hombres, al diseñar un Logotipo.

COMPARACIÓN DEL TIEMPO PROMEDIO INVERTIDOS EN EL DISEÑO DE UN LOGOTIPO (TAREA 3) ENTRE MUJERES Y HOMBRES.

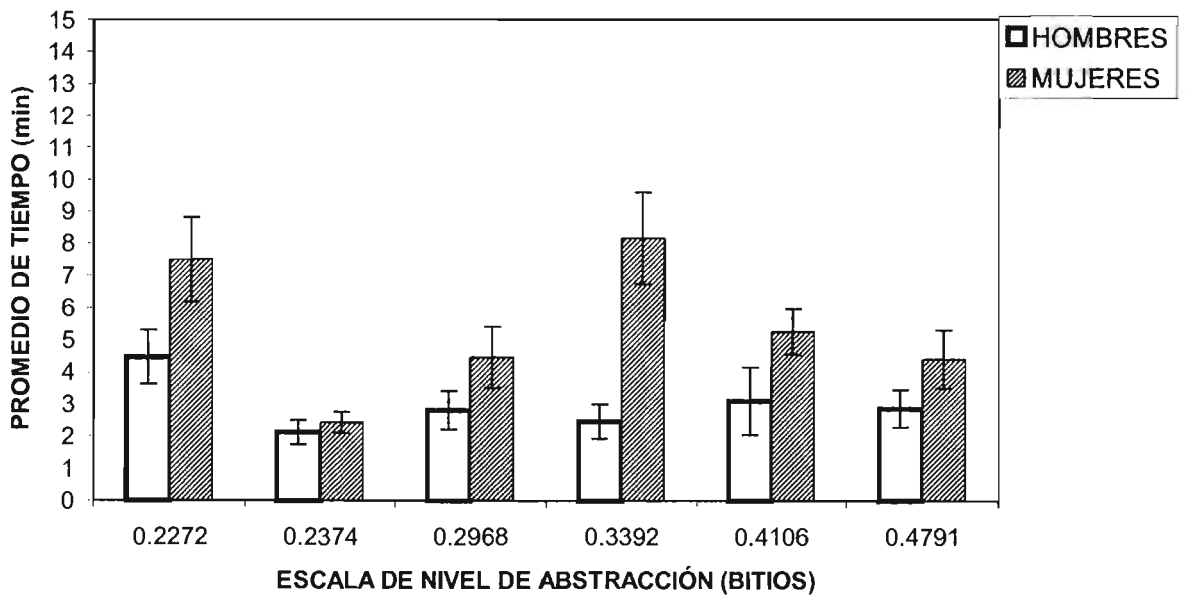


Figura 7. Resultados obtenidos en el diseño de un Logotipo con Tangramas (Tarea 3). Se distinguen diferencias sexuales.

COMPARACIÓN DEL PROMEDIO DE TIEMPO DE RESOLUCIÓN ENTRE LAS TAREAS Y LOS GRUPOS.

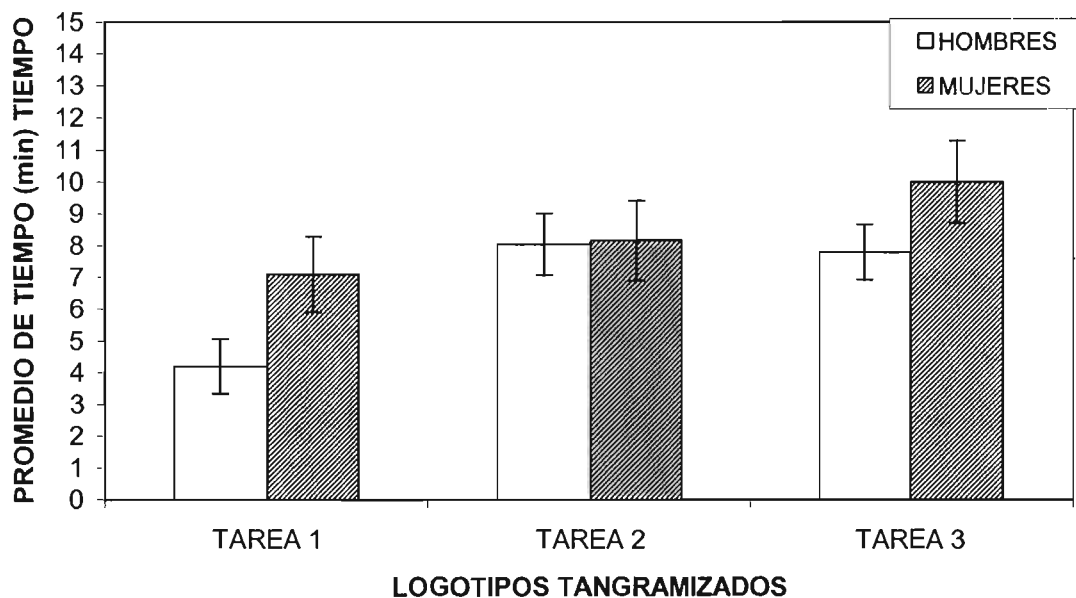


Figura 8. Promedio de tiempo por tarea. Diferencias sexuales durante la resolución de las tres tareas con Logotipos y Tangramas.

utilizan, cuanto mayor es el nivel de abstracción, sin embargo la tendencia en ambos grupos es la de emplear más tiempo, entre mayor sea el nivel de abstracción.

La figura 7 muestra los promedios y errores estándar del tiempo de resolución utilizando en T3, distinguiéndose una tendencia en el grupo de mujeres a invertir mayor tiempo, en tanto sea mayor el nivel de abstracción.

En la figura 8 se observan el promedio de tiempo que utilizaron los hombres al resolver un Logotipo tangramizado (T1), que es significativamente menor al de las mujeres. En la Tarea 2 (tangramizar un Logotipo), se aprecia que el tiempo promedio en el grupo de hombres es semejante al de las mujeres, sin distinguir ninguna diferencia entre los grupos. Los resultados de la Tarea 3, muestran que los hombres emplean en promedio para diseñar un Logotipo con las piezas del Tangrama, menor tiempo que las mujeres.

COMPARACIÓN DEL NIVEL DE ABSTRACCIÓN PRODUCIDO AL TRANSFORMAR UN LOGOTIPO A TANGRAMA (T2), ENTRE EL GRUPO DE MUJERES Y HOMBRES.

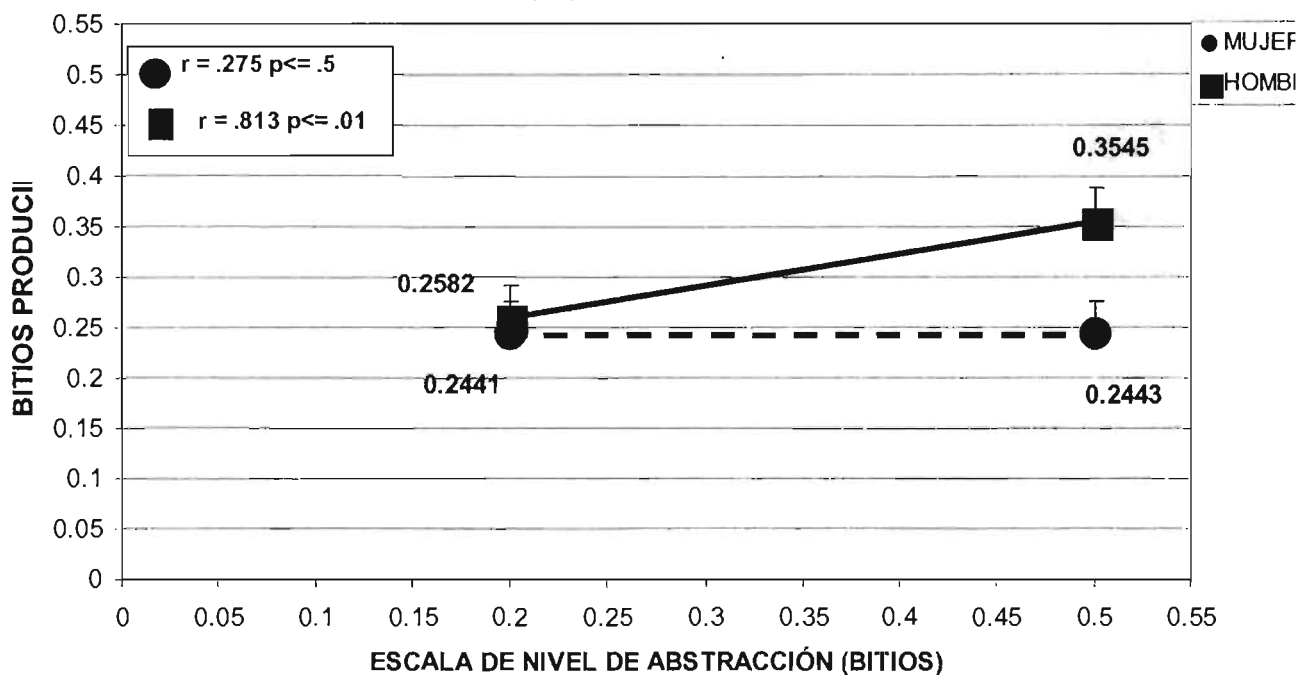


Figura 9. Análisis de regresión lineal simple entre bitios producidos por los sujetos y la escala de nivel de abstracción (Tarea 2), también se aprecian diferencias sexuales.

COMPARACIÓN DEL PROMEDIO DEL NÚMERO DE BITIOS PRODUCIDOS EN LA TAREA 2 ENTRE MUJERES, HOMBRES Y EL EXPERIMENTADOR.

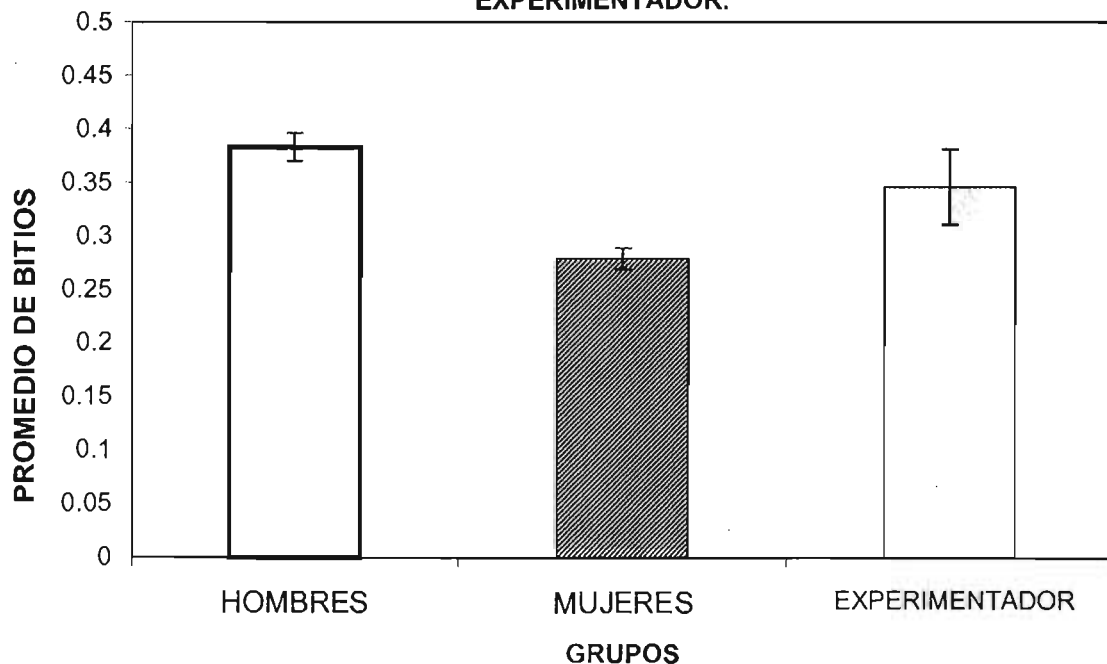


Figura 10. Resultados de la comparación del promedio del número de bitios producidos durante la Tarea 2, entre los grupos y el experimentador.

COMPARACIÓN DEL NIVEL DE ABSTRACCIÓN PRODUCCIÓN AL DISEÑAR UN LOGOTIPO (T3) ENTRE EL GRUPO DE MUJERES Y HOMBRES.

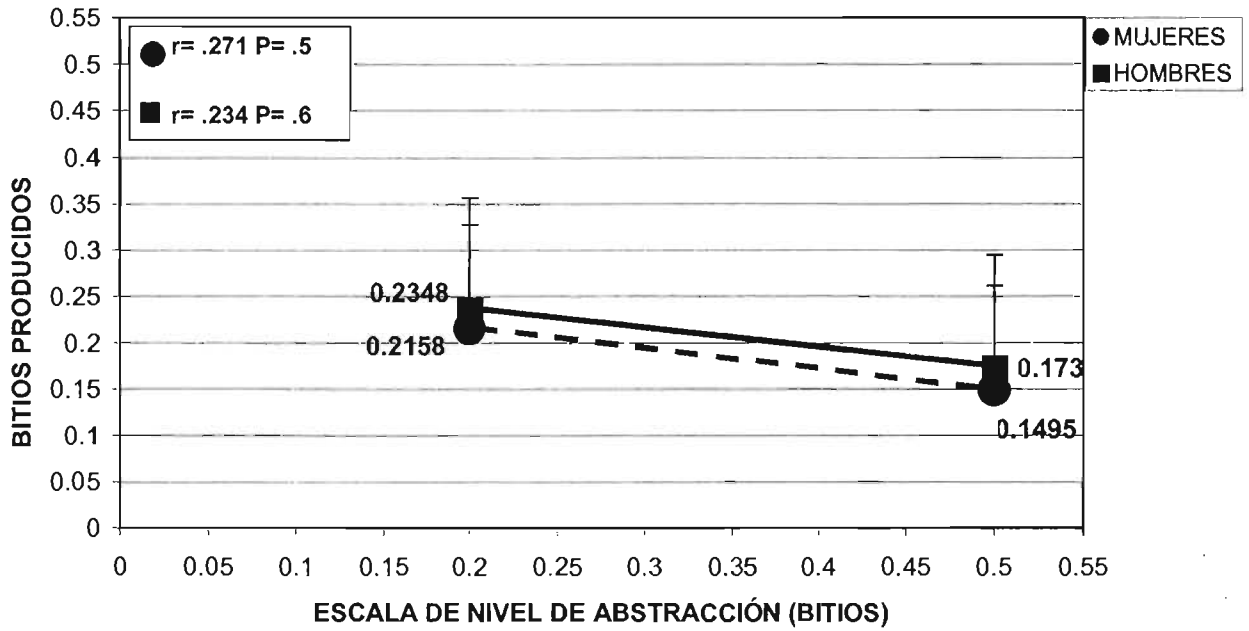


Figura 11. Análisis de regresión lineal simple entre el nivel de abstracción y los bitios producidos al diseñar un Logotipo.

COMPARACIÓN DEL PROMEDIO DE BITIOS PRODUCIDOS EN LA TAREA 3, ENTRE EL GRUPO DE MUJERES, HOMBRES Y EL EXPERIMENTADOR.

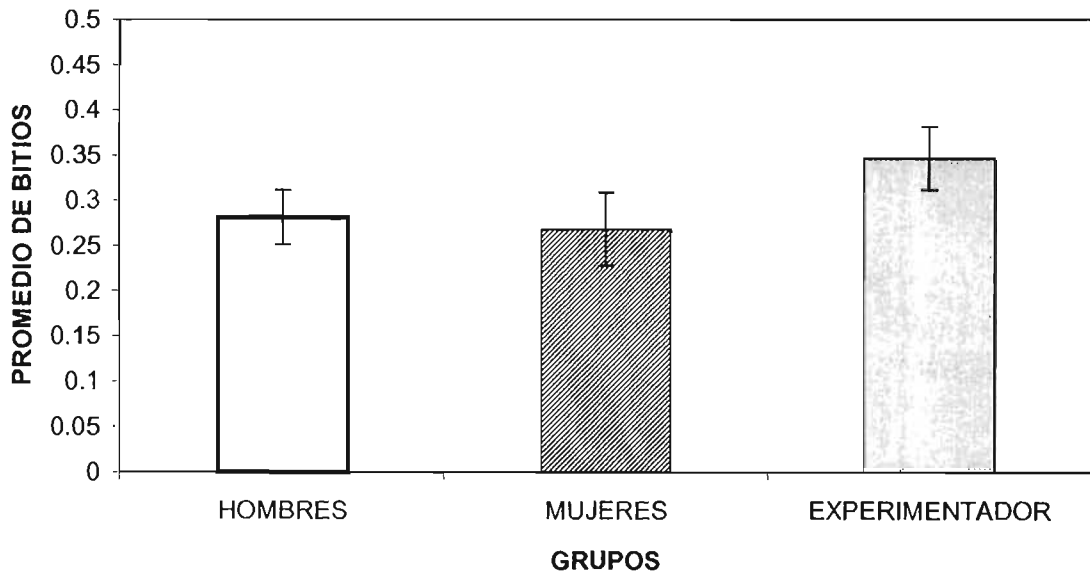


Figura 12. Resultados de la comparación del promedio del número de bitios producidos durante la Tarea 3, entre los grupos y el experimentador.

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

Tabla 3. Resultados de la Regresión lineal obtenidos entre: bitios producidos por los sujetos y los producidos por el experimentador.

| TAREAS | R Square | Error estándar | F | p<= | Beta | t | p<= |
|---------------------|----------|----------------|--------|------|-------|-------|------|
| Bitios T2. Mujeres. | 0.275 | 0.04 | 0.491 | 0.5 | 0.275 | 0.7 | 0.5 |
| Bitios T2. Hombres. | 0.813 | 0.04 | 11.663 | 0.01 | 0.813 | 3.415 | 0.01 |
| Bitios T3. Mujeres. | 0.199 | 0.04 | 0.166 | 0.7 | 0.199 | 0.407 | 0.7 |
| Bitios T3. Hombres. | 0.066 | 0.03 | 0.018 | 0.9 | 0.066 | 0.133 | 0.9 |

En lo que se refiere a los resultados de la producción de bitios por parte de los sujetos, en cada tarea, se encontró, a través del análisis de regresión lineal, que en la Tarea 2, las mujeres obtuvieron un promedio de bitios de: 0.2641, y un error estándar de: 0.032 para el promedio de bitios; una $R= 0.275$, con un error estándar de: 0.04, una $F= 0.491$, una $t= 0.7$, y un nivel de significancia para ambas pruebas de: $p\leq 0.5$. En los hombres el promedio de bitios producidos es: 0.3, con un error estándar: 0.033 para el promedio de bitios; una $R= 0.813$, con un error estándar de: 0.04, una $F= 11.663$, una $t= 3.415$, y un nivel de significancia para los dos casos de: $p\leq 0.01$ (ver Tabla 3). Estos resultados sugieren que, cuando el nivel de abstracción es bajo, ambos grupos producen la misma cantidad de bitios, pero conforme se incrementa el nivel, los hombres producen mayor número de bitios, que las mujeres, dentro de la escala de nivel de abstracción (ver figura 9).

La figura 10 muestra la comparación de los promedio entre el grupo de hombres, mujeres y experimentador, en ésta se aprecia que: el grupo de hombres en promedio produce mayor número de bitios, que el grupo de mujeres, y es similar al experimentador, aunque con una ligera diferencia. El promedio de la mujeres es menor al del experimentador.

Los resultados de la Tarea 3, muestran que en promedio las mujeres producen: 0.25 bitios, con un error estándar de: 0.04 para el promedio de bitios; la $R= 0,199$, con un error estándar de: 0.04, una $F= 0.166$, una $t= 0.199$, con un nivel de significancia para las dos pruebas de: $p\leq 0.7$. Los hombres obtuvieron un promedio de: 0.28 bitios producidos, con un error estándar de: 0.02 para el promedio de tiempo; su $R= 0.066$, con un error estándar de: 0.03, una $F= 0.018$, una $t= 0.133$, con un nivel de significancia para los dos casos de: $p\leq 0.9$. (ver Tabla 3, figura 11).

En la figura 12 se observa que no hay diferencias significativas en los bitios producidos en la Tarea 3, entre el grupo de hombres y mujeres, pero sí entre estos y el experimentador.

En lo que respecta al grupo de participantes para el registro electroencefalográfico, los resultados de la prueba DAT, muestran que: obtuvieron en promedio el 52.133 de aciertos en el subtest de Relaciones Espaciales, con un error estándar de:1.98; en Razonamiento Abstracto: 39.6 aciertos, y un error estándar de: 0.69 (ver figura 13), que en comparación con el grupo de hombres evaluados en el primer estudio, que obtuvo un promedio de: 49.92 aciertos, con un error estándar de: 1.61, en la subprueba de R. E. Y en la de R. A. 38.38 aciertos, con un error estándar de: 0.853. El grupo de mujeres del primer estudio, obtuvo en R. E. un promedio de: 42.04 aciertos, con un

**PROMEDIO DEL NÚMERO DE ACIERTOS EN LOS SUBTEST DE RAZONAMIENTO
ABSTRACTO Y RELACIONES ESPACIALES.
POBLACIÓN SELECCIONADA PARA LA APLICACIÓN DEL EEG.**

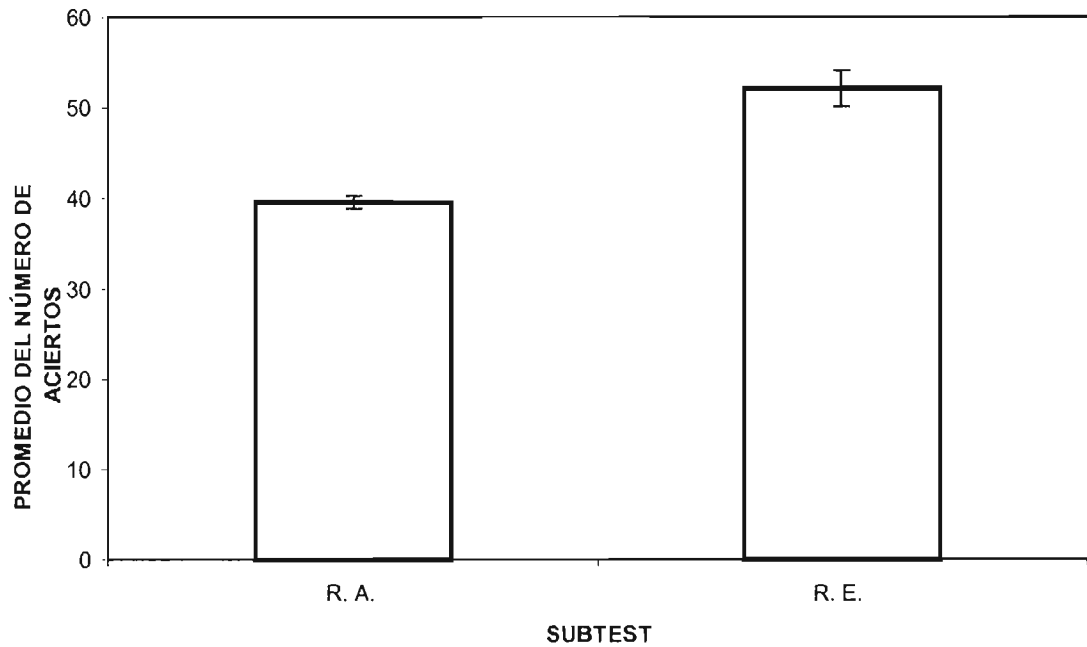


Figura 13. Promedio y error estándar del número de aciertos obtenidos por subtest, en la prueba DAT, por los 15 sujetos seleccionados para el registro de EEG.

**COMPARACIÓN DEL NÚMERO DE BITIOS PRODUCIDOS EN LA TAREAS 2 Y 3
DURANTE EL REGISTRO DE EEG.**

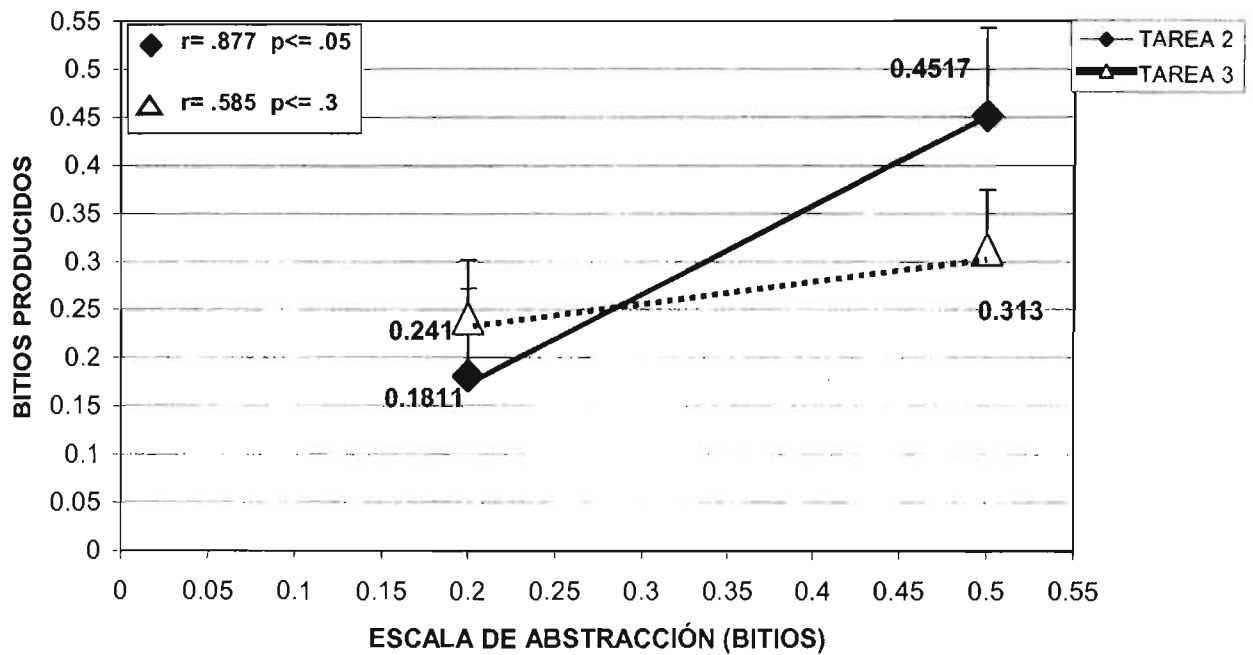


Figura 14. Análisis de regresión lineal simple. Comparación del número de bitios producidos durante el registro de EEG, entre las tareas 2 y 3.

COMPARACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE LAS TAREAS Y EL EXPERIMENTADOR, DURANTE EL REGISTRO DE EEG.

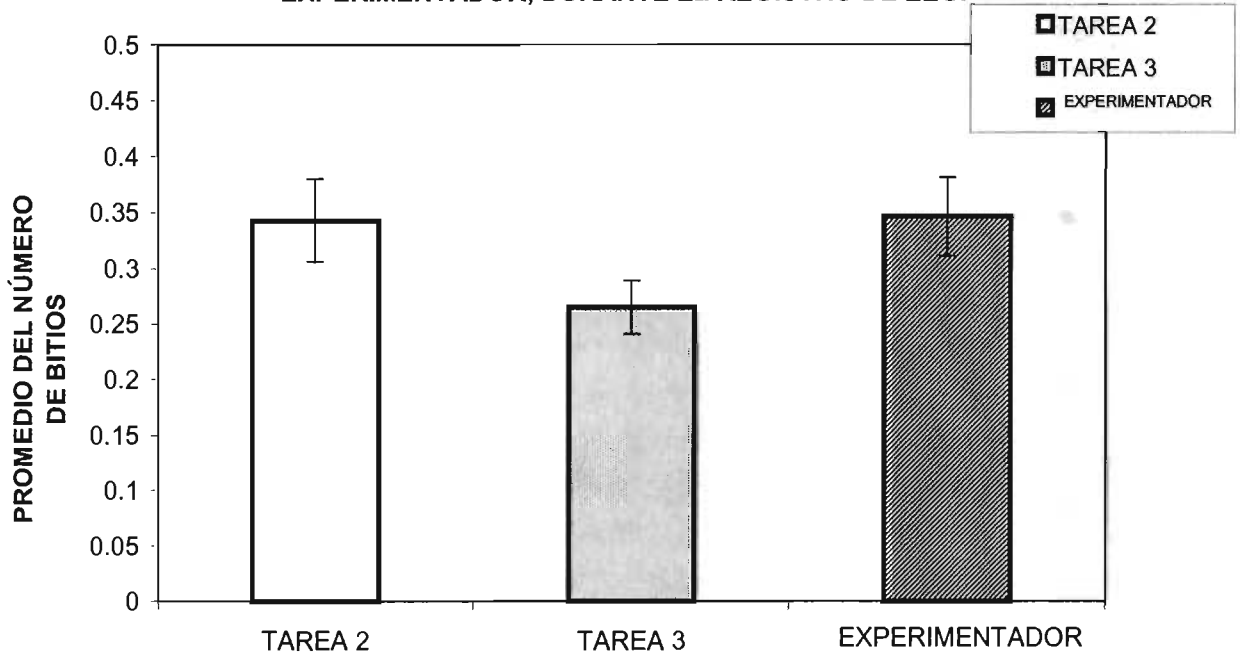


Figura 15. Promedio de bitios producidos en cada tarea, durante el registro de EEG, comparados con los producidos por el experimentador.

error estándar de: 1.59, y en R. A. un promedio de: 35.71 aciertos, con un error estándar de: 0.941. En estos resultados se distingue un mayor número de acierto en la población masculina, en comparación con la femenina, en ambos subtes, y una ligera diferencia entre el grupo de hombres del primer estudio y los 15 sujetos seleccionados para el registro de EEG.

Los resultados del análisis de regresión lineal simple, aplicado a los productos obtenidos durante el registro electroencefalográfico, se observa que, en la T2, los sujetos arrojaron una media de: 0.36 bitios, con un error estándar de: 0.06 para el promedio de bitios; una $R= 0.887$, con un error estándar de 0.06, una $F= 10.016$, una $t= 3.165$, y un nivel de significancia para ambas pruebas de: $p \leq 0.05$. (ver Tabla 4 y figura 14, y Anexo F).

Tabla 4. Resultados de la Regresión lineal obtenidos entre: bitios producidos por los sujetos que participaron en el registro de EEG, y los producidos por el experimentador.

| TAREAS | R Square | Error estándar | F | p< = | Beta | t | p< = |
|-------------------|----------|----------------|--------|------|-------|-------|------|
| Tarea 2. Hombres. | 0.877 | 0.06 | 10.016 | 0.05 | 0.877 | 3.165 | 0.05 |
| Tarea 3. Hombres. | 0.585 | 0.04 | 1.560 | 0.3 | 0.585 | 1.249 | 0.3 |

Los resultados de la Tarea 3 muestran, un promedio de: 0.27 bitios, y un error estándar de: 0.04, para el promedio de bitios. Una $R= 0.585$, con un error estándar de: 0.04, una $F= 1.560$, un $t= 1.249$, con un nivel de significancia en las dos pruebas de: $p \leq 0.3$ (ver Tabla 4 y figura 14 y Anexo

F). Lo que indica que durante el registro, los sujetos, en T2 comienzan en su producción con niveles bajos, y la van incrementando en forma significativa hasta llegar a niveles altos en número de bitios, sin embargo los resultados en T3, aunque conservan la tendencia hacia el incremento de bitios, no presentan una diferencia significativa entre sus productos, permaneciendo en niveles bajos de abstracción.

La figura 15 presenta los resultados del promedio de bitios producidos en la Tarea 2 y 3, en comparación con el promedio producido por el experimentador, en ésta se distingue, que T2 y T3 tienen puntuaciones similares no significativas, al igual que T2 y el experimentador, sin embargo no sucede lo mismo entre: T3 y el experimentador, siendo éste último quien mayor número de bitios en promedio produjo.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL EEG.

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis de los datos producto del registro electroencefalográfico durante la ejecución de las tareas.

POTENCIA ABSOLUTA.

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), en el que se incluyó las bandas Teta, Alfa 1, Alfa 2, Beta 1 y Beta 2, de la PA, las derivaciones y las tareas. De éste, resultó que el primer componente, explica el 75% de la varianza, con un nivel de significancia del $p \leq 0.00007$; el segundo, el 5.8%, con un nivel de significancia de $p \leq 0.0003$; y el tercer componente que explica el 3.9% de la varianza, significativo al $p \leq 0.0005$. Después se aplicó la prueba de Tukey al 1%. Los resultados pueden apreciarse en la tabla 5.

TABLA 5. RESULTADOS OBTENIDOS DEL ACP, ANDEVA Y TUKEY AL 1%.

| SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA $p \leq$ | POTENCIA ABSOLUTA | | |
|---------------------------------------|-------------------|-------|-------|
| | .00007 | .0003 | .0005 |
| COMPONENTES | 1 | 2 | 3 |
| VARIANZA EXPLICADA | 75 | 5.8 | 3.9 |
| TAREAS (Tukey al 1%) | | | |
| LBI - LBF | *** | *** | *** |
| LBI - LBM | *** | *** | *** |
| LBF - LBM | | | |
| LBI - T1 | *** | | |
| LBI - T2 | | | |
| LBI - T3 | *** | | |
| T1 - T2 | | | |
| T1 - T3 | | | |
| T2 - T3 | | | |
| LBM - T1 | | *** | *** |
| LBM - T2 | *** | *** | *** |
| LBM - T3 | | | |
| LBF - T1 | | | |
| LBF - T2 | | | |
| LBF - T3 | | | |

Después de la aplicación de la corrección de Bonferroni únicamente se consideraron aquellos componente con un nivel de significancia del $p \leq 0.0001$, por lo tanto en PA se reporta el primero.

La figura 16 muestra las derivaciones y banda que participaron en el primer componente, y cuya actividad en todas fue positiva.

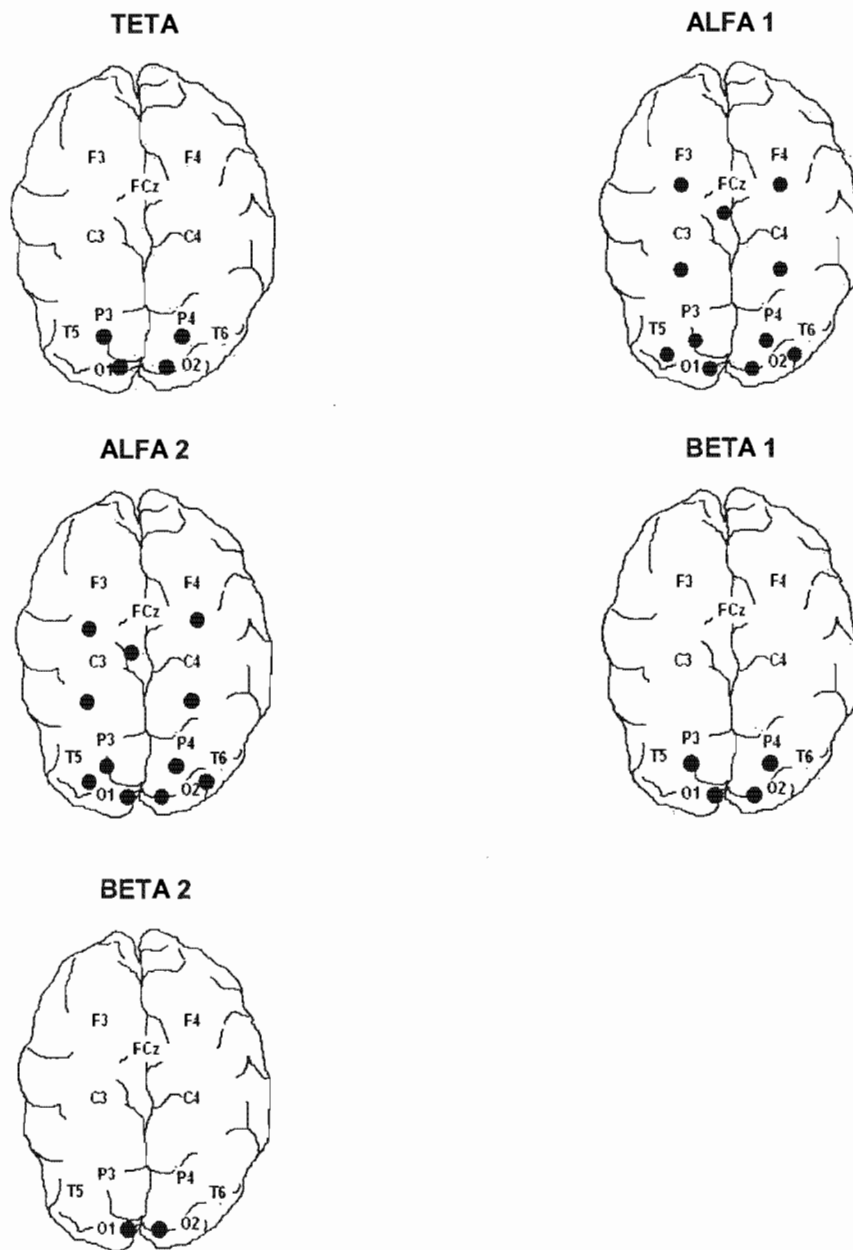


FIGURA 16. Bandas y derivaciones que participan en el primer componente.

El resultado de la prueba de Tukey indica que existen diferencias significativas entre la Tarea 1 y 2, la 1 y la 3, además de la Tarea 1 y la línea base final, tanto en beta 1, como en beta 2, no así en el resto de las bandas (ver figura 17).

En lo que respecta a la interacción entre: bandas, derivaciones y tareas, los resultados indican que, participan las derivaciones p3, p4 y o2, en la banda teta, y cuya actividad muestra una tendencia similar en las tres derivaciones, hacia incrementarse de la Tarea 1, a la 2, y de ésta hacia la 3, encontrándose T2 y T3 por arriba de la LBM y final, pero no de la LBI (ver figura 18).

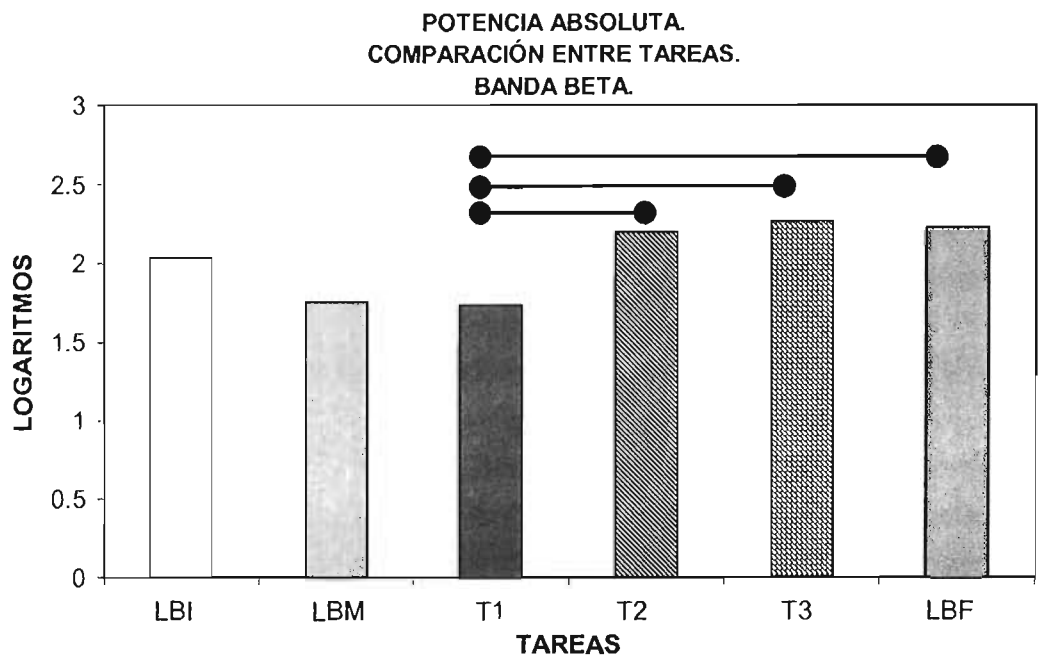


FIGURA 17. Comparación entre los valores logarítmicos de las tareas en la Potencia Absoluta. La línea negra indica las diferencias significativas.

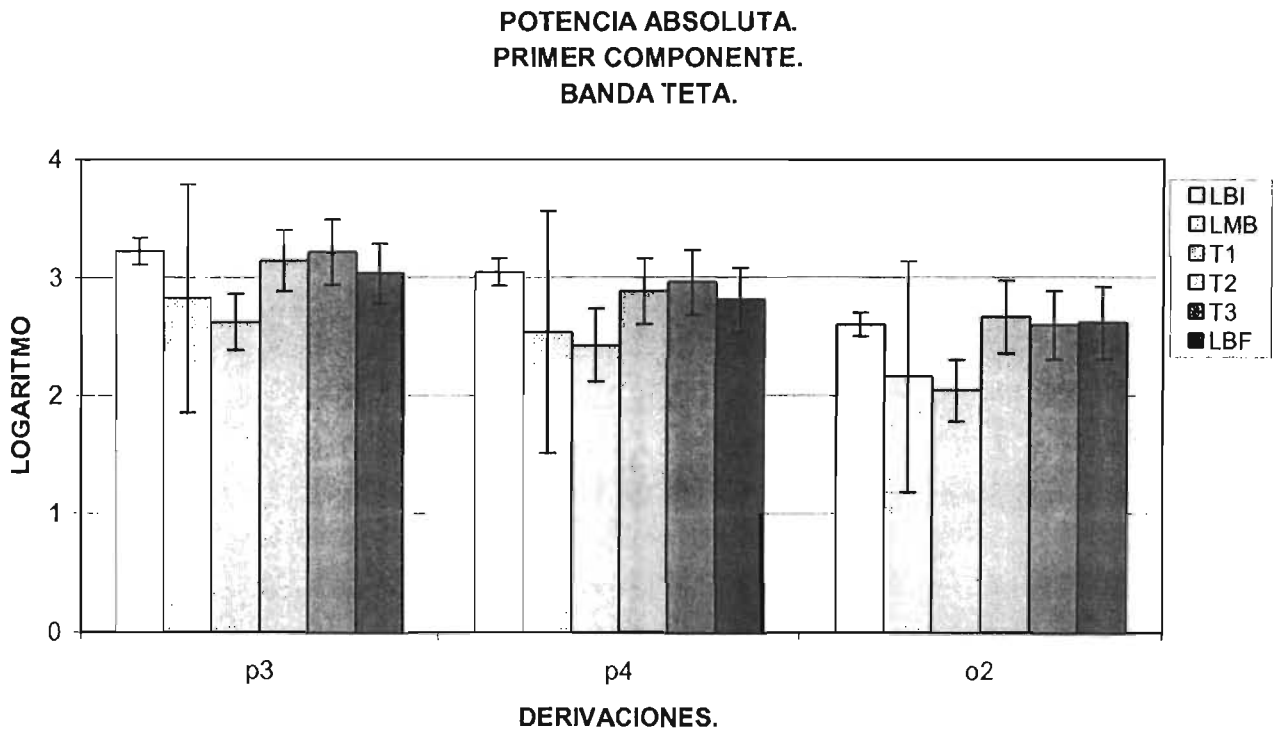


FIGURA 18. Media y error estándar de los logaritmos obtenidos en la banda Teta, entre las derivaciones y las tareas.

POTENCIA ABSOLUTA.
PRIMER COMPONENTE.
BANDAS ALFA.

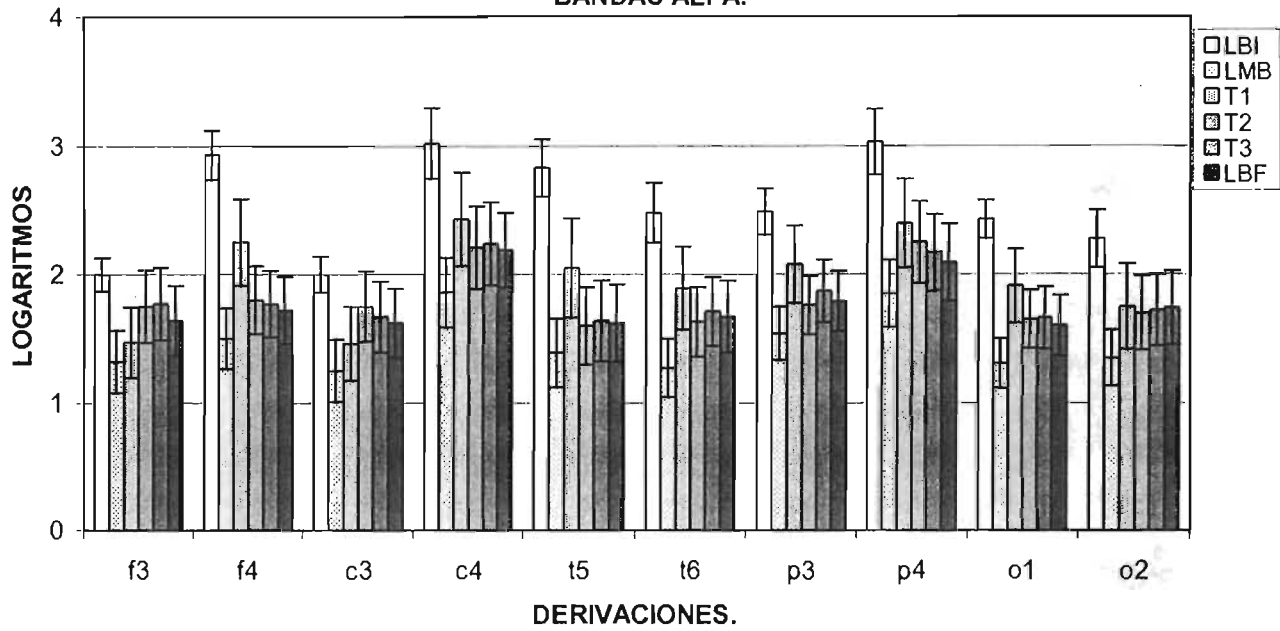


FIGURA 19. Media y error estándar de los logaritmos obtenidos en la banda alfa, entre las derivaciones y las tareas.

POTENCIA ABSOLUTA.
PRIMER COMPONENTE.
BANDA BETA.

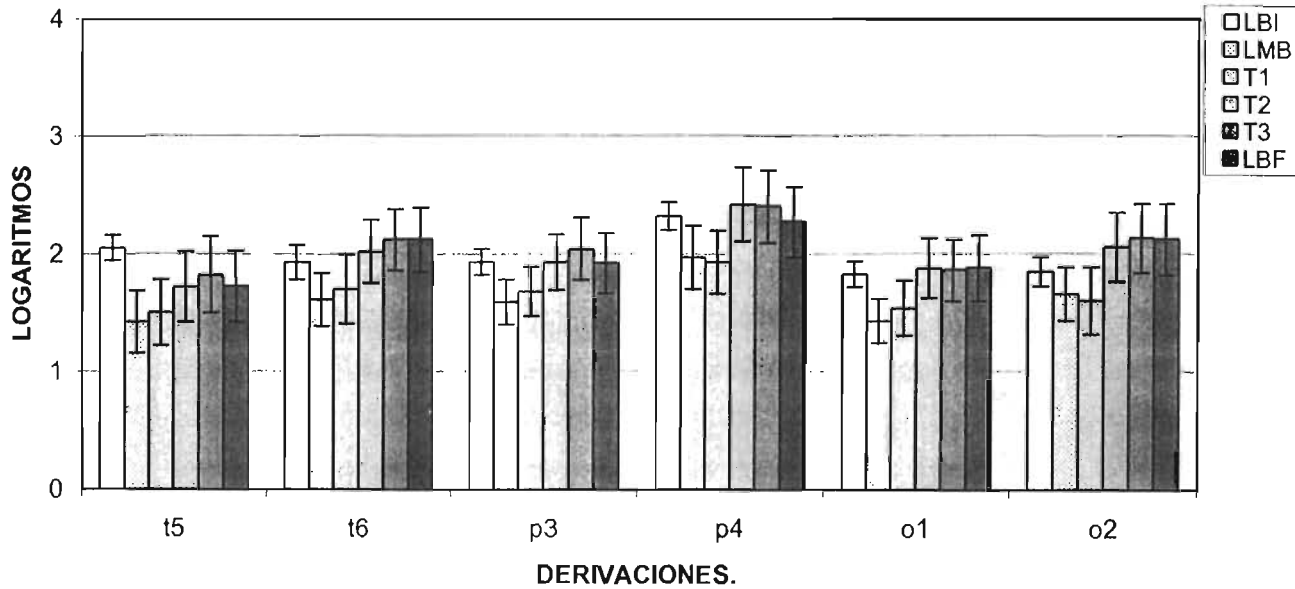


FIGURA 20. Media y error estándar de la interacción entre derivaciones y tareas, transformadas en logaritmos.

Tanto en alfa 1, como en alfa2, participan las derivaciones: f3, f4, c3, c4, t5, t6 p3, p4 o1, o2. En estas bandas se distingue una tendencia hacia el incremento de la actividad de T1 a T2 y después hacia T3, en particular en f3, c3. El resto de las derivaciones se observa que la actividad se incrementa de la Tarea 1 a la 2, y en la Tarea 3 se decrementa, pero no por debajo de la T1. La línea base inicial se encuentra por arriba de todas las tareas, a diferencia de la LBM que está por debajo; la LBF presenta una actividad semejante a la de la Tarea 2 y 3 en todas las derivaciones (ver figura 19).

En beta 1 y 2 participan las derivaciones: t5, t6, p3, p4, o1, o2, presentando una tendencia hacia aumentar su actividad de la T1 a la T2, y de ésta a la T3; la línea base inicial está por arriba de las tareas y las otras basales, la LBM, se encuentra por debajo de la T1, y la LBF, presenta una actividad semejante a la de las tareas 2 y 3 (ver figura 20).

Los componentes 2 y 3, a pesar de que resultaron significativos, no aportan información relevante al estudio, por lo tanto no se reportan sus datos.

POTENCIA RELATIVA.

El análisis de componentes principales se realizó con las derivaciones, las bandas y las tareas. Los resultados indican la participación del primer componente, que explica el 29% de la varianza, con un nivel de significancia del $p \leq 0.00001$; el segundo componente, explica el 22% de la varianza, con un nivel de significancia de $p \leq 0.00007$; tercer componente, con una varianza explicada del 10.4%, con un nivel de significancia del $p \leq 0.002$; el cuarto, explica el 7.7% de la variabilidad, su nivel de significancia es de: $p \leq 0.0004$; el quinto componente, explica el 6% de la varianza, con un nivel de significancia del $p \leq 0.0001$. Para conocer las tareas que indicaban las diferencias se utilizó una prueba de Tukey al 1% (ver Tabla 6).

TABLA 6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL ACP, ANDEVA Y TUKEY AL 1%.

| SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA $p \leq$ | POTENCIA RELATIVA | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|--------|------|-------|-------|
| | .00001 | .00007 | .002 | .0004 | .0001 |
| COMPONENTES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| VARIANZA EXPLICADA | 29 | 22 | 10.4 | 7.7 | 6 |
| TAREAS (Tukey al 1%) | | | | | |
| LBI - LBF | | *** | *** | | |
| LBI - LBM | *** | *** | | | *** |
| LBF - LBM | *** | | *** | | *** |
| LBI - T1 | *** | *** | | | *** |
| LBI - T2 | *** | *** | | | *** |
| LBI - T3 | *** | *** | | | *** |
| T1 - T2 | | | | | |
| T1 - T3 | | | | | |
| T2 - T3 | | | | | |
| LBM - T1 | | | | | |
| LBM - T2 | | | | | |
| LBM - T3 | | | | | |
| LBF - T1 | *** | | *** | | *** |
| LBF - T2 | *** | | *** | | *** |
| LBF - T3 | *** | | | | *** |

Se aplicó la corrección de Bonferroni y únicamente se consideraron aquellos componente con un nivel de significancia del $p \leq 0.0001$, por lo tanto en PR se reportan el primero, segundo y quinto componentes.

En la figura 21 se aprecian las derivaciones y las bandas que aparecieron significativas en el primer componente. En todas las derivaciones la actividad presentó valores negativos.

El resultado de la prueba de Tukey, muestra que existen diferencias entre la Tarea 1 y la 2, entre T1 y T3, así como entre la Tarea 1 y la línea base final (ver figura 22).

Los resultados del análisis de la interacción entre bandas, derivaciones y tareas, se aprecia que en la banda alfa 1, en las derivaciones f3, c3 y p3, la actividad se incrementa de T1 a

T2, y después se decreta de ésta hacia T3, la línea base final se encuentra por arriba de la Tarea 3, pero por debajo de la 1 y 2; la LBI está por arriba de T1 y T2, pero no de T3; la LBM tiende a estar por arriba de T1 y T3, pero no de T2. En lo que respecta a f4, se observa que la actividad se decreta de T1 a T2, y después hacia T3. La línea base final y LBM, presenta una puntuación semejante a la de T3, en cambio la línea base inicial se encuentra por arriba de todas las tareas y líneas base.

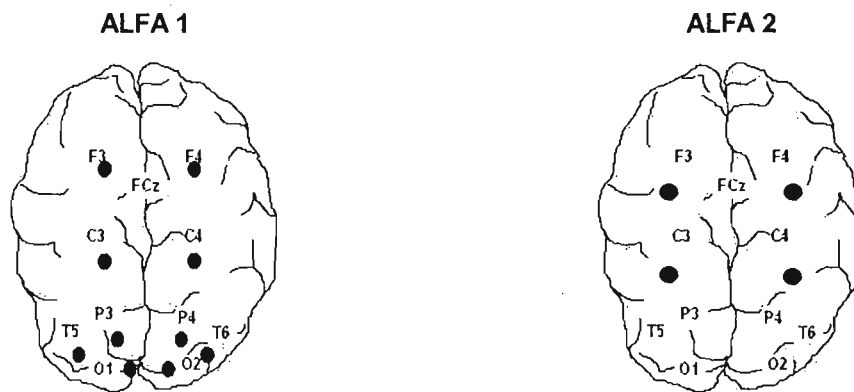


FIGURA 21. Bandas y derivaciones que participan en el primer componente.

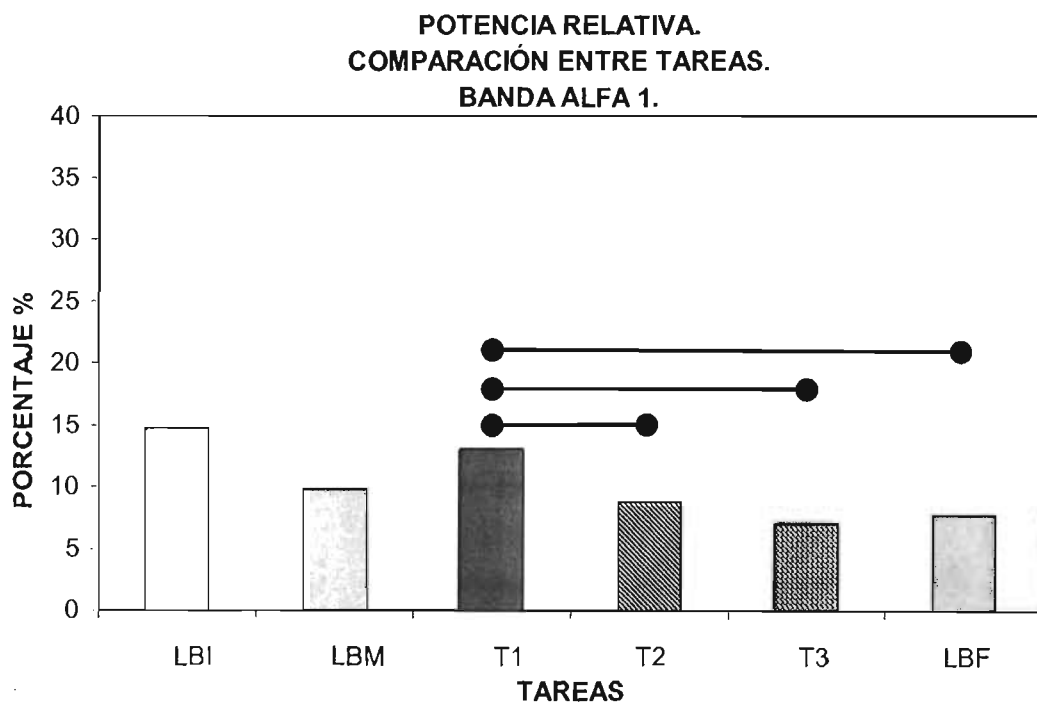


FIGURA 22. Comparaciones de los valores porcentuales de la Potencia Relativa entre las tareas. La línea negra muestra las diferencias significativas.

**POTENCIA RELATIVA.
PRIMER COMPONENTE.
BANDA ALFA 1.**

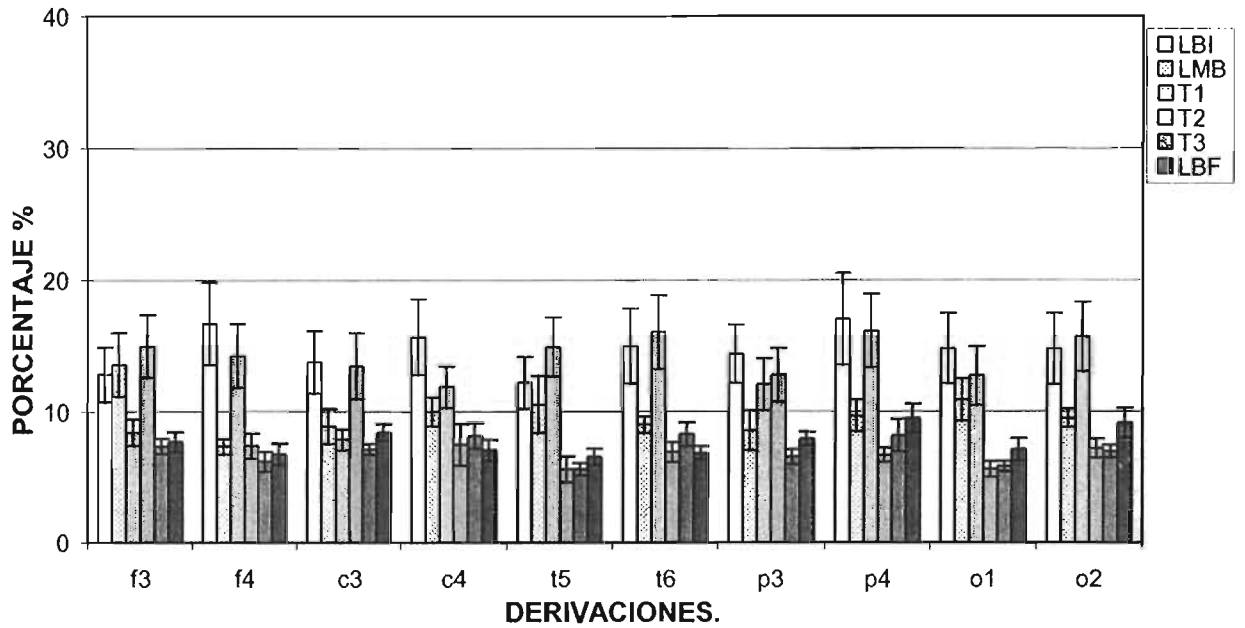


FIGURA 23 Media y error estándar de la potencia relativa transformada a porcentajes, en la interacción entre derivaciones y tareas.

**POTENCIA RELATIVA.
PRIMER COMPONENTE.
BANDA ALFA 2.**

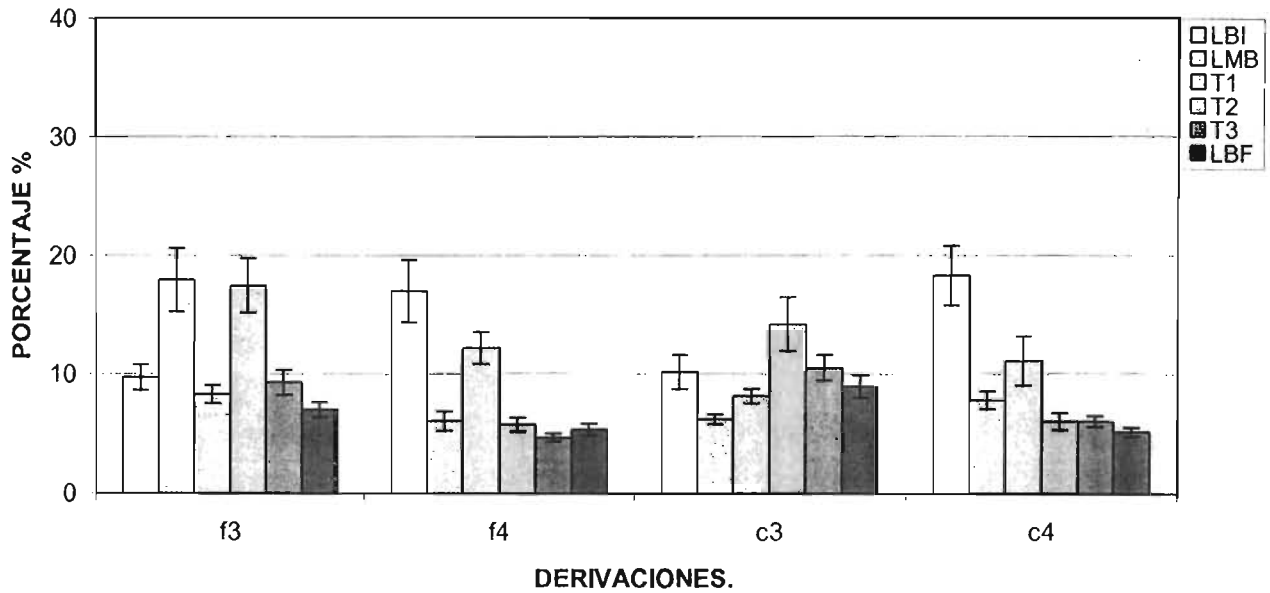


FIGURA 24. Media y error estándar de la potencia relativa transformada a porcentajes, en la interacción entre derivaciones y tareas.

En las derivaciones t5, t6, p4, o1 y o2, se observa una tendencia similar en la actividad, decrementándose de la Tarea 1, hacia T2, para después incrementarse hacia T3. La LBF aparece por arriba de la Tarea 2 y 3, pero por debajo de T1. La LBI tiende a estar por arriba de las tareas, pero la línea base con movimiento se encuentra por debajo de T1 y por arriba de T2. Asimismo, se distingue que en f3 y c3, la Tarea 2 presenta diferencias significativas con respecto a las tareas 1 y 3; en f4, c4, t5, t6, o1 y o2, es la Tarea 1 la que marca las diferencias en relación a T2 y T3; la derivación p3, indica que la Tarea 3 es significativamente diferente a la 1 y 2. (ver figura 23).

En la figura 24 se pueden observar los resultados de la banda alfa 2, en la cual participaron f3 y c3, con una tendencia parecida en la actividad, indicando que se incrementa de la Tarea 1, a la Tarea 2, y de ésta se decrementa hacia la Tarea 3, la LBF está por debajo de T2 y T3, pero no de T1, y la LBI está por arriba de T1, pero no de las otras 2, en cambio la LBM se observa en f3 por arriba de las tres tareas, y en c3, por debajo de ellas; f4 y c4, también muestran una tendencia de actividad semejante, decrementándose de T1 a T2, y de ésta hacia T3, la cual se encuentra con valores parecidos a los de LBF, pero la línea base inicial está por arriba de las tres tareas, y LBM, por debajo de T1 y por arriba de T2 y T3. También se observa que en las derivaciones f3, f4 y c3, la Tarea 2 es significativamente diferente a T1 y T3; en c4, es la Tarea 1, la que marca las diferencias con respecto a T2 y T3.

En la figura 25 se reportan las derivaciones y bandas que resultaron significativas del segundo componente.

Los resultados de este componente muestran que las derivaciones t5 y o2, presentan un patrón de actividad semejante, decrementándose de T1 a T2, y de ésta hacia T3; la línea base final y con movimiento están por arriba de las tres tareas, en cambio la LBI, se encuentra por debajo de ellas. En las derivaciones t6 y p3, los resultados muestran que la actividad se incrementa de la Tarea 1 a la 2, y de ésta hacia la 3, la línea base final está por debajo de T2 y T3, no así la LBI y LBM, que en t6 se encuentra por arriba de las tareas y en p3, por debajo de ellas. Las derivaciones p4 y o1, tienen una tendencia hacia decrementar la actividad de la Tarea 1, hacia la 2, para después incrementarla en la Tarea 3, quedando ésta última por arriba de las otras dos tareas. La LBF tiende a estar por arriba de las tres tareas, pero las LBI y LBM por debajo de ellas (ver figura 26).

La figura 27 muestra las bandas y derivaciones que resultaron significativas del quinto componente.

La banda teta muestra un patrón de actividad negativo y disímil entre: o1 y o2; en la primera se aprecia un decremento que va de la Tarea 1 y 2 hacia la Tarea 3, encontrándose T1 y T2 con valores semejantes; en lo que respecta a LBF, tiene puntuaciones parecidas a las de T3; las LBI y LBM se encuentran por arriba de las tareas. En o2, la actividad se incrementa de la Tarea 1 a la 2 y de ésta a la 3, observándose la LBF, con valores semejantes a los de T2; las LBI y LBM, presentan puntuaciones similares a los de T1 y T2. Asimismo, en la derivación o2, se puede observar que existen diferencias significativas entre T1 y T2, T1 y T3, y T2 y T3 (ver figura 28).

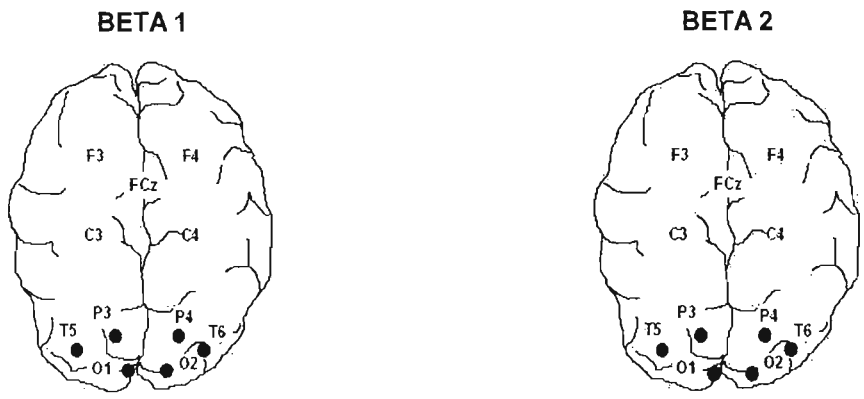


FIGURA 25. Bandas y derivaciones que participan en el segundo componente.

POTENCIA RELATIVA.
SEGUNDO COMPONENTE.
BANDA BETA.

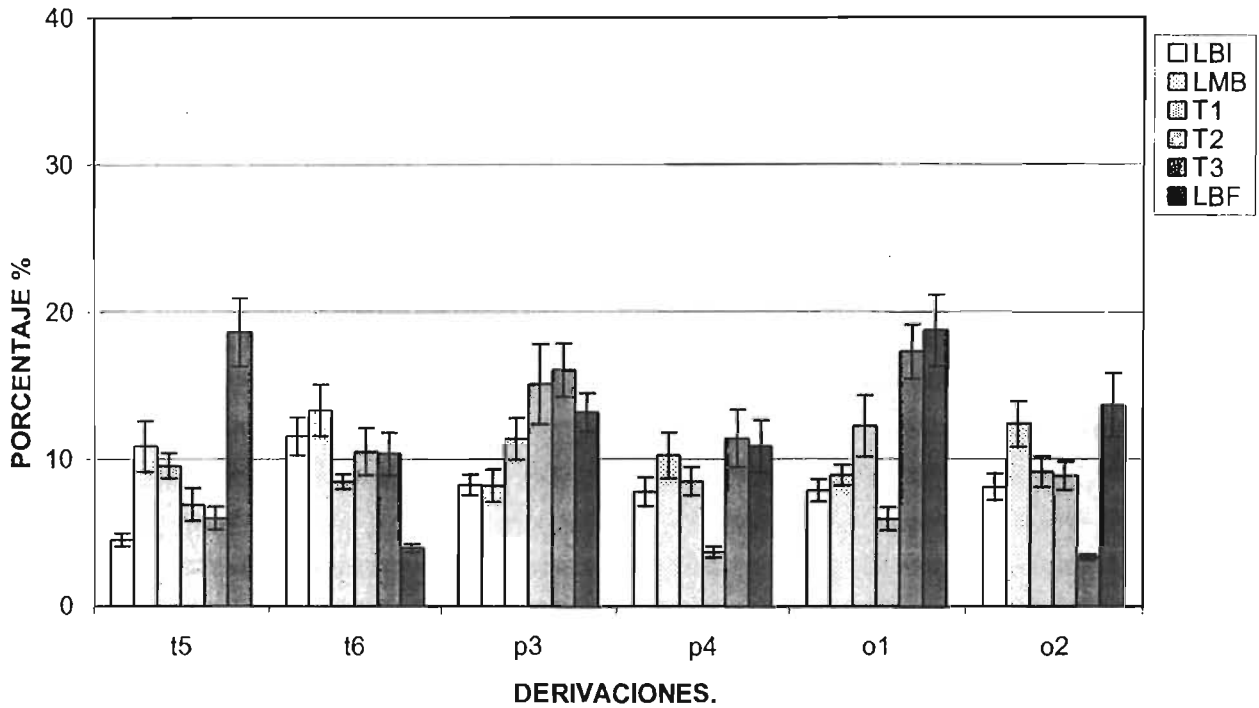


FIGURA 26. Media y error estándar de la potencia relativa transformada a porcentajes, en la interacción entre derivaciones y tareas.

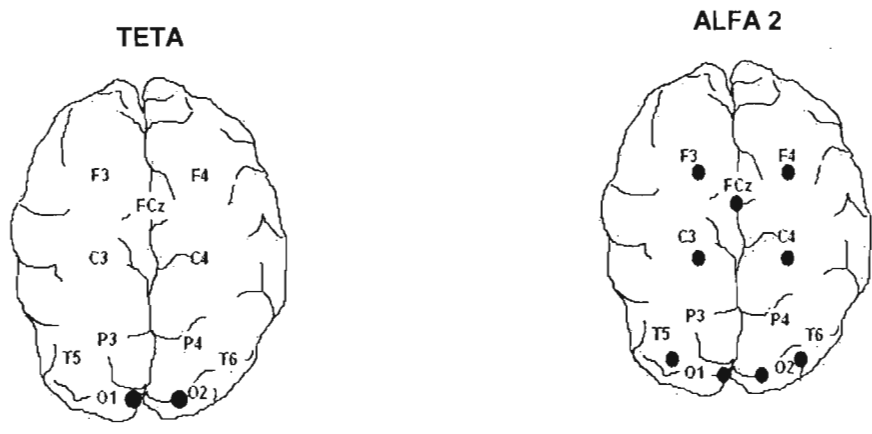


FIGURA 27. Bandas y derivaciones que participan en el quinto componente.

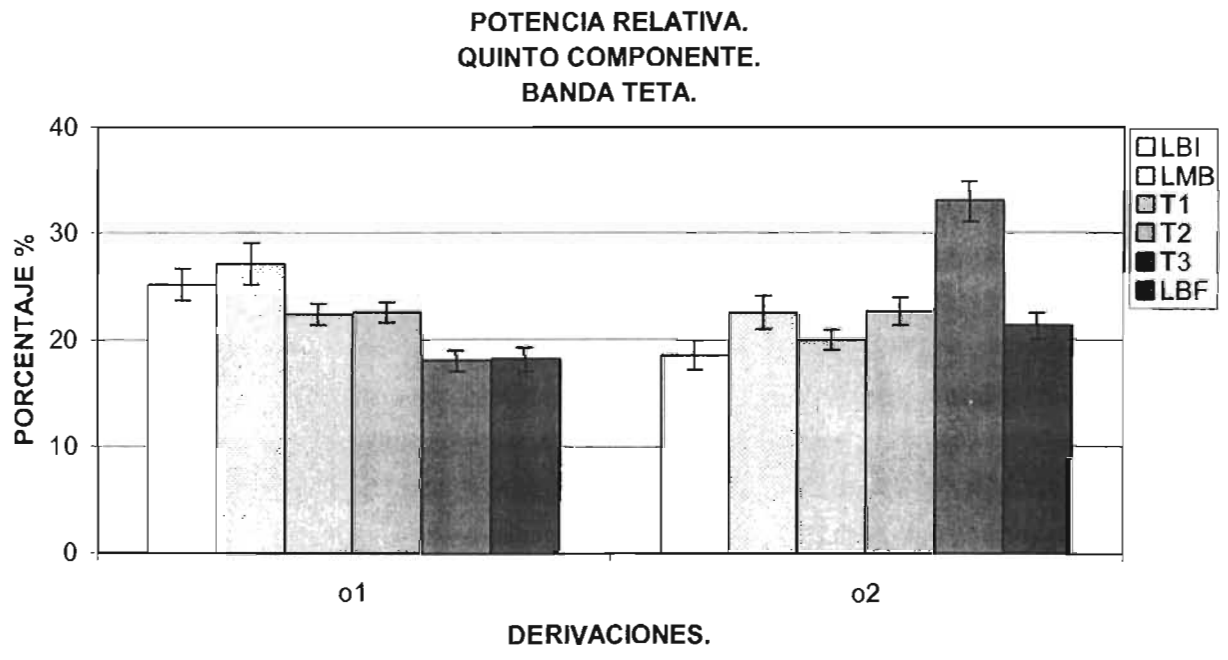


FIGURA 28. Media y error estándar de la potencia relativa transformada a porcentajes, en la interacción entre derivaciones y tareas.

**POTNECIA RELATIVA.
QUINTO COMPONENTE.
BANDA ALFA 2.**

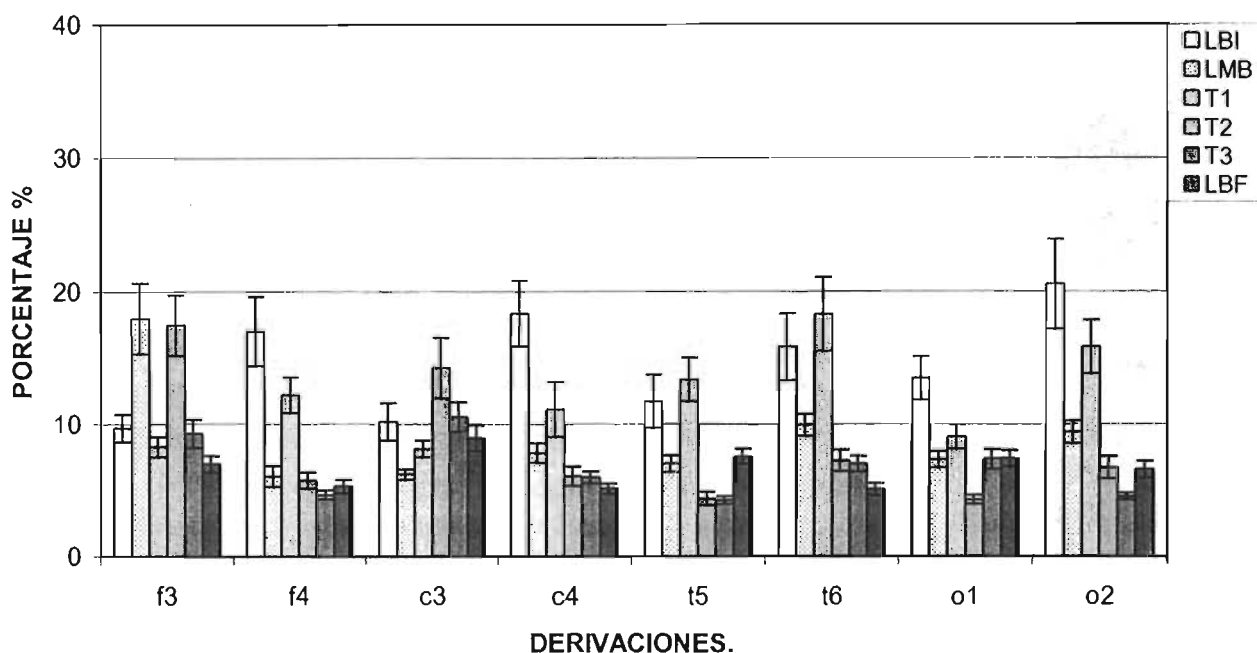


FIGURA 29. Media y error estándar de la potencia relativa transformada a porcentajes, en la interacción entre derivaciones y tareas.

La banda alfa 2 presenta valores positivos y en ésta se observa que en las derivaciones: f3, y c3, se incrementa la actividad de la Tarea 1 a la 2, y después se decrementa hacia la Tarea 3; la línea base final tiene valores que tienden a estar por debajo de las tareas 2 y 3; la línea base inicial aparece por debajo de la Tarea 2 y por arriba de la 1 y 3; la LBM está por arriba de las tres tareas en f3 y por de bajo de éstas en c3. Las derivaciones f4, c4, t5, t6 y o2, tienden hacia decrementar su actividad de la T1, hacia la 2 y de ésta hacia la 3; la LBF se encuentra con puntuaciones semejantes a los de la T3; la LBI está por arriba de las tres tareas y la LBM, por debajo de T1 y por arriba de T2 y 3. También se aprecia que la Tarea 2 es diferente significativamente en comparación con T1 y T3, en las derivaciones f3, f4 y c3; c4, t5, t6 y o2, se distingue que la Tarea 1 es significativamente distinta a T2 y 3, además de que en o2, las tareas 2 y 3, también son significativamente diferentes. La derivación o1 muestra un patrón de actividad diferente, decrementándose la actividad de la T1 a la 2, para después incrementarse hacia T3, la LBF presenta valores parecidos a los de T3; la línea base inicial está por arriba de las tres tareas y la línea base con movimiento, por debajo de T1 y 3, pero por arriba de T2. En esta derivación es la Tarea 2 la que marca las diferencias significativas en relación a T1 y 3 (ver figura 29).

CORRELACIÓN INTERHEMISFÉRICA.

El ACP se realizó con las derivaciones, bandas y tareas. Los resultados indican la participación del primer componente, con el 68.7% de la varianza explicada, con un nivel de significancia del $p \leq 0.04$; el segundo componente que explica el 6.7% de la varianza, con un nivel de significancia de: $p \leq 0.004$. Para conocer las tareas que indicaban las diferencias se utilizó una prueba de Tukey al 1% (ver Tabla 7).

Después se aplicó de la corrección de Bonferroni y únicamente se consideraron aquellos componente con un nivel de significancia del $p \leq 0.01$, por lo tanto en rINTER se reporta el segundo componente.

Los resultados de la prueba de Tukey indican que en la banda teta existen diferencias significativas entre: la Tarea 1 y la 3, la Tarea 2 y la 3, la T2 y la LBF, así como la T1 y la LBF (ver figura 31). Y en la banda alfa 1, las diferencias se observan entre: T1 y T2, T1 y T3, además de T1 y LBF (ver figura 32). La banda beta 1 muestra diferencias significativas entre: la Tarea 1 y la línea base final (ver figura 33).

En la figura 34 se aprecian los resultados de las bandas alfa 1 y 2, en ambas, las derivaciones f3-f4, c3-c4, p3-p4 y o1-o2, muestran una tendencia hacia el decremento de sus valores de la Tarea 1, a la 2, y de ésta hacia T3; la LBF se encuentra por debajo de la T3; la línea base inicial presenta puntuaciones semejantes a las de T1, la LBM tiende a estar por debajo de las tareas 1 y 3, pero semejante a T2. También se distinguen diferencias significativas entre la Tarea 1 y las tareas 2 y 3.

La figura 35 muestra los resultados de las bandas beta 1 y 2, en los cuales se observa que en las derivaciones: f3-f4, c3-c4, p3-p4, los valores tienden a disminuir de la Tarea 1 a la 2, y de ésta a la 3. No existen diferencias significativas entre las tareas.

TABLA 7. RESULTADOS OBTENIDOS DEL ACP, ANDEVA Y TUKEY AL 1%.

| | CORRELACIÓN INTERHEMISFÉRICA | |
|---------------------------------------|------------------------------|------|
| SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA $p \leq$ | .04 | .004 |
| COMPONENTES | 1 | 2 |
| VARIANZA EXPLICADA | 68.7 | 6.7 |
| TAREAS (Tukey al 1%) | | |
| LBI - LBF | | |
| LBI - LBM | | |
| LBF - LBM | | |
| LBI - T1 | *** | *** |
| LBI - T2 | *** | *** |
| LBI - T3 | | |
| T1 - T2 | | |
| T1 - T3 | | |
| T2 - T3 | | |
| LBM - T1 | | |
| LBM - T2 | | |
| LBM - T3 | | |
| LBF - T1 | | |
| LBF - T2 | | |
| LBF - T3 | *** | |

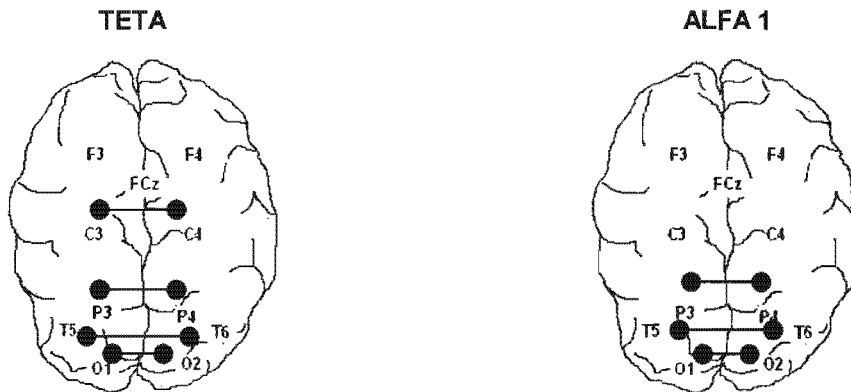


FIGURA 30. Bandas y derivaciones que participan en el segundo componente.

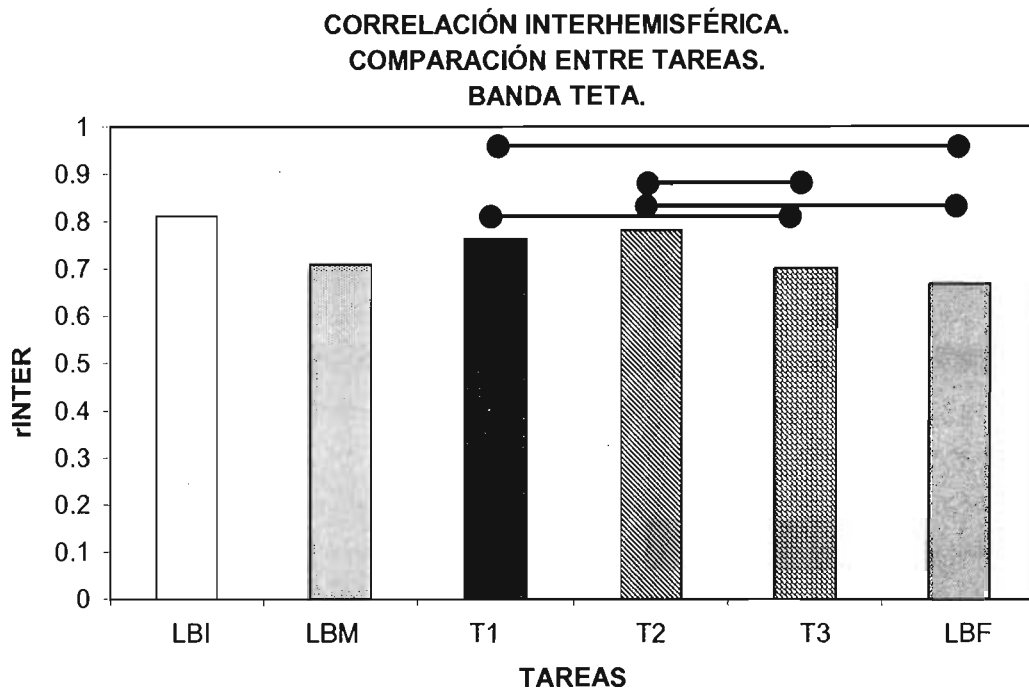


FIGURA 31. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

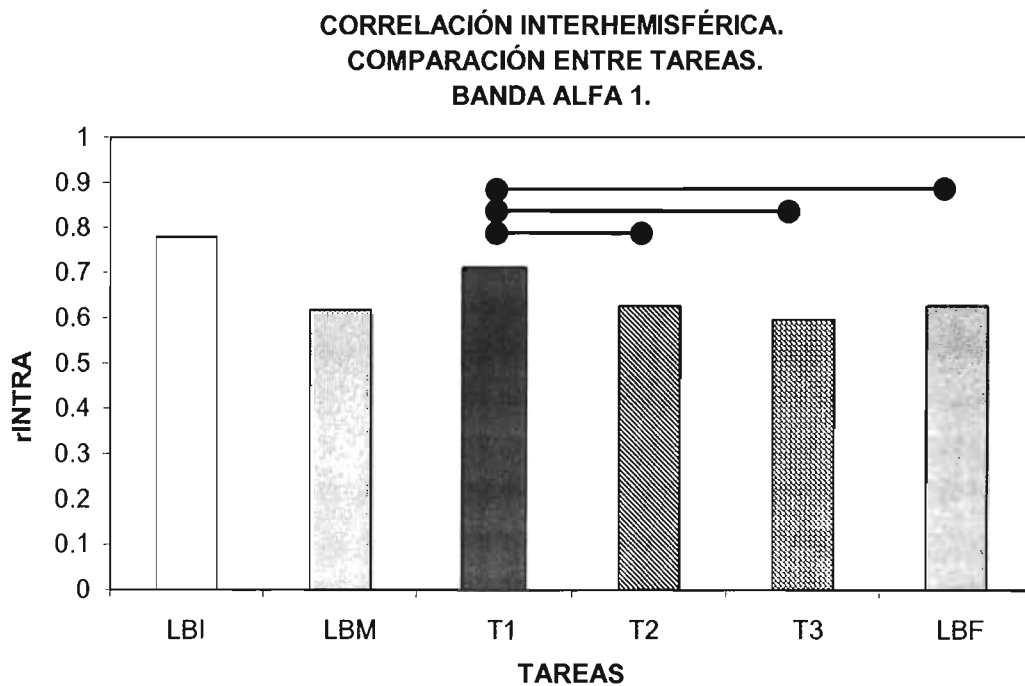


FIGURA 32. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

**CORRELACIÓN INTERHEMISFÉRICA.
COMPARACIÓN ENTRE TAREAS.
BANDA BETA 1.**

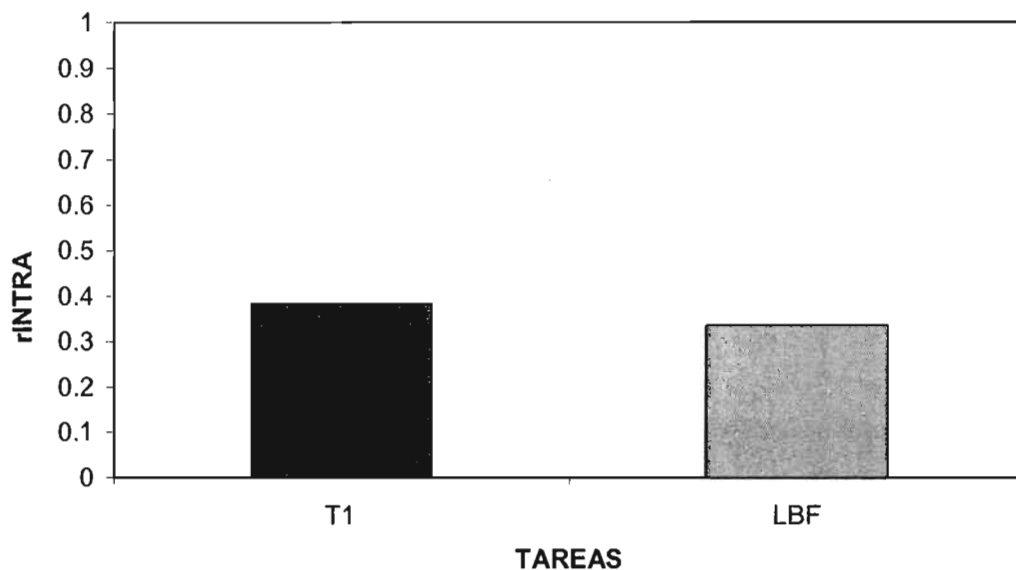


FIGURA 33. Comparación significativas entre las tareas con logotipos.

**CORRELACIÓN INTERHEMISFÉRICA.
PRIMER COMPONENTE.
BANDA ALFA.**

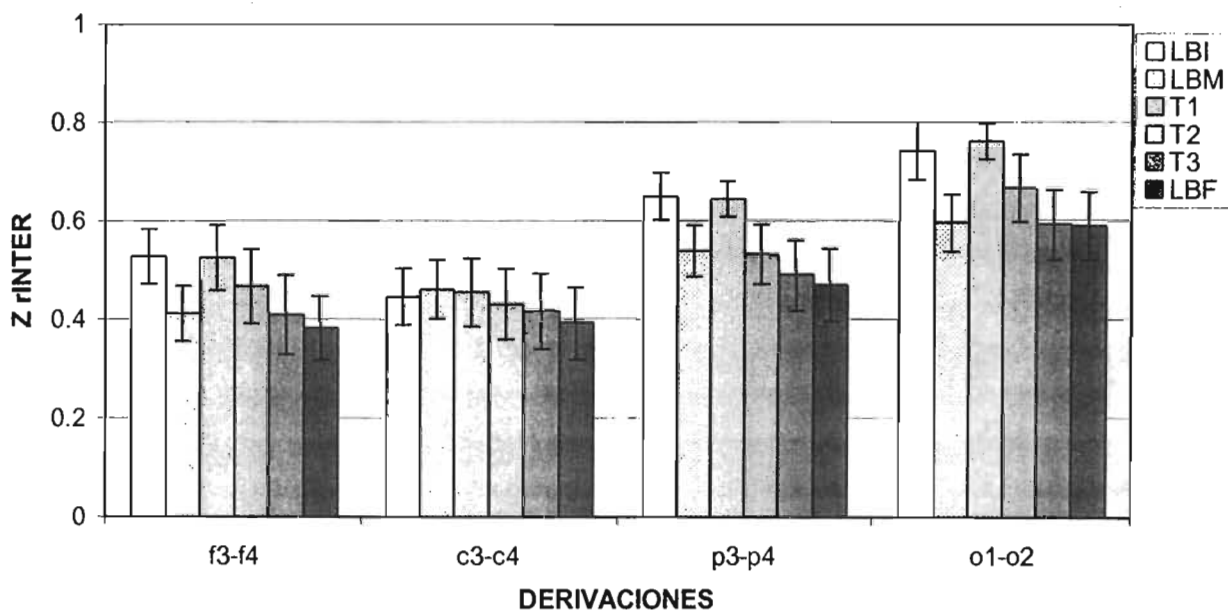


FIGURA 34. Media y error estándar de la correlación interhemisférica. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTERHEMISFÉRICA.
PRIMER COMPONENTE.
BANDA BETA.**

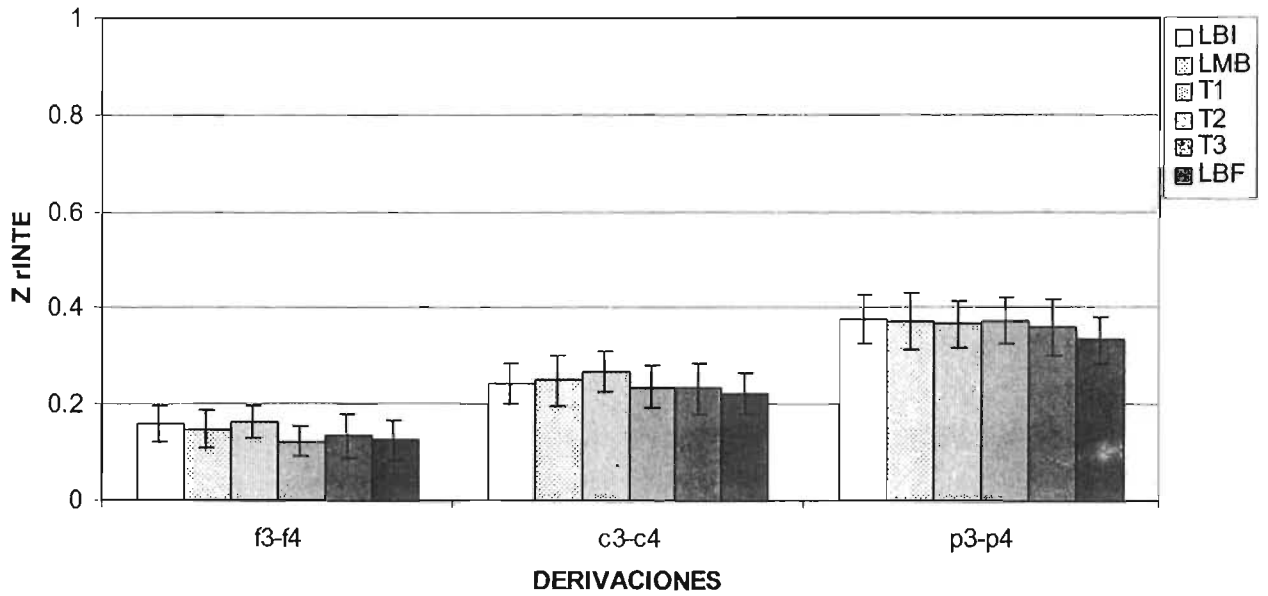


FIGURA 35. Media y error estándar de la correlación interhemisférica. Diferencias entre derivaciones y tareas.

CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA E IZQUIERDA.

Los resultados de las correlaciones intrahemisféricas, se presentan juntos con la finalidad de que se pueda distinguir el patrón de actividad que se genera y que es similar en ambos.

Se realizó un ACP para cada una de las correlaciones intrahemisféricas, en éstos se consideraron las derivaciones, bandas y tareas. Los resultados de la rINTRA del hemisferio derecho (HD) muestran la participación del primer componente, con un 35% de la varianza explicada, al $p \leq 0.01$ de significancia; el segundo, explica el 14.8% de la variabilidad, con un nivel de significancia de $p \leq 0.0001$; el tercer componente con un 12% de la varianza explicada, con una significancia de: $p \leq 0.00001$; el cuarto, explica el 8% de la variabilidad, con un nivel de significancia de: $p \leq 0.00005$. El análisis para conocer las tareas que marcaban las diferencias fue Tukey al 1%.

En lo que respecta a la rINTRA del hemisferio izquierdo (HI), participa el primer componente, el cual explica el 33% de la varianza, con un nivel de significancia del $p \leq 0.007$; el segundo componente, con un 18% de la varianza explicada, y un nivel de significancia de: $p \leq 0.00001$; el tercero, con el 9.9%, y su significancia de: $p \leq 0.00001$; el cuarto componente explica el 6.9% de la variabilidad, con una significancia de: $p \leq 0.00001$; y por último, el quinto componente con una varianza explicada del 6.3%, su significancia es de: $p \leq 0.0006$. El análisis para conocer las diferencias entre las tareas fue una prueba de Tukey al 1% (ver tabla 8).

Se aplicó la corrección de Bonferroni, y de su resultado se consideraron únicamente los componente cuya significancia estuviera arriba de: $p \leq 0.0001$.

TABLA 8. RESULTADOS OBTENIDOS DEL ACP, ANDEVA Y TUKEY AL 1%.

| SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA $p \leq$ | CORR. INTRAHEM DERECHA | | | | CORR. INTRAHEM IZQUIERDA | | | | |
|---------------------------------------|------------------------|-------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|--------|-------|
| | .01 | .0001 | .00001 | .00005 | .007 | .00001 | .00001 | .00001 | .0006 |
| COMPONENTES | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| VARIANZA EXPLICADA | 35 | 14.8 | 12 | 8 | 33 | 18 | 9.9 | 6.9 | 6.3 |
| TAREAS (Tukey al 1%) | | | | | | | | | |
| LBI - LBF | | | | | | | | | |
| LBI - LBM | | *** | *** | | | *** | *** | *** | |
| LBF - LBM | | *** | *** | | | *** | *** | *** | *** |
| LBI - T1 | | *** | *** | *** | | *** | *** | *** | *** |
| LBI - T2 | | *** | *** | *** | | *** | *** | *** | *** |
| LBI - T3 | | *** | *** | *** | | *** | *** | *** | *** |
| T1 - T2 | | | | | | | | | |
| T1 - T3 | | *** | | | | | | | |
| T2 - T3 | | *** | | | | *** | | | *** |
| LBM - T1 | | *** | *** | | | | | | |
| LBM - T2 | | *** | | | | | | | |
| LBM - T3 | | | | | | *** | *** | *** | *** |
| LBF - T1 | | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| LBF - T2 | | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| LBF - T3 | | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

La figura 36 muestra las bandas y derivaciones que participan en forma significativa en el primer componente. Cabe destacar que se aprecian patrones semejantes de actividad en ambos hemisferios.

Los resultados obtenidos a través de la prueba de Tukey, indican que en la banda teta, el HD, las tareas tienen diferencias significativas entre: T1 y T3; T1 y T2; así como T2 y la LBF (ver figura 37).

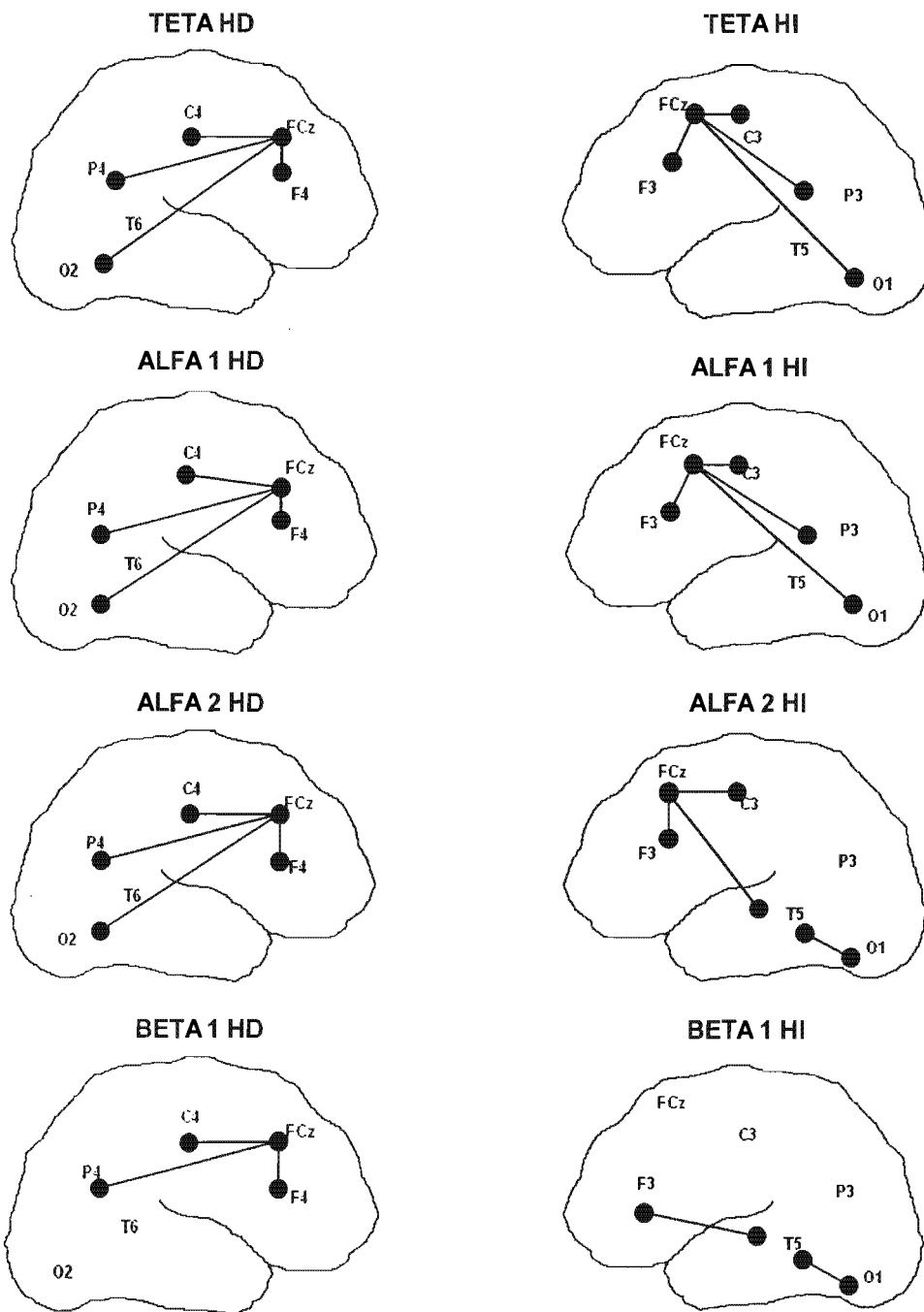


FIGURA 36. Bandas y derivaciones que participan en el segundo componente.

En el HI las tareas muestran diferencias significativas entre: la Tarea 1 y la 2; T1 y T3, además de, T1 y LBF. También se observa valores disímiles entre: la Tarea 2 y la 3, así como entre la T2 y LBF (ver figura 38).

Las diferencias encontradas en el HD, en la banda de alfa 1, se presentaron entre la Tarea 1 y la 2; T1 y T3, así como T1 y LBF. Este mismo patrón se puede observar en el hemisferio izquierdo (ver figuras 39 y 40).

En la banda alfa 2, tanto en el hemisferio derecho, como en el izquierdo, se aprecian diferencias entre: la Tarea 1 y la Tarea 2; T1 y T3; también entre, T1 y la línea base final (ver figuras 41 y 42).

La figura 43, muestra las diferencias en la banda beta 1, que se dieron entre: la Tarea 1 y la Tarea 2, en el hemisferio derecho. Y la figura 44, presenta también las diferencias, pero del HI, entre: la Tarea 1 y la Tarea 2; la Tarea 1 y la Tarea 3.

La banda beta 2 únicamente presenta diferencias entre las tareas en el hemisferio izquierdo, entre: la Tarea 1 y la 2; la Tarea 1 y la 3 (ver figura 45).

En la banda teta, los resultados de la interacción entre derivaciones y tareas, muestran que en el hemisferio derecho participan: f4-fc, c4-fc, y p4-fc, en todas se aprecia que los valores de correlación tienden a incrementarse de la Tarea 1 a la 2, y de ésta hacia la 3; la línea base final presenta puntuaciones por debajo de la T3; la LBI se encuentra a la par de la T1, y la LBM, está por debajo de las tareas 1 y 2. Se distinguen también las diferencias significativas entre: la Tarea 1 y la 2; entre la T1 y la Tarea 3, en todas las derivaciones a excepción de p4-fc (ver figura 46).

En HI, se aprecia una tendencia semejante al HD, en los valores de correlación en las derivaciones f3-fc, c3-fc, y o1-fc, incrementándose de T1 a T2, y después hacia T3; también se observa una diferencia significativa entre: la Tarea 1 y la 2, T1 y LBF, así como entre T1 y T3. La LBF se encuentra por arriba de las tres tareas; la línea base inicial está al nivel de la T1 y la línea base con movimiento, por arriba de T1 y T2. Las derivaciones p3-fc, indican un patrón diferente, decrementándose los valores de correlación de la Tarea 1 a la 2, y de ésta a la 3, la LBF, tiene puntuaciones similares a las de T3; la LBI se encuentra por arriba de las tres tareas, y la LBM, por debajo de T1 y al nivel de T2 y T3 (ver figura 47).

La figura 48 muestra los resultados de las bandas alfa 1 y 2, de la correlación intrahemisférica derecha, en la que f4-fc y c4-fc, presentan una tendencia similar hacia incrementar sus valores de la Tarea 1, a la 2, y de ésta hacia la 3, distinguiéndose diferencias significativas entre: T1 y T2, T1 y T3; la línea base final tiene puntuaciones parecidas a las de T3; la línea base inicial se encuentra por debajo de T2 y T3, pero por arriba de T1; la LBM, está por arriba de T1, y al nivel de T2 y T3. Las derivaciones p4-fc, presenta un patrón de decrementó, que va de la Tarea 1 a la T2, y de ésta hacia la T3, mostrando diferencias significativas entre: T1 y T2; la LBF tiene valores parecidos a los de T3; la LBI está por arriba de T1 y T3, y a la par de T2; la LBM, está por debajo de las tres tareas.

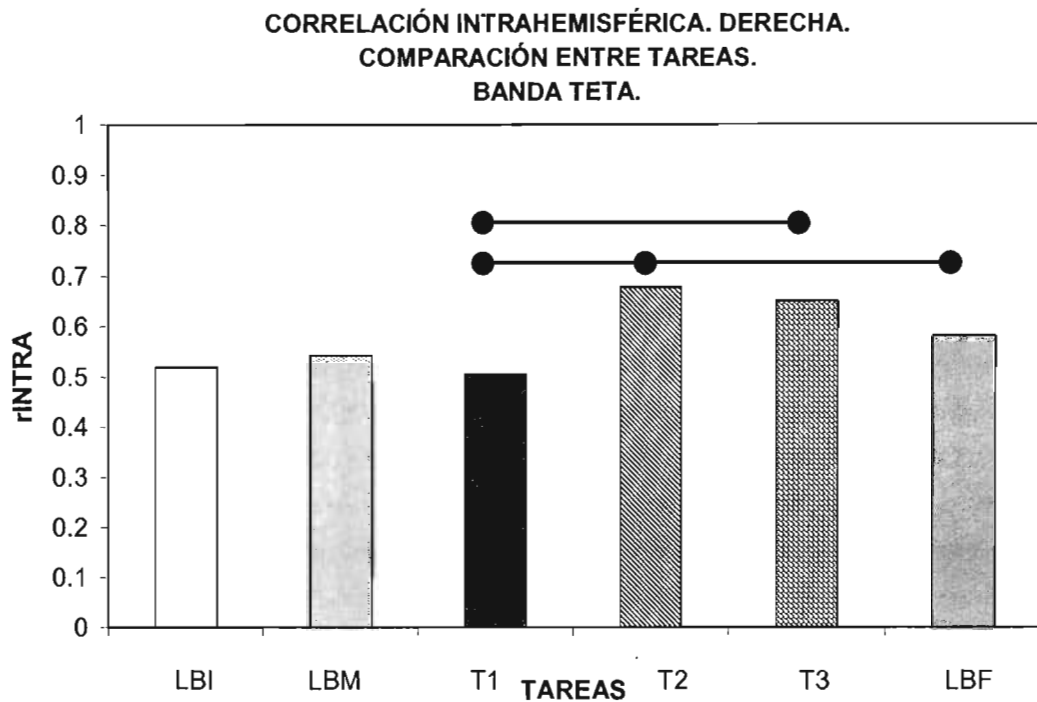


FIGURA 37. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

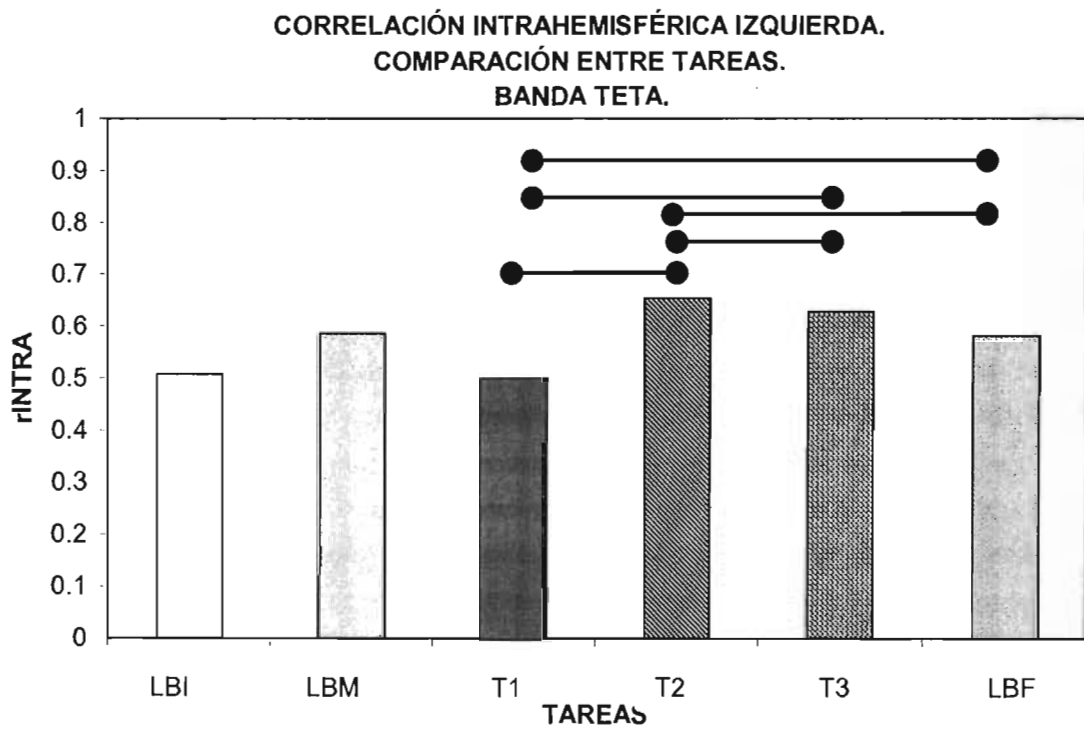


FIGURA 38. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
COMPARACIÓN ENTRE TAREAS.
BANDA ALFA 1.**

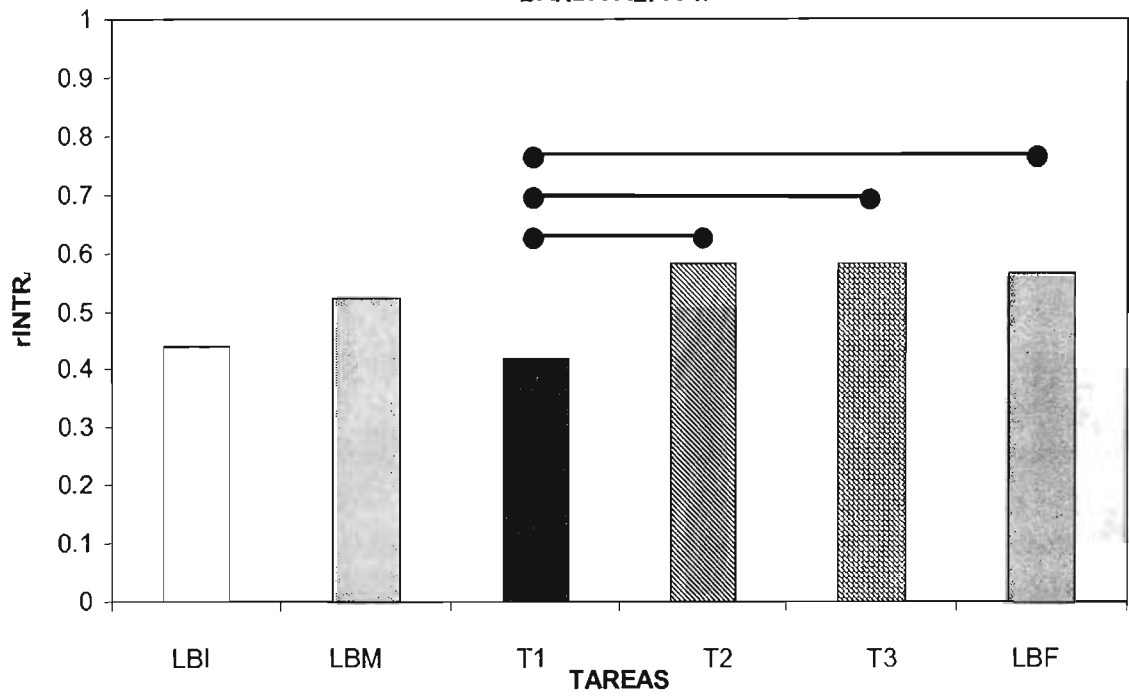


FIGURA 39. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
COMPARACIÓN ENTRE TAREAS.
BANDA ALFA 1.**

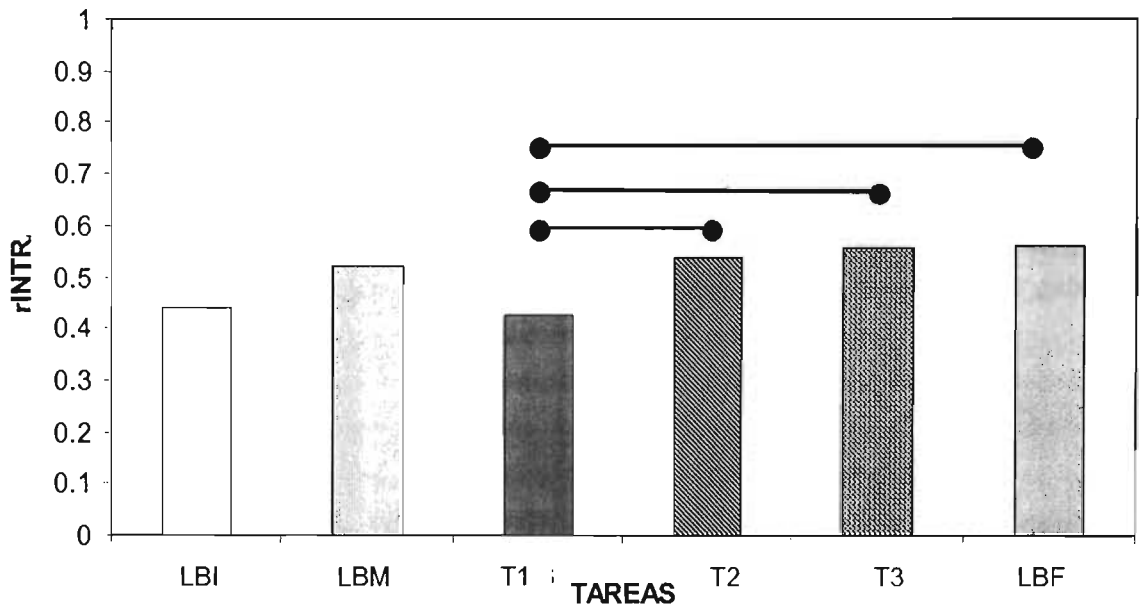


FIGURA 40. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
COMPARACIÓN ENTRE TAREAS.
BANDA ALFA 2.**

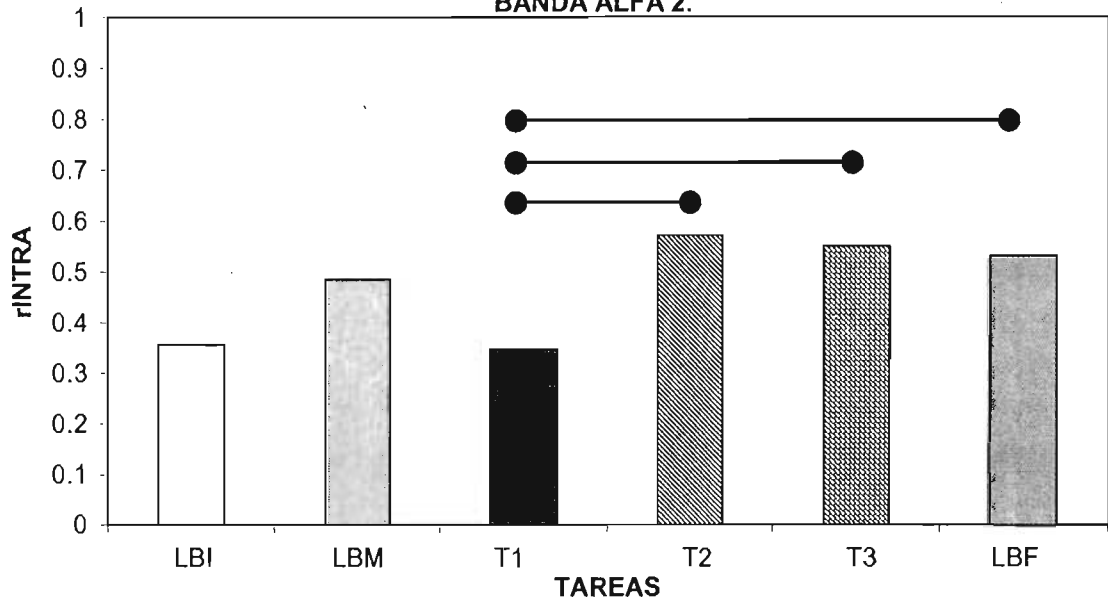


FIGURA 41. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
COMPARACIÓN ENTRE TAREAS.
BANDA ALFA 2.**

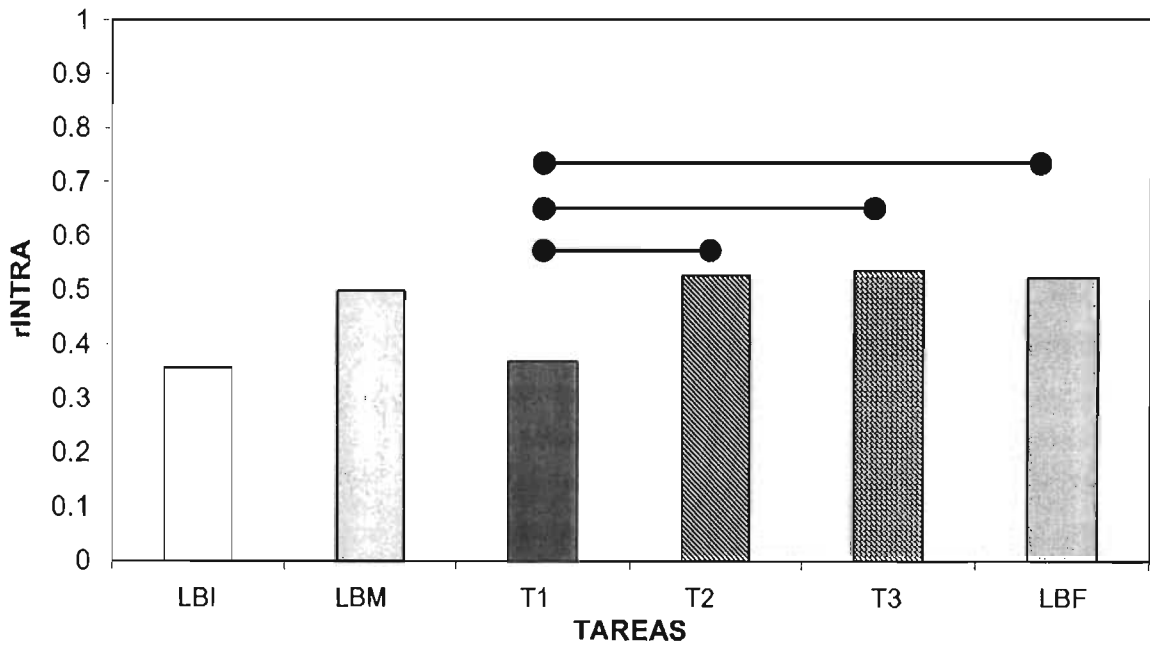


FIGURA 42. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
COMPARACIÓN ENTRE TAREAS.
BANDA BETA 1.**

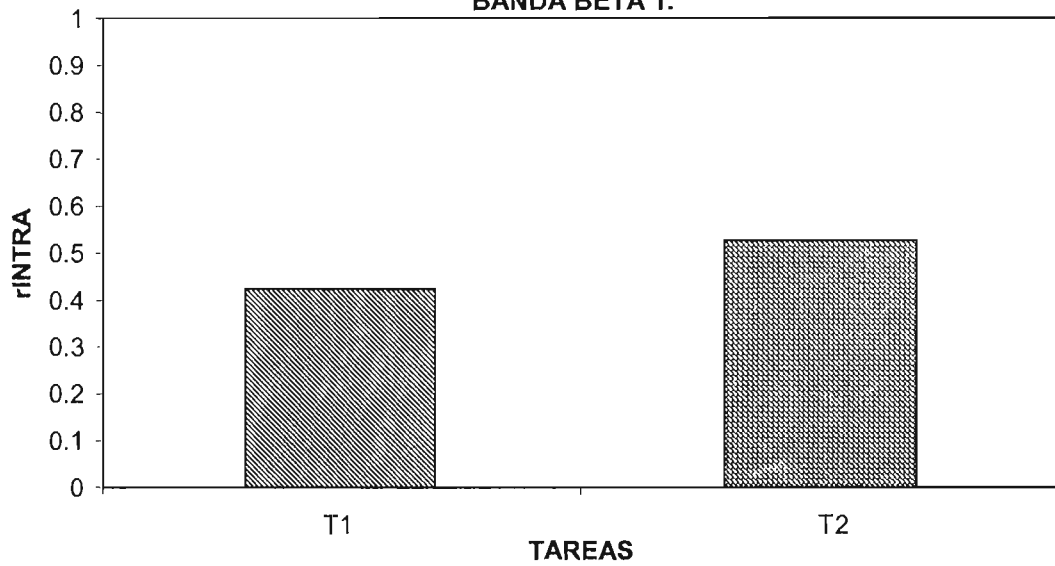


FIGURA 43. Comparación significativas entre las tareas con logotipos.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
COMPARACIÓN ENTRE TAREAS.
BANDA BETA 1.**

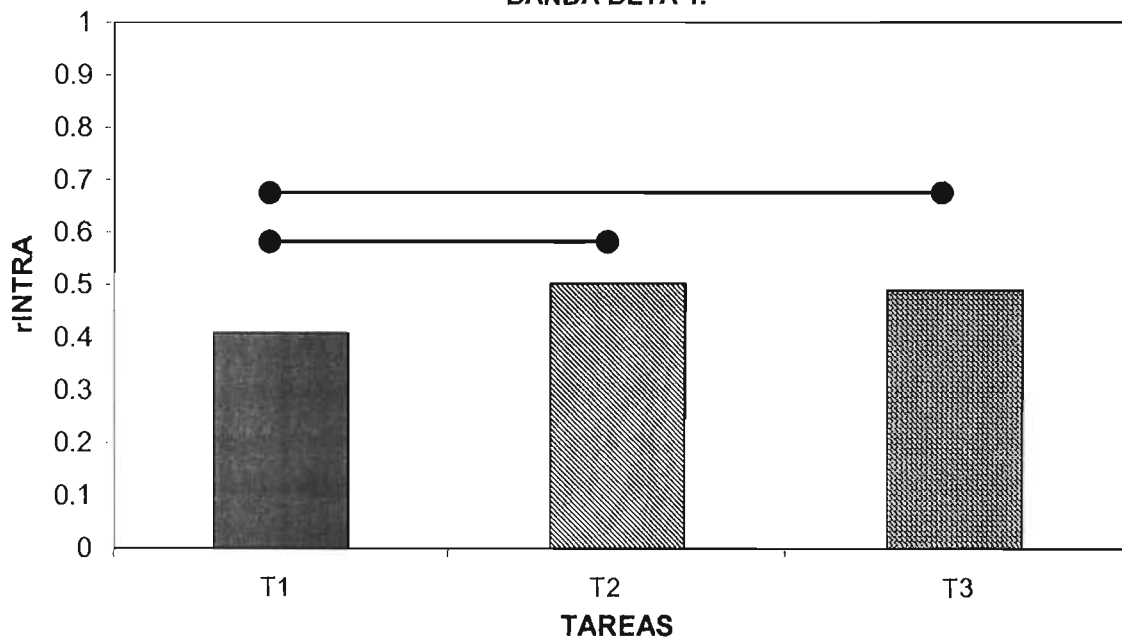


FIGURA 44. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
COMPARACIÓN ENTRE TAREAS.
BANDA BETA 2.**

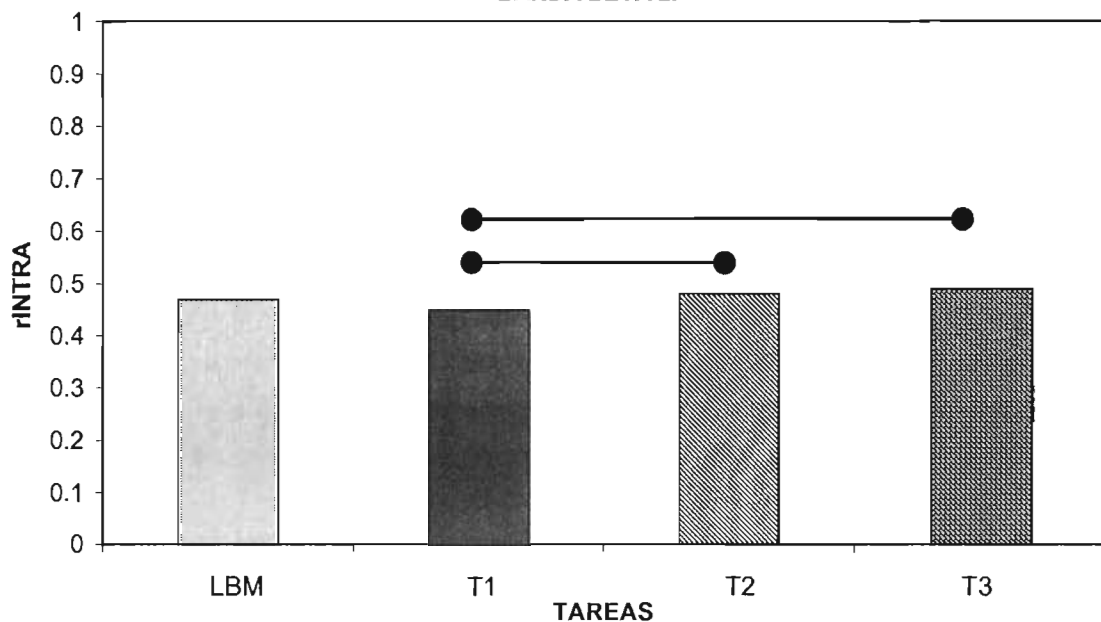


FIGURA 45. Comparación entre las tareas con logotipos. La línea negra muestra las diferencias significativas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
SEGUNDO COMPONENTE.
BANDA TETA.**

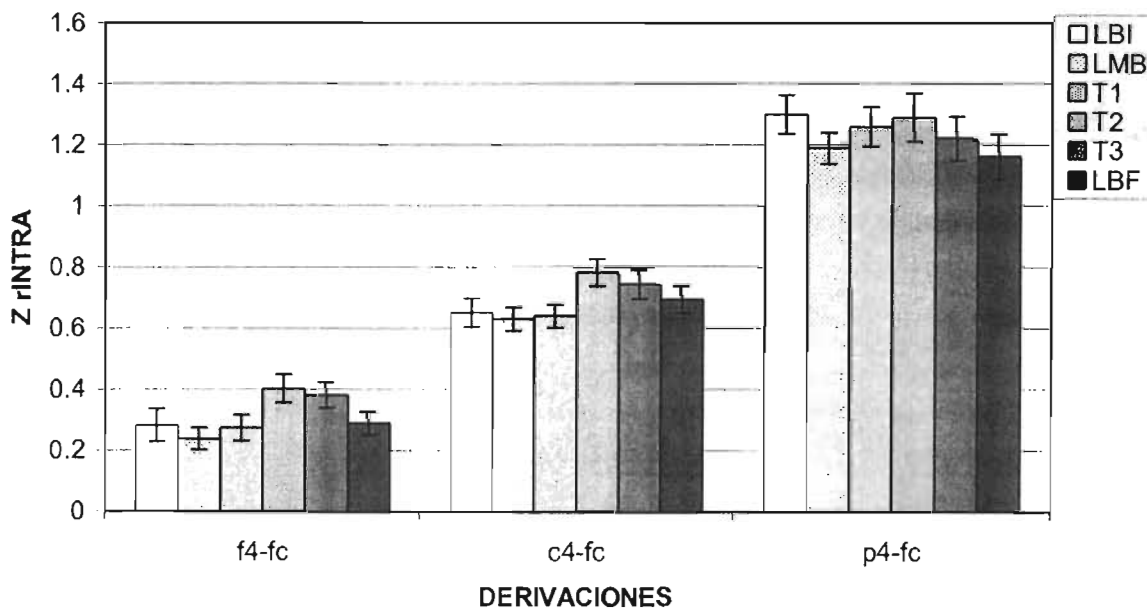


FIGURA 46. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica derecha. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
SEGUNDO COMPONENTE.
BANDA TETA.**

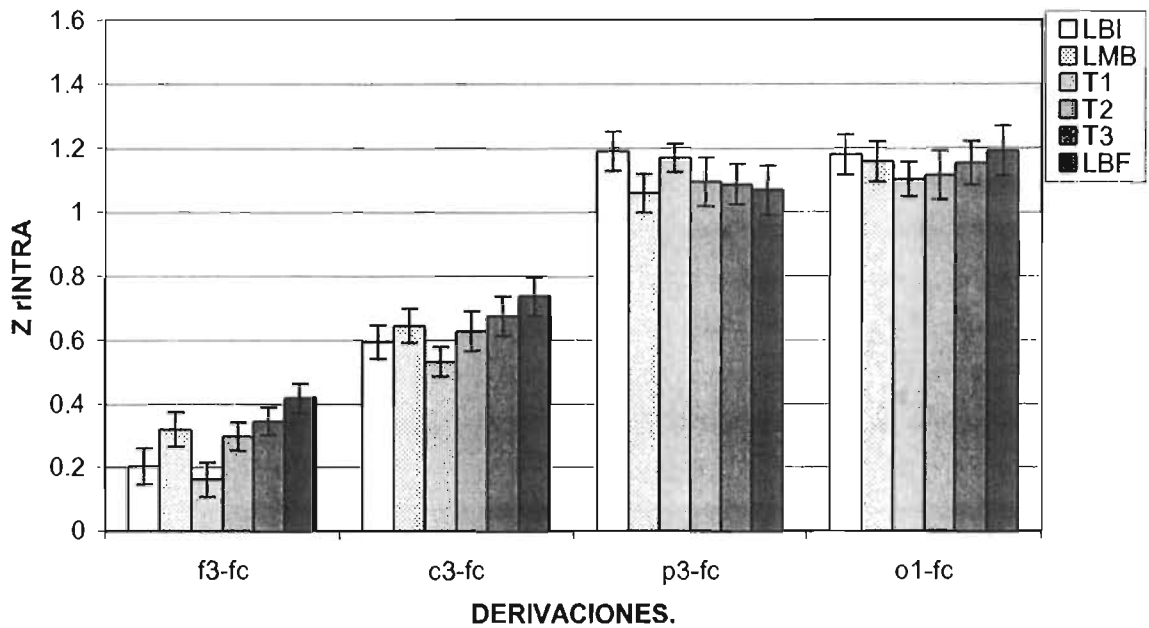


FIGURA 47. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica izquierda. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
SEGUNDO COMPONENTE.
BANDA ALFA.**

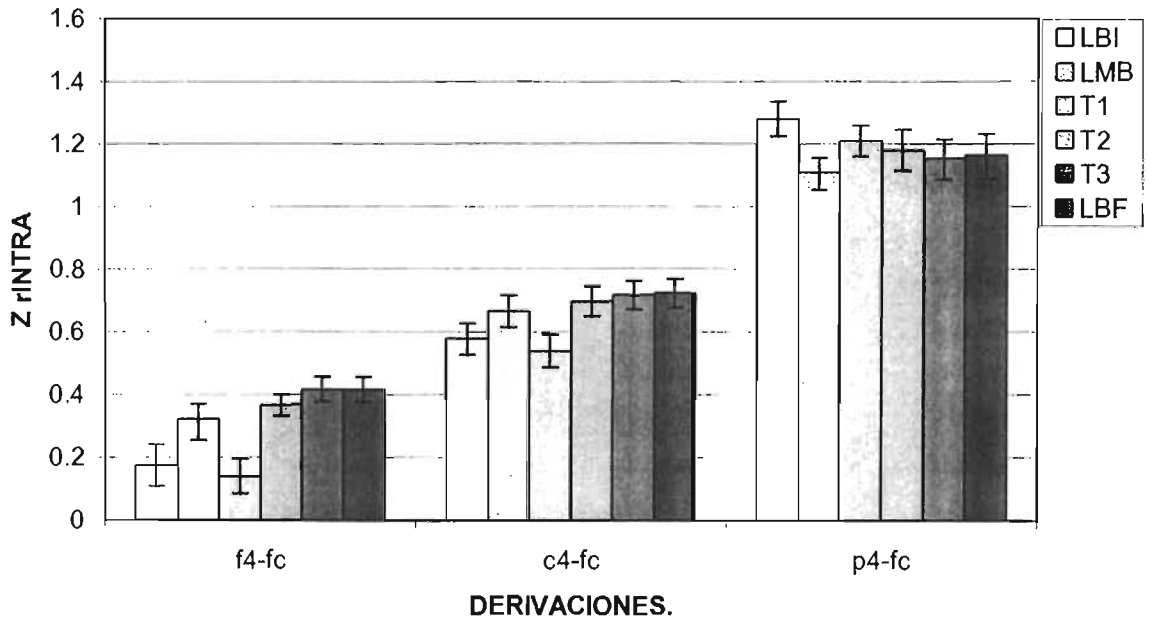


FIGURA 48. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica derecha. Diferencias entre derivaciones y tareas.

En lo que respecta a la banda beta 1, en el HD, los resultados indican que en las derivaciones f4-fc y c4-fc, los valores de correlación tienden a incrementarse de la Tarea 1 a la 2, y después se decremantan hacia la T3. Existen diferencias significativas entre T1 y T2; T1 y T3, así como entre: T1 y LBF. Las derivaciones p4-fc, muestran una tendencia hacia decremantar las puntuaciones de la T1, hacia la 2, y de ésta a la T3; la línea base final se encuentra por debajo de las tres tareas, y la LBI, por arriba de ellas; la LBM se encuentra con valores parecidos a los de T1 (ver figura 49).

La figura 50 muestra los resultados de la banda beta 1, en el HI, en ésta se observa que en las derivaciones f3-fc y c3-fc, las puntuaciones de la correlación se incrementan de la Tarea 1 a la 2, y de ésta hacia la 3; observándose también diferencias significativas entre: T1 y T2, T1 y T3, y T1 y LBF. La línea base inicial se encuentra por debajo de las tres tareas, y la LBM, por arriba de la T1, y con valores parecidos a los de T2 y T3. Las derivaciones t5-o1 y t5-fc, presentan una tendencia hacia incrementar la correlación, de la Tarea 1 a la 2, y después hacia la 3. Se aprecian diferencias significativas entre: T1 y T2, T1 y T3, así como entre T1 y LBI; ésta última tiene valores similares a los de las tareas 2 y 3; la línea base inicial, está por arriba de las tres tareas y la línea base con movimiento por debajo de T1 y por arriba de T2 y T3.

La figura 51 muestra las bandas y derivaciones que participaron en forma significativa en el tercer componente.

En el hemisferio derecho, en la banda teta, los resultados indican que las puntuaciones de la correlación en: f4-t6, f4-p4, f4-o2, f4-fc, c4-t6, c4-p4 y p4-o2, se incrementan de la Tarea 1 a la 2, y de ésta se decremantan hacia la Tarea 3. Existen diferencias significativas entre: la T1 y la 2; la T1 y la 3; la T1 y LBF; los valores de la línea base inicial se encuentra por arriba de la Tarea 1, y por debajo de las otras dos tareas; la LBM, está por debajo de las tareas 2 y 3, pero por arriba de la T1. En lo que respecta a f4-c4, los valores se decremantan de la T1 a T2, y después se incrementan hacia T3; la línea base final está por debajo de las tres tareas, y la LBM, por debajo de ellas; la LBI, se encuentra al mismo nivel de T2 y T3. En las derivaciones c4-o2, las puntuaciones se incrementan de la Tarea 1 a la 2, y de ésta hacia la 3; la LBF está por debajo de la T2 y 3; la LBI y LBM, está por arriba de T1, y por debajo de T2 y T3 (ver figura 52).

La banda alfa 2, del HD, presenta en las derivaciones f4-c4, f4-t6, f4-p4 y f4-o2, un incremento de sus valores de correlación, que va de la Tarea 1, a la 2, y de ésta hacia la T3. Se distinguen diferencias significativas entre: T1 y T2, T1 y T3, T1 y LBF. La LBI se encuentra por debajo de las tres tareas, y la LBM, por arriba de T1. Las derivaciones: c4-o2, c4-p4, c4-t6 y p4-o2, presentan una tendencia hacia incrementar sus puntuaciones de la T1, hacia la T2, y después se decremantan hacia T3. Las diferencias significativas entre las tareas son semejantes a las reportadas en las derivaciones anteriores. La LBI se encuentra por arriba de T1 y por debajo de T2 y T3; la LBM, también está por arriba de T1 y por debajo de T2 y 3 (ver figura 53).

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
SEGUNDO COMPONENTE.
BANDA BETA 1.**

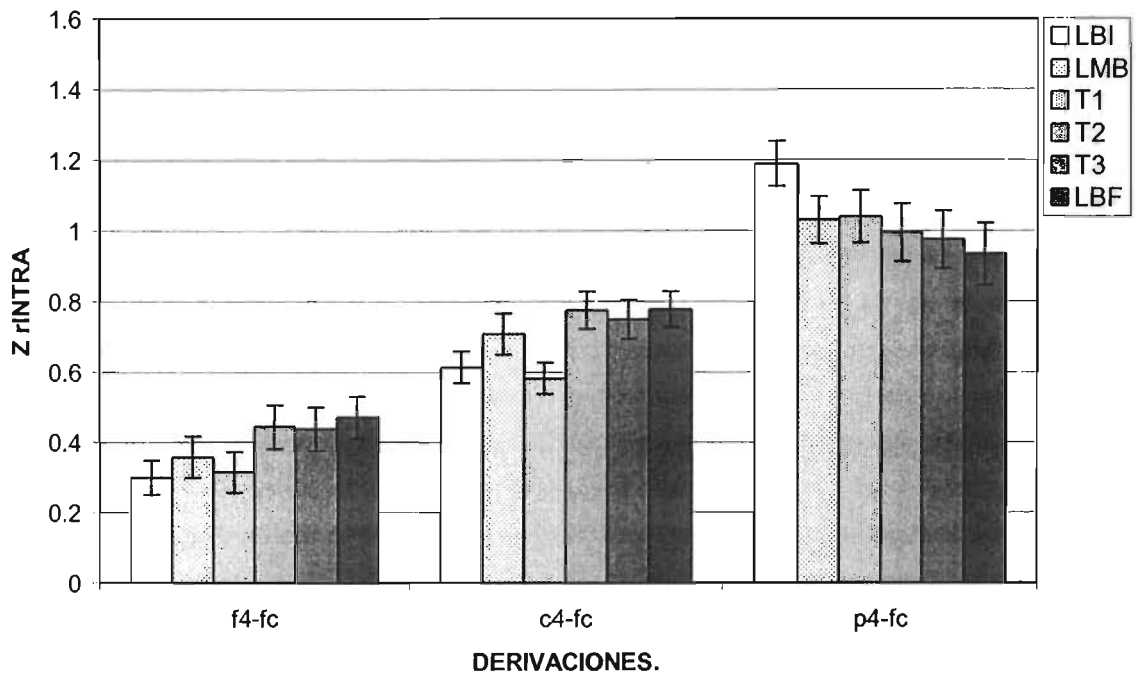


FIGURA 49. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica derecha. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
SEGUNDO COMPONENTE.
BANDAS BETA 1.**

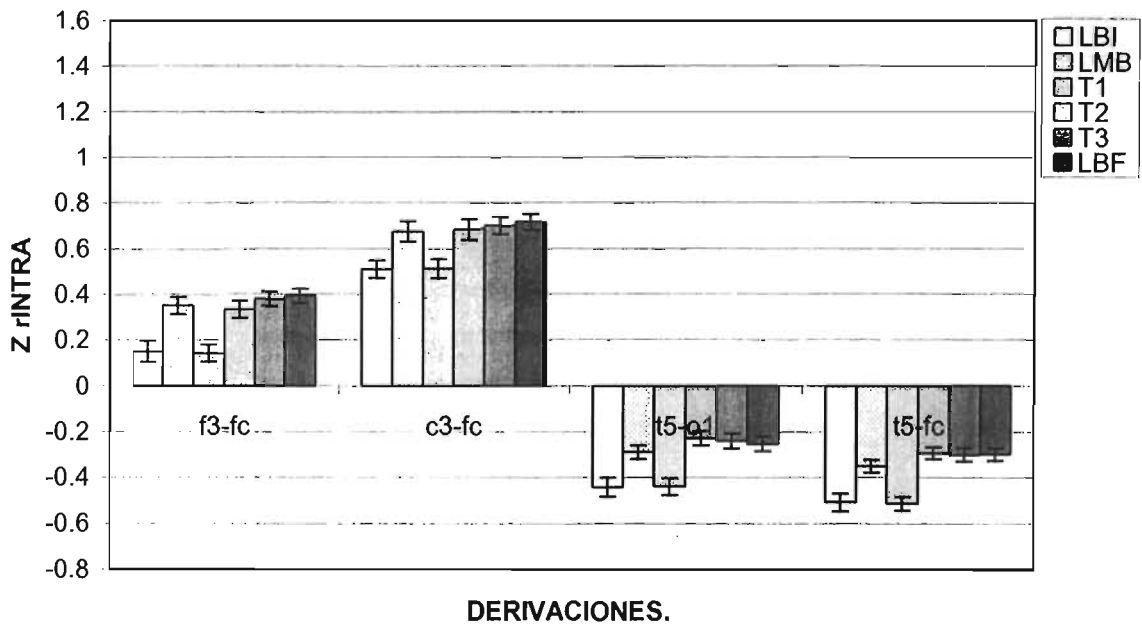


FIGURA 50. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica izquierda. Diferencias entre derivaciones y tareas.

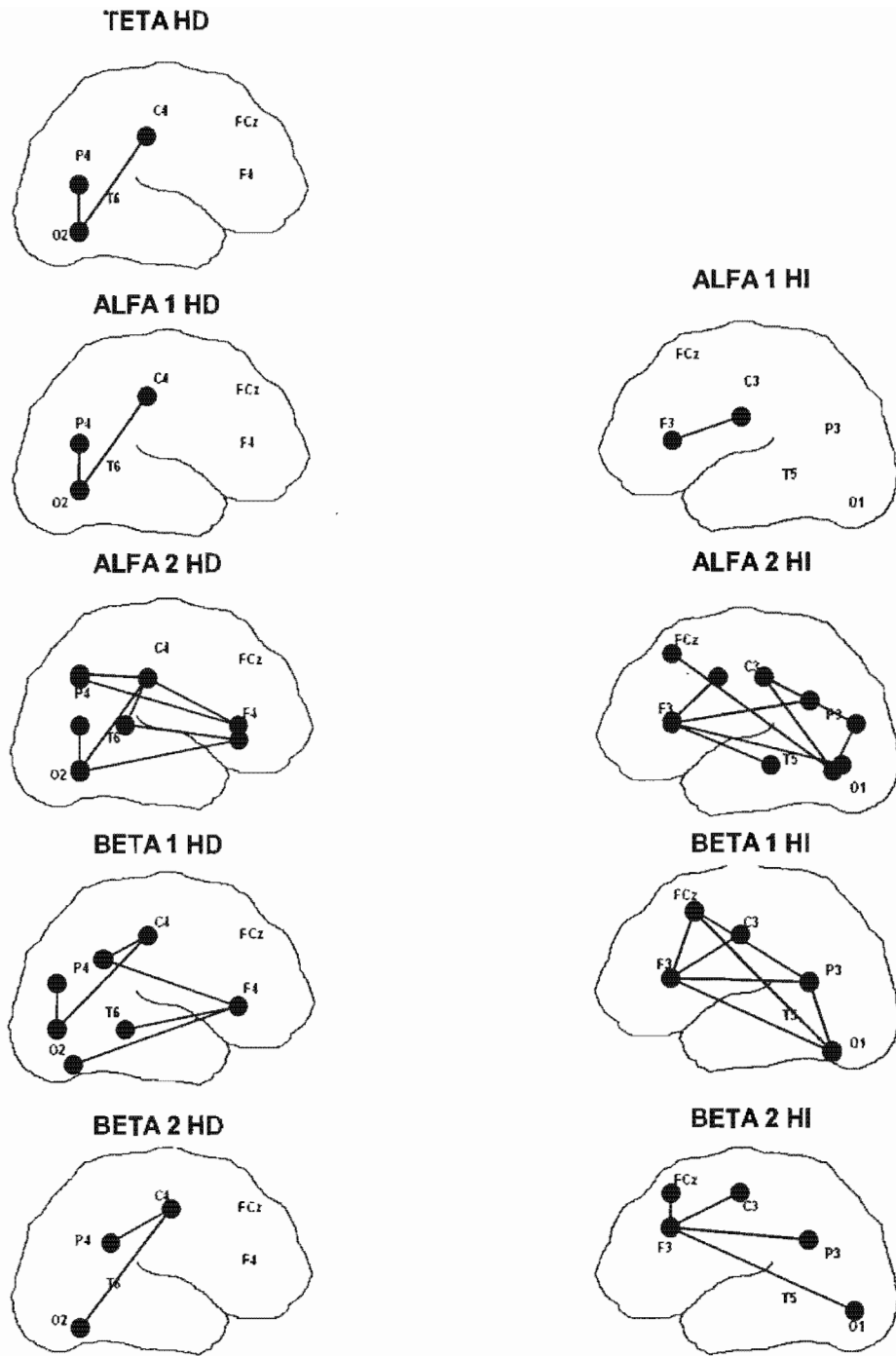


FIGURA 51. Bandas y derivaciones que participan en el tercer componente.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
TERCER COMPONENTE.
BANDA TETA.**

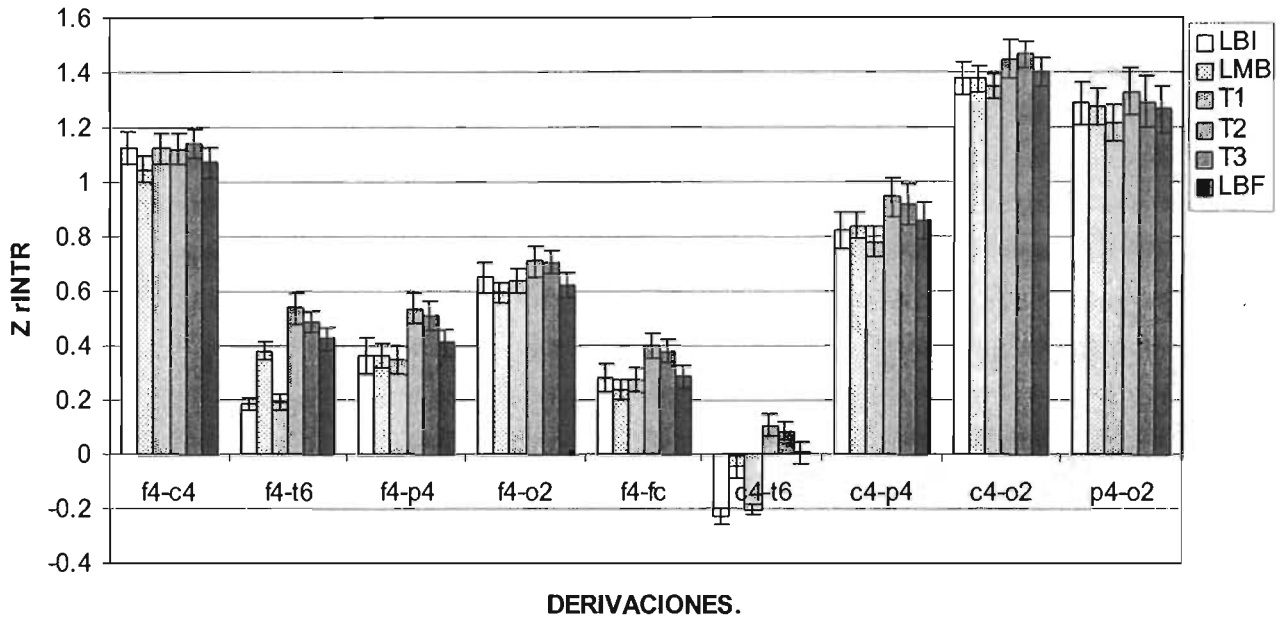


FIGURA 52. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica derecha. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
TERCER COMPONENTE.
BANDA ALFA 2.**

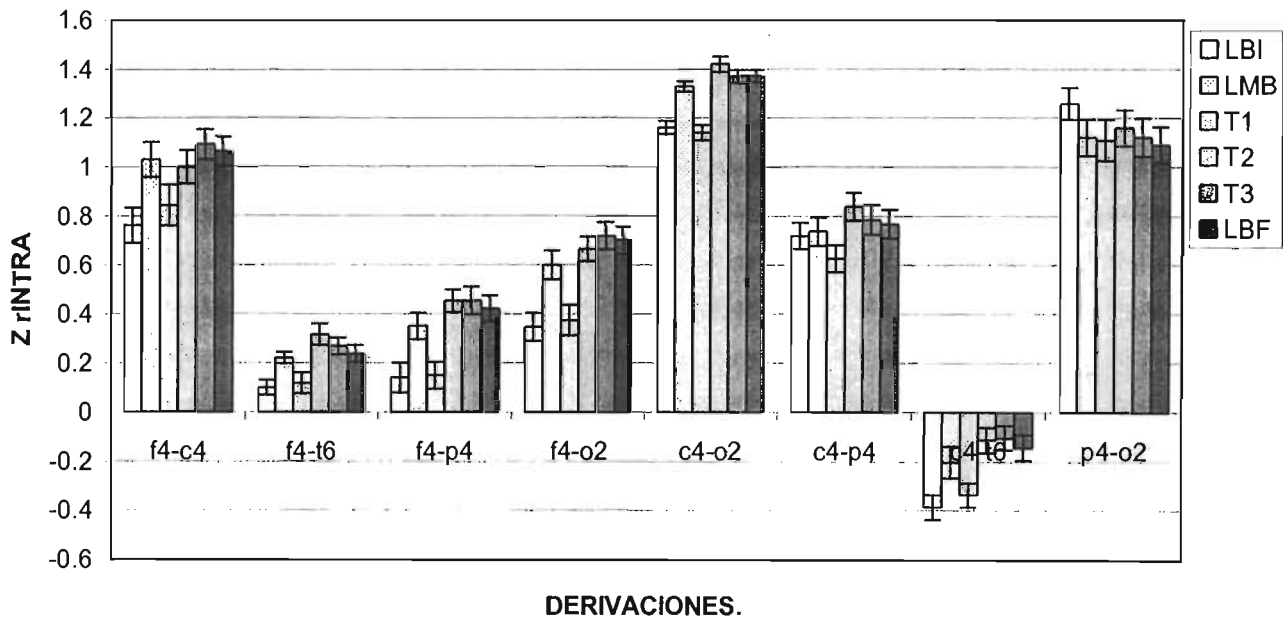


FIGURA 53. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica derecha. Diferencias entre derivaciones y tareas.

Los resultados de las bandas alfa 1 y 2, del HI, se observan en la figura 54, en la que se puede distinguir que las derivaciones: f3-c3, f3-p3, f3-o1, c3-p3 y c3-o1, tienden a incrementar sus valores de correlación de la Tarea 1 a la 2, y de ésta hacia la 3. También se observan diferencias significativas entre: la T1 y T2, T1 y T3, así como T1 y LBF. La línea base inicial se encuentra por debajo de las tareas, y la línea base con movimiento por arriba de ellas. Las derivaciones: f3-t5, p3-o1, p3-fc y o1-fc, presentan una tendencia hacia incrementar sus puntuaciones de la Tarea 1 a la 2, y de ésta se decremanta hacia la T3.

En lo que respecta a los resultados de las banda beta 1 y 2, de la correlación intrahemisférica derecha, denotan que en las derivaciones: f4-c4 y f4-t6, las puntuaciones se decremantan de la T1 a la 2, y de ésta se incrementa hacia la 3, la LBF presenta valores semejantes a los de T3. La LBI, se encuentra por debajo de las tareas 1 y 2, pero por arriba de T3. Las derivaciones f4-p4 y t6-fc, tienden a incrementar sus valores de T1 a T2, y después hacia T3 (ver figura 55).

Las bandas beta 1 y 2, del HI, presentan en las derivaciones: f3-p3, f3-o1 y f3-fc, que los valores de correlación se incrementan de la T1 a la T2, y después se decremantan hacia T3. También se aprecia que la LBF, se encuentra en la misma posición que la T3; la LBI, está por arriba de T1, pero por debajo de T2 y T3. Además se observan diferencias significativas entre: la T1 y T2, T1 y T3, y T1 y LBF. Las derivaciones p3-o1 y o1-fc, tienden a incrementar sus puntuaciones de la Tarea 1 a la 2, y de ésta hacia la Tarea 3; la LBF está por debajo de la Tarea 2 y 3, pero por arriba de la T1. En lo que respecta a: f3-c3, se observa que sus valores se decremantan de la Tarea 1 a la 2, y de ésta hacia la 3; su línea base final tiene puntuaciones parecidas a las de la T3; la LBI y LBM está por arriba de las tres tareas. Y por último: p3-fc, se decremanta de T1 a T2, y después se incrementa hacia T3; la LBF está por debajo de las tres tareas, y la LBI y LBM, por arriba de ellas (ver figura 56).

La figura 57 muestra las bandas y derivaciones que se encontraron como significativas en el cuarto componente.

En la banda alfa 1, del HD, los resultados indican que las puntuaciones de la correlación tienden hacia incrementarse de la Tarea 1, a la 2, y de ésta hacia la 3; la línea base final se encuentra por arriba de la Tarea 1, pero semejante a T2 y T3; la línea base inicial está por arriba de T1 y por debajo de T2 y T3, en las derivaciones f4-c4 y f4-p4, en las que también se distinguen diferencias significativas entre: T1 y T2, T1 y T3, y T1 y la línea base final. En f4-t6 se observan las mismas diferencias significativas entre las tareas, pero la tendencia en los valores de correlación es hacia incrementarlos de T1 a T2, y después se decremantan hacia T3 (ver figura 58).

La figura 59 muestra los resultados de la banda teta, del HI, en los cuales se aprecia que la tendencia en las derivaciones: f3-t5 es hacia incrementar sus valores de T1 a T2, y después se decremantan hacia T3; la línea base final está por debajo de T2 y T3, pero por arriba de T1; la LBI

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
TERCER COMPONENTE.
BANDA ALFA.**

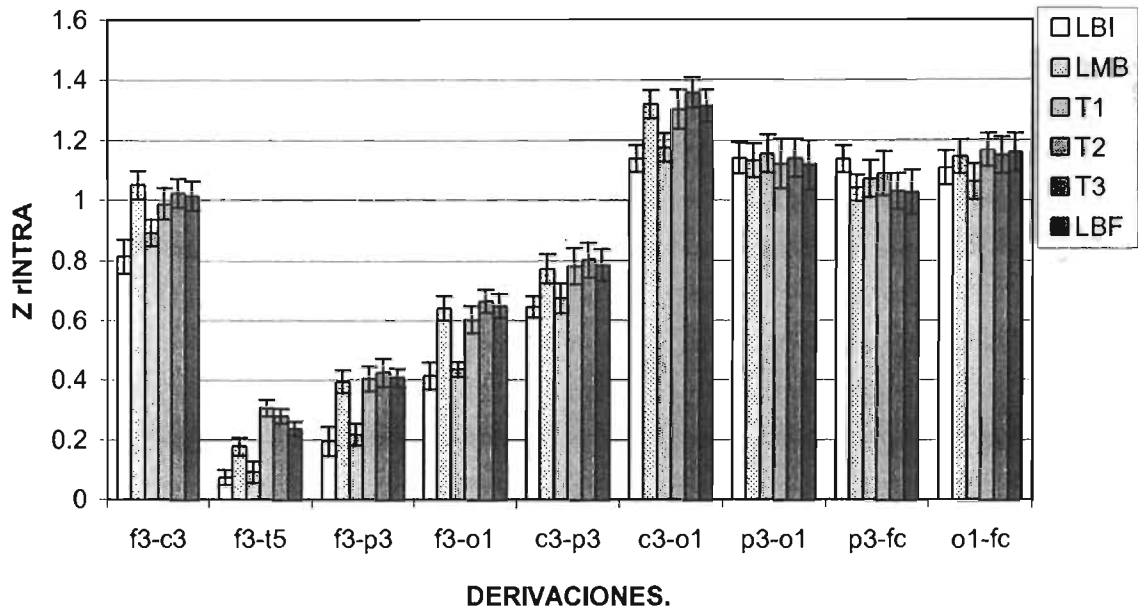


FIGURA 54. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica izquierda. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
TERCER COMPONENTE.
BANDA BETA.**

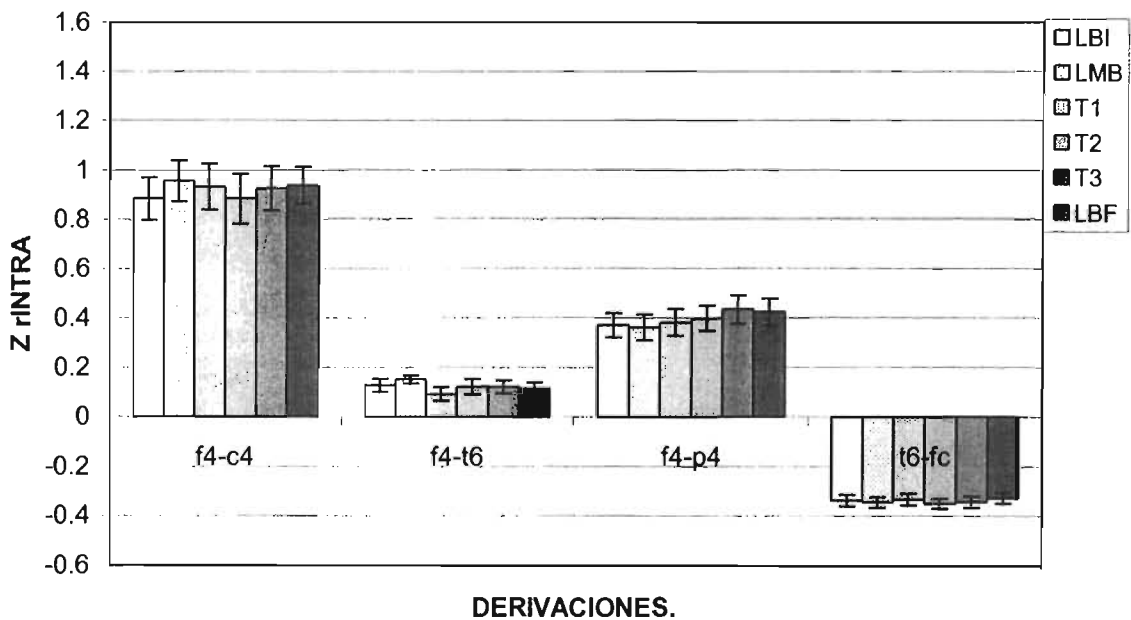


FIGURA 55. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica derecha. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
TERCER COMPONENTE.
BANDAS BETA.**

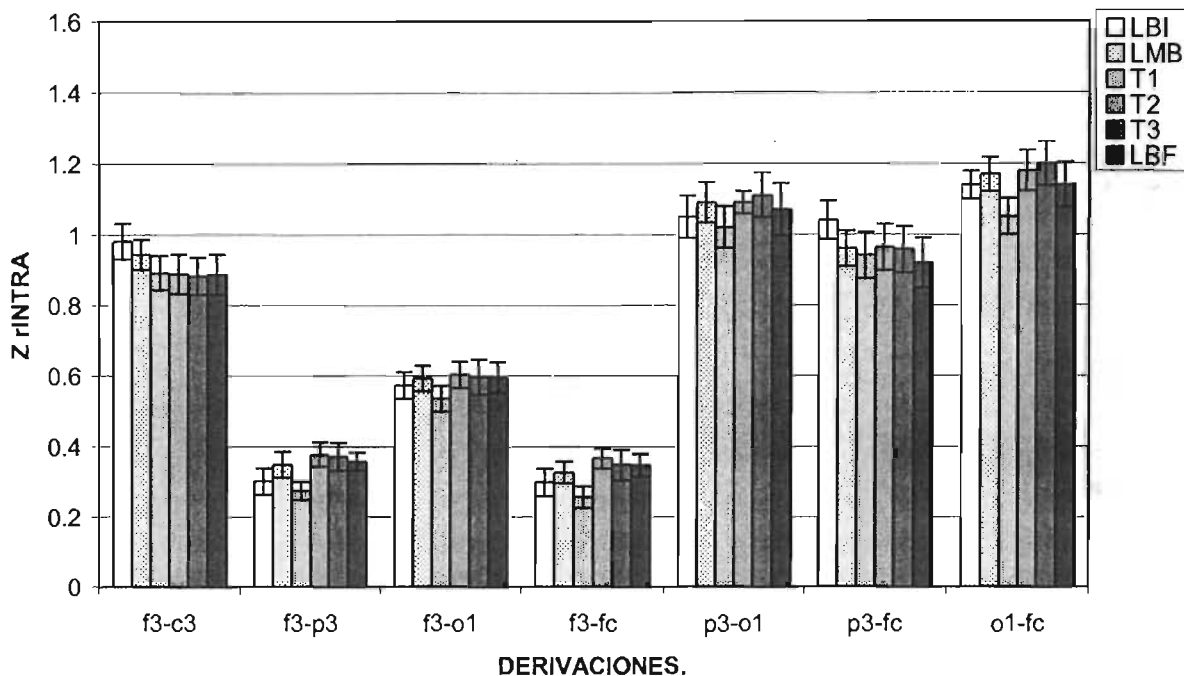


FIGURA 56. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica izquierda. Diferencias entre derivaciones y tareas.

se encuentra por debajo de las tres tareas, y la LBM, por arriba de T1 y por debajo de T2 y T3. Las derivaciones: f3-p3 y c3-t5, presentan la misma tendencia que las anteriores derivaciones, solo que en éstas se encontraron diferencias significativas entre las tareas, por lo que T1 es diferente de T2, T1, de T3, y T1 de la LBF; la LBI está por debajo de las tres tareas, y la LBM, por arriba de T1, pero por debajo de T2 y T3. Las derivaciones: c3-p3, presentan diferencias significativas entre: la Tarea 1 y la 2, T1 y T3, y T1 y LBF. Su tendencia se aprecia hacia el incremento de la correlación, de la T1 a T2, y de ésta hacia T3; la LBI se encuentra por arriba de T1, pero por debajo de T2 y T3, y la LBM, está por arriba de T1 y similar a T2 y T3.

Las bandas alfa 1 y 2, del HI, presentan en las derivaciones: f3-t5 y c3-t5, una tendencia hacia incrementar las puntuaciones de la Tarea 1 a la 2, y después se decremanta hacia T3, se observan diferencias significativas entre: T1 y T2, T1 y T3, y T1 y LBF. Las tres líneas base están por debajo de las tareas 2 y 3, pero por arriba de la Tarea 1. En las derivaciones: f3-p3, f3.o1, c3-p3, y c3-o1, se encontraron diferencias significativas entre: T1 y T2, T1 y T3, así como entre, T1 y la LBF. Los valores de la LBI se encuentran por arriba de T1, pero por debajo de T2 y 3; la LBM, está por arriba de T1 y por debajo de las tareas 2 y 3. Por último, las derivaciones p3-o1, presentan un decrementó de sus valores de la Tarea 1 hacia la 2, y después se incrementa hacia la 3 (ver figura 60).

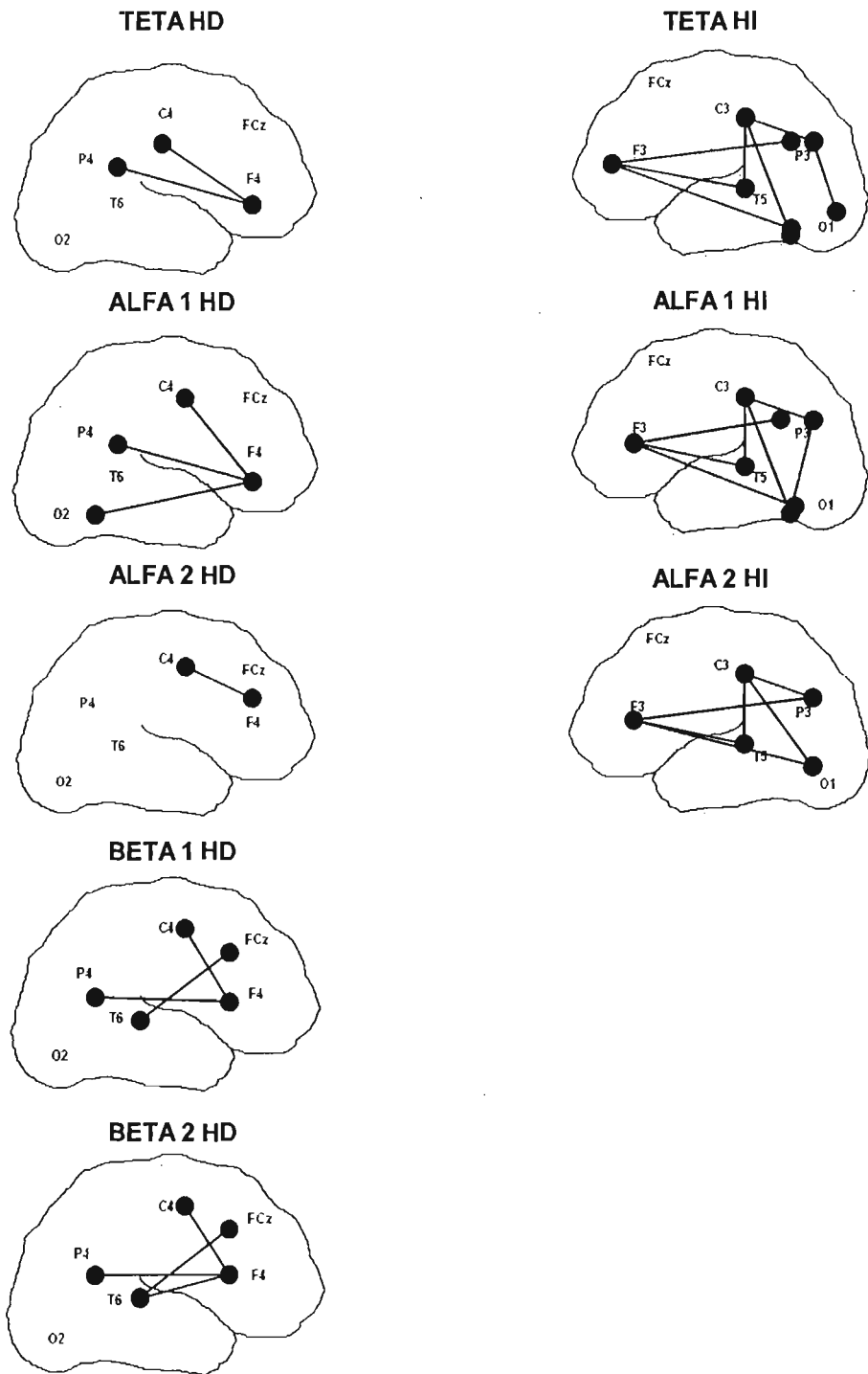


FIGURA 57. Bandas y derivaciones que participan en el cuarto componente.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
CUARTO COMPONENTE.
BANDA ALFA 1.**

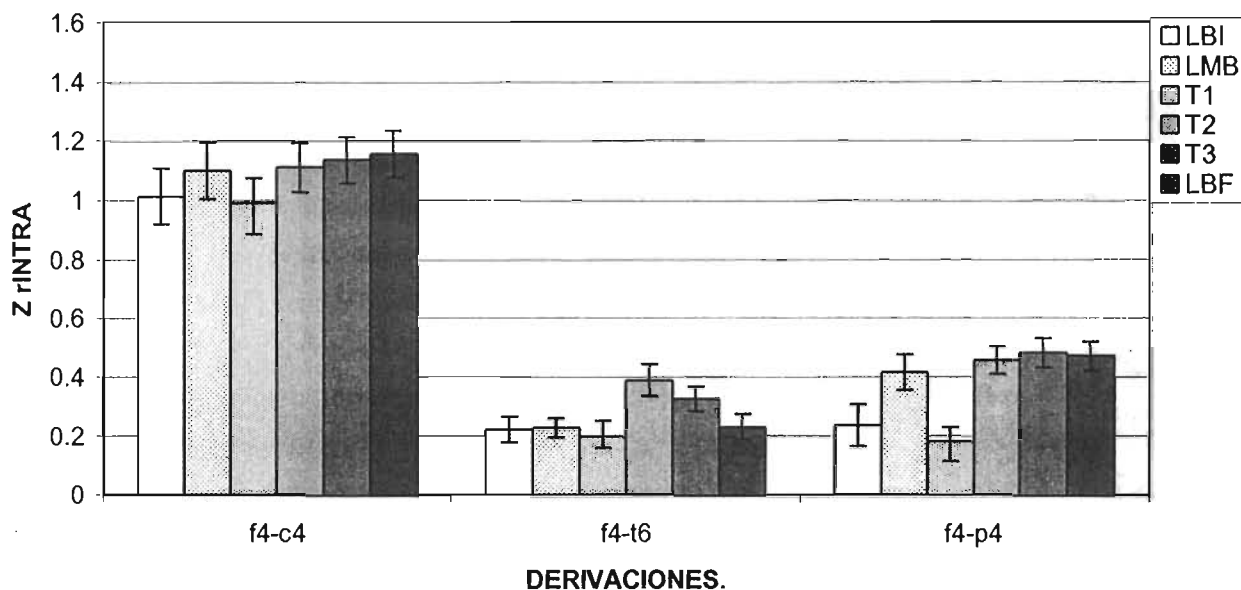


FIGURA 58. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica derecha. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
CUARTO COMPONENTE.
BANDA TETA.**

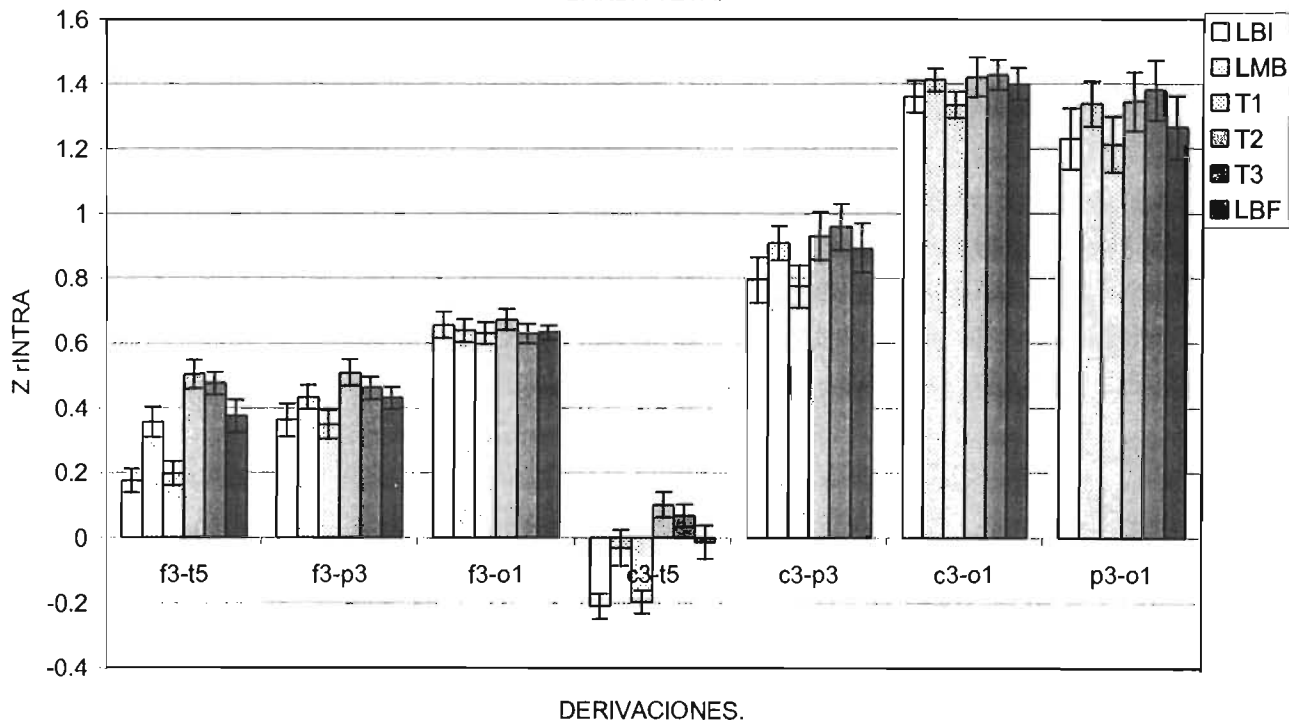


FIGURA 59. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica izquierda. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA IZQUIERDA.
CUARTO COMPONENTE.
BANDA ALFA.**

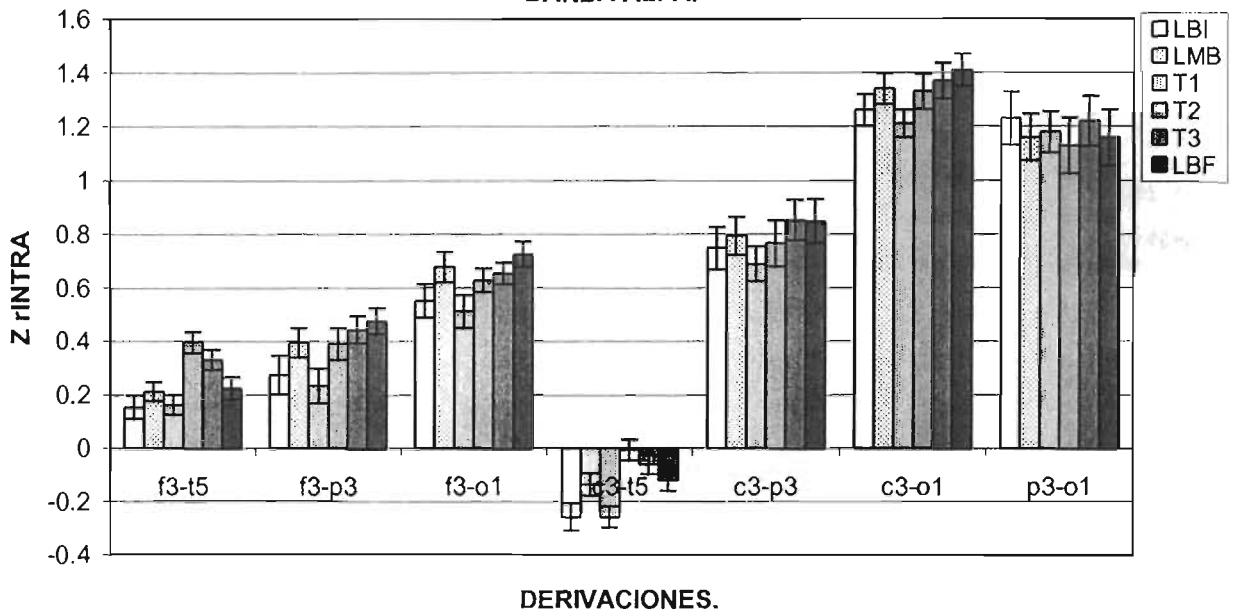


FIGURA 60. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica izquierda. Diferencias entre derivaciones y tareas.

**CORRELACIÓN INTRAHEMISFÉRICA DERECHA.
CUARTO COMPONENTE.
BANDA BETA.**

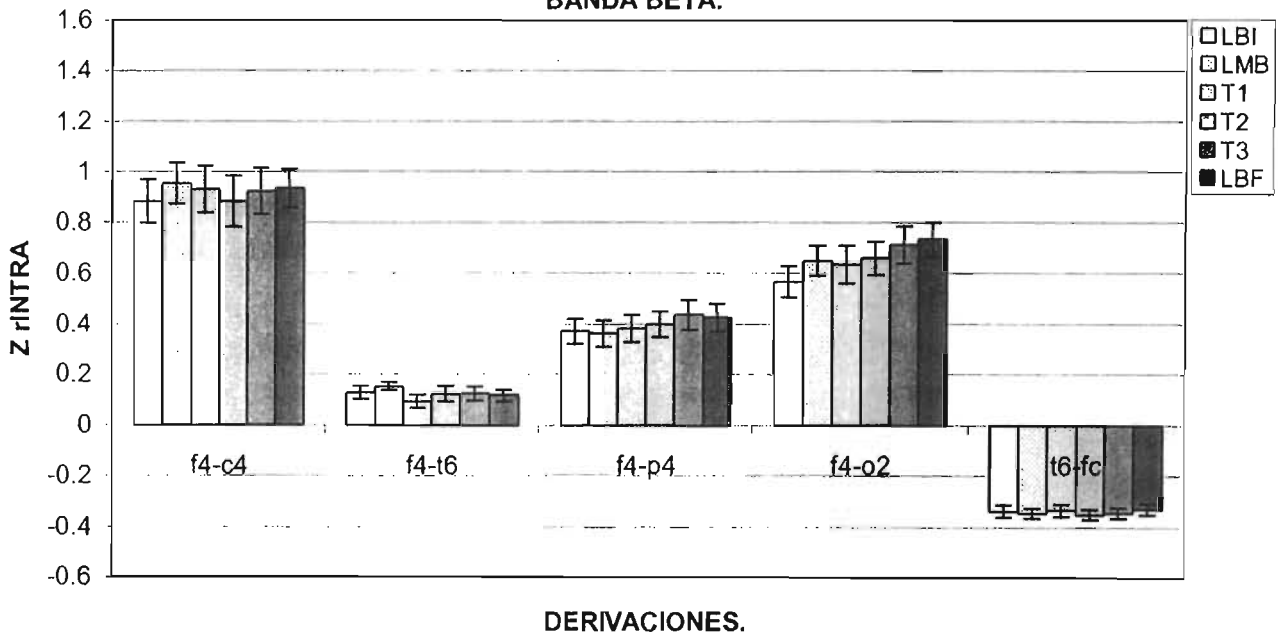


FIGURA 61. Media y error estándar de la correlación intrahemisférica derecha. Diferencias entre derivaciones y tareas.

La figura 61 muestra los resultados de la banda beta 1 y 2, de la correlación intrahemisférica derecha, en los que se observa que en las derivaciones: f4-p4, f4-o2 y t6-fc, los valores se incrementan de la Tarea 1 a la 2, y de ésta hacia la 3; la LBF, se encuentra por arriba de la Tarea 2 y 3, pero semejante a la T1; la LBI y LBM, se encuentran con puntuaciones cercanas a las de la Tarea 1. Las derivaciones: f4-c4, la tendencia es hacia decrementar sus valores de la Tarea 1 a la Tarea 2, y después se incrementan hacia la Tarea 3; la LBF se encuentra por arriba de la Tarea 2 y 3; la LBI y LBM, se encuentran con valores cercanos a los de T2 y 3, pero semejantes a los de T1. Por último, las derivaciones: f4-t6, incrementan sus puntuaciones de la Tarea 1, a la 2, y después los decrementan hacia la Tarea 3. La LBF y LBI, están cercanas a los valores de las tareas, pero la LBM, está por arriba de la Tarea 1. No se aprecian diferencias entre las tareas.

III. DISCUSIÓN

En relación a la escala de abstracción construida con los Tangramas, que fue aplicada junto con el DAT a una población femenina y masculina, los resultados corroboran la propuesta de Yankelevich (1986), en la que argumenta el vínculo que existe entre el tiempo de resolución y el nivel de abstracción, mostrando un gradiente de complejidad en los tangramas, que es similar al presentado en las subescalas de RA y RE, y que es constatado con la población que coincidió en puntuaciones altas en ambas pruebas (Tangramas y DAT). Dicho vínculo no se ve afectado al ampliar el rango de medición de la escala a 9 Tangramas más.

En lo que respecta a las diferencias de sexo, se ha reportado en la literatura (Kim; Michael, 1995) que dependiendo del tipo de tarea, se da un mejor desempeño en las mujeres o en los hombres, en cuanto a velocidad y tipo de respuesta, siendo las tareas verbales las principalmente analizadas, y en las que se ha hecho énfasis de diferencias en el desempeño de la población femenina. Y en hombres la evidencia se orienta hacia describir una mayor actividad en la región inferior del lóbulo parietal, y una lateralización acentuada hacia el hemisferio derecho de las funciones cerebrales de las regiones frontal lateral y medial, temporal medial y occipitoparietal durante la ejecución de tareas espaciales. La discusión se centra en el tipo de estrategia que utiliza la población masculina, que considera a la gestalt como la forma de abordar un problema espacial, mientras que la población femenina, utiliza una estrategia serial-analítica (Furst, 1976; Arce, 1995; Gur, 2000; Weiss, 2003).

Por otro lado, por su definición el Logotipo se podría considerar como una tarea o producto semejante al diseño de un Tangrama, debido a la relación que prevalece en algunas de sus características visuales, mismas que se pueden asociar con el nivel de abstracción y la originalidad. Esta cercanía podría permitir la cuantificación de la originalidad, utilizando la estrategia con la que fue medido el Tangrama y con ello proponer un abordaje sistemático al estudio de la creatividad, considerando el concepto de originalidad, que ha sido descrito como el producto inusual, o aquel que sobresale de la media (Marín, 1980; Fisher, 1994).

Cabe destacar que en la presente investigación se toma en cuenta el producto, junto con el proceso. En este sentido, la Tarea 2 (tangramizar un logotipo) estaría cubriendo por un lado, la síntesis de la imagen, ya de por sí abstracta del logotipo, y por el otro, la manera en que se organizan las piezas para ser jerarquizadas sin que pierdan su contenido informacional. Esta labor podría también vincularse con el proceso mental que fue definido por la psicología cognitiva como "solución de problemas", y con la teoría del pensamiento divergente (Baer, 1993) y emergente (Oxman, 2003) de la creatividad, que han relacionado dicha labor con la estrategia que denominaron "solución creativa", y por lo tanto, los resultados obtenidos de su ejecución conducen a una inferencia directa de la originalidad.

La evidencia obtenida a través de la T2, indica que es posible producir niveles altos de abstracción utilizando los Logotipos tangramizados. En ésta la tendencia en el grupo de hombres y

mujeres es similar, sin embargo al parece la estrategia utilizada por la población femenina hace decaer su producción, hecho que estaría contribuyendo a la hipótesis de las diferencias sexuales en la estrategia en tareas visoespaciales, reportado por Gur (2000) y Weiss (2003). Por lo que tal vez la estrategia serial-analítica asociada con la población femenina, no sería la más apropiada para resolver una labor que involucra una solución original con material visoespacial.

La Tarea 3 (diseñar un logotipo con las piezas del tangrama) está vinculada con lo que podría denominarse una tarea creativa "típica", por considerar que implica "una lluvia de ideas" en la que se demanda un producto en función de una meta, a través de la cual se puede apreciar también su proceso, y que se ha utilizado para investigar los postulados de la teoría de los recursos intelectuales (Amabile, 1982) del pensamiento emergente (Oxman, 2003) y del procesamiento de la información (Baer, 1993), en las cuales se propone que la atención se focaliza hacia un objetivo y que la externalización del proceso a través de bocetos permite observar la estrategia relacionada con la meta, pero que el tiempo es un factor ambiental determinante que afecta al resultado. Así que el hecho de no encontrar valores significativos en ambos grupos (hombres y mujeres), entre tiempo y niveles altos de abstracción, podría estar influenciada por la variable tiempo. Tal parece que cuando se demanda un producto original, el tiempo es un factor relevante que puede bloquear o facilitar la estrategia de algunos individuos.

En lo que respecta al registro de la actividad eléctrica cerebral durante el trabajo con Tangramas, se aprecia el decremento de la correlación interhemisférica en cuanto mayor es la demanda de una labor original, estos resultados coinciden con los reportados en la literatura en relación a la lateralización hemisférica durante la ejecución de tareas visoespaciales que demandan un desempeño creativo (Theor, 1976; Cotton, 1980; Goodman, 1980; Martindale, 1983; Kosslin, 1987; Farah, 1987; Palmer, 1990; Davidson, 1990; Wallace, 1993; Yankelevich, 1994; Atchley, 1999; Carlsson, 2000; Rodney, 2001).

Por lo tanto, los valores de correlación intrahemisférica se ven afectados, incrementándose en la Tarea 2, con respecto a la 1, y siendo mayor en la Tarea 3, lo cual sucedió en ambos hemisferios, en bandas lentas: teta y alfa 1, sin embargo, las regiones involucradas fueron distintas, teniendo una participación evidente en el hemisferio derecho: fronto-medial, centro-medial, fronto-temporal y fronto-parietal, estas 2 últimas también involucran a las bandas rápidas (alfa 2 y beta 1). Son resultados que podrían estar relacionados con los hallazgos reportados por Davidson (1990), en los cuales describe una correlación entre las bandas de alfa y beta en las regiones central y parietal, más que en la frontal, en tareas visoespaciales; así como con los resultados de Goodman (1980), en los que describe que un estímulo visual activa la región parieto-temporal derecha; también existe una relación con los trabajos de Weiss (2003), en los que plantea una activación de la región parietal, frontal, temporal y occipital, durante tareas que involucran la imaginación de la rotación de un objeto; de igual manera ocurre con los estudios de Rodney (2001) sobre el proceso creativo, en los que reporta la participación de la región premotora y prefrontal; en esta línea, Carlsson (2000) habla de la activación de la región parieto-temporal derecha.

Por lo tanto, parece que la evidencia en la literatura coincide con los resultados obtenidos en esta investigación y que hacen pensar en una relación de las regiones fronto-medial, centro-medial, fronto-temporal y fronto-parietal con la ejecución de tareas que involucran la originalidad y el manejo del espacio.

En cuanto a los resultados encontrados a través del análisis de correlación en el hemisferio izquierdo, se encontró consistencia en las regiones: fronto-temporal y fronto-parietal. Tanto los datos arriba descritos del hemisferio derecho e izquierdo podrían estar avalando la hipótesis del rol del hemisferio dominante (Cotton, 1980; Ray, 1981) y la de que ambos hemisferios pueden generar imágenes, pero de manera diferente, siendo el hemisferio izquierdo el que produce los detalles de múltiples partes de la imagen, y el derecho, el que genera el esqueleto (Kosslyn, 1987; Palmer, 1990). Y con la hipótesis de la diferencia en las estrategias sexuales, en la cual se postula que los hombres utilizan procesos globales (o gestálticos) (Wallace, 1993; Weiss, 2003) y que se han descrito como gobernados por el hemisferio derecho (Ver Portellano, 1992), sin embargo, para llegar a una conclusión que relacione estos hallazgos y los resultados del presente trabajo, se requiere de una metodología de registro diferente a la utilizada.

En lo referente al patrón similar observado en los resultados de la correlación intrahemisférica derecha e izquierda, en teta y alfa 1, entre la región fronto-centro-medial con todas las derivaciones, y en la región fronto-parietal, podría indicar un estado de organización o de reflexión de ideas previas a la decisión del producto final a elaborar, así como de la estructuración de un plan de acción para acomodar las piezas y acoplarlas al diseño individual, que podrían estar relacionados con los reportes de Machinskii (1990), en donde menciona un incremento de la banda alfa durante la realización de tareas que involucran atención selectiva; así como con los resultados de Goodman (1980), en los que describe el incremento de alfa en la región parieto-temporal derecha, y con los hallazgos de Enríchman (1983) en los que plantea la contribución bilateral en el proceso de imágenes.

Se distingue también una diferencia en alfa 1, en la que se presenta un patrón en la región fronto-temporal, que parece indicar la preparación del sistema para un estado de mayor actividad, que se mantiene en la banda alfa 2.

Alfa 2, es la banda en la que se obtuvo un mayor número de patrones similares entre el hemisferio derecho e izquierdo, en las regiones: fronto-central, fronto-parietal, fronto-temporal, fronto-occipital, parieto-occipital, centro-parietal y centro-occipital, que podrían indicar que una tarea de estas características promueve un patrón de correlación intrahemisférica global y que probablemente se relaciona con el proceso y producto originales, en particular con la generación de la idea, lo que está vinculado con los estudios de Atchley (1999), Carlsson (2000), Gur (2000) y Rodney (2001).

En relación al análisis de las tareas, existe un traslape entre las tareas y las líneas base, situación que está enmascarando los resultados, por lo que el comprender el significado de las líneas base es una labor relevante para esta investigación. Por ejemplo: la línea base inicial (en la

que se le pidió a los sujetos que observaran un punto sin pensar en algo), estaría indicando la presencia de un desempeño cognitivo mínimo, si a caso relacionado con la expectancia a la presentación de la tarea; la línea base con movimiento (que involucra el registro de la actividad durante el movimiento de las piezas), hace referencia a la comparación de las tareas con el movimiento de las piezas sin ningún objetivo específico, y por supuesto no implica una labor mental. Por último, en la línea base final (que se registró después de la ejecución de la Tarea 3, y que se refiere a que el sujeto fije su atención en el punto que originalmente lo hizo), los participantes reportaron en la entrevista de salida, que se habían quedado pensando en su producto, o en los pasos que siguieron para la ejecución de la tarea, y esto se podría decir que es una labor cercana a la imaginación, por lo tanto los datos de ésta se podrían considerar como una tarea adicional que implica la imaginación de una estrategia o producto diferente al generado, como si hubieran utilizado la condición de registro como una sesión en la cual estaban “bocetando” su producto final.

El resultado en la Tarea 2, indica que la relación entre tiempo de resolución y nivel de abstracción se conserva, sin embargo, los sujetos no parecen producir en promedio niveles altos de abstracción. En la Tarea 3, los hombres lograron producir mayor nivel de abstracción, pero el tiempo que invirtieron fue significativamente inferior al que denotaron en la tarea anterior. Estos resultados probablemente se deban a que la Tarea 2 no representó un reto para la población y, en la Tarea 3, no consideraron que el tiempo fuera relevante en su desempeño, sino que centralizaron su esfuerzo en el objetivo de su producción.

Del análisis de los resultados se extiende la propuesta de la presente investigación, hacia utilizar la LBF como una tarea a comparar, además de considerar dentro del registro de EEG, los tiempos en los que se dan las distintas etapas del proceso, como por ejemplo: los intentos de elaboración de productos terminados hasta que lleguen al resultado final. También es importante incluir en una investigación futura a la población femenina, para conocer el patrón de actividad generado ante tareas que involucran procesos y productos originales.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados de la ampliación de la escala de abstracción del Tangrama, de 6 a 15 ejercicios, indican que se conserva la relación entre tiempo de resolución y nivel de abstracción, es decir, a mayor nivel de abstracción presentado en el ejercicio, mayor es el tiempo que se invierte en su resolución, por lo que se podría inferir que esta escala puede facilitar la cuantificación de los niveles de abstracción de la imagen (ver figura 1 y 2). Asimismo, se distinguen diferencias sexuales, que muestran que las mujeres utilizan mayor tiempo que los hombres para enfrentar este tipo de labor intelectual. Lo anterior se corroboró con las escalas de Razonamiento Abstracto y Relaciones Espaciales de la prueba DAT, en las que las diferencias son significativas entre los grupos, siendo la población masculina la que obtuvo mejores puntuaciones (ver figuras 1 y 3).

En forma empírica, los Tangramas y los Logotipos son similares, es decir, ambos son imágenes abstractas que transmiten una idea, además de que algunos ejercicios de los tangramas, al igual que los Logotipos, tienen características que los pueden ubicar en el rubro de originales, por lo que utilizar la misma estrategia con la que se midió el Tangrama para medir los Logotipos, permite un acercamiento objetivo a su estudio.

El resultado de transformar los Logotipos a Tangramas, permite ubicarlos dentro su escala de abstracción, pues cada uno se cuantificó en número de bitios, y por lo tanto, puede formar parte de la escala. De tal manera que es una herramienta objetiva, que permite la medición de las características de la originalidad. Esto se logra a través de cotejar el producto de los sujetos, con la escala (ver figuras 4, 6 y anexo F).

Sin embargo, no se puede separar el producto del proceso, por lo que el diseño de tareas que facilita la observación de ambos elementos permite realizar mejores vínculos entre variables. Por lo tanto, un producto original es el resultado de un proceso, que en este estudio está dado por la Tarea 2 y 3, las cuales no implican la resolución de un ejercicio, sino su creación. Así que la originalidad no sólo se puede observar a través de generar un Logotipo tangramizado, sino al incrementar o conservar el nivel de abstracción, dentro de cierto tiempo de resolución, logrando que permanezca también la intención del mensaje con la que fue construido el Logotipo. Los resultados del presente estudio indican que existe la posibilidad de evaluar a través del producto, su proceso (ver figura 9, 11 y anexo F).

En cuanto a las diferencias sexuales reportadas en los resultados, se muestra que para tangramizar un logotipo (T2) ambos grupos se comportan en forma semejante cuando se trata de producir niveles bajos de abstracción, pero no así cuando los niveles son altos, y es el grupo de hombres el que mejora los niveles, hasta llegar a ser similares a los del experimentador, y coincide con la abstracción del Logotipo, por lo que a mayor reto en la abstracción, el grupo de hombres produce también mayor nivel de abstracción, sin embargo, esto no sucede con el tiempo de resolución, pues en esta tarea ambos grupos se comportan en forma semejante, indicando que

aunque las mujeres utilicen un tiempo parecido al de los hombres en las tareas visoespaciales, o que impliquen el dominio y abstracción espaciales, sigue siendo de dominio preferentemente masculino.

La Tarea 2 tiene como objetivo, el realizar un arreglo específico con los tanes, situación que está más vinculada con la estrategia mental conocida como: “solución de problemas”, que incluso podría pertenecer a la producción convergente, en ésta, la búsqueda de la originalidad debe centrarse en su producto, en la manera en que organizan y emplean los tanes para construir una representación, ya sea con un mayor nivel de abstracción, o que conserve el nivel, pero cuyo arreglo sea distinto; situación que implica habilidades de manejo y abstracción visoespaciales altas, por lo tanto, las diferencias sexuales serían de esperarse, y se alcanza a distinguir en los resultados (ver figura 4, 9 y anexo F).

En la tarea que implica diseñar un logotipo con las piezas del tangrama (T3), se presentan diferencias en el tiempo de resolución significativas entre los grupos, siendo los hombres quienes invierten menor tiempo y cuya relación es proporcional con el nivel de abstracción. Sin embargo, en cuanto al número de bitios producidos, los niveles dentro de la escala descienden en ambos grupos, no apreciándose diferencias. El número reducido de bitios producidos, se debió principalmente al hecho de que varios de los participantes no respetaron las reglas del Tangrama, sin las cuales, las condiciones para producir niveles de abstracción altos, se dificultan. Cabe recordar que el objetivo de esta tarea está relacionado con el hecho de utilizar las piezas como herramienta de “dibujo”, y que su producto no esté regido por una imagen concreta, por lo tanto implica la abstracción de una idea y su representación gráfica, de hecho, está relacionada con la estrategia de pensamiento divergente, en particular con la conocida como “lluvia de ideas”, en la que se promueve la ruptura y/o manejo de las reglas para realizar una propuesta diferente; así que los resultados podrían implicar que la herramienta no facilita la medición de la representación visual y abstracta de una idea, ya sea porque se tratara de dos “lenguajes” diferentes, o porque la ruptura de las reglas altera su producción. También implica que el grupo de mujeres tiene la misma capacidad de producción visoespacial divergente que los hombres, pero éstos siguen utilizando menor tiempo, por lo tanto el grupo de hombres presenta mayor dominio en esta competencia.

De igual manera, el grupo de hombres a los cuales les fue registrada su actividad eléctrica cerebral, presentan un patrón de producción similar a los grupos antes descritos, pues en la Tarea 2, sus niveles de abstracción son altos, incluso superiores a los del experimentador, pero no sucede lo mismo con la Tarea 3, en la que se observan niveles bajos, sin embargo cabe destacar que en niveles bajos de la escala, la respuesta de los sujetos es similar en ambas tareas, pero se va diferenciando conforme se incrementa el reto en la abstracción, situación que apoya los resultados antes descritos.

Por otro lado, el resultado del análisis de las tareas indica que, en la Potencia Absoluta en las bandas de beta 1 y 2, las tareas que son diferentes entre sí son: la Tarea 1, de la 2, y de la 3, algo similar sucedió en la Potencia Relativa, sólo que en la banda de alfa 1, esto implica que es

distinto resolver un Logotipo tangramizado (T1), que traducir un Logotipo a Tangrama (T2), o construir un Logotipos con los tanes (T3), pero son retos semejantes la Tarea 2 y 3.

Los resultados de la Potencia Relativa indican las diferencias en la activación de las regiones fronto-centrales, y parieto-occipales en las bandas teta, alfa 1 y 2, lo que estaría evidenciando cierto patrón de actividad relacionado con procesos de atención y organización espacial.

La correlación interhemisférica, presentó resultados similares a los reportados en las potencias, lo mismo sucede con la correlación intrahemisférica derecha e izquierda en cualquier banda, a excepción de las puntuaciones que aparecen en la rINTRA izquierda, en la banda teta, en la que además de distinguirse las diferencias entre T1 y T2, T1 y T3, también se observan entre las Tarea 2 y 3, lo que estaría indicando que se puede diferenciar un patrón de correlación vinculado con el proceso y producto original, que probablemente estaría relacionado también con una alta capacidad de organización espacial, para la cual se requiere a su vez, de una concentración elevada.

En lo que respecta a la correlación interhemisférica, en sus resultados se distingue una tendencia hacia decrementar sus valores, en todas las derivaciones y bandas durante la ejecución de las tareas 2 y 3, y a incrementarlos durante la resolución de un Logotipo tangramizado (T1). Lo anterior podría indicar que una tarea de reconocimiento y solución, requiere de una mayor correlación interhemisférica, pero aquellas tareas que implican la producción y/o arreglo visoespacial disminuye sus valores. Asimismo, este patrón se presenta con mayor frecuencia en las bandas teta y alfa 1, en las derivaciones que involucran la región temporo-parieto-occipital (T5-T6, P3-P4, O1-O2), que estaría indicando que la actividad de cada hemisferio es distinta, y que funcionan de manera independiente uno del otro durante la ejecución de estas tareas.

Los resultados de la correlación intrahemisférica derecha, indican que en la Tarea 1 (resolver un tangrama), sus valores se encuentran por debajo de los observados en la Tarea 2 (tangramizar un logotipo), y de los de la Tarea 3 (diseñar un logotipo con los tanes). En cuanto a las correlaciones obtenidas en las tareas 2 y 3, tienden a ser similares, aunque diseñar un logotipo (Tarea 3), incrementa ligeramente sus valores. De igual manera, se aprecia que se genera un patrón de actividad en las bandas lentas (teta y alfa 1), en las derivaciones F4-FCz, C4-FCz, F4-T6, F4-P4, siendo las más consistentes: F4-FCz y F4-T6; en las bandas rápidas (alfa 2), el patrón de actividad se aprecia en F4-T6 y F4-P4, que es semejante a las anteriormente reportadas. Diferenciándose las tareas 2 y 3 con puntuaciones de correlación mayores a los observados en la Tarea 1 y las líneas base inicial y con movimiento.

Los resultados de la correlación intrahemisférica izquierda, muestran una tendencia hacia el incremento en la Tarea 3 (diseñar un logotipo con los tanes), para decrementar en la Tarea 2 (tangramizar un logotipo), y de ésta a la Tarea 1 (resolver un tangrama), en las bandas lentas, en las siguientes derivaciones: F3-T5, F3-P3.

Lo anterior evidencia que cada hemisferio presenta un patrón de rINTRA, que comprende las regiones fronto-temporal y fronto-parietal, con algunas excepciones en las regiones centrales, cuya frecuencia de aparición es mayor en las bandas lentas. Este patrón es semejante en ambos hemisferios, es decir, se correlacionan regiones semejantes al mismo tiempo mientras se ejecutan las tareas 2 y 3. Asimismo, el que surja este patrón durante las bandas lentas, está relacionado con procesos de reflexión, atención y análisis visoespacial.

Por lo tanto, las características de la actividad eléctrica cerebral, relacionadas con las tareas que involucran a la originalidad, se refiere a una disminución en la correlación interhemisférica, y un aumento de la correlación intrahemisférica en las bandas teta, alfa 1 y 2, en las regiones fronto-parietales y fronto-temporales, que indica la demanda de una sofisticada especialización hemisférica.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Amabile, T. M. (1983). "The social psychology of creativity". Editorial Springer Verlag. New York.
2. Arce, C. (1993). "Cambios Electroencefalográficos relacionados al sexo y la habilidad espacial". Tesis UNAM, México.
3. Arce, C.; Ramos, J.; Guevara, M. A.; Corsi-Cabrera, M. (1995). "Effect of spatial ability and sex on EEG power in high school students". *International Journal of Psychophysiology* 20: 11-20.
4. Ardila, A.; Ostrosky-Solís, F. (1991). "Diagnóstico del daño cerebral". Editorial Trillas, México D., F.
5. Arheim, Rudolf. (1986). "Hacia una psicología del arte. Arte y entropía". Editorial Alianza Forma, Madrid.
6. Arieti, S. (1976). "Creativity, the magic síntesis". New York: Basic Books.
7. Atchley, R. A. (1999). "Cerebral hemispheric mechanisms linking ambiguous word meaning retrieval and creativity". *Brain and Cognition*, 40: 479-499.
8. Baer, J. (1993). "Creativity and Divergent thinking: a task-specific approach". Lawrence Erlbaum Associates, publishers. New Jersey.
9. Babilioni, C.; Carducci, F.; Del Gratta, C.; Demartin, M.; Luca Romani, G.; Babiloni, F.; Rossini, P. (2003). "Hemispherical asymmetry in human SMA during voluntary simple unilateral movements an fMRI study". *Cortex*, 39: 293-305.
10. Ball, G. (1989). "Electrical self-stimulation of the brain and sensory inhibition". *Psychonomic Science*, 8: 489-490.
11. Bamberger, J. (1990). "Current views on research in creativity". *Contemporary Psychology*, 35: 434-445.
12. Barber, Paul. (1988). "Applied Cognitive Psychology". Cambridge University Press. London.

13. Barron, F. (1953). "Complexity simplicity as personality dimension". *Journal of abnormal Psychology*. 43: 163-172.
14. Barron, F. (1958). "The psychology of imagination". *Scientific American*. 199: 151-166.
15. Barron, F.; Harrington, D. (1988). "Creativity, intelligence, and personality". *Annu. Rev. Psychol.* 32: 439-476.
16. Blagrove, M.; Hartnell, S. J. (2000). "Lucid dreaming: associations with internal locus of control, need for cognition and creativity". *Personality and Individual Differences*. 28: 41-47.
17. Beaumont, J. G.; Mayes, A. R.; Rugg, M. D. (1978). "Asymmetry in EEG alpha coherence and power: effects of task and sex". *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 445: 393-401.
18. Bennett, G.; Seashore, H.; Wesman. (1990). "Prueba de aptitud diferencial DAT". Ed. *Manual Moderno*. México, D., F.
19. Beversdorf, David, Q.; White, Dawn, M.; Chever, Daquesha, C.; Hughes, John, D.; Bornstein, Robert, A. (2002). "Central beta-adrenergic modulation of cognitive flexibility". *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology*. December. Vol.13 No.18, 20.
20. Biggins, Christie A.; Turetsky, Bruce; Fein, G. (1990). "The Cerebral Laterality of Mental Image Generation in Normal Subjects". *Psychophysiology* Vol. 27 No. 1 January.
21. Burkhart, R. C. (1962). "Spontaneous and deliberate ways of learning". *International Textbook*.
22. Butler, C.; Glass, A. (1974). "Asymetries in the electroencephalogram associated with cerebral dominance". *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 36: 481-491.
23. Bueno, J. A.; Castanedo, C. (1988). "Psicología de la educación aplicada". Editorial CCS. Barcelona.
24. Chatrian, G. E. (1976c). "Introduction". En. Rémond, A. Ed. *Handbook of electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. Elsevier, Amsterdam, 6a.
25. Candy, Linda. (2000). "Special issue on creativity and cognition". *Rev. Knowledge-based systems* 13: iii-iv.

26. Callaway, E.; Harris, P. R. (1974). "Coupling between cortical potentials from different areas". *Science*, 183: 873-875.
27. Carlsson, I.; Wendt, P.; Risberg, J. (2000). "On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects". *Rev. Neuropsychologia*, 38: 873-885.
28. Cerezo, R. (1993). "Aumento de la correlación interhemisférica del EEG por medio de biorretroalimentación en humanos en sesiones espaciadas de una vez por semana". Tesis. UNAM, México.
29. Cerezo, R.; Grinberg-Zylberbaum, J.; Schettino, L.; Attie, L.; Guevara, M.; Zalce, A. (1994). "Biorretroalimentación de la Correlación Interhemisférica del EEG en sesiones espaciadas una semana en humanos". *Rev. Mexicana de Psicología*. Vol. 11, Núm. 2, págs.: 133-143. México.
30. Corsi Cabrera, M. (1983). "Psicofisiología del sueño". Ed. Trillas, México.
31. Corsi-Cabrera, González-Rudo, R.; Molina, E. (1988). "Correlación interhemisférica y acoplamiento temporal de la actividad eléctrica durante la vigilia y el sueño en la rata". *Rev. Mexicana de Psicología*, 5(1), 15-21. México.
32. Corsi-Cabrera, M.; Herrera, P.; Malvido, M. (1989). "Correlation between EEG and cognitive abilities: Sex differences". *International Journal of Neurosciences*, 45, 133-141.
33. Corsi-Cabrera, M.; Ramos, J.; Meneses, S. (1989). "Effect of normal sep and sep deprivation on interhemispheric correlation during subsequent wakefulness". *EEG and Clinical Neurophysiology*, 72: 305-311.
34. Corsi-Cabrera, M.; Ramos, J.; Arce, C.; Guevara, M. A.; Ponce de León, M. (1990a). "Interhemispheric correlation of EEG activity in increased after normal sep". En J. E. Home (Ed.) *Sleep'90*. Alemania: Pontenagel Press.
35. Corsi-Cabrera, M.; Ramos, J.; Arce, C.; Ponce de León, M.; Guevara, M.; Lorenzo, I. (1990b). "Cambios en la correlación interhemisférica durante la vigilia por efecto del sueño y de su privación". Resumen, XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, Jalisco México.

36. Cotton, B.; Tzeng, O.; Hardyck, C. (1980). "Role of Cerebral Hemispheric Processing in the Visual Half-Field Stimulus-Response Compatibility Effect". *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. Vol. 6 No. 1: 13-23.
37. Csikszentmihalyi, M. (1988). "Society, culture and person: A systems view of creativity". Cambridge University Press. New York.
38. Davidson, R. J.; Chapman, J. P.; Chapman, L. J.; Henriques, J. B. (1990). "Asymmetrical Brain Electrical Activity Discriminates Between Psychometrically-Matched Verbal And Spatial Cognitive Tasks". *Revista Psychophysiology* Vol. 27 No. 5.
39. Davis, R.; Schmitt, V. (1971). "Timing the transfer of information between the hemispheres in man". *Acta Psychologica*, 35: 335-346.
40. De Bono, E. (1996). "El pensamiento creativo". Ed. Paidós, México.
41. De Bono, E. (1997). "El pensamiento lateral". Ed. Paidós, México.
42. Desmedt, J. E.; Tomberg, C. (1994). "Transient phase-locking of 40 hz electrical oscillations in prefrontal and parietal human cortex reflects the process of conscious somatic perception". *Neuroscience Letters*, 168: 126-129.
43. Dijk, D. J.; Beersma, D. G. M.; Bloem, G. M. (1989). "Sex differences in the sep EEG of young adults: visual scoring and spectral analysis". *Sleep*, 12(6): 500-507.
44. Dondis, D. A. (1992). "La sintaxis de la imagen". Ed. Gill, S. A. De C. V. México.
45. Dolce, G.; Waldeier, H. (1974). "Spectral and multivariate analysis of EEG changes during mental activity in man". *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 36: 577-584.
46. Duffy, F. H.; Iyer, V. G.; Surwillo, W. W. (1989). "Clinical Electroencephalography and Topographic Brain Mapping". Ed. Springer-Verlag. New York.
47. Edwards, B. (1988). "Aprender a dibujar". Ed. Hermann Blume. Madrid.
48. Edwards, B. (1987). "Drawing on the artist within". Ed. Simon y Schuster, Inc. New York.

49. Ehrlichman, H.; Wiener, M. S. (1980). "EEG Asymetry during covert mental activity". *Psychophysiology*, 17(3): 228-235.
50. Ehrlichman, H.; Barrett, J. (1983). "Right Hemispheric specialization for mental imagery: A review of the evidence". *Brain and Cognition*, 2: 55-76.
51. Eeg-Olofsson, O. (1970). "The development of electroencephalogram in normal children and adolescents from the age of 1 through 21 years". *Acta Paediatrica Scandinavica*, 208: 1-46.
52. Elffers, J. (1984). "Tangram. The ancient Chinese shapes game". Ed. Penguin Books. Great Britain.
53. Eysenck, Hans, J. (1993). "The structure and measurement of intelligence". Ed. Springer-Verlag, New York.
54. Farah, M. J.; Levine, D. N.; Calvanio, R. (1988). "A case study of mental imagery deficit". *Brain and Cognition*, 8: 147-164.
55. Feldman, J. (1988). "Computer simulation of cognitive processes". Ed. Prentice-Hall.
56. Finke, R. (1996). "Creative Imagery". Lawrence Erlbaum Associates Publishers. New Jersey.
57. Finke, R. (1996). "Imagery, creativity, and emergent structure". *Consciousness and Cognition*, Vol. 5: 381-393. September.
58. Fisch, B. J. (1994). "Spehlmann's EEG primer". Ed. Elsevier, New York.
59. Fisher, R. (1994). "Teaching Children to Think". Ed. Simon y Schuster. Great Britain.
60. Flor-Henry, P.; Koles, Z. J.; Lind, J. (1987). "Statistical EEG investigations of the endogenous psychoses: power and coherence". *Cápítulo del libro: Cerebral Dynamics, Laterality and Psychopathology*. Ed. Elsevier Science, páginas: 93-104.
61. Ford, M.; Goethe, J.; Dekker, D. (1986). "EEG coherence and power changes during continuous movement task". *International Journal of Psychophysiology*. 4(2): 99-110.

62. Furst, G. J. (1976). "EEG alpha asymmetry and visuospatial performance". *Nature*, 260: 254-255.
63. Frutiger, A. (1994). "Signos, símbolos, marcas, señales". Editorial G. Gili, S. A. de C. V., México, D., F.
64. Gardner, H. (1998). "Mentes Creativas". Editorial Paidós. España.
65. Galín, D.; Ornstein, R. (1972). "Lateral specialization of cognitive mode: An EEG study". *Psychophysiology*, 94(4): 412-418.
66. Galín, D.; Ornstein, R.; Herron, J.; Johnstone, J. (1982). "Sex and handedness differences in EEG measures of hemispheric specialization". *Brain and Language*, 16: 19-55.
67. Goetz, E. (1990). "The Teaching of Creativity to Preschool Children". *Child Study Journal* 11: 411-428.
68. Glass, A. (1967). "Intensity of attenuation of alpha activity by mental arithmetic in females and males". *Physiol. Behav.*, 3: 217-220.
69. Glass, A.; Butler, S. R.; Carter, J. C. (1970). "Hemispheric asymmetry of EEG alpha activation: effects of gender and familial handedness". *Biol. Psychol.* 19: 169-187.
70. Goldie, Ch.; Pinch, R. (1991). "Communication Theory". Cambridge University Press. Cambridge.
71. Goodman, David; Beatty, Jackson; Mulholland, Thomas B. (1980). "Detection of Cerebral Lateralization of Function Using EEG Alpha-Contingent Visual Stimulation". *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*: 48. 418-431.
72. Gordon, W. J. J. (1961). "Synectics". Editorial Harper y Row. New York.
73. Grinberg-Zylberbaum, J.; Cueli, J.; Riefkohl, A.; Szydio, D. (1981). "Correlativos electrofisiológicos de la comunicación humana". *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 7(2), 14.

74. Grinberg-Zylberbaum, J.; Ramos, J. (1987). "Patterns of interhemispheric correlation during human communication". *International Journal of Neurosciences*. 36(1-2), 41-54.
75. Gruber H. E. (1981). "On the relation between 'aha' experiences and the construction of ideas". *Hist. Sci.* 19: 41-59.
76. Guevara, P. M. A. (1988). "Análisis de potenciales evocados mediante los métodos de componentes principales y regresión lineal múltiple". Tesis UNAM.
77. Guevara, P. M. A. (1995). "Aplicación del análisis de correlación a la actividad electroencefalográfica". Tesis, UNAM.
78. Guilford, J.P. (1986). "La naturaleza de la mente humana". Ed. Paidós, Barcelona.
79. Guilford, J. P. (1956). "The structure of intellect". *Psychological Bulletin*, 53: 267-293.
80. Guilford, J. P. (1950). "Creativity". *American Psychologist*, 14: 469-479.
81. Gur, R.; Alsop, D.; Glahn, D.; Petty, R.; Swanson, Ch.; Maldjian, J.; Turetsky, B.; Detre, J.; Gee, J.; Gur, R. E. (2000). "An fMRI study of sex differences in regional activation to a verbal and a spatial task". *Brain and Language*, 74: 157-170.
82. Gutiérrez-Otero, S. (1986). "Correlatos electroencefalográficos durante la ejecución de tareas cognoscitivas". Tesis, Universidad Anáhuac, México, D., F.
83. Hardy, T.; Jackson, R. (1998). "Aprendizaje y cognición". Editorial Prentice Hall, España.
84. Harmony, T.; Marosi, E.; Díaz de León, A. E.; Becker, J.; Fernández, T. (1990). "Effect of sex, psychosocial disadvantages and biological risk factors on EEG maturation". *Electroenceph. Clin. Neurophysiology*, 75: 482-491.
85. Haynes, W. O.; Moore, Jr. W. H. (1981). "Sentence imagery and recall: and electroencephalographic evaluation of hemispheric processing in males and females". *Cortex*, 17: 49-62.
86. Howfarrer, R.; Guilford, J. P.; Merrifield, P. R. (1971). "A factor analysis of the symbolic evaluation abilities". *Rev. Psychology*. 34: 123-135.

87. Hoppe, K. (1988). "Hemispheric specialization and creativity". *Psychiatric Clinics of North America*. Sep. Vol. 11(3) 303-315.
88. Hoppe, K. (1989). "Psychoanalysis, hemispheric specialization, and creativity". *Journal of the American Academy of Psychoanalysis*, Vol. 17(2): 253-269.
89. Hubel, D. H. (1986). "El cerebro". Capítulo del libro *El cerebro*, Ed. Prensa Científica, Barcelona.
90. Iturbe, R.; Téllez, E. (1985). "Marcas Símbolos y Logos en México 1". Ed. Diseño Litográfico, S. A.
91. Iturbe, R.; Téllez, E. (1987). "Marcas Símbolos y Logos en México 2". Ed. Diseño Litográfico, S. A.
92. Johnson-Laid, P. N. (1987). "Reasoning, imagining, and creating". *Bulletin of the British Psychological Society*, 40: 121-129.
93. Johnson-Laid, P. N. (1988). "The computer and the mind". Cambridge, MA: Harvard University Press.
94. Kandinsky, W. (1972). "De lo espiritual en el arte". Editorial Barral, Barcelona.
95. Kim, J.; Michael, W. (1995). "The relationship of creativity measures to school achievement and to preferred learning and thinking style in a sample of Korean high school students". *Educational and Psychological Measurement*, Frebary. Vol. 55 No. 1: 60-74.
96. Kincaid, C. E. (1961). "The determination and description of various creative attributes of children". *Studies of Art and Education*. 2: 45-51.
97. Kokotovich, Vasilije; Purcell, Terry. (2000). "Mental synthesis and creativity in design: an experimental examination". 21: 437-449 Elsevier Science.
98. Koles, Z. J.; Flor-Henry, P. (1985). "Gender-related patterning of coherence in the EEG". XVI CMBE and VII ICMP, ESPOO, Finland.
99. Kosslyn, S. M. (1987). "Seeing and imagining in the two cerebral hemispheres: A computational approach". *Psychological Review*, 94:148-175.

100. Kosslyn, S. M. (1988). "Aspects of a cognitive neuroscience of mental imagery". *Science*. 240: 1621-1626.
101. Krug, R.; Stamm, U.; Pietrowsky, R.; Fehm H.; Born, J. (1994). "Effects of menstrual cycle on creativity". *Psychoneuroendocrinology*. Vol. 19, No. 1:24-31.
102. Luria, A. R. (1989). "El Cerebro en acción". Ed. Ediciones Roca. México.
103. Llinás, R.; Ribary, U. (1993). "Coherent 40 Hz oscillation characterizes dream state in humans". *Neurobiology*, 90: 2078-2081.
104. Machinskii, R.; Machinskaya, I; Trush, V. D. (1990). "Electrophysiological study of the functional organization of the human brain during selective attention. Normal children: aged 11 – 12 years". *Research Institute of Defectology, Academy of Pedagogic Sciences of the USSR, Moscow*, Vol. 16, No. 3 Pp. 5 – 11, May- June.
105. Magoun, H. W. (1985). "El cerebro despierto". Editorial La Prensa Médica Mexicana, S. A. México, D., F.
106. Marín, R. (1980). "La creatividad". Ed. Ceac, Barcelona.
107. Martindale, C.; Mines, D. (1975). "Creativity and cortical activation during creative, intellectual and EEG feedback tasks". *Biological Psychology*, Vol. 3: 91-100. September.
108. Martindale, C.; Hines, D.; Mitchell, L.; Covello, E. (1981). "EEG alpha asymmetry and creativity". *Personality and Individual Differences*, 5: 77-86.
109. Martindale, C.; Hines, D.; Mitchell, L.; Covello, E. (1983). "Creativity, consciousness, and cortical arousal". *Journal of Altered States of Arousal*, 3(1): 69-87.
110. Martindale, C.; Haesenfus, N. (1989). "EEG differences as a function of creativity, stage of the creative process, and effort to be original". *Biol. Psycho*. 6: 157-167.
111. Martindale, C.; Greenough, J. (1990). "The differential effect of increased arousal on creative and intellectual performance". *Journal Genet. Psychol*. 123: 329-335.

112. Martindale, C.; Anderson, K.; Moore, K.; West, A. N. (1991). "Creativity, oversensitivity, and rate of habituation". *Personality and Individual Differences*, 20: 423-427.
113. Martínez, Villar, C.; Rojas, García, B. (1998). "Técnicas electroencefalografía". Ed. Comunicaciones Científicas Mexicanas, S. A de C. V.
114. Matousek, M.; Petersen, I. (1973). "Automatic evaluation of EEG background activity by means of age-dependent EEG quotients". *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 35: 603-612.
115. Marsuura, M.; Yamamoto, K.; Fukasawa, H.; Okubo, Y.; Uesugi, H.; Moriwa, M.; Kojima, T.; Shimazono, Y. (1985). "Age development and sex differences of varios EEG elements in healthy children and adults quantification by a computerized wave form recognition method". *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 60: 394-406.
116. McAdam, R. (2003). "Knowledge creation and idea generation; a critical quality perspective". *Rev. Technovation*, XXX XXX.
117. Medina, C. (1997). "Efectos de la meditación sobre la actividad eléctrica cerebral". Tesis. UNAM, México.
118. Mednick, S. A. (1962). "The associative basis of the creative process". *Psychological Review*, 69: 220-232.
119. Merrifield, P. R.; Guilford, J. P.; Christensen, P. R.; Fick, J. W. (1962). "The role of intellectual factors in problem solving". *Psychological Review (Monography)*, 76: No 10.
120. Mizuki, Y.; Hashimoto, M.; Tanaka, T.; Inanaga, K.; Tanaka, M. (1983). "A new physiological tool for assessing anxiolytic effects in humans: frontal midline theta activity". *Psychopharmacology*, 80: 311-314.
121. Moore, W. H. (1984). "The role of right hemispheric information processing strategies in language recovery in aphasia: an electroencephalographic investigation of hemispheric alpha asymmetries in normal an aphasic subjects". *Cortex*, 20: 193-205.
122. Mumford M. D.; Gustafson, S. B. (1988). "Creativity syndrome: integration, application, and innovation". *Psychol. Bulletin*. 103: 27-43.

123. Noriega, J.; Yankelevich, G. (1990). "Inteligencia natural<-> inteligencia artificial, promoción mutua entre expertos". IIS. UNAM pp 63-73.
124. Oxman, Rivka. (2003). "The Thinking eye: visual re-cognition in design emergence". Elsevier Science Design Studies. 23: 135-164.
125. Palmer, Terry; Ovid, J.; Tzeng, L. (1990). "Cerebral Asymmetry In Visual Attention". Brain And Cognition 13, 46-58.
126. Papousek, I.; Schulte, G. (2004). "Manipulation of frontal brain asymmetry by cognitive tasks". Brain and Cognition, 54: 43-51.
127. Parveen, S. Singh, Goel and Nanua. (1998). "Creativity and Innovation in durable product development". Vol. 35: 1-2, pp. 5-8. Elsevier Science Ltd.
128. Portellano Pérez, José Antonio (1992). "Introducción al estudio de las Asimetrías Cerebrales". Ed. Cepe España.
129. Perkins, D. N. (1981). "The mind's best work". Cambridge, MA. Harvard University Press.
130. Petsche, H.; Kaplan, S.; Stein, A.; Filz, O. (1997). "The possible meaning of the upper and lower alpha frequency ranges for cognitive and creative tasks". International Journal of Psychophysiology. Vol. 26: 77-97. June.
131. Powell, G. (1981). "Cerebro y personalidad". Editorial Alianza, Madrid.
132. Pujol, J.; López-Sala, A.; Deus, J.; Cardoner, N.; Sebastián-Gallés, N.; Conesa, G.; Capdevila, A. (2002). "The lateral asymmetry of the human brain studied by volumetric magnetic resonance imaging". Neuroimage, 17: 670-679.
133. Ramos, J. (1995). "Correlatos electroencefalográficos de la audición de la música clásica. Tesis de licenciatura. UNAM. México D., F.
134. Ramos, J.; Guevara M. A.; Corsi-Cabrera, M. (1995). "Effect Of Spatial Ability And Sex On Eeg Power In High School Students". International Journal Of Psychophysiology 20: 11-20.

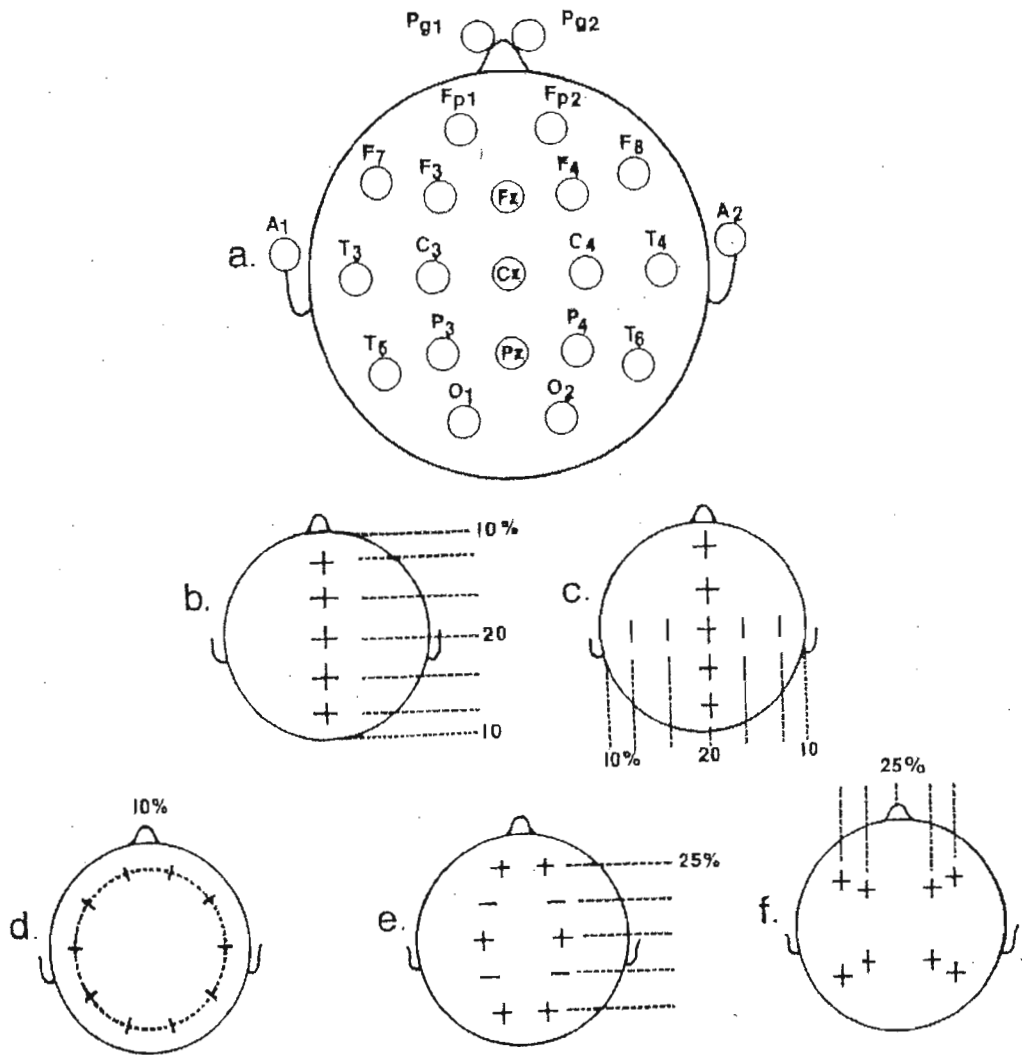
135. Ramos, J.; Guevara, M. A.; Martínez, A.; Arce, C.; Del Río, Y.; Amescua, C.; Corsi-Cabrera, M. (1996). "Evaluación de los estados afectivos provocados por la música". *Revista Mexicana de Psicología*. Vol.13, Núm. 2: 131-145.
136. Ray, W. J.; Newcombe, N.; Semon, J.; Cole, P. M. (1981). "Spatial abilities, sex differences and EEG functioning". *Neuropsychologia*, 19: 712-722.
137. Read, R. C. (1965). "Tangrams. 330 puzzles". Ed. Dover Publications, Inc., New York.
138. Rebert, Ch. S.; Mahoney, R. A. (1978). "Functional cerebral asymmetry and performance III: Reaction time as a function of task, hand, sex, and EEG asymmetry". *Psychophysiology*, 15(1): 9-16.
139. Rodney, M.J. Cotterill. (2001). "Cooperation of the basal ganglia, cerebellum, sensory cerebrum and hippocampus: possible implications for cognition, consciousness, intelligence and creativity". *Progress in Neurobiology*: 64, 1-33.
140. Rossell, S.; Edward, T.; Bullmore, S.; Williams, C. R.; David, S. (2002). "Sex differences in functional brain activation during a lexical visual field task". *Brain and Language*, 80: 97-105.
141. Ruiz-Vargas, J.M.; Castilla del Pino, C.; Adorruga, P.; Belinchón, M.; Vizcarro, C. (1991). "Aspectos cognitivos de la esquizofrenia". Ed. Trotta S. A. Madrid.
142. Runco, M. (2004). "Creativity". *Rev. Psychology*, 55: 657-687.
143. Schoppenhorst, F.; Brauer, G.; Freund, G.; Kubicki, S. (1978). "The significance of coherence estimates in determining central alpha and mu activities". *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 48: 25-33.
144. Sánchez, M. (1993). "Desarrollo de habilidades del pensamiento Creatividad". Ed. Trillas, México.
145. Salinas, I. F; Zalce, A. A. (1999). "Un sistema de amplificación de 32 canales para el registro de actividad electroencefalográfica (EEG) en humanos". *Rev. Psicología y Salud*. Universidad Veracruzana. Núm. 13: Enero-Junio. págs 121-133.

146. Sargent, Justine. (1990). "The Neuropsychology Of Visual Image Generation: Data, Method", And Theory. *Brain And Cognition* 13, 98-129.
147. Shannon, C. E.; Weaver, W. (1963). "The Mathematical Theory of Communication". Univ. Of Illinois. Press, Urbana, Ill.
148. Shaw, J. C.; Ongley, C. (1977). "The EEG as a measure of cerebral functional organization". *British Journal Psychiatry*, 130: 260-264.
149. Shaw, J. C. (1984). "Correlation and coherence analysis of the EEG: a selective tutorial review". *Int. J. Psychophysiol.* 1: 255-266.
150. Simonton, D. K. (1988). "Scientific genius". New York Cambridge, University Press.
151. Smith, S. M.; Ward, T. B.; Finke, R. A. (1995). "The Creative Cognition Approach". The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
152. Sperry, R. W. (1973). "Lateral specialization of cerebral function. The Psychophysiology of Thinking". Ed. F. J. Academic Press. London.
153. Springer, S. F.; Deutsch, G. (1990). "Cerebro Izquierdo, Cerebro Derecho". Ed. Gedisa. Barcelona,.
154. Sternberg, R. J.; Lubart, T. J. (1991). "An investment theory of creativity and its development". *Human Development.* 34: 1-31.
155. Theor, J. (1976). "The Retrieval Of Learned Information –A Neurophysiological Convergence – Divergence Theory". *Biol.* 56, 95-110.
156. Thompson, R. F. (1977). "Introducción a la psicología fisiológica". Ed. Harla. México.
157. Torrance, E. P. (1966). "The Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual". Princeton. New Jersey. Personal Press.
158. Tojo, Y. (1984). "Hemispheric activity in normal and autistic subjects during information processing: analysis of EEG and behavior". *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 64: 123-143.

159. Trotman, A. C.; Hammond, G. R. (1979). "Sex differences in task-dependent EEG asymmetries". *Psychophysiology*, 16(5): 429-437.
160. Vincent, L.M. (1994). "Reflexions sur L'usage, en biologie, de la theorie de l'information". *Acta Biotheoretica*, 42: 167-179.
161. Wallace, B.; Collura, T. (1993). "Imaging ability and visual processing of EEG waveforms". *Bulletin of the Psychonomic Society*. 31 (1), 4-6.
162. Ward, B., Thomas. (2001). "Creative Cognition, Conceptual Combination, and the Creative Writig of Stephen R. Donaldson". *American Psychologist* april. Vol 56 Núm. 4: 350-354.
163. Ward, Thomas B. (2003). "Cognition, creativity, and entrepreneurship". *Journal of Business Venturing* 5228: 1-16.
164. Welch, L. (1946). "Recombination of ideas in creative thinking". *Journal of Psychology*. 30: 638-643.
165. Weiss, E.; Siedentopf, C. M.; Hofer, A.; Deisenhammer, E. A.; Hoptman, M. J.; Kremser, C.; Golaszewski, S.; Felber, S.; Fleishhacker, W. W.; Delazer, M. (2003). "Sex differences in brain activation pattern during a visuospatial cognitive task: a functional magnetic resonance imaging study in healthy volunteers". *Neuroscience Letters*, 334: 169-172.
166. Willis, S.; Wheatley, G. H.; Michell, O. R. (1980). "Cerebral processing of spatial and verbal-analytic tasks: an EEG study". *Neuropsychologia*, 17: 473-482.
167. Wilson, B. C.; Guilford, J. P.; Christensen, P. R.; Lewis, J. (1954). "A factor analytic study of creative thinking abilities". *Psychology Journal*. 19: 297-311.
168. Yamaguchi, H.; Tsuchiya, Y; Kobayashi, S. (1994). "Electroencephalographic Activity Associated With Shifts Of Visuoespacial Attention". *Brain* 117: 553-562.
169. Yankelevich, G. (1988). "Percepción y recuperación "social" de imágenes". *Rev. Ciencia*. 39, 53-59.

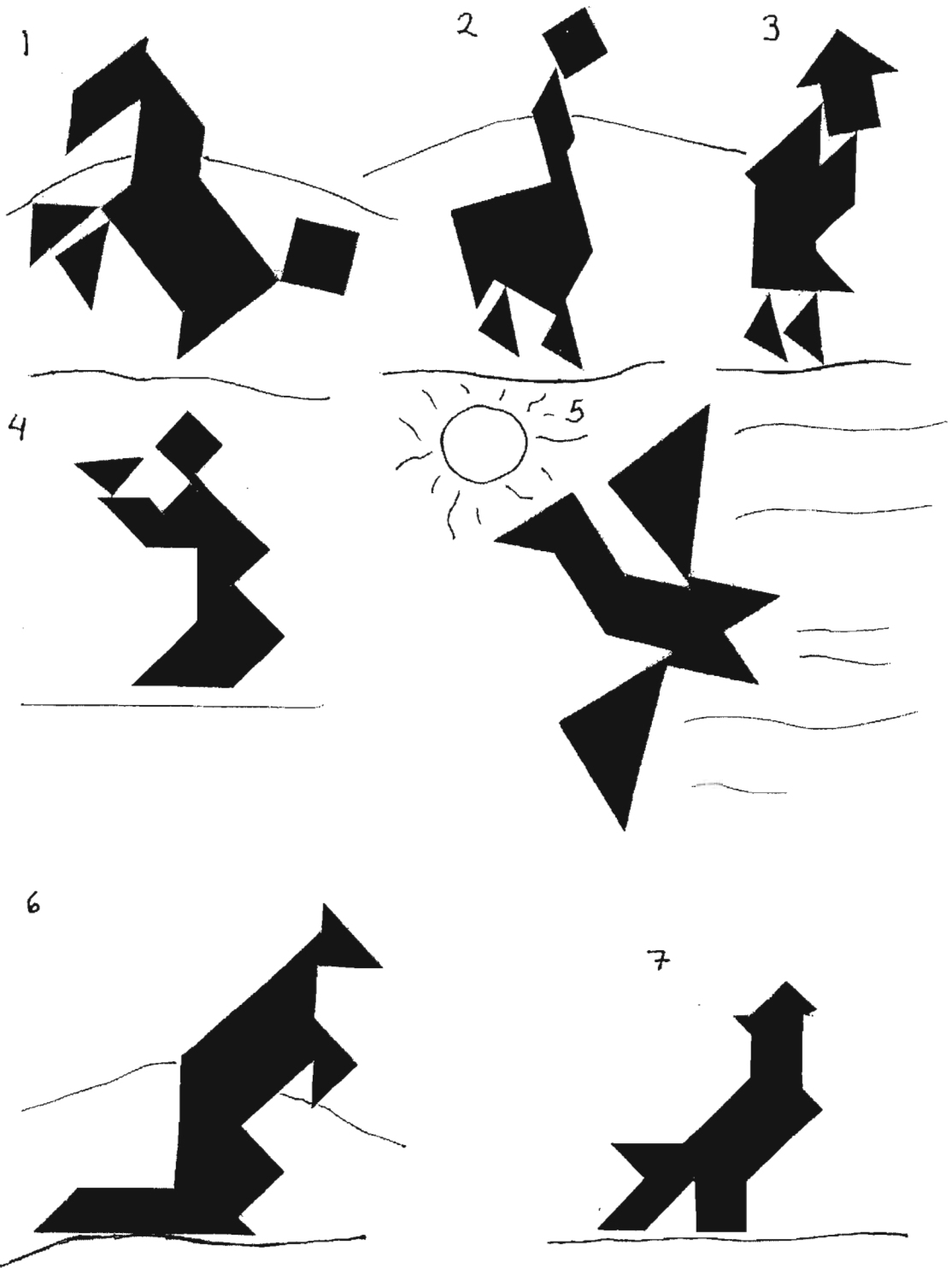
170. Yankelevich, G. (1993). "Un crucero a través de las imágenes en una nave cuantitativa. En: De los primates a la inteligencia artificial". Editores: Yankelevich, G.; Negrete, J.; González, E. Ed. Noriega Editores. Pp 121-141. Capítulo de libro.
171. Yankelevich, Guillermina. (1994). "Creer para Ver". Editorial UNAM-Iztacala. México, D., F.
172. Zalce, Aceves, A. (1993). "La expresión a través de la pintura como medio terapéutico". Tesis, UNAM, México, D., F.

ANEXO A



Esquema de la colocación de las derivaciones según el sistema internación 10-20

ANEXO B

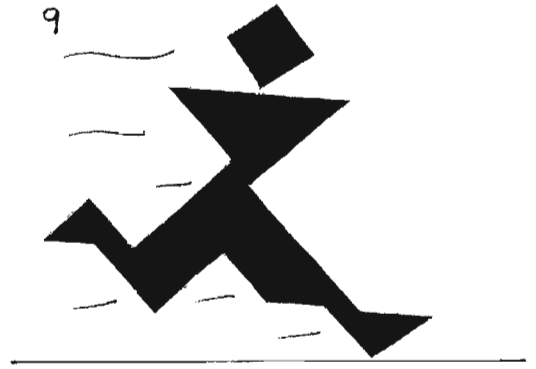


Dibujos de los 15 Tangramas de la escala de abstracción en el orden en que les fueron presentados a los sujetos.

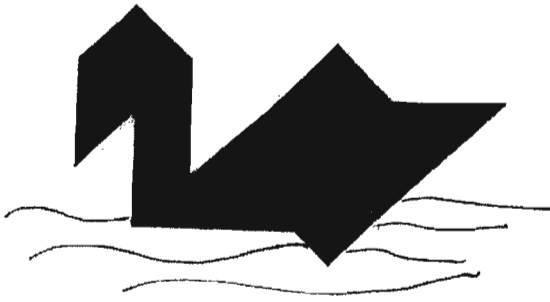
8



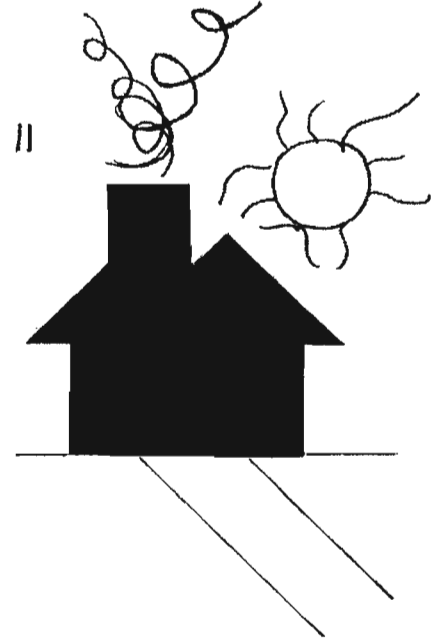
9



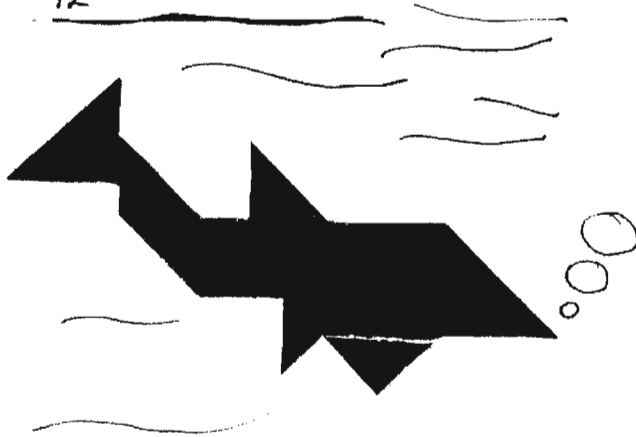
10



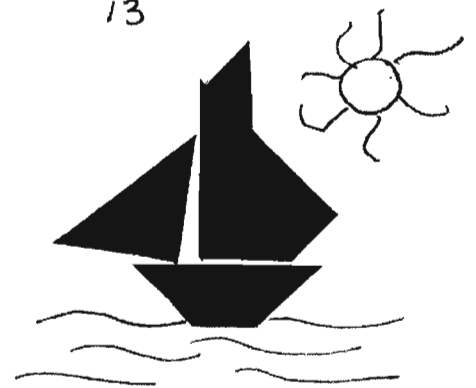
11



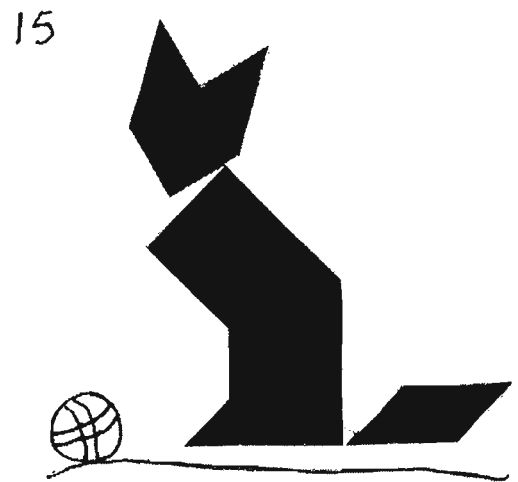
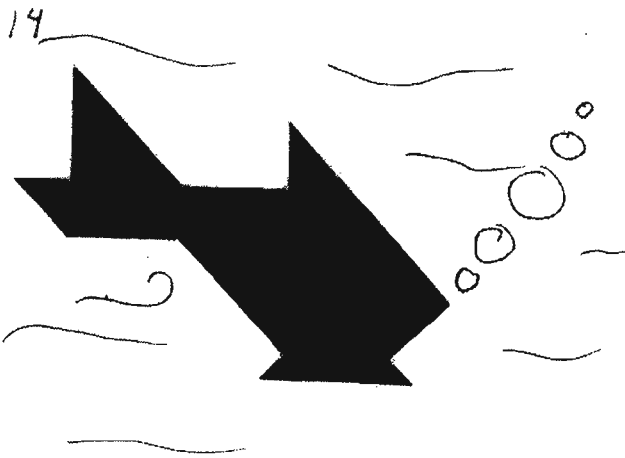
12



13

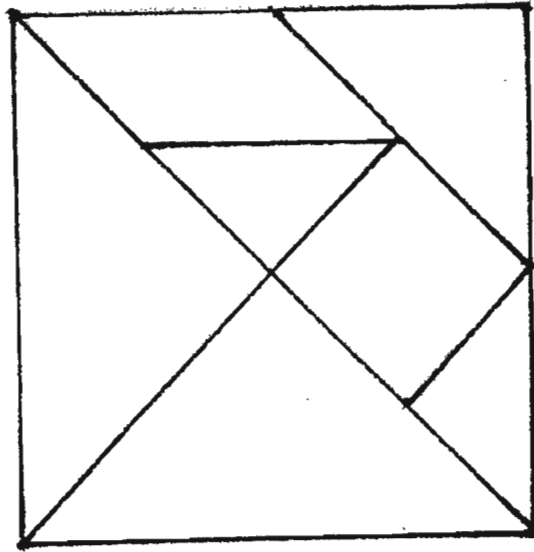


Dibujos de los 15 Tangramas de la escala de abstracción en el orden en que les fueron presentados a los sujetos.



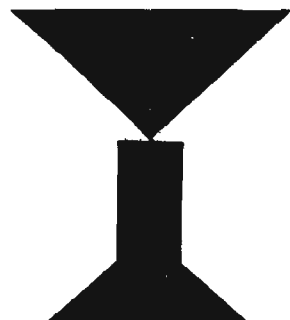
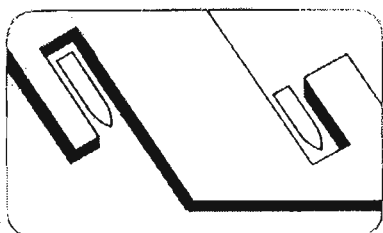
Dibujos de los 15 Tangramas de la escala de abstracción en el orden en que les fueron presentados a los sujetos.

ANEXO C



Tangrama cerrado (figura inferior) como se presenta al espectador, y las piezas denominadas "tanes" (figura superior) como se verían al ser resuelto el tangrama.

ANEXO D.










Dibujos de 4 de los 8 logotipos y sus análogos en Tangramas empleados para las tres tareas relativas a originalidad.



Dibujos de 4 de los 8 logotipos y sus análogos en Tangramas empleados para las tres tareas relativas a originalidad.

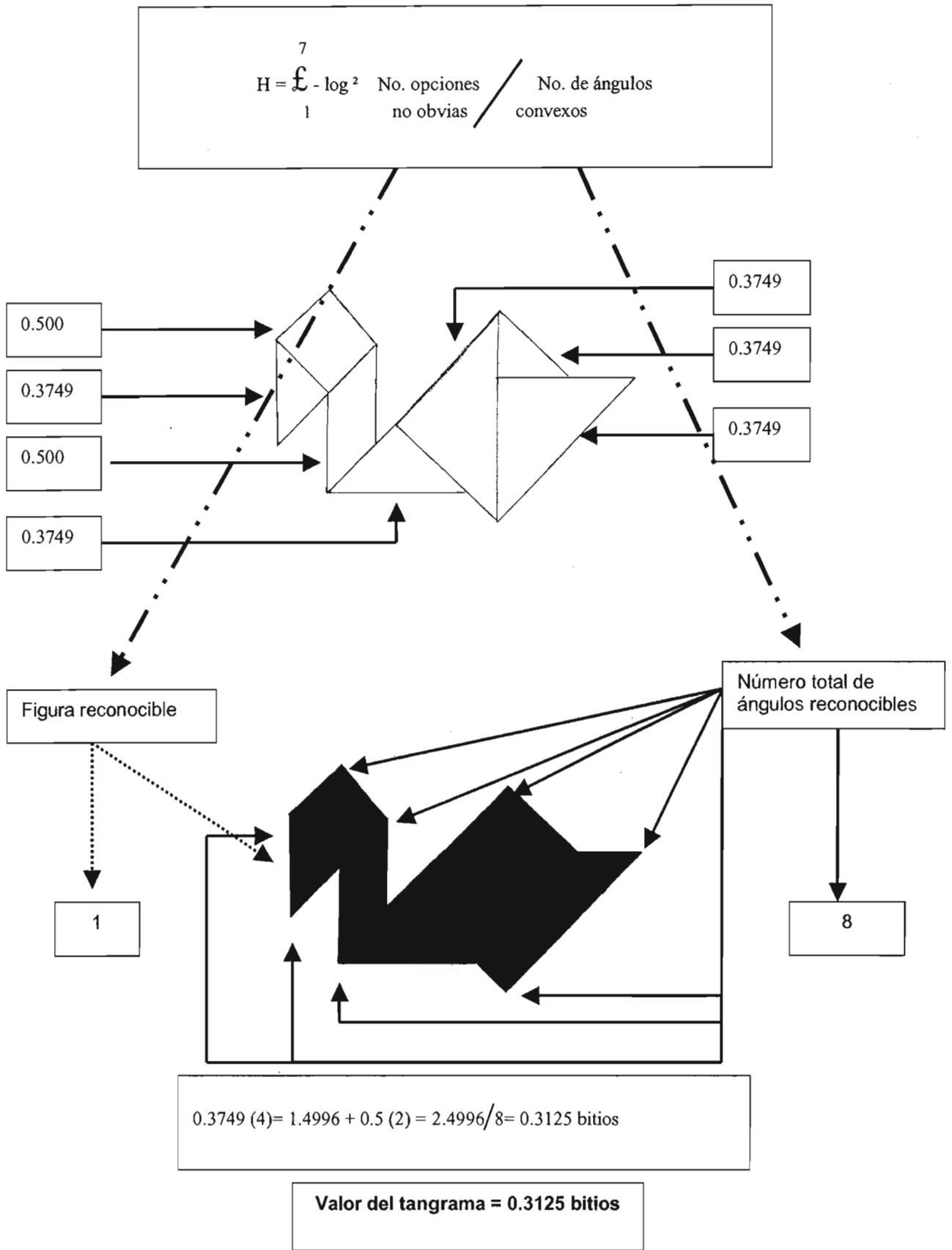
ANEXO E - 1

Proceso de medición de las piezas del Tangrama llamadas Tanes.

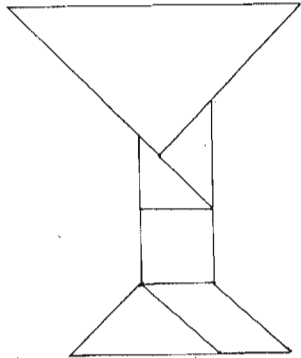
| Algoritmo con el que se calculó la incertidumbre de cada pieza del Tangrama: $I = -\log_2 N$ | | |
|--|-------------------------|--------------------------|
| Tanes. | Opciones de colocación. | Cantidad de información. |
|  Cuadrado | 2 opciones. | $I = 0.5000$ bitios |
|  Polígono irregular | 4 opciones. | $I = 0.5000$ bitios |
|  Triángulo chico | 8 opciones. | $I = 0.3749$ bitios |
|  Triángulo chico | 8 opciones. | $I = 0.3749$ bitios |
|  Triángulo mediano | 8 opciones. | $I = 0.3749$ bitios |
|  Triángulo grande | 8 opciones. | $I = 0.3749$ bitios |
|  Triángulo grande | 8 opciones. | $I = 0.3749$ bitios |

Resultado del uso del algoritmo derivado de la fórmula de Incertidumbre para calcular la cantidad de información en cada Tan (Yankelevich, 1986). Después se busca en la tabla de logaritmos base 2. (ver anexo G).

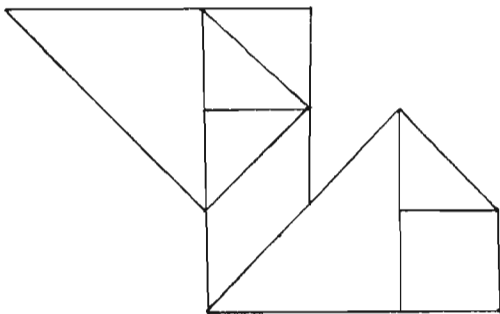
Proceso para calcular el nivel de abstracción en el Tangrama.



ANEXO F



Representación del logotipo el "Bar está abierto"

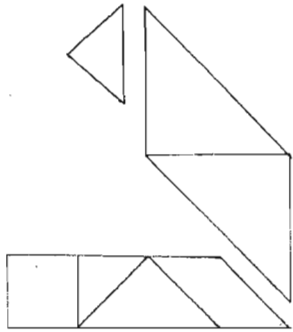


Representación del logotipo de la "Comercial Mexicana"

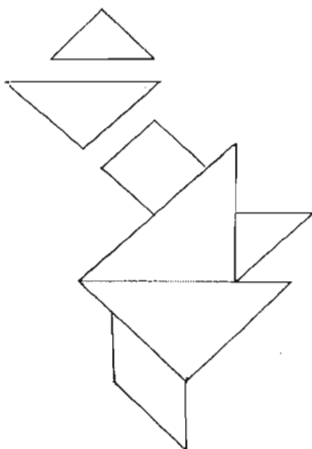


Tarea 2. Ejemplo de las producciones cuantificadas como con alto contenido de información, elaboradas por los sujetos durante el registro electroencefalográfico.

ANEXO F



Representación del logotipo
"Se permite fumar"

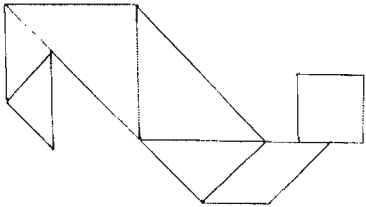

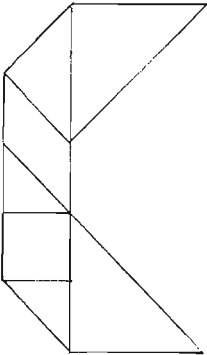
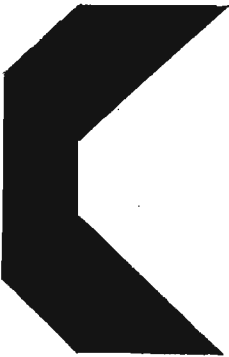


Representación del logotipo
de la "Comercial Mexicana"



Tarea 2. Ejemplo de las producciones cuantificadas como con bajo contenido de información, elaboradas por los sujetos durante el registro electroencefalográfico.

ANEXO F

| | |
|--|---|
|  | <p data-bbox="1040 147 1445 275">Imagen que representa el logotipo del "Mapa de la República Mexicana"</p>  |
|  | <p data-bbox="1029 810 1389 907">Representación del logotipo "Teléfono Público"</p>  |

Tarea 3. Ejemplo de las producciones cuantificadas como con alto contenido de información, elaboradas por los sujetos durante el registro electroencefaloacráfico.

ANEXO F

Crea un logotipo que representa el mapa de la República Mexicana

Imagen que representa el logotipo del "Mapa de la República Mexicana"



Crea un logotipo para la Comercial Mexicana

Representación del logotipo de la "Comercial"



Tarea 3. Ejemplo de las producciones cuantificadas como con bajo contenido de información, elaboradas por los sujetos durante el registro electroencefalocráfico.

TABLE T-6. LOGARITHM TO THE BASE 2

| N | Log N | N | Log N | N | Log N | N | Log N |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| 1 | 0.000000 | 51 | 5.672425 | 101 | 6.658211 | 151 | 7.238404 |
| 2 | 1.000000 | 52 | 5.700439 | 102 | 6.672425 | 152 | 7.247927 |
| 3 | 1.584962 | 53 | 5.727920 | 103 | 6.686500 | 153 | 7.257388 |
| 4 | 2.000000 | 54 | 5.754887 | 104 | 6.700439 | 154 | 7.266786 |
| 5 | 2.321928 | 55 | 5.781359 | 105 | 6.714245 | 155 | 7.276124 |
| 6 | 2.584962 | 56 | 5.807355 | 106 | 6.727920 | 156 | 7.285402 |
| 7 | 2.807355 | 57 | 5.832890 | 107 | 6.741467 | 157 | 7.294620 |
| 8 | 3.000000 | 58 | 5.857981 | 108 | 6.754887 | 158 | 7.303780 |
| 9 | 3.169925 | 59 | 5.882643 | 109 | 6.768184 | 159 | 7.312883 |
| 10 | 3.321928 | 60 | 5.906890 | 110 | 6.781359 | 160 | 7.321928 |
| 11 | 3.459431 | 61 | 5.930737 | 111 | 6.794415 | 161 | 7.330916 |
| 12 | 3.584962 | 62 | 5.954196 | 112 | 6.807355 | 162 | 7.339850 |
| 13 | 3.700440 | 63 | 5.977280 | 113 | 6.820179 | 163 | 7.348728 |
| 14 | 3.807355 | 64 | 6.000000 | 114 | 6.832890 | 164 | 7.357552 |
| 15 | 3.906890 | 65 | 6.022367 | 115 | 6.845490 | 165 | 7.366322 |
| 16 | 4.000000 | 66 | 6.044394 | 116 | 6.857981 | 166 | 7.375039 |
| 17 | 4.087463 | 67 | 6.066089 | 117 | 6.870364 | 167 | 7.383704 |
| 18 | 4.169925 | 68 | 6.087462 | 118 | 6.882643 | 168 | 7.392317 |
| 19 | 4.247927 | 69 | 6.108524 | 119 | 6.894817 | 169 | 7.400879 |
| 20 | 4.321928 | 70 | 6.129283 | 120 | 6.906890 | 170 | 7.409391 |
| 21 | 4.392317 | 71 | 6.149747 | 121 | 6.918863 | 171 | 7.417852 |
| 22 | 4.459431 | 72 | 6.169925 | 122 | 6.930737 | 172 | 7.426264 |
| 23 | 4.523562 | 73 | 6.189824 | 123 | 6.942514 | 173 | 7.434628 |
| 24 | 4.584962 | 74 | 6.209453 | 124 | 6.954196 | 174 | 7.442943 |
| 25 | 4.643856 | 75 | 6.228818 | 125 | 6.965784 | 175 | 7.451211 |
| 26 | 4.700439 | 76 | 6.247927 | 126 | 6.977280 | 176 | 7.459431 |
| 27 | 4.754887 | 77 | 6.266786 | 127 | 6.988684 | 177 | 7.467605 |
| 28 | 4.807355 | 78 | 6.285402 | 128 | 7.000000 | 178 | 7.475733 |
| 29 | 4.857981 | 79 | 6.303780 | 129 | 7.011227 | 179 | 7.483815 |
| 30 | 4.906890 | 80 | 6.321928 | 130 | 7.022367 | 180 | 7.491853 |
| 31 | 4.954196 | 81 | 6.339850 | 131 | 7.033423 | 181 | 7.499846 |
| 32 | 5.000000 | 82 | 6.357552 | 132 | 7.044394 | 182 | 7.507794 |
| 33 | 5.044394 | 83 | 6.375039 | 133 | 7.055282 | 183 | 7.515699 |
| 34 | 5.087463 | 84 | 6.392317 | 134 | 7.066089 | 184 | 7.523562 |
| 35 | 5.129283 | 85 | 6.409391 | 135 | 7.076815 | 185 | 7.531381 |
| 36 | 5.169925 | 86 | 6.426264 | 136 | 7.087462 | 186 | 7.539158 |
| 37 | 5.209453 | 87 | 6.442943 | 137 | 7.098032 | 187 | 7.546894 |
| 38 | 5.247927 | 88 | 6.459431 | 138 | 7.108524 | 188 | 7.554588 |
| 39 | 5.285402 | 89 | 6.475733 | 139 | 7.118941 | 189 | 7.562242 |
| 40 | 5.321928 | 90 | 6.491853 | 140 | 7.129283 | 190 | 7.569855 |
| 41 | 5.357552 | 91 | 6.507794 | 141 | 7.139551 | 191 | 7.577428 |
| 42 | 5.392317 | 92 | 6.523562 | 142 | 7.149747 | 192 | 7.584962 |
| 43 | 5.426264 | 93 | 6.539158 | 143 | 7.159871 | 193 | 7.592457 |
| 44 | 5.459431 | 94 | 6.554588 | 144 | 7.169925 | 194 | 7.599912 |
| 45 | 5.491853 | 95 | 6.569855 | 145 | 7.179909 | 195 | 7.607330 |
| 46 | 5.523562 | 96 | 6.584962 | 146 | 7.189824 | 196 | 7.614709 |
| 47 | 5.554589 | 97 | 6.599912 | 147 | 7.199672 | 197 | 7.622051 |
| 48 | 5.584962 | 98 | 6.614709 | 148 | 7.209453 | 198 | 7.629356 |
| 49 | 5.614710 | 99 | 6.629356 | 149 | 7.219168 | 199 | 7.636624 |
| 50 | 5.643856 | 100 | 6.643856 | 150 | 7.228818 | 200 | 7.643856 |

Tabla para de logaritmos base 2 utilizada para calcular la cantidad de bits por tanes.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Alejandro Zales Arves

FECHA: 3-III-05

FIRMA: [Firma manuscrita]

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**