



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE PSICOLOGIA

CORRELATOS ENCEFALOGRAFICOS ANTE
LA PRESENCIA DE LUZ EN LA PALMA DE LA
MANO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN PSICOLOGIA

P R E S E N T A :
GRANADA CASTAÑEDA ABRAHAM FELIPE

DIRECTOR: EDUARDO ALEJANDRO ESCOTTO C.

MEXICO D. F.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
SECRETARIA DE EDUCACION
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RISQUE PERMANENTE
1982

AGRADECIMIENTOS

Dedico esta tesis

A mi Madre

A mi Padre

A Rosa. Por su compañía

A Metztli. Por su sonrisa

A Alejandro Escotto. Por su confianza.

Al Angel... Zapata Ferrer. Por el proyecto que no terminamos

A Alejandro Delgado. Por apoyar el desarrollo de este trabajo

A Humberto Rosell

A los H.H.H. miembros del Consejo "pájaro azul-Javier, Diamanda, Colibrí, Los alternos, El ponci, El Checo, Dios, Chucho, El salas, Franck, Palafox, el abuelo, Diana, otra Diana, Trini, Edgar, Alejandro, Gis, Nancy. El *Chinchachoma*, los papas de este, El 68, Blanca nieves, Clara, Efrén, Claudio, g, Claudia, el Petit, Martha Alejandra, etc., etc., todos, por haber mantenido la cordura hasta el final"

A TODOS LOS AMIGOS, TODOS.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO 1. CINCO TESIS.	9
CAPÍTULO 2. PRIMERA TESIS Los receptores sensoriales de la mano son sensibles a la luz de una manera similar al calor	11
CAPÍTULO 3. SEGUNDA TESIS EXISTEN EN LA PIEL SUSTANCIAS QUE PUEDEN SER FOTSENSIBLES COMO LA MELATONINA, LA HEMOGLOBINA Y CAROTENOIDES¹³	
CAROTENOIDES (Vitamina A)	14
MELATONINA	15
HEMOGLOBINA.....	18
CAPÍTULO 3. TERCERA TESIS EXISTE UNA RELACIÓN NEUROANATÓMICA MUY ESTRECHA ENTRE LA MANO Y LA VISIÓN, ENTRE EL OJO Y LA MANO.	20
PLASTICIDAD CEREBRAL.....	22
CAPÍTULO 5. CUARTA TESIS LA SENSIBILIDAD A LA LUZ ES MAS PROBABLE EN LA PALMA DE LA MANO TIENE TODOS LOS TIPOS DE RECEPTORES,	23
POSIBLE RUTA SENSORIAL.....	27
CAPÍTULO 6. QUINTA TESIS EL EEG ES EFICIENTE PARA REGISTRAR CAMBIOS FISIOLÓGICOS CEREBRALES QUE SE CORRELACIONARÍAN CON LA FOTSENSIBILIDAD CUTÁNEA	30
CAPÍTULO 7. METODOLOGÍA	37
RESULTADOS.....	41
ANÁLISIS.....	44
CONCLUSIÓN.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	48
ANEXOS	53
Anexo 1	53

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta tesis es explorar tanto teórica como experimentalmente un fenómeno que ha sido descrito en algunas publicaciones científicas tanto soviéticas como estadounidenses, y que trata acerca de la posibilidad de la fotosensibilidad cutánea (FC), considerada como la posibilidad de que la piel pueda reaccionar ante la luz visible (fenómeno diferente de la sensación de calor) planteando cinco tesis teóricas que fundamentarían un estudio experimental.

Para realizar este acercamiento es necesario estudiar los fundamentos de la excitabilidad que es la base fisiológica sobre la que surgieron originalmente las sensaciones indiferenciadas (la sensibilidad general) y los movimientos más elementales (Smirnov, 1960).

Los fundamentos teóricos que apoyan la existencia del fenómeno se encuentran en la obra de psicólogos de orientación materialista dialéctica, tales como A. R. Luria el cual resaltaba que la especialización de los órganos de los sentidos son el resultado de un largo desarrollo histórico, durante el cual las necesidades de adaptación al medio, hizo que algunos órganos sensoriales fueran capaces de reaccionar ante diferentes tipos y formas de movimiento de la materia (o energía). Señala además que existen otras modalidades muy poco estudiadas, las sensaciones intermedias o intermodales, las cuales se encuentran en un orden intermedio entre los distintos tipos de sensibilidad exteroceptiva y las formas inespecíficas de sensibilidad; un ejemplo de estas últimas es la foto percepción dactilar del color, es decir la facultad que la epidermis de la mano (la yemas de los dedos) tiene de percibir los matices de colorido. Así mismo esta perspectiva considera a la sensación como un proceso activo y no pasivo el cual se manifiesta a

través de su carácter selectivo, ya que de los influjos del mundo exterior los animales destacan activamente sólo aquellos que tienen marcada importancia biológica para su existencia (Luria, 1975a).

El tema de la FC ha sido objeto de aproximaciones místicas, sin embargo, los soviéticos hicieron avances importantes para delimitar las posibilidades reales del fenómeno. Novomesky en 1962, presentó a la prensa un sujeto Rosa Kuleshova, que era capaz de identificar figuras, objetos, colores e incluso letras, con los ojos vendados; apareciendo tanto en publicaciones soviéticas como norteamericanas (Gardner, 1966). Sin embargo se descubrió que en cierta medida era un fraude, dado que se encontró que en realidad se hacía algún truco para ver por debajo de la venda.

Novomeysky (1982), reporta que experimentos Rusos realizados a partir de 1965, demuestran que la gente puede aprender a identificar no sólo colores, sino también cartas, números, y diversos objetos simplemente tocando su superficie.

La investigación científica siguió otro camino, en el experimento de Pshonik (Smirnov, 1960) se condiciona una respuesta de dilatación de vasos sanguíneos y sensación después de presentar durante varias veces un estímulo térmico de 43° C después de que ha actuado una luz, después es suficiente solo la presencia de la luz para generar la sensación de calor. Esto indica lo maleable que puede resultar la sensación.

Leontiev (1967) efectuó una investigación cuidadosa en la que una luz coloreada (verde o roja) bañaba la superficie de la mano, igualando de antemano la temperatura de los rayos luminosos haciéndolos pasar a través de un filtro de agua. Tras muchos cientos de combinaciones de la señal luminosa dada, con excitante doloroso, buscando que el sujeto se orientara activamente, encontró que sólo era posible entrenar, con la utilización del lenguaje como mediador, es decir diciéndole al sujeto que iba a tener un estímulo y

que si sentía algo apretara un botón, el cual evitaba el castigo, en poco tiempo los sujetos alcanzaban a reconocer “una especie de viento” cuando la luz estaba encendida.

Poznazcaya (citada en Leontiev, 1967) buscó el umbral entre las ondas calóricas y la luz, sin embargo encontró que bajo la influencia de un entrenamiento prolongado en los sujetos se observa un descenso de los umbrales de la sensibilidad cutánea a la energía de los rayos; además los rayos de la parte visible del espectro provocan un descenso mas marcado. Pero solo después de un entrenamiento.

Aquí cabría preguntarse ¿Si el entrenamiento hace consiente algunas manifestaciones neuronales que permanecían inconscientes de manera natural? o ¿Crea una sensación como tal?

Lysenko (1983) aporta evidencia positiva a favor de la primera pregunta. El examinó los EEG's correspondientes de 70 sujetos con ojos cerrados que estaban en una cámara oscura, les aplicó un estímulo ligero rojo (rango de los 600-2800 millimicrones) en la piel de las manos. La investigación indicó que el estímulo ligero causó cambios significativos en la frecuencia de ritmos alfa básicos. Los resultados mostraron correlación entre la influencia de la luz estroboscópica, en el espectro de la luz visible, y las frecuencias de EEG de 8 y 12 Hz. Cabe destacar que estos sujetos no estaban entrenados, por lo que hace más factible la hipótesis de que se podría tratar de una sensación que permanece fuera de la conciencia, posiblemente con una función diferente, sin embargo el hecho que permanezca fuera de la conciencia de la misma manera que los latidos del corazón o la presión sanguínea, eso no quiere decir que no sea factible que la persona pueda ser entrenada para controlarlos o sentirlos.

Algunos estudios reportan que ciertas personas que habían sido entrenadas en el reconocimiento de colores por medio de la piel que el color verde es percibido como

neutral; rojo, naranja, amarillo son percibidos como opuestos al violeta y al azul (Duplessis, 1985).

Un experimento (Passini & Rainville, 1992) trataba de aprovechar la fotosensibilidad para que los ciegos se guiaran por medio del color; para ello se utilizaron 20 sujetos con ceguera congénita (grupo experimental) y 20 sujetos con los ojos vendados. Todos los cuales pasaron por tres fases experimentales. Primero se les pidió que determinaran si dos placas eran del mismo color, se les decía que color tenía y entonces tenían que decidir entre otras tres de que color era; después se introducían a los sujetos en varias habitaciones para que señalizaran cual de ellas estaba iluminada por una luz roja; en la última se les pedía caminar por el pasillo de un laberinto, tratando de diferenciar entre cualquier cambio de color que percibieran. Los resultados de esta investigación muestran poco o ningún apoyo de una habilidad para percibir color por medio de la fotosensibilidad cutánea.

Hasta aquí se ha hecho un recuento histórico acerca de las aproximaciones experimentales que se han realizado sobre la FC, sin embargo para lograr una comprensión más completa del fenómeno es necesario analizar la naturaleza de la luz y plantear los posibles mecanismos biológicos que podrían dar cuenta de este fenómeno, además es necesario enfrentar la posibilidad de medir esta actividad de manera objetiva. Para ello se postulan cinco tesis que dan una visión interdisciplinaria y las cuales explican teóricamente el fenómeno además justifican la pertinencia de un estudio correlacional de electroencefalografía.

CAPÍTULO 1. CINCO TESIS

Se plantean cinco supuestos teóricos principales: el primero es **que los receptores sensoriales de la mano son sensibles a la luz de una manera similar a como lo son al calor**. Dado que la piel es un órgano que regula el medio interno y externo del organismo, filogenéticamente aparece primero, es muy similar a una pared celular, es sensible a la humedad, al frío, al calor, en este último caso se infiere que existen ciertos tipos de receptores que responden a la energía electromagnética calorífica, los cuales podrían estar involucrados en la recepción de otra energía electromagnética llamada luz. En la mano se observan todos los tipos de receptores de la piel humana. En un centímetro de piel de la mano existen 500 terminales nerviosas, unas sensibles al calor y otras posiblemente a la luz, con ayuda de algunas sustancias fotosensibles.

El segundo supuesto es **que existen en la piel sustancias que pueden ser fotosensibles como la melatonina, la hemoglobina y carotenoides**. La melatonina se ha observado que aclara la piel y aumenta su presencia en la sangre durante la oscuridad, por ello se cree que juega un papel importante en la regulación de los biorritmos.

La porfirina, un antecedente metabólico de la hemoglobina es, sumamente fotosensible, por lo que la acumulación de esta, debido a un problema genético, produce una enfermedad llamada porfiria que produce fotosensibilidad cutánea muy dolorosa y lesiones en la piel.

Los carotenoides forman parte importante en la visión pues son los responsable de la fotosensibilidad de la córnea por una sustancia llamada rodopsina, y en la piel, a la cual mantiene alejada de enfermedades, además de darle su color anaranjado.

El tercer supuesto es que **existe una relación neuroanatómica muy estrecha entre la mano y la visión, entre el ojo y la mano** es biológicamente muy importante dado que es la vista la que guía la mano y en casos de invidencia llega a ocupar su lugar como principal fuente de información. Los estímulos visuales y táctiles forman parte de un sistema bimodal-somestésico el cual procesa el espacio y la posición del cuerpo, con el propósito de guiar los movimientos de la mano y el cuerpo, funciona de tal manera que al presentar visualmente un objeto se activan neuronas sensoriales somatosensoriales y al oscurecer la habitación estas mismas neuronas siguen reaccionando como si el objeto aun estuviese visible y presente.

El cuarto supuesto se refiere a que **La sensibilidad a la luz es mas probable en la palma de la mano porque tiene todos los tipos de receptores**, en ella se contienen todos los tipos de receptores como el dolor, frío, calor, tacto fino, tacto grueso, vibración; tiene hasta 500 terminaciones nerviosas por centímetro cuadrado. Las partes mas sensibles del cuerpo son las yemas de los dedos, inclusive son dos veces mas sensibles que otras partes de la mano. Las sensaciones del tacto son mas complejas que las de la vista o el oído, dado que casi siempre son mezclas de varios estímulos. En la actualidad no se ha podido ubicar si los receptores específicos dan una sensación específica.

La quinta tesis se refiere que **El EEG es eficiente para registrar cambios fisiológicos cerebrales que se correlacionarían con la fotosensibilidad cutánea.**

El EEG es la medición de los campos de la corteza cerebral producto de la actividad eléctrica de unos determinados grupos neuronales. En el EEG cuantitativo los parámetros espectrales mas usados son las potencias absolutas, relativas y frecuencia media; en las frecuencias conocidas como alfa, beta, theta y delta. Cuando llega una excitación proveniente del sistema sensorial se observa una inhibición del ritmo alfa y un

aumento en la frecuencia beta. El supuesto principal es que si la luz en la mano "es sentida" en el cerebro, cambiará el registro EEG en alguno de sus parámetros

CAPÍTULO 2. PRIMERA TESIS Los receptores sensoriales de la mano son sensibles a la luz de una manera similar al calor

La experiencia sensorial del calor y la luz son resultado de diferentes longitudes de onda de la energía electromagnética, misma de la que están compuestas todas las radiaciones, desde las ondas de radio hasta los rayos gamma muy cortos producidos por la llegada de rayos cósmicos, incluidos los solares, las radiaciones infrarrojas (calor) y ultravioletas; los rayos X y las ondas hertzianas.

Todos viajan a la velocidad de la luz (300,000 km/seg.); difieren en cuanto a la longitud de onda que presente, la cual se mide en nanómetros (nm). Por ejemplo, el espectro de luz visible es de 390 a 780 nm. (García & Pelayo, 1978).

En la luz solar existen radiaciones invisibles que transportan calor y que, como las radiaciones visibles, son refractadas y dispersadas por un prisma, estas radiaciones son las radiaciones infrarrojas; las cuales no existen sólo en el espectro solar, sino que son emitidas por todos los cuerpos calientes, siendo ellas las que producen la sensación de calor que se percibe al aproximar la mano a una estufa o a un radiador de agua caliente.

Las radiaciones infrarrojas son de naturaleza idéntica a la de la luz visible, de la que sólo difieren por la longitud de onda. Se las denomina también rayos caloríficos oscuros (García & Pelayo, 1978).

Color	Longitud de onda en Nanómetros (nm)	
Violeta	390	430
Azul	430	470
Azul verde	470	500
Verde	500	530
Verde amarillo	530	560
Amarillo	560	590

Anaranjado	590	620
Rojo	620	780

Tabla 1. Longitud de onda correspondiente a cada uno de los colores del espectro visible (García & Pelayo, 1976).

Es plausible que el fenómeno de la fotosensibilidad cutánea sea producto de la ampliación del umbral entre luz y calor, Poznazcaya (citada en Leontiev, 1967) en sus trabajos sobre umbrales pretendía encontrar cual era el umbral al calor existente en el hombre, sin embargo en su investigación la autora rusa estableció que bajo la influencia de un entrenamiento prolongado en los sujetos se observa un descenso de los umbrales de la sensibilidad cutánea a la energía de los rayos infrarrojos; además de que los rayos de la parte visible del espectro, provocan un descenso más marcado. La investigadora concluye de esto que en los experimentos donde se utiliza luz para producir calor, también se produce cierta sensibilidad a los rayos visibles y que además es interferida por la energía térmica.

El recordar el Experimento de Psonik (p. 5) hace posible teorizar acerca de la sensación, al buscar ciertos patrones provenientes del exterior y darles un significado, indica que teóricamente existe una vía sensorial que percibe los cambios en la iluminación en la palma de la mano, y si es relacionado con otro estímulo consiente como lo es el calor, es posible realizar un condicionamiento clásico. Existe la posibilidad que la FC posea los mismos mecanismos de la recepción del calor común a nuestra experiencia, con solo una diferencia entre umbrales.

Es necesario teorizar sobre las posible sustancias fotosensibles que podrían estar relacionadas con la recepción del calor a partir de los principios antes expuestos.

CAPÍTULO 3. SEGUNDA TESIS **Existen en la piel sustancias que pueden ser fotosensibles como la melatonina, la hemoglobina y carotenoides**

Todas las membranas celulares están compuestas de la misma clase de moléculas y se admite, casi universalmente, que los mismos principios básicos se aplican a muchas de ellas, quizá a todas (Miller, 1980). Muchos organismos pueden percibir la luz, sin ningún tipo de órgano receptor especializado, por ejemplo son fotosensibles la superficie corporal de la estrella de mar y el cuerpo de la hidra. Luria (1975b) describe un experimento en el cual ciertos animales unicelulares, responden ante la luz activamente siempre y cuando esta correspondiera a un sistema de señalización mecánica que motivan elevadas reacciones del organismo unicelular.

En los animales multicelulares la fotosensibilidad no se restringe únicamente a las estructuras complejas de visión, si se extraen los ojos de una estrella de mar esta no pierde totalmente la sensibilidad a la luz, cuando las células ciliadas de la boca de los anfibios reciben un rayo luminoso reaccionan aumentando la amplitud del movimiento ciliar (Carroggio, 1982).

La fotosensibilidad en los seres vivos siempre está relacionada con los pigmentos, sustancias que fundamentalmente poseen una cierta cantidad de enlaces dobles, que les permite actuar como una antena ante las radiaciones electromagnética (Muñoz, 1979).

Este tipo de "antena" funciona de esta forma: un conjunto de enlaces conjugados o dobles, definen la extensión sobre la cual los electrones se deslocalizan. Cuanto más exacto sea el sistema, permitirá que se produzcan transiciones con una variación muy pequeña de energía y en consecuencia se necesitan más cuantos de luz de baja frecuencia o grande longitud de onda (Clayton, 1973).

Un ejemplo de una molécula con gran cantidad de dobles enlaces conjugados que tiene un interés biológico importante es el retinal, pigmento responsable de la visión de los animales superiores" (Clayton, 1973).

Esto es, si tenemos un número amplio de enlaces conjugados, la molécula se hace más fotosensible de tal manera que responde a variaciones más pequeñas. La hemoglobina, la melatonina y el caroteno que se encuentran en la piel o en el torrente sanguíneo poseen cierta cantidad importante de enlaces conjugados.

A continuación se expondrán las razones teóricas por la que se consideran posiblemente involucradas en la fotosensibilidad cutánea.

CAROTENOIDES (Vitamina A)

El mecanismo de captura de la luz esta en todos los animales relacionado con los carotenos, capaces de absorber energía luminosa (Butler, 1969).

Los carotenos, son los precursores de la rodopsina, colorante de los bastones responsables de las respuestas fotosensibles del ojo,

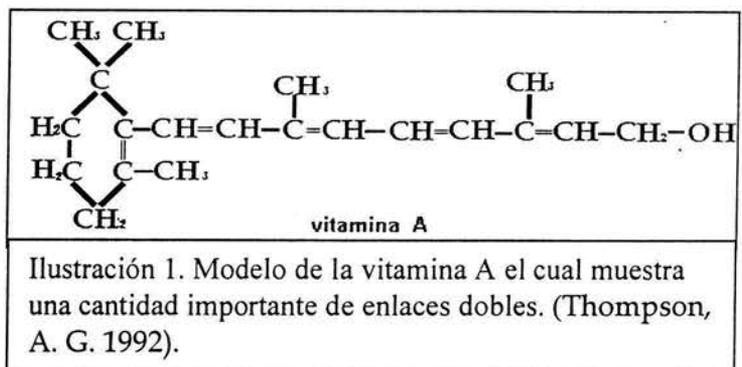


Ilustración 1. Modelo de la vitamina A el cual muestra una cantidad importante de enlaces dobles. (Thompson, A. G. 1992).

estos carotenos se encuentran distribuidos en toda la piel. El beta-caroteno (vitamina A) (ilustración 1) es necesario para crecimiento apropiado y para la reparación de tejidos del cuerpo; mantiene a la piel libre de enfermedades, además de darle su color anaranjado; protegen las membranas, las mucosas de la boca, la nariz, la garganta y los pulmones, reduciendo la susceptibilidad a las infecciones; protege contra los contaminantes aéreos;

neutraliza la ceguera nocturna, la vista débil; y ayuda en la formación de huesos y dientes (Thompson, 1992).

Del caroteno se derivan ciertos colorantes utilizados en la visión tales como la rodopsina. Dichos colorantes se existen en ciertas células coloreadas llamadas conos y bastones situadas en la retina del ojo. Los conos están implicados en la visión del color y funcionan con luz fuerte. Los bastones son estimulados por luz débil. Estas células forman sinapsis con células bipolares que también interaccionan con las células ganglionares de retina (Nourse, 1980).

La presencia de los carotenos en la piel son sumamente importantes para protegerla de los rayos del sol reaccionando fotosensiblemente hacia esta. Este fenómeno se da principalmente en las personas que carecen de melanina, un protector contra el sol mas eficaz, dándoles un color anaranjado. Sin embargo existe un lugar en la piel el cual carece por completo de melanocitos independientemente de la proporción en otros lados del cuerpo y ese lugar es la palma de la mano y las plantas de los pies; lo cual podría tener una relación adaptativa, posiblemente en la FC, si esto es cierto debería de trabajar en equipo otras sustancias tal como lo hace en la visión del ojo.

MELATONINA

Esta sustancia había sido identificada hacía muchos años en la sangre de diversos vertebrados poiquiloterms, es decir de temperatura irregular, especialmente en peces y anfibios, y su acción más evidente era producir un aclaramiento de la piel (una acción opuesta a la de la hormona estimulante de los melanocitos, MSH), aunque también

estaba relacionada con determinados procesos estacionales, como la reproducción (Dávila, 2002).

El estudio de la melatonina era restringido a unos cuantos grupos de investigadores dedicados a resolver afanosamente el papel de esta sustancia en la fisiología de los denominados "vertebrados inferiores". Después cuando se descubrió que la melatonina no sólo se encontraba en estos vertebrados, sino en todos (incluido el hombre) y sus acciones se extendían mucho más allá del aclaramiento de la piel de anfibios o el control de los ciclos reproductores (Dávila, 2002).

Se descubrió su acción natural citoprotectora, previniendo en muchos casos los fenómenos de daño celular o muerte celular y, como consecuencia, actuando como una sustancia "antienvjecimiento" celular y orgánico. También estaba involucrada en los ciclos de sueño-vigilia por la activación de la luz (Davila, 2002).

La melatonina es una sustancia endógena, una hormona, producida por una glándula endocrina, la denominada glándula epífisis o glándula pineal. Esta glándula, que se desarrolla embrionariamente a partir del techo del diencéfalo (una parte del cerebro anterior de los vertebrados), siempre ha tenido un papel relevante relacionado con la visión en la historia evolutiva de los vertebrados. De hecho, se cree que en los ancestros de los vertebrados actuales la epífisis formaba un ojo medial, el tercer ojo, que complementaba a los ojos bilaterales convencionales. Entre los vertebrados vivientes sólo algunos casos excepcionales como las lampreas y algunos reptiles presentan un ojo dorsal medial, que normalmente es muy pequeño. En estos animales este órgano funciona fundamentalmente para detectar cambios en los niveles de iluminación. En aves y, sobre todo, en mamíferos, la epífisis constituye un órgano enteramente glandular. Sin embargo, aunque la glándula epífisis no constituya un ojo en la mayoría de los

vertebrados, lo que sí es cierto es que recibe una información visual indirectamente a través de otra región diencefálica, los denominados núcleos supraquiasmáticos.

La hormona melatonina es sintetizada en los pinealocitos (células de la glándula pineal) a partir de la serotonina (5-HT), a través de dos pasos controlados por otras tantas enzimas. La síntesis, y liberación, de la melatonina muestra un marcado ritmo circadiano, produciéndose el pico máximo de secreción durante la noche (aunque hay algunos pocos ejemplos de un incremento en la secreción durante el día). Este ritmo circadiano en la producción de melatonina proporciona al organismo una valiosa información sobre el momento del día y la época del año y, como resultado, este ciclo hormonal dirige a otros ritmos circadianos así como a otros ciclos estacionales de reproducción (Davila, 2002).

La glándula epífisis en algunos reptiles se encuentra en contacto con el exterior formando algún tipo de tercer ojo que es fotosensible. En los mamíferos, esta se encuentra en una parte oculta pero continúa formando parte de un sistema que depende de la luz, especialmente en la secreción de melatonina que aumenta con la oscuridad. Es importante recalcar que la melatonina, cuando es aplicada, por medio de ungüentos, en la piel se produce un tipo de blanqueamiento (Davila, 2002).

Se cree que los niveles de melatonina están regulados por la cantidad de luz que entra en los ojos, que esta información entra por el quiasma óptico y posteriormente se traducen en el aumento o descenso de esta. Siendo un actor importante en la regulación de los biorritmos.

Cajochem (2000) realizó un estudio en donde relacionaba los cambios electroencefalográficos de alerta y de presencia de melatonina en sangre. Ahí encontró que de acuerdo a la intensidad y tiempo de exposición a la luz provoca un descenso de

ondas alfa, realiza un EEG digital tomando un rango de onda de 7 a 9 Hz. utiliza una derivación bipolar en la región central (Fz-Cz, Cz-Pz y Pz-Oz) en donde muestra que la densidad del poder absoluto es disminuida significativamente en la iluminación de 230 lux a 3190 lux cabe notar que en la primera hora de exposición a una luz tenue de 23 lux y fue iluminándose mas hasta lograr los 3190 lux.

Se ha comprobado que ratones cegados han podido reestablecer sus biorritmos, y se le atribuye a que "de alguna manera" la información visual llega al quiasma óptico provocando esta actividad.

Una posible comprobación de la participación de esta sustancia en la fotosensibilidad cutánea sería realizar ciertas mediciones de melatonina antes y después de recibir cierto as de luz en la piel con los ojos completamente cubiertos. Si se diera algún cambio, entonces sería un punto a favor, si no hay cambio, entonces la participación de la melatonina sería cuestionada

HEMOGLOBINA

El papel que pudiera jugar esta sustancia en una posible fotosensibilidad no es tan sugerente como el de la melatonina, aunque pudiera jugar una tarea en el mecanismo de regulación metabólica o biorritmos de la misma manera como se podría suponer con la melatonina.

La naturaleza fotosensible de la hemoglobina es factible desde la manera en que es categorizada junto con la clorofila, pigmento fotosintético de los vegetales, como fenoporfirinas. Además que su estructura corresponde a un gran número de enlaces dobles como a la melatonina o los carotenoides.

La razón por la cual llamo la atención esta sustancia es que en los hombres hay una enfermedad bien documentada llamada porfiria. Esta es una enfermedad genética ampliamente estudiada e identificada, la cual consiste en que no se logra transformar completamente el "hemo", que es un antecesor metabólico de la hemoglobina, debido a la deficiencia de una enzima llamada cosintasa, acumulándose en la sangre algunos subproductos como la uroporfirina y coproporfirina, siendo estas dos sustancias responsables de **fotosensibilidad cutánea** que produce serias lesiones en la piel al exponer a la luz la piel (Murray, 1994).

La bibliografía consultada no hace referencia acerca de cuales son los receptores cutáneos involucrados, sin embargo se puede teorizar a partir de ciertos síntomas mostrados. Y es plausible que los receptores libres, también llamados nocirreceptores de acuerdo con la categorización dada anteriormente, se trata de los discos de Merkel y las terminales con extremo expandido.

El que estas sustancias llamadas porfirinas se encuentran en el torrente sanguíneo, podría sugerir que, sin llegar a los extremos de la porfiria, hubiese cierta sensibilidad al espectro luminoso.

Por otro lado, Dillon (2000) afirma que los glóbulos rojos de la sangre poseen cierta capacidad de sensibilidad electromagnética y que son responsables de cierto sistema de comunicación.

La hemoglobina y sus derivados presentan bandas típicas de absorción en la región visible del espectro, esto quiere decir que reaccionan ante la luz, absorbiendo una parte del espectro luminoso. La hemoglobina posee un espectro de una banda (ver tabla 2), es decir que responde ante la luz solo con un tipo de longitud de onda; otros derivados de esta son la oxihemoglobina y la carboxihemoglobina (Murray, 1994).

Todos los compuestos presentan en la proximidad de absorción muy intensa entre los 400 y 450 nanómetros (color rojo) (Murray, 1994). Recordando que el espectro de luz visible es de 390 a 780 nm (ver Tabla 1. p. 11).

	Máximos en nanómetros	
Hemoglobina	555	
Oxihemoglobina	577	541
Carboxihemoglobina	570	539
Metahemoglobina	500	630
Hemocomógeno (de la hemoglobina en solución alcalina)	558	529

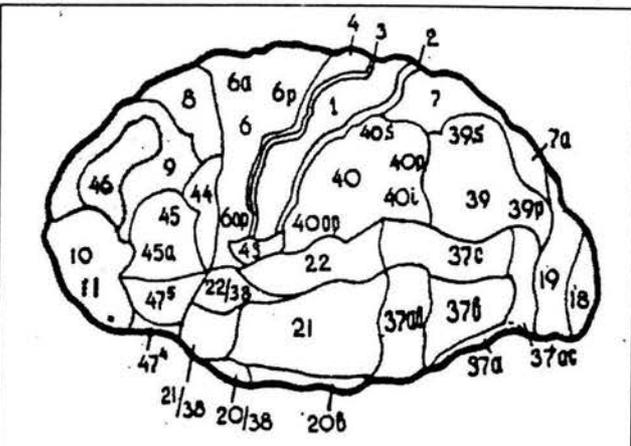
Tabla. 2. Máximos de absorción de luz de la hemoglobina y sus derivados (Murray, 1994)

Este empalme en el espectro, hace plausible que esta sustancia pudiera jugar un papel en la sensibilidad a la luz, particularmente en los vasos capilares y en las zonas de alta cantidad de terminales nerviosas de la piel.

CAPÍTULO 3. TERCERA TESIS Existe una relación neuroanatómica muy estrecha entre la mano y la visión, entre el ojo y la mano.

Los estímulos visuales y táctiles forman parte de un sistema bimodal-somestésico el cual procesa el espacio y la posición del cuerpo, con el propósito de guiar los movimientos de la mano y el cuerpo. Funciona de tal manera que al presentar visualmente un objeto se activan neuronas sensoriales somatosensoriales, y al oscurecer la habitación, estas mismas neuronas siguen reaccionando como si el objeto aun estuviese visible y presente. Estos vínculos, hacen factibles algún tipo de relación entre luz y sensibilidad a esta en la mano.

Todos los estímulos cutáneos son recibidos en la corteza somatosensorial. Esta se encuentra en las áreas de Broadman 1, 2 y 3 (ver ilustración 1), es la encargada de recibir las fibras nerviosas somatosensoriales de



la parte contralateral del cuerpo, es decir si la información proviene del lado derecho del cuerpo, entonces se activará la parte izquierda del cerebro (Luria, 1986).

La primera destinataria de la información somatosensorial es el área 3 la que se divide en dos, 3a y 3b.(ver ilustración 2) Estas mandan la información a las áreas 1 y 2. El área 2 es la única que recibe una convergencia de modalidades múltiples, es decir de diferentes áreas funcionales. Por ejemplo, entradas propioceptivas y táctiles, las que incluso pueden llegar de las mismas fibras (Graziano, Xin & Gross, 1997a).

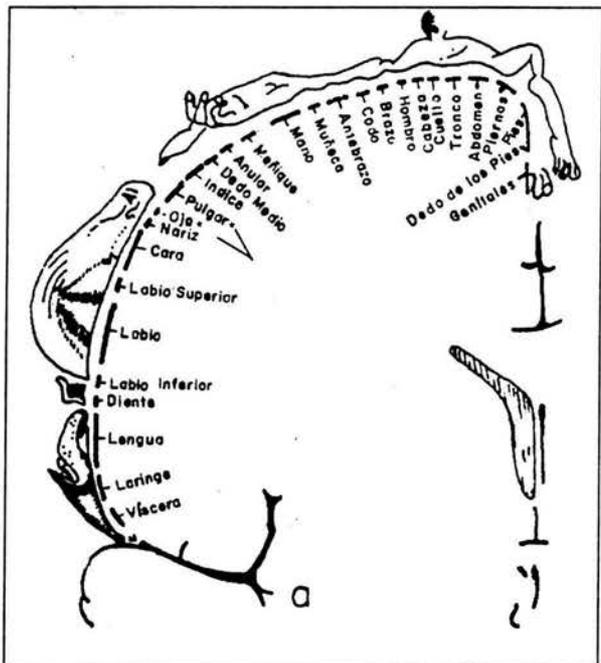


Ilustración 2. Zona de Proyección Somatotópica Sensitiva en la Corteza Cerebral. Las medidas relativas de los órganos reflejan la extensión de las áreas de la corteza cerebral desde las cuales pueden ser provocadas las sensaciones y los movimientos correspondientes (Tomado de Luria, 1986).

La corteza premotora no solo recibe entradas somatosensorial sino que también visuales, la llamada área 6, está involucrada en la planificación y ejecución de movimientos (Luria, 1974; Wise, 1985). Las neuronas premotoras se activan durante movimientos voluntarios específicos, y el estímulo eléctrico de partes diferentes del mapa somatotópico Estas evocan movimiento del

músculo en la parte correspondiente del cuerpo (Caminiti, Jonson & Urbano. 1990. Epp, Husler, Maier & Qi., 1994; Dum & Strick, 1991. Gentilucci, Scandolara, Pigarev & Rizzolatti, 1983).

Además de estas propiedades motoras, la corteza premotora recibe entradas somatosensorial y visuales. Las áreas somatosensoriales secundarias 5 II y 5 tienen proyecciones a las porciones de corteza premotora, las áreas 7a visuales de asociación, el área intraparietal lateral, el área intraparietal ventral, y la área media temporal superior, todas se proyectan en el área 7b, que a su vez es proyectada a la corteza premotora, principalmente a la mitad ventral (Matelli, Camarda, Glickstein & Rizzolatti, 1986).

PLASTICIDAD CEREBRAL

El cerebro se modifica a medida que las necesidades del ambiente le exige, en ese sentido Leontiev (Luria, 1966) afirmaba que el cortex cerebral es el órgano capaz de formar nuevos órganos funcionales a partir de las bases materiales de las complejas formas de las funciones psicológicas humanas. Por ende, aspectos tan cruciales en la existencia del ser humano como la sensación requiere de una extraordinaria maleabilidad para adaptarse a las diferentes condiciones ambientales.

Jones (2000) mostró el cambio del mapa cortical en la corteza somatosensorial en monos cuando les fue amputado un dedo, manifestando cambios de índole talámico, desaferentación, atrofia de nervios y en general un cambio reorganizacional, es decir, cómo cambió de forma orgánica la estructura del cerebro en la medida que las condiciones ambientales sean las apropiadas o demandantes. y no solo eso, sino que bajo estas condiciones, la representación cortical de las partes amputadas o nervios lesionados, por una representación expandida a las partes adyacentes que retienen su inervación.

Ramachandran (1999) ha encontrado que existen casos de dolor fantasma después de la amputación de la mano da una reaferentación de las neuronas que controlan la sensación de la mano proyectándose hacia ciertas porciones de la cara, esto indica que la posibilidad del surgimiento de una nueva sensación, tal como lo propuso Leontiev también es posible, sin embargo es necesario contar con la comunicación de receptores particulares para poder percibir antes que discernir, para ello es necesario abordar los diferentes tipos de somatodreceptores y sus funciones.

CAPÍTULO 5. CUARTA TESIS La sensibilidad a la luz es mas probable en la palma de la mano tiene todos los tipos de receptores,

La probable FC debería tener un sustento fisiológico, la cual estaría en función de la presencia de órganos sensitivos, los cuales serían los encargados de convertir la información física en estímulos nerviosos que serían llevados hasta el cerebro y ahí decodificados.

La reflexión acerca de la existencia de la FC lleva a hacer una revisión de los órganos receptores ya conocidos y de las sensaciones que estos generan.

En el hombre se han desarrollado y especializado diversos órganos receptores, que dan lugar a las sensaciones. En la actualidad han sido clasificadas por un gran número de autores (Smirnov, 1960; Meulders, 1980; Habib, 1994; Graziano, Xin & Gross, 1997a), en interoceptivas, propioceptivas y exteroceptivas. Las primeras se encargan de transmitir al cerebro información acerca del medio interno del organismo y aseguran la regulación de las necesidades elementales; las propioceptivas proporcionan información sobre el cuerpo en el espacio; finalmente el tercer y más grande grupo de sensaciones, las exteroceptivas nos brinda información respecto a los estímulos del mundo externo (Luria, 1975a).

Para que aparezca la sensación el estímulo debe alcanzar una magnitud determinada la magnitud mínima de un estímulo que determina una sensación se denomina umbral absoluto de la sensación. La magnitud del umbral absoluto caracteriza la sensibilidad absoluta de los órganos de los sentidos o sea su capacidad para reaccionar a las influencias mínimas cuanto más débil es el estímulo que puede causar una sensación, mayor es la capacidad de los órganos de los sentidos para reaccionar a esta influencia (Smirnov, 1960). De este modo no es posible sentir las pequeñas partículas de polvo que caen sobre la piel; los estímulos luminosos inferiores a un determinado grado de luminosidad no motivan sensaciones visuales. La magnitud del umbral absoluto caracteriza la sensibilidad absoluta de los órganos de los sentidos, o sea su capacidad para reaccionar a las influencias mínimas. Cuanto más débil es el estímulo que puede causar una sensación, mayor es la capacidad de los órganos de los sentidos para reaccionar a esta influencia, mayor es la sensibilidad absoluta (Smirnov, 1960). Es decir

que debería de existir una gran sensibilidad para poder percibir algo muy pequeño, o al parecer muy insignificante como la luz en la piel y para ello es necesario una gran cantidad de terminaciones nerviosas y ciertas sustancias que respondieran ante esta.

Nuestros órganos de los sentidos juegan un papel enorme en la recolección y ordenación de la información del mundo en el que vivimos. Los receptores sensoriales que constituyen estos órganos proporcionan un arroyo continuo de información interoceptiva (ej., la presión de sangre, actividad de huso de músculo, etc.), exteroceptiva (ej., visión, oído y tacto.). En general, estos receptores se especializan para descubrir y traducir las formas diferentes de información (Wallace, 1998).

El estudio de los somatodectores, ha dado importantes aportaciones, sin embargo aun es difícil precisar con claridad el número de estos, su especificidad, así como los mecanismos de los potenciales de receptor, correspondientes con cada uno (Degrott & Cusid, 1993).

Los tipos de somatodectores que se encuentran en la piel, se han descrito fisiológicamente y son:

1) Sensibilidades táctiles cutáneas epidermis y de:

a) Terminales nerviosas libres:

Terminales con extremo expandido

Discos de Merkel

Otras distintas variables

b) Terminales en ramillete

Terminales de Rufini

c) Terminales encapsuladas

Corpúsculos de Meissner

Corpúsculos de Krause

d) Órganos terminales de Pelo

2) Sensibilidad Tisular profunda

a) Terminales nerviosas libres:

b) Terminales nerviosas expandidas

c) Terminales diseminadas

Terminales de Rufini

d) Terminales encapsuladas

Corpúsculos de Pacini

Algunas otras variables

3) Terminales musculares

a) Husos Musculares

b) Receptores Tendinosos de Golgi

Otro tipo de somatoseceptores que se han estudiado son los termoseceptores y los nociceptores, de los cuales aunque se conocen en menor número se puede enumerar:

1) Nociceptores

a) Terminales nerviosas libres

2) Termoseceptores

a) Receptores de frío

b) Receptores de calor

Todos estos receptores, a excepción de los órganos terminales de pelo se encuentran en la palma de la mano, esta es por excelencia la parte del cuerpo que se asocia con el tacto, la mano humana, hecha para tomar y tocar las cosas, tiene hasta 500 terminaciones nerviosas por centímetro cuadrado; las sensaciones del tacto son más complejas que las

de la vista o al oído dado que casi siempre son mezclas de varios estímulos. Las yemas de los dedos son las partes más sensibles del cuerpo, exceptuando los labios, la lengua y la punta de la nariz y dos veces más sensibles que otras partes de la mano (Nourse, 1980).

La mano es uno de los pocos lugares del cuerpo donde no existe la presencia de melanina, además que ahí se concentran todos los tipos de receptores. Cabría aquí la pregunta del cómo trabajan estos receptores, que ha intentado ser respondida por varios autores, sin embargo si realmente existe la fotosensibilidad, antes de un supuesto entrenamiento, entonces esta tendría alguna función adaptativa-sensitiva que formaría un sistema somestésico tal vez en el tacto fino, por lo que cabe la pertinencia de estudiar una posible ruta que habitualmente siguen los estímulos.

POSIBLE RUTA SENSORIAL

Para que sea percibido cualquier estímulo es necesario que sea transmitido hacia el cerebro. Para ello hay que describir la ruta por la cual podría llegar.

El posible estímulo después de haber pasado por las células sensoriales, posteriormente es transmitido a una neurona sensorial, que forma parte del sistema nervioso ganglionar.

La mayoría de células nerviosas tiene una carga de aproximadamente entre 60 y 90 milivoltios, la velocidad con la que la carga recorre el axón depende del diámetro del axón y es de unos 100 msec (Pentz, 1971). A pesar de que comúnmente se afirma que las fibras nerviosas responden solo a un solo tipo de estímulo sin embargo algunas veces que el calor puede percibirse como frío, porque activa fibras frías en lugar de las fibras nerviosas receptoras de calor. Normalmente estas son activadas por un aumento en

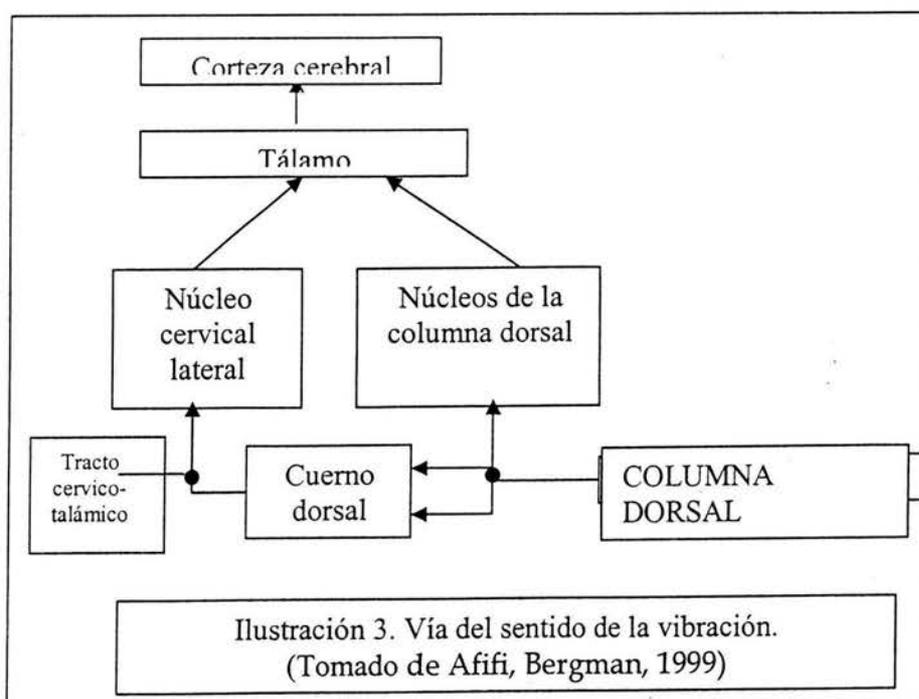
temperatura, y otras por una disminución de esta. Las fibras encargadas de transmitir la sensación cutánea se les conoce como clase II (A-beta) y terminan en nervios especializados como los discos de Merckel y los Corpúsculos de Pacinni, estos últimos encargados de transmitir lo que conocemos como vibración (Graciano, Xin, & Gross, 1997b).

La transmisión sináptica es siempre excitadora, y por consiguiente sus mecanismos de regulación se reducen a excitación o no excitación. En contraste con el sistema nervioso central, posee neuronas inhibitorias, cuya actividad resulta en una disminución de la excitabilidad de la neurona postsináptica, lo que da la posibilidad de ejercer un control activo, finamente regulado, sobre el funcionamiento los circuitos (Graziano M, Xin T. H & Gross . G. 1997b).

El sistema nervioso ganglionar posee una capacidad plástica con relación a la habituación de los estímulos que recibe, se han hecho estudios con neuronas sensoriales en donde después de una estimulación repetida el potencial eléctrico disminuye sensiblemente y se recupera en el descanso. Más recientemente se ha podido evaluar estos diferentes comportamientos de las raíces nerviosas de la médula espinal (Glick, Lee, 2000).

Las partes dorsales (posteriores) de la medula espinal son las encargadas de la transmisión y apreciación sensitiva. Los estímulos sensoriales conducidos por medio de esta son en general de tres tipos: 1) los que influyen de manera pasiva en el organismo, 2) los que tienen factores temporales o secuenciales agregados a una señal especial y 3) aquellos que no se pueden reconocer sin la manipulación y exploración activa por medio de los dedos, es decir, la vibración de un diapasón, la discriminación entre dos puntos, el tacto con una pieza de algodón. Además la columna dorsal tiene la una participación en ciertos tipos de control motor. Muchos movimientos

que incluyen a las extremidades dependen de información sensitiva que retroalimenta al encéfalo desde órganos sensitivos periféricos como usos musculares, receptores articulares y receptores cutáneos. Gran parte de estas aferencias de retroalimentación viajan a través de la columna dorsal. La columna dorsal transmite hacia la corteza motora de encéfalo (por medio del tálamo) información necesaria para planear, iniciar, programar y vigilar pruebas que incluyen movimientos de manipulación por los dedos. El núcleo talámico que recibe aferencias del sistema de la columna dorsal se proyecta no solo a la corteza somestésica primaria (giro poscentral) sino a la corteza motora primaria en el giro precentral. Además la corteza sensitiva primaria se proyecta a la corteza motora primaria. Se ha observado que existen dos vías para distinguir el sentido de la posición y otra para el tacto, en el caso de este último pasan a través de la espina dorsal y del tracto espinocervicotalámico; y para el primero existe una división entre los miembros superiores e inferiores, para los primeros se utiliza la parte del tracto cuneiforme de la columna dorsal, y los segundos se transmite a través de tracto grácil hasta el nivel del núcleo dorsal de Clarke pasan al tracto espinocerebeloso dorsal para llegar al núcleo Z (de Brodal y Pompeiano) para llegar al tálamo y posteriormente proyectar se a la corteza cerebral (Afifi & Bergman, 1999).



CAPÍTULO 6. QUINTA TESIS El EEG es eficiente para registrar cambios fisiológicos cerebrales que se correlacionarían con la fotosensibilidad cutánea

El electroencefalograma (EEG) que es el registro de los cambios de voltaje generados por el encéfalo a través del tiempo. En el EEG digital la señal electroencefalográfica es muestreada en intervalos Δt equidistantes en el tiempo. A cada muestreo corresponde un valor de amplitud, positiva o negativa, evaluada por el nivel de amplitud que alcanzó. Se grafica ocho niveles hacia arriba y ocho hacia abajo a través de un convertidor Analógico Digital de ± 8 bits. En esta forma, una señal continua es convertida en n valores de amplitud medidos a intervalos fijos. Estos intervalos se llaman intervalos de muestreo (Harmony & Alcaraz, 1987).

En los seres humanos se registra mediante electrodos planos circulares o agujas colocadas en la superficie del cuero cabelludo. Debido a los efectos de conducción de volumen, la actividad que se registra proviene de amplias regiones de la corteza cerebral y aun de las estructuras subcorticales. Los estudios analíticos realizados en animales pueden focalizar regiones activas con mucho mayor exactitud (no todas las regiones de la corteza tienen la misma actividad).

Un registro promedio de su actividad deberá mostrarnos apenas una respuesta desincronizada o por lo menos "al azar". Parece que esto es parcialmente cierto por lo menos en el estado de vigilia y alerta. Sin embargo, bajo otras condiciones se desarrollan notables ritmos regulares y ondas lentas.

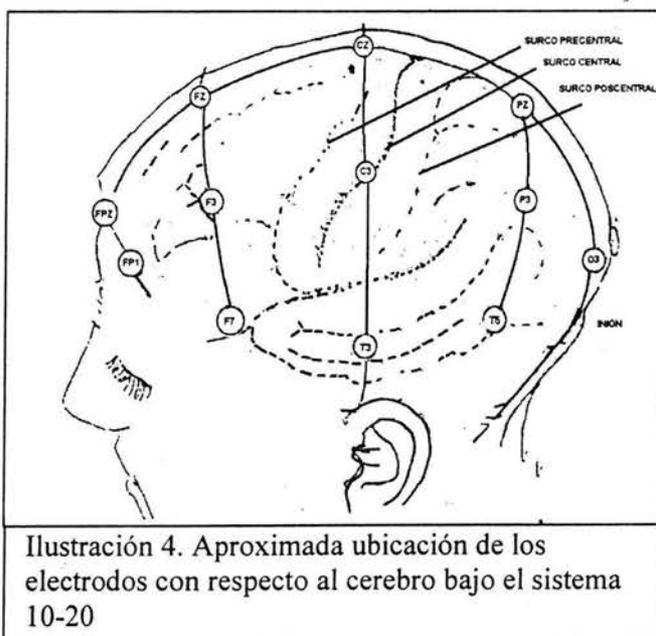
El hecho de que tales ondas constituyan una de las características prominentes del EEG es en realidad más sorprendente de lo que hubiera sido la esencia de tales ritmos

regulares. Pareciera que millones de células son capaces de sincronizar sus patrones de actividad (Thompson, 1973).

Cajochen, Zeitzer, Czeisler & Dijk, (2000) han realizado estudios donde puede observar en el EEG las relaciones de la intensidad de la luz y la alerta. Y Higuchi (2001) realizó un estudio de vigilancia, en donde se le pedía a un sujeto que estuviera pendiente de la aparición de un estímulo auditivo, reportó el cambio del poder alfa a lo largo del día y encontró que si existen variaciones significativas en el registro EEG

Existen muchas correlaciones sugerentes entre la actividad EEG y los estados de conducta, las frecuencias EEG típicas registradas durante diversos grados de vigilancia, se muestran cuando un organismo se encuentra en estado de alerta y de expectación hacia un estímulo, o esta bajo la influencia de un estímulo, es entonces cuando aparecen actividades de bajo voltaje con un carácter más o menos al azar (ondas beta). Si el sujeto permanece tranquilo con los ojos cerrados, aparecen descargas regulares y lentas de 8 a 13 Hertz, principalmente en las regiones posteriores, las cuales se conocen como ondas alfa (Degrot & Chusid, 1993) (Escotto, 1994).

Baumgartner (1993) discute la localización de la corteza somatosensorial por medio del EEG usando el sistema 10-20, en C3 y C4 los cuales no siempre corresponden a



esta área, pero si a una zona muy próxima (Ver ilustración 4).

Los parámetros espectrales más empleados para la caracterización del espectro del EEG son las potencias absolutas, relativas, correspondientes a cada una de las bandas de frecuencia conocidas como Alfa (7.5-13.5 Hz) Beta (13.5-30 Hz) Theta(3.5-7.5 Hz) y Delta (0-3.5 Hz.). Algunas veces se observan oscilaciones aun más rápidas, con frecuencia superiores a 30 Hz, las cuales se denominan ritmo gamma cabe resaltar que estas últimas solo son observables en registros de tipo digital.

Cuando aumenta la excitación proveniente del exterior se observa una inhibición del ritmo alfa, el cual es sustituido por el ritmo beta de mayor frecuencia (Smirnov, 1960). Respuestas sincronizadas a estímulos transitorios sensoriales han sido identificadas en varias bandas de frecuencia, principalmente en la banda gamma y beta.

Toda actividad electroencefalográfica puede ser analizada estadísticamente gracias a la transformada de Fourier, la cual convierte a la señal EEG en ondas sinusoidales correspondientes a los espectros clásicos antes mencionados, para después medir la cantidad de potencia o energía, el poder relativo, la frecuencia media y la coherencia, banda por banda. Lo cual provee de una herramienta muy útil para realizar un estudio mas minucioso sobre la actividad cerebral.

Actualmente es posible realizar una comparación a la norma de la actividad EEG en los sujetos, a través de la Transformación Z, es decir tomar una muestra lo suficientemente amplia dentro del EEG del sujeto, que es 24 ventanas de 2 segundos y convertir los valores crudos del Poder absoluto, relativo o coherencia y convertirlos en puntajes Z, esto se utiliza para buscar anomalías clínicas, Harmony (1987) afirma que la Transformación Z también es útil para reconocer cambios por arriba del azar.

La potencia absoluta es la actividad eléctrica total, en un determinado lapso de tiempo. Entendiendo que la señal electroencefalográfica adquiere valores positivos cuando baja la onda y valores negativos cuando sube y si se promedian en la mayoría de los casos sería igual a 0, para conocer la cantidad de energía es necesario obtener el absoluto de la actividad, es decir convertir todos los valores negativos en positivos, esta actividad es la base de muchos análisis subsiguientes como el poder relativo. Se obtiene de la integral del absoluto de la actividad de banda EEG (X) entre 0 y el tiempo transcurrido $|X| \int^0$ las unidades son microvolts entre segundos (mv^2/s).

La potencia relativa es el porcentaje de un tipo de ondas en relación con 4 bandas, por ejemplo la potencia relativa alfa es igual al poder alfa entre la suma de la potencia absoluta alfa, beta, delta y theta por cien. El poder relativo es utilizado en la medición de por ejemplo si queremos calcular la potencia relativa alfa se sigue la siguiente ecuación

$$\text{Poder relativo alfa} = (\text{Poder absoluto alfa} / (\text{poder absoluto delta} + \text{theta} + \text{alfa} + \text{beta})) \cdot 100$$

La coherencia se trata de una prueba mas elaborada, cuantifica el grado de sincronización cortical entre la actividad registrada en dos derivaciones EEG, lo que nos permite hacer inferencias sobre las interrelaciones que diferentes áreas cerebrales mantienen entre sí atendiendo a una banda de frecuencia cualquiera. De esta forma, la comparación de los datos de coherencia obtenidos durante diversos estados de activación cerebral ha servido para establecer diferencias en la red topográfica de acoplamiento funcionales entre regiones corticales que caracterizan el funcionamiento normal de cada uno de estos estados.

Thatcher et al (Citado en Cantero, 2000) estudiaron la funcionalidad de sistemas de fibras corticales en sujetos humanos y establecieron un modelo de funcionamiento cerebral basado en datos de coherencia EEG. De acuerdo con este modelo, el decremento exponencial de la coherencia a medida que aumenta la distancia interelectrodo reflejaría la progresiva desaparición de las conexiones cortas a nivel local (especialmente a partir de 14 cm), mientras que el incremento exponencial de los valores de coherencia entre regiones distantes (mayores de 14 cm) demostraría la activación de las fibras largas de conexión córtico-cortical entre dichas áreas corticales. El resultado de la acción simultánea de ambos sistemas de fibras de conexión cortical (cortas y largas) queda evidenciado, por lo tanto, en la función cuadrática que describen los datos de coherencia con la distancia, cuya pendiente negativa inicial ilustraría la influencia del sistema de conexiones cortas y la pendiente positiva final, la influencia del sistema de fibras largas. Se ha propuesto que los datos de coherencia no sólo son sensibles a la existencia de conexiones anatómicas entre dos regiones cerebrales determinadas, sino que también podrían proporcionar información sobre las propiedades espectrales de dichas conexiones. Esto se debe, fundamentalmente, a que cada red neuronal se caracteriza por una configuración de subgrupos neuronales diferente, cada uno de los cuales es sensible a variar hacia un determinado intervalo de frecuencia. Así, los acoplamientos funcionales entre dichas redes, a través de las fibras anatómicas de conexión, se establecen cuando en ellas existen subgrupos neuronales que oscilan a la misma frecuencia. Por lo tanto, el espectro de coherencia entre dos regiones corticales reflejará para qué grupos de osciladores de una red neuronales establecen conexiones funcionales en un determinado estado de activación cerebral (Cantero, 2000).

Los valores de coherencia se calculan a partir de la aplicación de la transformada rápida de Fourier a aquellas épocas de EEG que contengan muestras representativas de una actividad determinada y/o de un estado cerebral específico. La fórmula para calcular la coherencia es:

$$C_{xy} = \frac{|P_{xy}(f)|^2}{(P_{xx}(f) \cdot P_{yy}(f))}$$

donde "x" e "y" equivalen a la actividad eléctrica cerebral registrada en cada uno de los dos electrodos seleccionados, cuya sincronización en el intervalo de

frecuencia "f" interesa estudiar. "P_{xy}(f)" es el valor de densidad espectral cruzada para ese par de señales, mientras que "P_{xx}(f)" y "P_{yy}(f)" representan los valores de densidad auto espectral que muestran cada una de las señales consideradas (diagonal de la matriz de densidad espectral cruzada). Los valores de coherencia que resultan de la aplicación de esta fórmula representan el cuadrado de la correlación entre la actividad cerebral registrada desde dos derivaciones EEG cualesquiera en un determinado intervalo de frecuencia.

La interpretación estadística de los datos de coherencia se asemeja bastante a la realizada a partir de la correlación de Pearson utilizada en la estadística tradicional. Sin embargo, el análisis de coherencia no informa sobre la dirección de la relación (signo del coeficiente), sino sobre la consistencia de fase o sincronización entre dos señales EEG en el dominio de la frecuencia. Esta información se expresa mediante valores que varían entre 0 y 1, extremos que indicarían la total independencia (0) o relación lineal perfecta (1) entre la actividad eléctrica registrada en dos áreas cerebrales más o menos distantes, atendiendo a un componente o una banda de frecuencia determinada. Por último, si se pretende realizar un análisis estadístico, se recomienda la aplicación de algún método de

normalización, entre los cuales el más comúnmente utilizado es la transformación a valores Z de Fisher (Cantero, 2000).

Si hay cambios electroencefalográficos por arriba del azar en las ondas alfa cuando se le proyecta luz en la palma de la mano, entonces sería un elemento a favor de la fotosensibilidad cutánea.

CAPÍTULO 7. METODOLOGÍA

MÉTODO

Hipótesis teórica

Si existe cierta capacidad para responder sensorialmente a la luz proyectada en la piel de la mano, entonces el poder relativo y la frecuencia media cambiará disminuyendo la banda alfa y aumentando la banda beta, el poder absoluto alfa disminuirá en relación con su línea base, también la coherencia de la banda beta cambiará en relación a su línea base en las zonas cercanas al cortex somatosensorial.

Definición de variables

Variable Independiente: luz roja fría de 630-680 nm. con un máximo de 5mw.

Variable dependiente: Correlaciones electroencefalográficos en el sujeto expresadas a través de la transformación Z, contenida en la base de datos poblacional del Programa de EEG digital Track Walker del poder relativo en todas las bandas, poder absoluto alfa; y coherencia beta.

Sujetos:

Tres sujetos estudiantes un hombre y dos mujeres voluntarios con edad entre 20-25 años (media de edad = 23.62 desviación estándar = 0.831655) participaron en una toma de EEG.

Criterios de inclusión y exclusión

Se usó la entrevista clínica del Laboratorio de Psicología y Neurociencias de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, para evaluar una posible alteración del aprendizaje o perceptual que sugiriera algún daño cerebral, Se excluyeron a diabéticos y sujetos con antecedentes de alcoholismo o consumo de drogas (ver anexos).

Aparatos:

- Electroencefalograma NEURONIC 3E con Software TrakWalter con comparación a la norma desarrollado por el Instituto de Neurociencias de la República de Cuba. Con 19 canales o puntos del cráneo, 2 electrodos de referencia al lóbulo de las orejas (A12) y uno a tierra a la parte central arriba de las cejas. Los criterios de corte son de 0.5 hertz a 19 hertz rango en el que se analizan las bandas Delta (0.5-3.5 cps), theta (3.5-7.5 cps), Alfa (7.5-12.5 cps) y Beta (12.5 o más). La impedancia se mantiene por abajo de los 5 K Ω y el período de muestreo para el análisis neurométrico es de 2.5 segundos. El montaje de registro para todos los sujetos es monopolar.
- Lámpara de luz coherente roja de 630-680 nm con una salida máxima de 5mw
- Entrevista clínica del Laboratorio de Psicología y Neurociencias de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

Procedimiento

Los sujetos que pasaron por la entrevista y fueron convenidos en días diferentes para la toma de EEG utilizándose para la colocación de los electrodos el montaje 10-20 internacional.

Al sujeto se informó que iba a participar en un estudio sobre percepción. Con su consentimiento no fue advertido sobre las cuestiones técnicas ni teóricas del experimento.

Al sujeto se le pidió que cerrara los ojos, y posteriormente se le colocó una venda negra sobre los párpados que no permitía la entrada de luz a los ojos. Se le relajó y se dejó recostado en una cama individual situada en un cubículo oscuro de una dimensión de 2x3.5 metros. Acto seguido se apuntó la lámpara a una distancia de un metro de la palma de la mano. Se oscureció la habitación y comenzó el registro EEG.

Se siguió un diseño A-B-A' en donde A es la línea base, B es la condición experimental y A' es el intervalo de oscuridad después de luz

La etapa A consistió en un estado de relajación con los ojos cerrados, este estado sirvió como línea base y se tomó en la oscuridad total durante 3 minutos, fueron omitidos del análisis cualquier tipo de artefacto.

La etapa B consistió en la proyección de luz en la mano derecha a un intervalo variable de 5 seg. con 5 seg. de oscuridad, hasta completar un total de 3 minutos.

La etapa A' consistió en el intervalo de oscuridad entre luz y luz , el cual tuvo un intervalo variable de 5 seg. hasta completar un total de 3 minutos.

La duración de los estados B y A' estuvo sujeta a cambios debido a artefactos que el sujeto presentó.

Análisis del Electroencefalograma

Se obtuvo del EEG una muestra para el análisis estadístico de al menos 24 ventanas de los estados A, B y A'.

El EEG fue sometido a un análisis de frecuencias una vez que se había terminado con la edición visual, para excluir a los posibles artefactos.

Posteriormente se utilizó para el poder relativo y poder absoluto la Transformación Z para saber si dos o más estados en un individuo son diferentes entre si, y para poder compararlos con otros sujetos, la cual consiste una vez seleccionados los estados, en utilizar ecuaciones de regresión lineal para ubicar la actividad total o parcial del sujeto de acuerdo a su edad, dentro de una población y posteriormente convertir los datos en puntajes Z.

$$Z = (E - \bar{E}) / S$$

Donde E es igual a la transformación logarítmica de la variable inicial para obtener una distribución gaussiana, \bar{E} es el valor promedio de la variable, y S la desviación estándar de la muestra de sujetos normales para esa variable, Harmony, (1987). Después se calculó la coherencia utilizando las mismas ventanas anteriores.

El programa Track Walker (Neuronic de Cuba, versión 1.0) realizó los análisis estadísticos con una base de datos estandarizada con la población latinoamericana de las épocas seleccionadas de los estados A, B, A' que estuviesen libres de artefactos y posteriormente se hicieron los análisis de regresión lineal de acuerdo con la edad y el sexo, lo cual separaba las ondas alfa, beta, theta, y delta.

Tipo de investigación: Estudio exploratorio

Nivel de medición: Ordinal

RESULTADOS

La figura 1 muestra la diferencia en los estados experimentales (Luz y D Luz) y su propia línea base representada por el 0, medidos en desviaciones estándar, en todos los casos se observa una disminución de ondas alfa, siendo mas evidente en C3 del caso 2 (-0.83) y el aumento mas grande de las ondas beta se dio en C3 del caso 3 (0.97). La literatura (Harmony, 1984) considera que no son significativos estos cambios, porque no superaron los 1.95 puntos de desviación estándar, excepto por el caso 3 en el espectro theta con 1.94 desviaciones estándar en relación con su línea base.

Diferencias en Poder Relativo Z

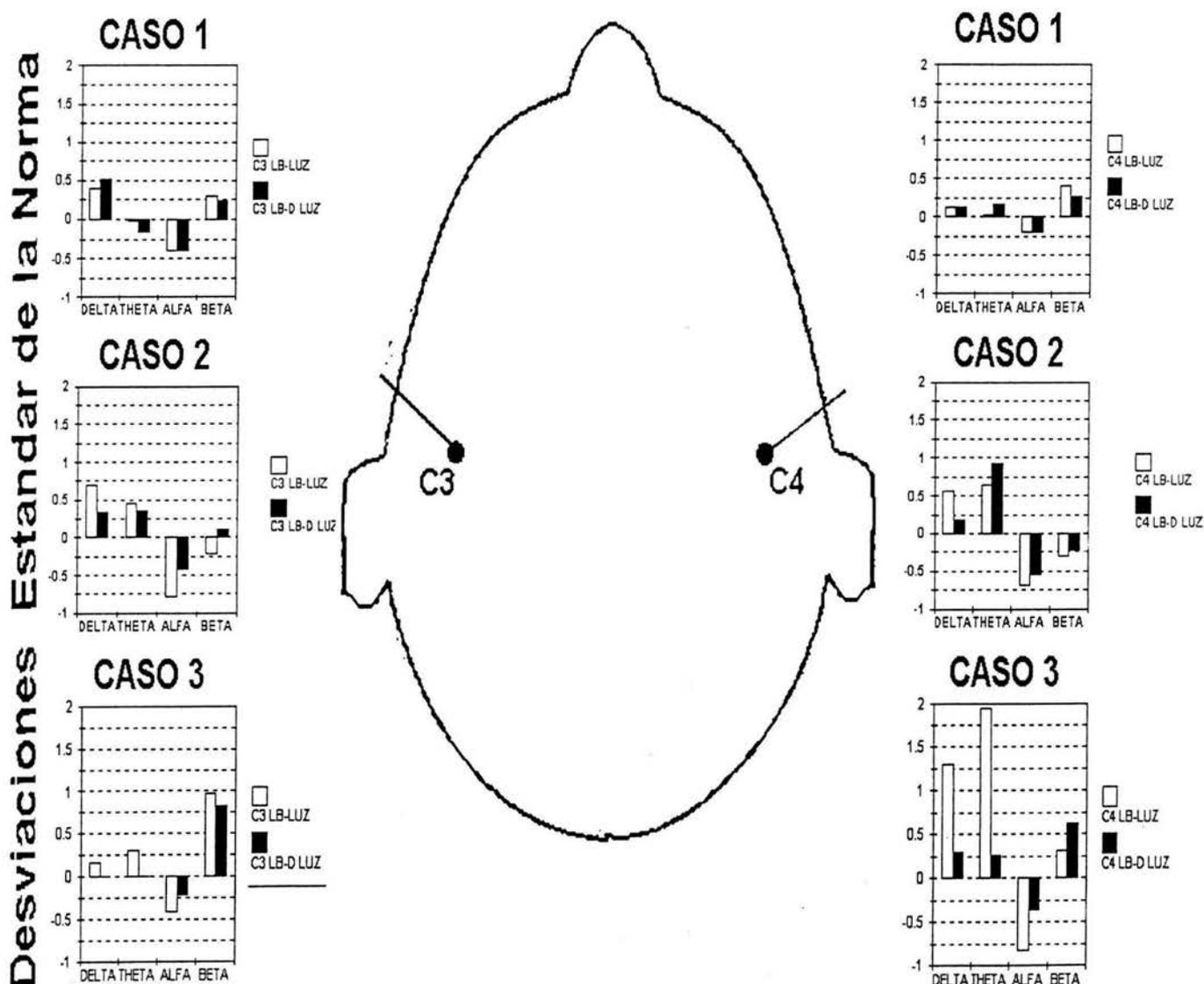


Fig. 1 Muestra las diferencias entre la línea base (0) y los estados experimentales, medido en desviaciones estándar poblacionales, los números positivos indican un aumento en el poder relativo en relación a la línea base y los negativos una disminución.

En el poder absoluto (Fig. 2) se observa que el cambio mayor se dio en el caso 2 en C4 con hasta 0.64 desviaciones estándar de disminución de la actividad total alfa entre la "Línea Base" y el estado "Después de luz"

En C3 se puede observar una actividad constante en todos los casos, incluida la actividad tipo "espejo" en relación con los otros casos observada en el caso 2. que es muy diferente a lo observado en C4.

Diferencias en la Transformación Z del Poder Absoluto Banda Alfa en los Estados Experimentales y su Línea Base (0)

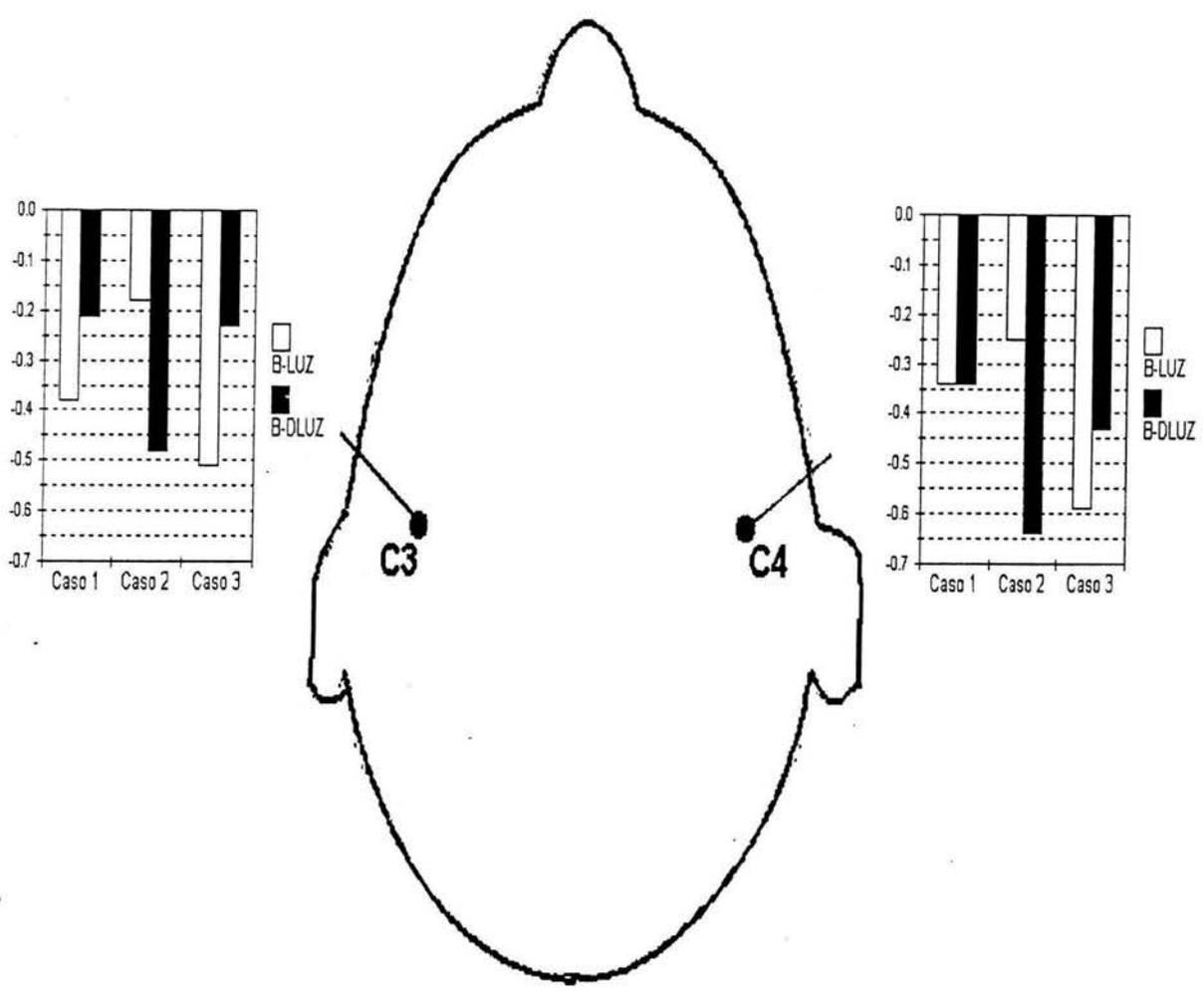


Fig. 2. Muestra la diferencia del poder absoluto, entre la línea base (0) y los estados experimentales, los números negativos indican la disminución de la actividad, medido en desviaciones estándar poblacionales.

En la coherencia (ver Fig. 3) en el caso 1 en la banda beta fue donde se dio la diferencia máxima entre la línea base (0.66) y el estado de luz (0.45) siendo 0.21 puntos menor. Lo que indica que en el estado de luz hubo una mayor desincronización de la frecuencia entre C3 y C4.

En el caso 2 hubo una mayor sincronización entre C3 y C4 en el estado de luz (0.42) que en la línea base (0.39) habiendo una diferencia de 0.03 puntos, sin embargo en el estado de "Después de luz" (0.31) la desincronización alcanzó los 0.08 puntos en relación su línea base.

En el caso 3 no hubo diferencias importantes:

COHERENCIA DE LA LÍNEA BASE Y LOS ESTADOS EXPERIMENTALES

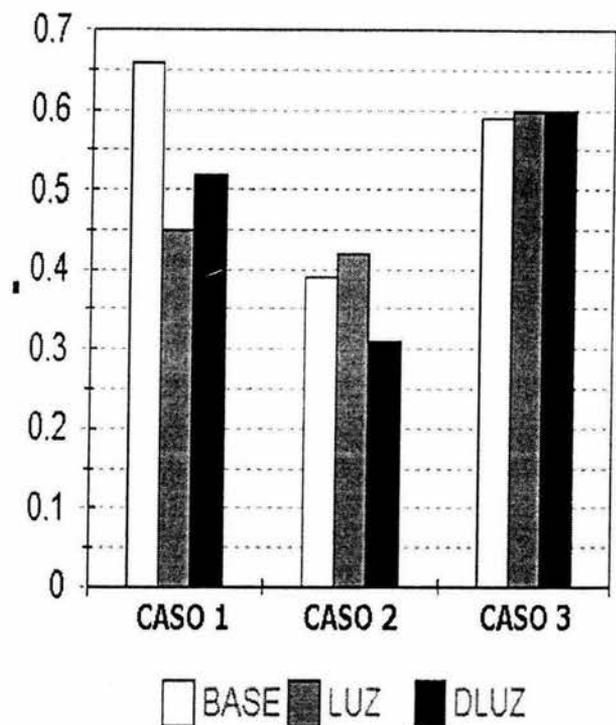
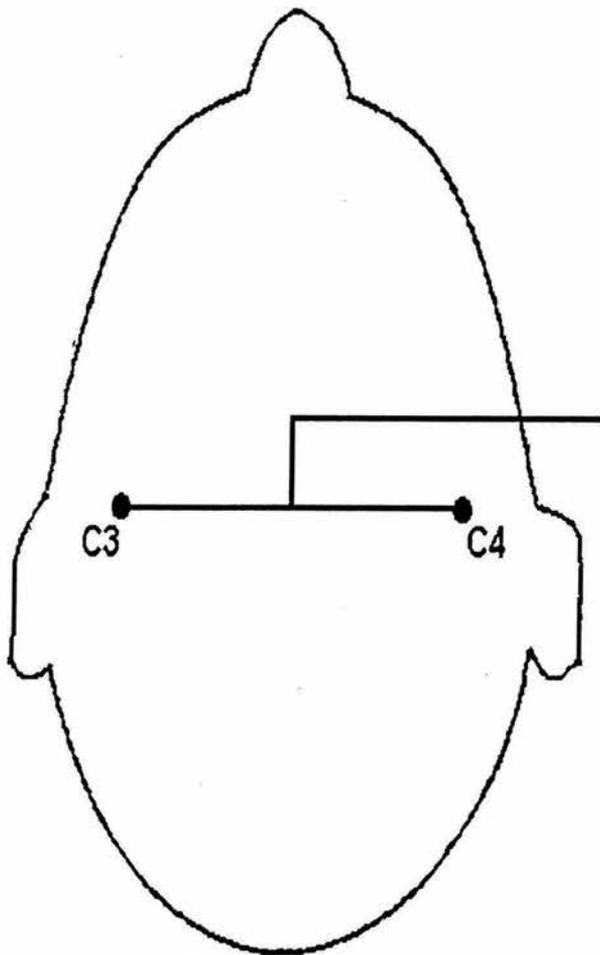


Fig. 3. Muestra la coherencia en la banda Beta entre C3 y C4 en la línea base y los estados experimentales, el "0" indica una total independencia y por el contrario el "1" o valores cercanos a este, una relación lineal perfecta.

ANÁLISIS

Se ha comparado el poder relativo, absoluto y coherencia con el objetivo de encontrar alguna señal fisiológica que de sustento a la fotosensibilidad cutánea, para ello se utilizó el poder relativo para indicar hacia donde se desplazaría el espectro de frecuencia de la señal EEG del sujeto al aplicar la luz e incluso medir el intervalo de oscuridad entre "estímulo" y "estímulo".

El poder absoluto en la banda alfa mediría la cantidad de energía de la señal y la literatura señala que una estimulación disminuiría esta señal.

La coherencia mediría la sincronización en la frecuencia de la señal, la cual debería de ser evidente en la banda beta.

Esto solo ha sucedido en forma parcial en el caso 1, el cual ha manifestado dos de los criterios antes señalados.

Haciendo una descripción caso por caso se podría decir acerca de la actividad EEG entre los casos experimentales y la línea base que:

En el caso 1 se encontró una alta desincronización en el estado de "luz" y "después de luz", también hubo una mayor disminución del poder absoluto en C3 de las ondas alfa que en C4 manifestándose también en el estado "después de luz", en la proporción del espectro de ondas, en C3 hay una pequeña disminución en alfa y delta en relación de C4.

En el caso 2 se dio un aumento en la coherencia en el estado de "luz" es decir que, según la literatura, hubo una conexión funcional de las redes neuronales (Cantero, 2000) entre C3 y C4 mayor que en la línea base; en el estado de "después de luz" hubo una disminución de la coherencia que contrasta con el estado de "luz". En el poder absoluto mostró que la mayor disminución de ondas alfa se dio en el estado de "después de luz" en C4 siendo que se esperaba que fuera en el estado de luz y en C3. En el poder relativo hay un importante

aumento de las ondas theta en C4 en el estado de "después de luz" disminución de ondas alfa ligeramente lateralizado en C3 y un pequeño aumento de ondas beta en el estado después de luz en C3.

El caso 3 no mostró cambios importantes en la coherencia entre C3 y C4. Se observó en el poder absoluto de la banda alfa que el estado "luz" se encontraba disminuido, principalmente en C4, se esperaba que la mayor disminución se encontrara en C4, sin embargo el estado de "después de luz" en C3 muestra una disminución, en relación al estado de "luz" de menos de la mitad, situación que no se presenta en C4. En poder relativo C4 muestra un aumento importante en el estado de "luz" de actividad delta y theta, disminución en alfa y aumento menor de beta. C3 muestra un aumento en la actividad beta.

Se observa que no se encontraron consistencias que indicaran una actividad repetible que fuera atribuida a la fotosensibilidad cutánea en todos los casos, lo cual puede atribuirse a diferentes causas intra sujeto. No se ampliaron los filtros del EEG para poder registrar las ondas gamma las cuales son sensibles también a la estimulación somatosensorial. No hubo control sobre el lugar donde se proyectó el as de luz, es probable que la intensidad de la luz no fuera la misma en todos los sujetos debido al agotamiento de baterías, no se controló la hora del día en la que se tomó el registro EEG

Los resultados son contradictorios, por un lado dos sujetos de la muestra tienen la actividad buscada y los otros dos no, sin embargo si tienen una actividad interesante esto podría sugerir que al tratarse de un fenómeno adaptativo estaría sujeto a la experiencia de cada sujeto que se mostrara de diferentes formas su actividad, tanto el caso 2 como el 4 mantiene una constante que es la lentificación del registro en las zona de C3 en el estado de luz.

La lentificación del EEG está relacionada con procesos intelectuales o categorizaciones (Harmony, 1996) por lo que supone que es posible que otros procesos hayan interrumpido o disfrazado la actividad esperada, o a que es la respuesta del cerebro ante ese determinado tipo de estímulo, esto último podría estar de acuerdo con Venegas (tesis en trámite) que realizó un estudio en el cual se utilizaba al caso 1 de este experimento para entrenarlo hacia al reconocimiento consciente de la luz y la oscuridad en la palma de la mano, y encontró, al realizar el EEG, después del entrenamiento, que aumentaban las ondas alfa, y disminuían las beta; lo que al parecer contradice la hipótesis del estímulo sensorial, un aspecto interesante es que las dos muestras, una antes y otra después, comparten la línea base. Esto tiene que ver con la adaptación y la reorganización de la actividad. Dado que el sujeto al principio respondía de manera que la actividad del estado de "no luz" en poder absoluto alfa estaba por debajo de todos los demás y posteriormente se encontraba por arriba en la actividad de los otros estados. Aunque que se trata de un estudio de caso y que necesita mayor rigor y que el sujeto ya tenía conocimiento del estudio, que pudo haberse relajado cuando escuchó algún sonido que lo llevara a pensar que había comenzado la etapa experimental, aunque tenía los ojos vendados, su línea base es la misma en ambas muestras. Existen casos registrados en donde la estimulación promueve una inhibición, si se estimula el núcleo caudado (Grinberg, 1976).

Sin embargo el hecho de que el cerebro, al parecer, reaccione ante la luz en la palma de la mano hace suponer que tiene una utilidad práctica en la vida cotidiana, es decir un grupo de receptores dedicados a realizar esta actividad y un sistema regulador, entonces es posible suponer que la fotosensibilidad cutánea se trate de un reflejo prensil, que tiene que podría estar relacionado con el tacto fino, formando parte de un sistema de somatosensorial responsable de la regulación de los movimientos. Esta idea puede fundamentarse en lo siguiente: en la palma de la mano no existe la presencia de melanina, independientemente

del color de piel, problema importante dado que la melanina, es decir lo que hace que la piel tenga determinada tonalidad oscura, es una protección en contra de los rayos del sol. Esta ausencia es peligrosa debido a que los rayos del sol podrían causar diversas quemaduras y demás afecciones principalmente en la gente que vive en los trópicos o en el desierto. Esto hace suponer que existe alguna relación funcional.

Este posible sistema somestésico utilizaría ciertas sustancias fotosensibles para percatarse del oscurecimiento de las yemas de los dedos y la palma en general, al acercarse a determinado objeto y que dependería en primera instancia a una cadena de sensaciones, en primera instancia de la activación del tacto grueso u otra contingencia, y después a una exploración activa del objeto. Lo cual es consistente con la experiencia en el entrenamiento de Leontiev y de Venegas los cuales refieren que en los sujetos "sentían" una especie de viento muy leve o una sensación parecida al roce de una pluma (Leontiev, 1967). O simplemente formar parte de los mecanismos de regulación de los biorritmos, teniendo como órgano sensitivo a la mano.

CONCLUSIÓN

Se ha argumentado acerca de los posibles fotorreceptores existentes en la piel y la sangre y que pudieran dar sustento orgánico al fenómeno. Se ha hecho un estudio de electroencefalografía para evaluar los cambios en las bandas alfa y beta, se han hallado algunas consistencias, y otras contradicciones. Con estos resultados, no sería posible afirmar categóricamente la existencia del fenómeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Afifi, A. & Bergman, R. (1999) Neuroanatomía Funcional. México: McGraw-Hill
- Baumgartner, C. (1993). Clinical Electrophysiology of the Somatosensory Cortex [Electrofisiología Clínica de la Corteza Somatosensorial]. Nueva York-Austria: Springer-Verlang Wieng.
- Cantero J., Atienza, M. & Salas R. (2000). Valor Clínico de la Coherencia EEG como Índice Electrofisiológico. *Revista de Neurología* 31 (5): 442-454
- de conectividad córtico-cortical durante el sueño
- Cajochen, C.; Zeitzer J.; Czeisler C. & Dijk D. (2000) Dose-Response Relationship for Light Intensity and Ocular and Electroencephalographic Correlates of Human Alertness [Relación Dosis-Respuesta a la Intensidad de la Luz y Correlatos Oculares y Electroencefalográficos de la Alerta Humana]. *Behavioral Brain Research*. 115 75-83.
- Caminiti, R.; Johnson, P. B. & Urbano, A. (1990). Making Arm Movements Within Different Parts of Space: Dynamic Aspects In The Primate Motor Cortex [Ejecución de Movimientos del Brazo dentro de Diferentes Partes del Espacio: Aspectos Dinámicos en la Corteza Motora del Primate]. *Journal Of Neuroscience*. 10: p. 2039.
- Clayton. (1973). Luz y Materia Viviente. México: Reverte.
- Degrott. & Chusid. (1993). Neuroanatomía Correlativa. México: Manual Moderno.
- Davila, J. (2002). Melatonina: Una Hormona para la Vejez? (sic) <http://www.ciencias.uma.es/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS40/melaton.htmls>
- De la Fuente, R. & Tapia, R. (1998). Biología de la Mente. Comunicación interneuronal. México: Fondo de Cultura Económica.

- Dillon. (2000). Spectrum Bioscience, Theory of the Red Blood Cells [BioCiencia Espectral, Teoría de los Glóbulos Rojos] home page: <http://biofoton.com>.
- Dum, R. P. & Strick, P. L. (1991). The Origin of Corticospinal Projections from the Premotor Areas in the Frontal Lobe [El Origen de las Proyecciones Corticoespinales de las Áreas Premotoras en el Lóbulo Frontal] . *J. Neurosci.* 11.
- Duplessis, Y. (1985). Dermo-Optical Sensitivity and Perception: Its Influence On Human Behavior [Sensividad Dermo-óptica y Percepción: Su Influencia en la Conducta Humana]. *International Journal of Biosocial Research.* 7 (2). Francia (De Medline, UD: 8803).
- Ellinck. (1969). El Papel Celular de las Macro Moléculas. México: Manual Moderno.
- Epp, R.; Husler E. J.; Maier, M. A. & Qi, H.-X. (1994). Force Related Neuronal Activity In Two Regions of the Primate Ventral Premotor Cortex [Fuerza de la Actividad Neuronal Relacionada en dos Regiones de la Corteza Premotora Ventral del Primate]. *Journal Physiology Pharmacology.* 72: p. 577.
- Escotto, A. (1994). Manual de Electroencefalografía. Laboratorio de electroencefalografía. México: Fes Zaragoza UNAM.
- García-Pelayo, (1978). Enciclopedia de las Ciencias Larousse Física. México: Larousse.
- Gardner, M. (1966). Dermo-optical Perception: A Peek the Nose [Percepción Demo-óptica: Asomando la Nariz] . *Science*, 151: 654-656.
- Gentilucci, M.; Scandolaro, C.; Pigarev, I. N. & Rizzolatti, G. (1983). Visual Responses in the Postarcuate Cortex (Area 6) of the Monkey That Are Independent Of Eye Position [Respuestas Visuales en el Córtex Postcuartate (Area 6) en el Mono Independiente de la Posición del Ojo]. *Experimental Brain Research* 50: p.464.
- Glick, D. & Lee, F. (2000). Differential Diagnostic Somatosensory Evoked Potentials [Diagnostico Diferencial en Potenciales Evocados Somatosensoriales]. Home page: <http://22Glic.html>.

- Graziano, M., Xin T. H. & Gross, C. G. (1997a). Coding the Locations of Objects in the Dark [Codificando la Localización de Objetos en la Oscuridad]. *Science*. 5323 (227).
- Graziano, M., Xin T. H. & Gross, C. G. (1997b). Visuospatial Properties of Ventral Premotora [Propiedades Visoespaciales de la (Corteza) Premotora Ventral]. *Journal of Neurophysiology*. 77 (5):
- Grinberg J. (1976) Psicofisiología del aprendizaje. México: Trillas.
- Aviv, M. (1994). Bases Neurológicas de la Conducta. España: Masson.
- Harmony, T.; Alcaraz M. (1987). Daño cerebral. México: Trillas.
- Harmony T., Fernández T., Fernández-Bouzas A, Silva-Pereyra J, Bosch, J, Díaz-Comas L, & Valdés, P. (1996). Cambios Electroencefalográficos Durante la Categorización de Palabras y Figuras. XIX Coloquio de Investigación * Centro de Neurociencias, UNAM Campus Juriquilla, ENEP Iztacala, UNAM y Centro de Neurociencias de Cuba
- Helorza, H. (1984) Estadística Para Ciencias del Comportamiento. México:
- Higuchi, S., Liu, Y., Yuasa, T., Maeda, A., Motohashi, Y.(2001) Diurnal Variation in Alpha Power Density and Subjective Sleepiness While Performing Repeated Vigilance Tasks [Variaciones Diurnas en la Densidad del Poder Alfa y Sueño Subjetivo Realizando Tarea de Vigilancia Repetida] *Clinical Neurophysiology* (112) 997-1000
- Jones, E. (2000) Cortical and Subcortical Contributions to Activity Dependent Plasticity in Primate Somatosensory Cortex [Contribuciones Corticales y Subcorticales a la Plasticidad de la Actividad Dependiente en la corteza Somatosensorial del Primate]. *Annual Revision of Neuroscience*. (23) 1-37
- Leontiev, A. N. (1967). Problemas del Desarrollo del Psiquismo. Cuba: Universidad de la Habana.
- Luria, A. R. (1966). Human Brain and Psychological Processes [El Cerebro Humano y los Procesos Psicológicos]. Nueva York: Harper & Row.

- Luria, A, R. (1974). El cerebro en Acción. Barcelona: Fontanela.
- Luria, A. R. (1975a). Sensación y Percepción. México: Martínez Roca.
- Luria, A. R. (1975b). Introducción Evolucionista a la Psicología. Barcelona: Martinez Roca.
- Luria, A. R. (1986). Las Funciones Corticales Superiores del Hombre. México: Fontamara
- Lysenko, N. (1983). Dermo-Optic Sensitivity of Human Beings in the Long-wave Range of the Visible Spectrum [Sensibilidad Dermo-óptica de Seres Humanos en la Longitud de Onda en el Rango Visible del Espectro]. PSI-Research; Dec 2(4):39. U. R. R. S. (De Medline, UD 8411).
- Matelli, M., Camarda, R., Glickstein, M., Rizzolatti, G. (1986). Afferent And Efferent Projections of the Inferior Area 6 in the Macaque Monkey [Proyecciones Aferentes y Eferentes del Area 6 Inferior en el Mono Macaco]. Journal Compilation Of Neurology. 255: 281.
- Nourse, A. (1980). El cuerpo humano. México: Time Life Internacional de México.
- Meulders, M. (1980). Manual de Neuropsicofisiología. España: Masson.
- Miller. (1980). La célula viva, Cómo reciben estímulos las células. Madrid: Blume.
- Muñoz. (1979). Biología Celular y Molecular. España: Blume.
- Murray. (1994) Bioquímica de Harper. México: Prensa Medica Mexicana.
- Novomeysky, A. (1982). Development of Dermo-optic Sensitivity in the Blind [Desarrollo de la Sensibilidad Dermo-óptica en el Ciego]. PSI-Research; Jun 1(2): 86. URRS (De medline , UD: 8412).
- Passini, R. Rainville C. (1992). The Dermo-Optical Perception of Color as an Information Source for Blind Travelers [La Percepción Demo-óptica del Color como una Fuente de Información para Ciegos al Caminar]. Perceptual and Motor Skills. Dec 75(3,1): 995-1010(De Medline, UD: 9308).
- Pentz, M. (1971). Célula y Organismo. Colombia: Mc Graw Hill.

- Platonov, K. (1989). *Psicología Recreativa*. México: Fondo de Cultura Popular.
- Ramachandran. (1999). *Fantasmas en el Cerebro*. Madrid: Debate.
- Smirnov, A, N. (1960). *Psicología*. México: Grijalbo.
- Thompson, A. G. (1992). *The Regulation of Membrane Lipid Metabolism [La Regulación del Metabolismo de la Membrana Lípida]*. EUA: CRC Press.
- Thompson, R. (1973). *Fundamentos de Psicología Fisiológica*. México: Trillas.
- Wallace, M. (1998). *Sensory Systems And Sensory Receptors [Sistemas y Receptores Sensoriales]*. Sensory Block. 9 February .
- Wise, S. P. (1985). *The Primate Premotor Cortex: Past, Present, and Preparatory [La Corteza Premotora del Primate: el Pasado, Presente, y Preparación]*. *Annual Revue Neuroscience*. 8: 15.

ANEXOS

Anexo 1

Caso 1

Poder Absoluto Alfa

	LB	LUZ	N LUZ
FP1	-0.42	-0.65	-0.46
FP2	-0.41	-0.62	-0.54
F3	-0.25	-0.48	-0.39
F4	-0.39	-0.61	-0.7
C3	-0.12	-0.5	-0.33
C4	-0.22	-0.56	-0.56
P3	-0.03	-0.4	-0.24
P4	0.42	-0.01	0.06
O1	-1.01	-1.09	-0.98
O2	-0.47	-0.78	-0.7
F7	-0.35	-0.63	-0.43
F8	-0.65	-0.85	-0.89
T3	-0.52	-0.79	-0.54
T4	-0.26	-0.38	-0.24
T5	-0.28	-0.36	-0.19
T6	-0.25	0.01	0.1
FZ	-0.47	-0.73	-0.72
CZ	-0.16	-0.51	-0.41
PZ	0.08	-0.29	-0.19

Poder Relativo

	DELTA	THETA	ALFA	BETA
C3 LB	-0.97	-1.8	1.33	-0.23
C4 LB	-1.16	-1.82	1.45	-0.2
C3 LUZ	-0.8	-1.49	0.91	0.74
C4 LUZ	0.14	0.12	0.62	0.12
C3 N LUZ	-0.97	-1.8	1.12	0.6
C4 N LUZ	-0.87	-1.55	1.08	0.43

Coherencia entre C3 y C4

	BASE	LUZ	DLUZ
ALFA	0.88	0.87	0.87
BETA	0.39	0.42	0.31
DELTA	0.86	0.88	0.87
THETA	0.81	0.79	0.8

CASO 2

Poder Absoluto Alfa

	LINEA BASE	LUZ	D LUZ
FP1	-0.85	-1.02	-1.39
FP2	-0.81	-0.95	-1.32
F3	-1.01	-1.19	-1.55
F4	-0.99	-1.18	-1.58
C3	-1.53	-1.71	-2.01
C4	-1.41	-1.66	-2.05
P3	-1.83	-1.76	-2.3
P4	-1.52	-1.69	-2.15
O1	-0.99	-1.04	-1.53
O2	-0.67	-0.66	-1.12
F7	-1.07	-1.23	-1.67
F8	-0.91	-1.08	-1.5
T3	-1.73	-1.91	-1.98
T4	-1.42	-1.7	-2
T5	-0.51	-0.71	-0.93
T6	-1.28	-1.28	-1.67
FZ	-1	-1.24	-1.56
CZ	-1.28	-1.6	-1.85
PZ	-1.68	-1.89	-2.26

Poder Relativo

	DELTA	THETA	ALFA	BETA
C3 LB	1.63	0.13	-0.81	-0.39
C4 LB	1.64	-0.08	-0.69	-0.59
C3 LUZ	2.02	0.1	-1.2	-0.09
C4 LUZ	1.76	-0.06	-0.89	-0.19
C3 N LUZ	2.15	-0.03	-1.2	-0.16
C4 N LUZ	1.76	0.09	-0.89	-0.32
CZ LUZ	1.69	0.01	-0.88	-0.56

Coherencia entre C3y C4

	ALFA	BETA	DELTA	THETA
L BASE	0.88	0.39	0.86	0.81
LUZ	0.87	0.42	0.88	0.79
DLUZ	0.87	0.31	0.87	0.8

CASO 3

Poder Absoluto Alfa

	L BASE	LUZ	D LUZ
FP1	-0.71	-0.7	-0.99
FP2	-0.67	-0.61	-0.85
F3	-0.63	-0.72	-1.08
F4	-0.56	-0.72	-0.99
C3	-1.17	-1.25	-1.66
C4	-0.68	-1.07	-1.06
P3	-0.82	-0.88	-1.33
P4	-1.17	-1.27	-1.01
O1	-1.14	-1.47	-1.59
O2	-1.69	-1.63	-1.73
F7	-1.29	-1.15	-1.42
F8	-0.8	-0.93	-1.07
T3	-1.66	-1.43	-1.64
T4	-0.9	-1.14	-0.98
T5	-1.37	-1.4	-1.62
T6	-1.32	-1.34	-1.24
FZ	-0.92	-0.97	-1.3
CZ	-0.94	-1	-1.32
PZ	-1.53	-1.49	-1.68

Poder relativo

	DELTA	THETA	ALFA	BETA
C3 LB	0.38	0.67	-0.42	0.33
C4 LB	0.32	0.19	-0.16	0.41
C3 LUZ	1.08	1.12	-1.2	0.11
C4 LUZ	0.88	0.84	-0.85	0.1
C3 N LUZ	0.71	1.02	-0.84	0.44
C4 N LUZ	0.5	1.11	-0.7	0.18
CZ LUZ	-0.25	-0.96	-1.35	

Coherencia entre C3 y C4

	ALFA	BETA	DELTA	THETA
BASE	0.57	0.59	0.67	0.71
LUZ	0.56	0.6	0.76	0.71
DLUZ	0.59	0.6	0.74	0.7

Anexo 2

Entrevista del Laboratorio de Psicología y NeurocienciasA

"LABORATORIO DE PSICOLOGÍA Y NEUROCIENCIAS"
FES Zaragoza, UNAM

Carrera de Psicología
A-414- Cubículo 8, Tel. 5623-06-80
Av. Guelatao No. 66, Col. Ejército de Oriente, Deleg. Iztapalapa

NOMBRE:
EDAD:
FECHA DE NACIMIENTO:
GRADO ESCOLAR:
ORIGINARIO DE:
OCUPACIÓN:
REMITE:
CÓDIGO:
FECHA DE PRIMERA CITA:
DIRECCIÓN:
Tel.

COORDINADOR: E. Alejandro Escotto Córdova

APARIENCIA DEL PACIENTE:

Lenguaje fluente, prosódico, coherente y con sentido, sin parafasias; gesticulaciones y postura normal ubicado en lugar, tiempo (fecha) y espacio (localización espacial), capaz de sostener un diálogo sencillo, conciente de su padecimiento. Sin tics, movimientos involuntarios, desviaciones faciales.

MOTIVO DE CONSULTA.

EEG remitido por especialista para valoración actividad neurofisiológica y neuropsicológica asociada a:

PREFERENCIA MANUAL:

SINTOMATOLOGIA NEUROPSICOLOGICA REPORTADA POR EL PACIENTE O FAMILIARES ACTUALMENTE.

Habla :articulación , prosodia, coherencia, fluidez
Describe y comprende adecuadamente contenidos de películas, cuentos o caricaturas.
En la comprensión del habla: palabras, frases y discursos,
Escritura: A la copia y al dictado, la horizontal
Lectura de comprensión. En voz alta, voz baja
Cálculo: Conteo, Lectura y comprensión bien de símbolos, en Operaciones básicas.
Series inversas:
Praxias del vestir, ideomotora, ideacional, constructiva.,
En los procesos Visoespaciales:
ubicación espacial en lugares abiertos.
Memoria de rostros, lugares, música, contenidos semánticos orales.
En los Estados afectivos:
En funciones motoras:

SUEÑO

Patrón de sueño. Condiciones del dormir ventilado, oscuro, solo.

Insomnio		Pesadilla		Parálisis del sueño	
Hipersomnia		Terrores nocturnos		Alucinaciones Hipnopómpicas e hipnogógicas/	

Tras. Relacionados con respiración		Sonambulismo episódico en el último año		Piernas inquietas	
Narcolepsia		Bruxismo		Mioclónias nocturnas	
Ritmo circadiano		Enuresis		Somniloquios	

TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO:

DATOS CLÍNICOS RELEVANTES:

Prenatales:

Perinatales :

Postnatales:

ANTECEDENTES MÉDICOS OTRAS ENFERMEDADES:

Propias de la edad

ESTUDIOS CLÍNICOS SOBRE EL SNC PREVIOS: No.

ANTECEDENTES FAMILIARES:

El Mismo problema		Migraña o cefaleas,		Suicidios,	
Zurdería		Sordomudos		Demencias seniles	
Epilepsia		Alcoholismo		Down	
Tratamiento quirúrgico neurológico, EEG,		Drogadicción ,		Otros Síndromes Genéticos	
Tratamiento Psiquiátrico		Cisticercosis,		Parkinson	
Trastornos Lenguaje del tipo afásico, diafásico .		Dificultades de Aprendizaje , dislexia, calculo,		Depresión ;	

ACTIVIDAD SOCIAL-FAMILIAR.

Lugar que ocupa en la familia:

Características de la familia:

violencia intra-familiar;

ESTUDIOS: EEG y VALORACIÓN NEUROPSICOLÓGICA

NEUROPSICOLOGÍA

Pruebas aplicadas: Índice de Lateralidad Hemisférica SNZ (A. Escotto); Guía para el Diagnóstico Neuropsicológico: "Análisis Sindrómico" SNZ, (A. Escotto); Esquema de Observación Neurológico Preliminar SNE (A. Escotto); Prueba de Memoria audioverbal y visual PSYN.; Esquema Neuropsicológico (Feggy Ostrosky- A. Ardila); Examen Neuropsicológico Básico en Español (Ostrosky, Ardila, Roselli); Frostig; Bender; Reversal; Escalas Wechsler; Laberintos, Cubos K., Cubo en 3D, Figura Compleja de Rey-Osterrieth.

RESULTADOS

ESQUEMA DE OBSERVACIÓN NEUROLÓGICA PRELIMINAR.

No se observaron alteraciones de la marcha, postura o equilibrio, asimetría facial, temblores involuntarios o dentro de un movimiento voluntario, ni alteraciones de pares craneales.

ÍNDICE DE LATERALIDAD DE HEMISFÉRICA

Hemisferio Dominante:

Ubicación verbal izquierda-derecha

Con respecto a su cuerpo	Con respecto a una persona en frente	Con respecto a objetos trasladados mentalmente

PROCESOS VISOESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS.

Perseverancia:

Colores:

Inversiones:
Praxias constructivas:
Laberintos:

PROCESOS ANTICIPATORIOS: CONCIENCIA, PENSAMIENTO, LENGUAJE

Lenguaje oral, escrito, leído
Cálculo
Pensamiento lógico
Series inversas
Conciencia

PROCESOS MNÉMICOS.

Memoria visopráxica:

Memoria visopráxica:

Memoria audioverbal: curva de ascenso; curva de orden y número;
interferencias; reconocimiento.

Memoria visual: curva de ascenso o volumen; curva de orden y
número; curva con interferencias; reconocimiento.

Memoria lexicográfica: curva de ascenso o volumen; curva de orden y
número; curva con interferencias; reconocimiento.

Memoria de frases audioverbal: curva de ascenso ; curva de orden y
número; curva con interferencias .

Memoria de frases lexicográfica: curva de ascenso o volumen ; curva
de orden y número; curva; reconocimiento

Sentido del texto audioverbal:.

Sentido de texto lexicográfico:.

Asociaciones semánticas, fonológicas, inconexas, confabulaciones:

PROCESOS AFECTIVOS.

ELECTROENCEFALOGRAFIA

EEG Digital: 19 canales con referencias a lóbulos de la oreja. Montaje 10-20 internacional, registro monopolar. Análisis en mcv2/hz (Record) y a2/hz (Laplac). Equipo MEDICID-3E software TrackWalker y MindTracer. Velocidad manejable desde pantalla, amplitud de registro de 50 mcv.

CONDICIONES DE LA TOMA

Vigilia sin desvelo.

ACTITUD DEL PACIENTE

Cooperativo

ESTADOS DE ANÁLISIS

A) ojos cerrados; B) ojos abiertos; C) hiperventilación; D) Recuperación de hiperventilación; F) fotoestimulación; G) Recuperación de fotoestimulación.

ANÁLISIS CUALITATIVO

ESTADO A:

ESTADO B:

ESTADO C:

ESTADO D:

ESTADO F:

ESTADO G:

ANÁLISIS CUANTITATIVO

MAPEO CEREBRAL
PODER ABSOLUTO/RECORD.
FRECUENCIA MEDIA/RECORD.
PODER RELATIVO/RECORD.
ASIMETRÍAS.
SELECCIÓN DE TRAZOS:

RESULTADOS

EEG Visual.

EEG CUANTITATIVO

NEUROPSICOLOGIA

RECOMENDACIONES:

México D.F. a de del año 2003

REGISTRO DE EEG, ANÁLISIS, EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA, PSICOMÉTRICA Y
EVALUACIÓN DE RESULTADOS

ALEJANDRO ESCOTTO CÓRDOVA