



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Psicología
División de Estudios Profesionales

La Eficiencia de la Orientación de la Atención en la Modalidad Sensorial Auditiva.

TESIS

Que para obtener el título de:
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

Presentan:

Liliana Margarita Alcalá Fernández
Carlos Jiménez de la Cuesta Tarango

JURADO DE EXAMEN

Tutor: Dr. Felipe Cruz Pérez

Comité: Dr. Oscar Zamora Arévalo
Dr. Julio Espinosa Rodríguez
Lic. Azalea Reyes Aguilar
Mtro. Gerardo Ortiz Moncada



México, D. F., 2011



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.

Con cariño a mis padres Carlos y Patricia
por estar a mi lado siempre, apoyándome
y dándome lo mejor de ellos

A mis hermanos Dianita y Juan
por su cariño, apoyo y comprensión

A Carlos por todo tu amor,
dedicación, apoyo, comprensión
y porque sin ti esto no hubiera sido posible,
con cariño

A Paola, por su amistad incondicional,
apoyo y cariño

A mis abuelos
con cariño

A los señores Carlos y Lety
por su apoyo, comprensión y cariño

A mis papás Carlos y Leticia
por todo su apoyo, cariño y hacer posible mi carrera

A mi hermana Carla
con mucho cariño

A Lili
por todo tu amor, comprensión y apoyo
No lo hubiera logrado sin ti

A Erick
por su apoyo incondicional

A los señores Carlos y Paty
por su apoyo y cariño

A los participantes
por haber aceptado formar parte de esta investigación

Al Colegio Lestonac de San Ángel
por su colaboración en la realización de esta investigación

Al Dr. Felipe Cruz Pérez
por su apoyo y guía en la realización de este trabajo

Al Dr. Oscar Zamora Arévalo
por su apoyo en la realización de este trabajo

Índice

Resumen	1
Introducción	2
Marco Teórico.....	4
Red Atencional Posterior	4
Inhibición de Retorno	4
Movimientos Atencionales y Sacádicos.....	5
Desarrollo	5
Estructuras Implicadas	7
Neuroquímica	8
Noradrenalina	10
Acetilcolina	11
Dopamina	12
Vía Visual	14
Vía Auditiva.....	19
Tálamo.....	22
Relación de la Red Atencional Posterior y la Vía Auditiva	24
Test de Redes Atencionales (ANT).....	26
Metodología	28
Resultados.....	36
Discusión.....	41
Conclusión.....	44
Referencias.....	45
Anexos	50

Resumen

La red atencional posterior está implicada en la orientación de la atención (OA) a posiciones espaciales donde aparece un estímulo potencialmente relevante. La red de la orientación se desarrolla durante los primeros momentos de la vida. Las estructuras implicadas en la red atencional posterior son la corteza parietal posterior, el núcleo pulvinar lateral, el colículo superior, el hipocampo, el cíngulo posterior y los núcleos reticulares. La OA tiene relación con la vía auditiva y con la vía visual. En la vía auditiva intervienen ciertos núcleos del tálamo, entre ellos el núcleo pulvinar lateral, los núcleos reticulares, y el núcleo geniculado medial, los cuales se encargan de la discriminación, supresión y potenciación de estímulos y regulan el estado de conciencia; también participa el colículo inferior el cual se relaciona con los reflejos auditivos. En la vía visual intervienen de igual forma el núcleo pulvinar, el núcleo geniculado lateral y los núcleos reticulares, así como el colículo superior que se encarga de la orientación de la cabeza y los ojos hacia un estímulo visual. Por otro lado, en la neuroquímica de la red atencional posterior, la noradrenalina y la acetilcolina permiten que se active esta red, mientras que la dopamina la inhibe. Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner (2002) han desarrollado una prueba experimental Attentional Network Test (ANT) que provee una medición de la eficiencia de las redes atencionales involucradas en la alerta, orientación y atención ejecutiva. El objetivo del presente trabajo consistió en encontrar la relación entre la orientación de la atención y la audición. Para esto se elaboró una versión modificada del ANT utilizando estímulos auditivos para orientar la atención. Para el análisis estadístico se utilizaron los tiempos de reacción (TR) de los ensayos que corresponden a las combinaciones de indicador de alerta, indicador de orientación, y tipo de flanco para comparar la orientación de la atención en la modalidad visual y la orientación de la atención en la modalidad auditiva, en una muestra de 24 sujetos evaluados con el ANT original (Fan, et al., 2002) y ANT modificado (Alcalá & Jiménez de la Cuesta, 2009); y NEUROPSI Atención y Memoria (Ostrosky-Solís, Gómez, Matute, Rosselli, Ardila, & Pineda, 2003) como tamizaje. Se utilizó una correlación de Pearson la cual mostró la correlación más alta entre los TR de los ensayos con indicador de posición visual y auditivo, y una ANOVA de 3x2x2, tres tipos de flancos (congruente, incongruente y neutral) x dos indicadores de alerta visual (no indicador, indicador) x dos indicadores de posición auditivos (sin indicador, indicador derecho-izquierdo) en donde no se mostró interacción entre las variables y se observa que los ensayos en donde se presentó menor TR fueron los que contenían el indicador de posición auditivo. Los resultados obtenidos y su relación con las investigaciones previas indican que la OA no puede ser vista como un proceso exclusivo de la visión, si bien es cierto que la visión se relaciona en mayor medida con la OA, el procesamiento de los estímulos auditivos es funcional y estructuralmente equivalente al procesamiento de los estímulos. Poniendo de manifiesto que la OA es un proceso supramodal.

Palabras clave: Orientación de la Atención, Vía Auditiva, Attentional Network Test (ANT).

Introducción

La atención puede definirse como un mecanismo central de control del procesamiento de información, que actúa de acuerdo con los objetivos del organismo activando e inhibiendo procesos, y que puede orientarse hacia los sentidos, las estructuras de conocimiento en memoria y los sistemas de respuesta. (Posner y Dehaene, 1994).

Se ha propuesto una teoría integradora la cual defiende que la atención es un sistema modular compuesto por tres redes: la red atencional posterior o de orientación, sistema supervisor atencional o red de alerta y la red anterior o de control ejecutivo. Cada una de estas redes está encargada de funciones atencionales distintas que están asociadas a áreas cerebrales diferenciadas (Posner & Petersen, 1990; Posner & Dehaene, 1994).

La red atencional posterior o de orientación está implicada en la orientación atencional a objetos, posiciones espaciales y/o contenidos de memoria (Rueda, Fan, McCandliss, Halparin, Gruber, Pappert Lercari, & Posner, 2004). Las estructuras implicadas en el proceso de la orientación de la atención son: corteza parietal posterior, núcleo pulvinar lateral, colículo superior, hipocampo, núcleos reticulares y cíngulo posterior (Posner, Sheesea, Odludaş, & Tang, 2006; Rosenzweig & Leiman, 1992).

El sistema supervisor atencional o red de alerta se encarga de mantener un estado preparatorio o de alerta general, necesario para la detección rápida del estímulo esperado. Las estructuras que lo componen son: los lóbulos frontales y parietales, que reciben proyecciones del locus coeruleus a través de la noradrenalina. (Posner, Petersen, Fox, & Raichle, 1988; Rafal, Henik, & Smith, 1991; Corbetta, Kincade, Ollinger, McAvoy, & Shulman, 2000).

La red anterior o de control ejecutivo ejerce el control voluntario, planifica, desarrolla estrategias y resuelve conflictos que implican generar una respuesta novedosa. Las estructuras implicadas son el cíngulo anterior, área dorsolateral prefrontal izquierda, corteza frontal y prefrontal en general (McDonald, Cohen, Stenger & Carter, 2000).

De acuerdo con el modelo propuesto por Posner y Petersen (1990); Posner y Dehaene (1994) sobre las tres redes atencionales se decidió enfocar esta investigación en la red de orientación, no obstante, se ha encontrado que la relación de la orientación de la atención (OA) y la audición no ha sido reportada en investigaciones previas sin embargo, la relación de la OA y la visión ha sido ampliamente estudiada, en un inicio con la conceptualización de la atención como un conjunto de subsistemas propuesta por Posner y

Petersen (1990), y posteriormente mediante el ANT propuesto por Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner (2002) empleado para medir, de manera independiente, el desempeño de las tres redes atencionales: Anterior (control ejecutivo), Sistema Supervisor Atencional (alerta) y Posterior (orientación), propuestas por Posner y Dehaene (1994).

La razón por la cual la OA ha sido estudiada únicamente en la modalidad visual se debe principalmente a que una de las estructuras anatómicas involucradas es el lóbulo parietal superior, el cual se encarga del movimiento ocular (Corbetta, Kincade, Ollinger, McAvoy, & Shulman, 2000), sin embargo, no se ha reportado en la literatura la existencia de la exclusividad de los estímulos visuales como orientadores de la atención (Colmenero, Catena, & Fuentes, 2001; Posner & Petersen, 1990; Posner, Sheesea, Odludaş, & Tang, 2006), en el trabajo reportado por Posner y Petersen (1990), consideran la existencia de tres funciones atencionales principales: (a) orientación a eventos sensoriales, (b) detección de señales para procesos focalizados y (c) mantenimiento de un estado vigilante o de alerta. Otra de las estructuras involucradas en la OA es el tálamo, en particular, los núcleos reticulares los cuales proyectan a los núcleos de relevo sensorial del tálamo inhibiendo su descarga e impidiendo el paso de la información sensorial hacia la corteza y el núcleo pulvinar el cual está implicado en la supresión de los estímulos ruidosos o irrelevantes y en la potenciación de las señales significativas. Ambos núcleos están implicados en la inhibición y activación discriminativa de estímulos sensoriales tanto visuales como auditivos.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente sobre las estructuras anatómicas implicadas tanto en la red atencional posterior como en la audición decidimos elaborar una versión modificada del ANT en donde la eficiencia de la OA fue analizada en términos de tiempos de reacción empleando indicadores de posición auditivos a diferencia de los indicadores de posición visuales empleados en la versión original del ANT (Fan, et al, 2002).

Con la intención de comparar la eficiencia de la OA en ambas modalidades, aplicamos ambas versiones del ANT a un grupo de 24 personas normoyentes de ambos sexos con un rango de edad de 7 a 30 años sin ninguna alteración neuropsicológica, a fin de comprobar la relación entre la OA y la audición.

El objetivo de esta investigación fue conocer la relación entre la OA y la audición mediante la comparación de la eficiencia de la OA en la modalidad auditiva y la eficiencia de la OA en la modalidad visual, empleando los tiempos de reacción (TR) obtenidos en el ANT (original y modificado).

Red Atencional Posterior

La red atencional posterior está implicada en la orientación atencional a objetos, posiciones espaciales y/o contenidos de memoria. La orientación puede ser provocada por un estímulo (exógena) o deberse a un plan interno de búsqueda generado por el individuo (endógena) (Colmenero, Catena, & Fuentes, 2001; Jackson, Marrocco, & Posner, 1994; Rueda, Fan, McCandliss, Halparin, Gruber, Pappert Lercari, & Posner, 2004).

La función más estudiada de la red atencional posterior es la de la orientación de la atención hacia un lugar en el espacio donde aparece un estímulo potencialmente relevante bien porque posee propiedades únicas, es novedoso, o porque aparece de manera abrupta en la escena visual.

Al orientar la atención previamente hacia el lugar del estímulo objetivo se maximiza la percepción y velocidad de procesamiento de éste, a esto se le conoce como efecto de facilitación; el cual se produce aún cuando la señal no predice el lugar de aparición del objetivo.

Inhibición de Retorno

Cuando la atención es atraída por una señal periférica próxima a la localización en que se presentará el objetivo (o es dirigida en respuesta a una señal central) se inician dos formas de inhibición. La primera se denomina coste, y es la consecuencia de orientar la atención a la señal. Una vez que la atención se fija en la localización señalada, todas las restantes localizaciones quedarían inhibidas, por lo que si el objetivo apareciese en una de ellas se respondería peor que si no se hubiese producido la orientación, porque en esta situación es necesario retirar o desenganchar la atención de la localización señalada para poder moverla a la localización en que aparece el objetivo. Esta forma de inhibición es selectiva espacialmente en el sentido de que no está presente dentro del foco de la atención. La segunda forma de inhibición se denomina inhibición de retorno, la cual hace que la posibilidad de reorientar la atención a la localización señalada previamente se reduzca durante varios segundos con respecto a otras localizaciones espaciales comparables del campo visual (Maylor, 1985; Posner y Cohen, 1984, citados en Colmenero, et al., 2001).

El efecto de inhibición de retorno consiste en un enlentecimiento de la capacidad para procesar un estímulo objetivo presentado en una localización atendida previamente, ya sea de manera manifiesta o encubierta. Así, una vez que los ojos se mueven de la localización del objetivo, es menos probable que se muevan hacia esa posición que hacia otra, por lo que los eventos que ocurran en la localización espacial

atendida previamente son inhibidos (Posner, Choate, Rafal y Vaughn, 1985, citado en Colmenero, et al., 2001).

Movimientos Atencionales y Movimientos Sacádicos

La orientación es distinta de la detección, pues ésta tiene lugar sólo cuando el estímulo ha producido en el sistema nervioso un nivel de activación suficiente como para que el sujeto pueda informar de su presencia realizando alguna respuesta arbitraria. Mientras que, la detección implica consciencia del estímulo. Esta distinción es fundamental, pues algunas respuestas pueden estar disponibles antes de que el estímulo haya sido detectado, este es el caso de los movimientos oculares sacádicos (Colmenero, et al., 2001).

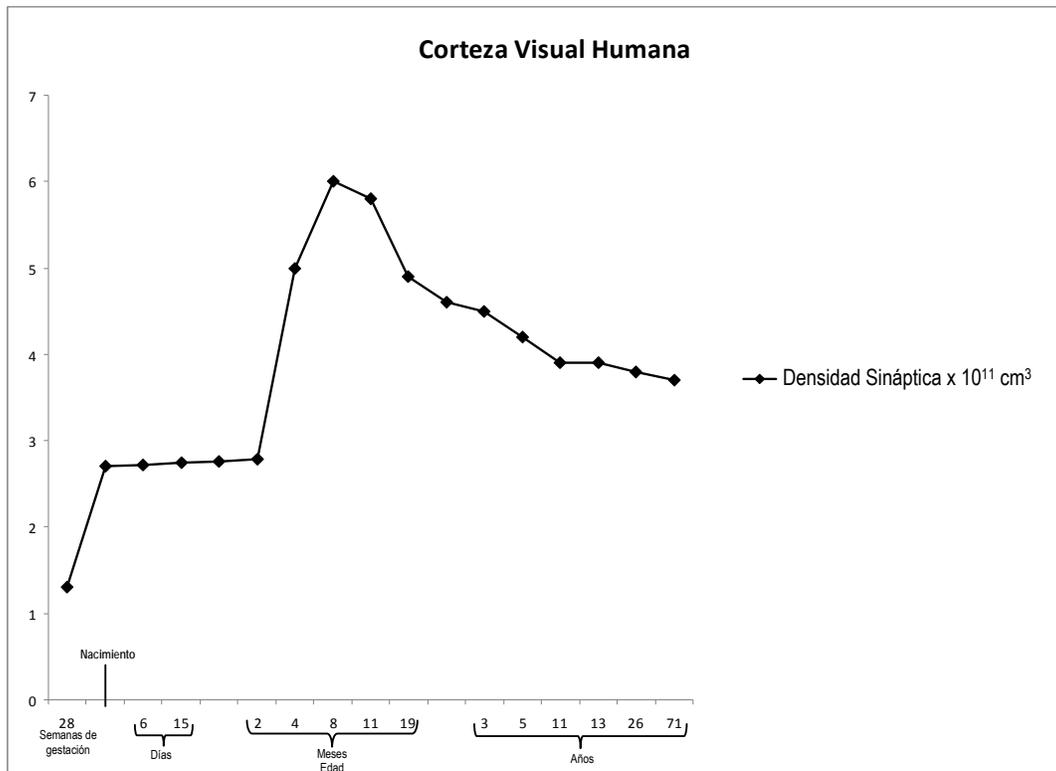
Existe una independencia relativa del movimiento atencional y el sacádico:

- Que se pueda mover la atención con los ojos fijos (Posner et al., 1978, citado en Colmenero, et al., 2001).
- Que el movimiento de la atención no afecte a la latencia de los movimientos oculares (Klein, 1979, citado en Colmenero, et al., 2001).
- Que la atención se mueva rápidamente antes de que se muevan los ojos y que vuelva al punto de fijación original aunque la fovea se encuentre en la localización periférica del objetivo (Posner, 1980, citado en Colmenero, et al., 2001).
- Que la atención pueda moverse en dirección contraria a la de los ojos (Nissen, Posner y Snyder, 1978, citado en Colmenero, et al., 2001).

Desarrollo

La red atencional posterior se desarrolla durante los primeros momentos de la vida, cuando maduran ciertas partes del sistema nervioso, aunque también está sujeto a influencias sociales y culturales (Posner y Rothbart, 1994, citado en Colmenero, et al., 2001). En el sistema nervioso central se mielinizan antes las vías sensoriales que las vías motoras (Poch, 2001), esto podría explicar el porque la red atencional posterior comienza a desarrollarse en etapas tempranas del desarrollo, ya que en esta red intervienen tanto la vía sensorial visual como la auditiva. Además, en el sistema nervioso periférico, desde el tercer mes de gestación, las primeras vías sensitivas periféricas en madurar son las de procesamiento de información, auditiva, propioceptiva y vestibular, y posteriormente se inicia la maduración de las de tipo visual, olfatoria y dolorosa (Hernández, Galindo, Peña, & Restrepo, 2005).

Así como lo plantean Gómez-Pérez, Ostrosky-Solís, & Prospero-García (2003, citado en Hernández, et al., 2005), paralelamente al desarrollo cerebral durante la infancia y la adolescencia, se maduran, se adquieren y se vuelven más eficaces diferentes habilidades cognitivas como la atención, el lenguaje y la memoria, entre otras. Por ejemplo, durante el periodo de la primera infancia, comprendida entre los dos meses y los seis años se evidencia un aumento en la elaboración de las conductas sensoriales y motoras, lo cual le permite al niño una mayor capacidad de respuesta hacia el medio ambiente; durante este periodo, el cerebro del niño alcanza el 80% del peso correspondiente al de un cerebro adulto (Espinosa & Dunoyer, 1999, citado en Hernández et al., 2005), mientras que durante la segunda infancia entre los seis y los doce años, y la adolescencia, se presenta un mayor desarrollo de las funciones cognitivas más complejas (Rosselli & Ardila, 1997, citado en Hernández, et al., 2005).



Gráfica 1. Desarrollo de la Corteza Visual Humana. Desarrollo neurobiológico de la densidad sináptica (Rosenzweig & Leiman, 1992, modificado por Alcalá & Jiménez de la Cuesta)

El gradiente de ramificación dendrítica depende de la complejidad funcional de cada sistema y de su interacción con los estímulos del entorno. Durante la fase aditiva el aumento más intenso se da alrededor del nacimiento con picos de densidad sináptica a diferentes edades según las diferentes zonas, por ejemplo, en la zona del córtex visual hay un rápido aumento a los 3 ó 4 meses postnatales y la máxima densidad sináptica (un 150% del adulto) hacia el año de vida; algo parecido ocurre con el córtex auditivo. En la fase regresiva existe una pérdida selectiva de sinapsis que se produce tras los periodos de gran intensidad. Al igual que los picos de formación de sinapsis, el tiempo de reducción varía de unas regiones a otras, por ejemplo, la densidad sináptica de la corteza visual disminuye a niveles de adulto entre los 2 y los 4 años (Poch, 2001; Rosenzweig & Leiman, 1992) (ver Gráfica 1).

Al mes de edad, la vía que va desde los ganglios basales hasta el colículo superior ejerce un control inhibitorio sobre los movimientos oculares. Esta vía es responsable de la "mirada obligatoria", la cual se caracteriza porque el niño se queda mirando fijamente a los estímulos, sobre todo a aquellos con alto contraste, pareciendo incapaz de retirar la mirada. Este periodo termina aproximadamente a los cuatro meses, lo cual se ha atribuido a varios factores, como el desarrollo de una vía desde los campos oculares frontales hasta el colículo superior o el incremento de la visión periférica. Se sugiere que los mecanismos implicados en retirar la atención se han desarrollado a los cuatro meses de edad (Colmenero, et al., 2001).

La inhibición de retorno, asociada especialmente al funcionamiento de los colículos superiores, también parece desarrollarse durante los primeros meses de vida. Este sesgo aparecía con igual magnitud y persistencia temporal (2 segundos) en los niños de 6, 12 y 18 meses y en los adultos, pero no se encontró en niños de 3-4 meses de edad (Clohessy et al., 1991 citado en Colmenero, et al., 2001).

La acetilcolina, originada en los ganglios basales, muestra niveles de adulto humano a los 10 días de vida. La noradrenalina, que se asocia a la plasticidad cortical, se encuentra en grandes cantidades en el recién nacido (Benes, 1994, citado en Poch, 2001). La serotonina y la dopamina tienen un comportamiento similar, aumentan rápidamente en los últimos meses prenatales y en los primeros postnatales (Johnston, 1988, citado en Poch, 2001).

Estructuras Implicadas

Las estructuras implicadas en la red atencional posterior son la corteza parietal posterior que abarca el opérculo parietal, la circunvolución cingular y la circunvolución supramarginal, se encarga del control del movimiento sobre la base de percepciones visuales y espaciales, así como de controlar la atención de desplazamiento o intercambio. A su vez la corteza parietal posterior derecha se encarga de controlar ambos

hemicampos visuales. La corteza parietal posterior izquierda controla el hemisferio visual derecho. El núcleo pulvinar lateral es una de las estructuras más importantes ya que ocupa un tercio del volumen del tálamo, tiene conexiones con regiones límbicas, occipitales, temporales, parietales e incluso frontales y se relaciona con los movimientos de exploración ocular y de la atención visual, de igual forma se relaciona con la orientación encubierta, ya que este núcleo se encarga de la discriminación de estímulos sensoriales tanto visuales como auditivos. El colículo superior es un centro para la integración de la vista, el oído y otros estímulos ambientales (Inner Body, 2011), cabe mencionar que existen dos proyecciones desde el colículo superior, una hacia las regiones de la formación reticular, que controlan los movimientos verticales u horizontales de los ojos, y la otra hacia la médula espinal cervical, para controlar los músculos del cuello. El hipocampo está situado en la parte más baja de la corteza, donde toca con el tronco del encéfalo, esta estructura dirige cada recuerdo a la región correspondiente de la corteza y hace que se almacene allí. Otra de las estructuras implicadas es el cíngulo posterior el cual rodea el cuerpo calloso y está constituido por un haz de fibras de asociación que ocupan la sustancia blanca de la gran circunvolución límbica y conecta las circunvoluciones del cíngulo y del hipocampo. Y finalmente los núcleos reticulares que forman parte de los núcleos inespecíficos del tálamo, son aquellos que establecen amplias conexiones con otros núcleos del tálamo y otras regiones del sistema nervioso. El tálamo envía la información a grandes superficies corticales mediante los núcleos reticulares, los cuales reciben información de la formación reticular que es un conjunto de neuronas que ejercen un efecto facilitador o inhibitorio que interviene en varios procesos como, el estado de sueño-vigilia, identifica estimulaciones de fondo irrelevantes, y también se le considera un sistema polisináptico localizado en el tronco del encéfalo, este sistema parece intervenir en el estado de consciencia pues cuando se lesiona se produce un estado de coma (Posner & Petersen, 1990; Posner, et al., 2006; Rosenzweig & Leiman, 1992).

Neuroquímica

La red atencional posterior recibe una densa inervación noradrenérgica procedente del locus coeruleus, la noradrenalina está involucrada en las tareas que demandan procesamiento de información que requiere visión periférica, en localización espacial y en el cambio rápido de la atención (Hernández, et al., 2005), esta inervación inhibe la descarga espontánea de neuronas que incrementa la tasa de estimulación de las células blanco y en ese momento la función de atención pasa al sistema anterior ejecutivo (Portal Psicológico, 2009). Por otro lado, este sistema atencional está modulado por la actividad del sistema colinérgico. Se ha demostrado que lesiones del sistema colinérgico y drogas que bloquean la transmisión de acetilcolina tienen efectos sobre la orientación de la atención visual en monos (Hernández, et al., 2005) (ver Figura 1).

Morrison & Foote (1986, citado en Posner & Petersen, 1990) han estudiado las partes de la red atencional posterior que son mayormente inervadas por las vías noradrenérgicas. Han encontrado que en primates no humanos, la inervación noradrenérgica esta presente en mayor medida en el lóbulo parietal posterior, núcleo pulvinar y colículo superior. Una inervación mucho menor fue encontrada en la vía genículo-estriada y a lo largo de la vía ventral de reconocimiento de patrones. Estos hallazgos apoyan la idea de que las vías noradrenérgicas proveen la base para el mantenimiento de la alerta, y que éstas actúan mayormente en la red atencional posterior del hemisferio cerebral derecho.

La alerta involucra un subsistema específico de la atención que actúa en la red atencional posterior para apoyar la orientación visual y probablemente también influye en otros subsistemas atencionales. Fisiológicamente, este sistema depende de las vías noradrenérgicas que surgen en el locus coeruleus y están mayormente lateralizadas en el hemisferio derecho. Funcionalmente, la activación de la noradrenalina trabaja a través de la red atencional posterior para incrementar la tasa a la cual la información visual de alta prioridad puede ser seleccionada para un procesamiento posterior (Posner & Petersen, 1990).

La dopamina permite la entrada selectiva a la corteza pre-frontal y al cíngulo de las aferencias excitatorias, reduciendo la actividad neuronal irrelevante de las neuronas durante el desempeño de una función ejecutiva (Portal Psicológico, 2009). Diferentes estudios bioquímicos como el reportado por Kinsbourne & Bernaldo (1994, citado en Hernández, et al., 2005), han arrojado datos acerca de la importancia de la dopamina en la atención sostenida, fundamental para la realización de una tarea por un periodo de tiempo prolongado, en el procesamiento de la información que requiere visión focalizada, y en la identificación de objetos (Hernández et al., 2005).

En un estudio realizado por Callejas y colaboradores (2004, citado en Fan, et al., 2005), usando un tono como una señal de alerta y manipulando la validez del indicador visual, se encontró que la red de alerta inhibe a la red ejecutiva y la red de orientación da paso a la red ejecutiva.

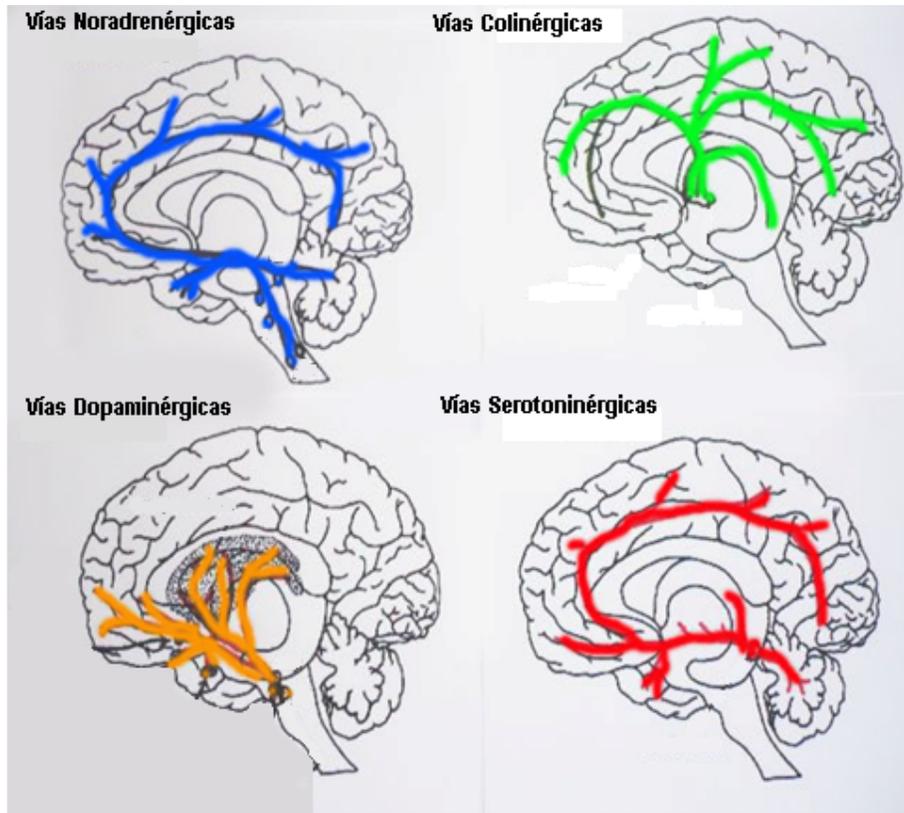


Figura 1. Vías Noradrenérgicas, Vías Colinérgicas, Vías Dopaminérgicas y Vías Serotoninérgicas (La Psiquiatría y la vida 2011, modificado por Alcalá & Jiménez de la Cuesta).

Noradrenalina

La noradrenalina es una catecolamina con doble función: hormona y neurotransmisor, afecta a partes del cerebro donde se controlan la atención y las acciones de respuesta. Se sintetiza mediante la dopamina β -hidroxilasa en el sistema nervioso central (SNC) y en el sistema nervioso simpático, donde se libera a partir de las neuronas noradrenérgicas (Alcaraz, 2001; Noradrenalina, 2009).

Sus acciones se llevan a cabo en la célula objetivo a través de la unión a receptores adrenérgicos ($\alpha 1$, $\alpha 2$, $\beta 1$), los cuales se enlazan y se activan, excepto los receptores $\beta 2$, por lo tanto tiene diferentes acciones en diferentes tipos de células (Alcaraz, 2001; Noradrenalina, 2009).

De acuerdo con la literatura revisada se puede suponer que en la red atencional posterior los receptores $\beta 2$ se encargan de la relajación para la visión lejana. Sabemos que la noradrenalina no activa al receptor $\beta 2$ con la misma potencia que a los receptores $\alpha 1$, $\alpha 2$ y $\beta 1$ ya que suponemos que la red atencional posterior focaliza la atención a estímulos visuales cercanos. En general, la activación de receptores $\alpha 1$, $\alpha 2$ y

β_1 produce un efecto de activación, mientras que en el caso de la red atencional posterior la activación de receptores β_2 produce un efecto inhibitorio.

La noradrenalina parece ser el neurotransmisor implicado más directamente en el mantenimiento del estado de alerta, puesto que cuando su acción se bloquea administrando clonidina o guanfacina, disminuye la capacidad del sujeto para mantener el estado de alerta (Witte, Gordon-Lickey & Marrocco, 1992, citado en Colmenero, et al., 2001). La vía noradrenérgica parte del cerebro medio, pero parece que su distribución cortical se debe fundamentalmente al lóbulo frontal derecho (Posner & Petersen, 1990).

Estudios previos que han aislado cada red atencional dentro de tareas separadas en sujetos separados han encontrado: (1) la alerta puede activar las áreas frontales y parietales del hemisferio derecho y/o izquierdo y áreas talámicas que están potencialmente relacionadas con la noradrenalina (Coull, et al., 2000, 2001; Marrocco & Davidson, 1998, citados en Fan, et al., 2005).

Acetilcolina

Se sintetiza a partir de la colina sérica. La acetilcolina está formada por dos componentes acetato y colina, los cuales se unen mediante la acción de la acetilcolina transferasa, esta reacción tienen lugar en su mayor parte en los terminales nerviosos más que en otras regiones neuronales. Las neuronas colinérgicas cerebrales forman un gran sistema ascendente cuyo origen se halla en el tronco cerebral e inerva amplias áreas de la corteza cerebral y es probablemente idéntico al sistema activador reticular, además de mantener la consciencia parecen intervenir en la transmisión de información visual, tanto en el colículo superior como en la corteza occipital. La acetilcolina también interviene en la percepción del dolor y la memoria (Alcaraz, 2001; Javeriana, 2009).

La acetilcolina se encuentra también ampliamente distribuida en el encéfalo y es un neurotransmisor clave en la regulación de los niveles de vigilancia y en el funcionamiento de grandes áreas de asociación (Alcaraz, 2001; Javeriana, 2009).

La acetilcolina es un neurotransmisor ampliamente difundido en el SNC y su significación es diversa y multifacética. En el tronco cerebral responden a la acción colinérgica entre otros, los núcleos cocleares; los centros respiratorios; muchos de los pares craneales aferentes; la propia formación reticular, que responde con activación en una tercera parte de la misma y en una décima parte con inhibición; las estructuras subtalámicas que son colinérgicas y responden con una activación descendente y una inhibición ascendente;

el núcleo cuneiforme y los núcleos tegmentales son también colinérgicos y están implicados en los reflejos condicionados y en las respuestas de orientación (Alcaraz, 2001; Javeriana, 2009).

En el tálamo, parece prioritaria la actividad colinérgica en el funcionamiento del sistema talámico difuso y, consecuentemente, en la regulación del nivel de vigilancia de la corteza cerebral (Javeriana, 2009).

Estudios en primates no humanos sugieren que las funciones de alerta y orientación son disociables al nivel de los sistemas de neurotransmisores. Estudios que emplearon monos en estado de alerta con indicadores visuales exógenos, mostraron que las drogas con influencia en la noradrenalina abolieron las señales de alerta dejando a la orientación intacta, mientras que las drogas que afectan a la acetilcolina influyeron en la orientación pero no en la alerta (Davidson & Marrocco, 2000; Marrocco & Davidson, 1998, citados en Fan, et al., 2005).

Dopamina

Es una catecolamina que cumple funciones de neurotransmisor en el SNC (Alcaraz, 2001; Dopamina, 2009). La dopamina es producida en muchas partes del sistema nervioso, especialmente en la sustancia negra. Tiene muchas funciones en el cerebro, incluyendo papeles importantes en el comportamiento y la cognición, la actividad motora, la motivación y la recompensa, la regulación de la producción de leche, el sueño, el humor, la atención, y el aprendizaje (Bahena-Trujillo, Flores & Arias-Montaño, 2000).

Las neuronas cuyo neurotransmisor primario es la dopamina están presentes en el área ventral del tegmento (VTA) del cerebro medio, en la parte compacta de la sustancia negra, y en el hipotálamo. La dopamina proporciona una señal instructiva a las partes del cerebro responsables de adquirir el nuevo comportamiento (Bahena-Trujillo, et al, 2000).

La dopamina es el precursor metabólico inmediato de la noradrenalina y adrenalina. Debido a su posición central en el metabolismo de las catecolaminas puede encontrarse dopamina en cualquier lugar que se produzca adrenalina o noradrenalina. No obstante, su concentración a nivel del núcleo nigroestriado es mucho mayor que la de noradrenalina (Alcaraz, 2001; Dopamina, 2009).

Diferentes estudios bioquímicos han arrojado datos acerca de la importancia de la dopamina en la atención sostenida, fundamental para la realización de una tarea por un periodo de tiempo prolongado, en el procesamiento de la información que requiere visión focalizada, y en la identificación de objetos; por otro lado,

la noradrenalina está involucrada en las tareas que demandan procesamiento de información que requieren visión periférica en localización espacial y en el cambio rápido de la atención (Bausela, 2007).

Se puede suponer que la dopamina y la noradrenalina salen al mismo tiempo del núcleo nigroestriado y del locus coeruleus, pero la dopamina se inhibe en el área cortical posterior mientras que la noradrenalina se activa, y pasa lo contrario en el área cortical anterior, la dopamina por su alta concentración se activa, mientras que la noradrenalina por su baja concentración se inhibe, por lo tanto la dopamina es la que permite el paso a la red anterior para llevar a cabo las funciones ejecutivas.

Se ha reportado que existen neuronas dopaminérgicas en la retina, pero su función hasta la fecha es desconocida (Dopamina, 2009). Suponemos que al localizarse la dopamina en la corteza prefrontal puede actuar directamente en las estructuras que forman los ojos y por eso la dopamina puede estar presente en la retina, y a su vez creemos que todos los receptores $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\beta 1$ y $\beta 2$ están asociados a la vía visual y a la red atencional posterior puesto que activan o inhiben de diferentes maneras la actividad de la córnea, la pupila y los músculos oculares dilatándolos o contrayéndolos.

Además, se ha mostrado que la red de conflicto es altamente heredable (Fan, Wu, Fossella, & Posner, 2001). El desempeño en la resolución de conflicto usando el ANT se relaciona con dos genes dopaminérgicos (Fossella, Posner, Fan, Swanson, & Pfaff, 2002). Estudios recientes empleando fMRI sugieren que el conflicto puede activar la corteza cingular anterior y un sesgo frontal lateral izquierdo podría ser sugerido por la importancia de la dopamina para este sistema (Coull, et al., 2000, 2001; Bush, et al., 2000; y MacDonald, et al., 2000, citados en Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner, 2005).

La dopamina permite que la red atencional posterior se inhiba, es decir, la orientación de la atención no cambia ante otros estímulos y se centra en el estímulo objetivo, favoreciendo la activación de la ejecución de la red atencional anterior.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se puede asumir que la red de orientación y la red de alerta están estrechamente relacionadas, ya que comparten una misma inervación noradrenérgica debido a que al momento de presentarse un estímulo relevante, sea éste un estímulo orientador o no, activa en un primer momento a la red de alerta, esta a su vez, da paso a la red de orientación la cual, mediante la acetilcolina, dirige la atención a la localización señalada, y finalmente la dopamina permite el paso a la red ejecutiva para llevar a cabo las funciones de resolución de conflicto.

Vía Visual

La retina es la porción periférica del sistema visual. La percepción visual comienza en ella transformando los estímulos luminosos en impulsos nerviosos, que a través del nervio óptico, los envía al cerebro para su posterior procesamiento (Portales médicos, 2011; Rosenzweig & Leiman, 1992). El nervio óptico deja la cavidad orbitaria a través del canal óptico para unirse con el nervio contralateral y conformar el quiasma óptico (Vía Óptica, 2008; Rosenzweig & Leiman, 1992) (ver Figura 2).

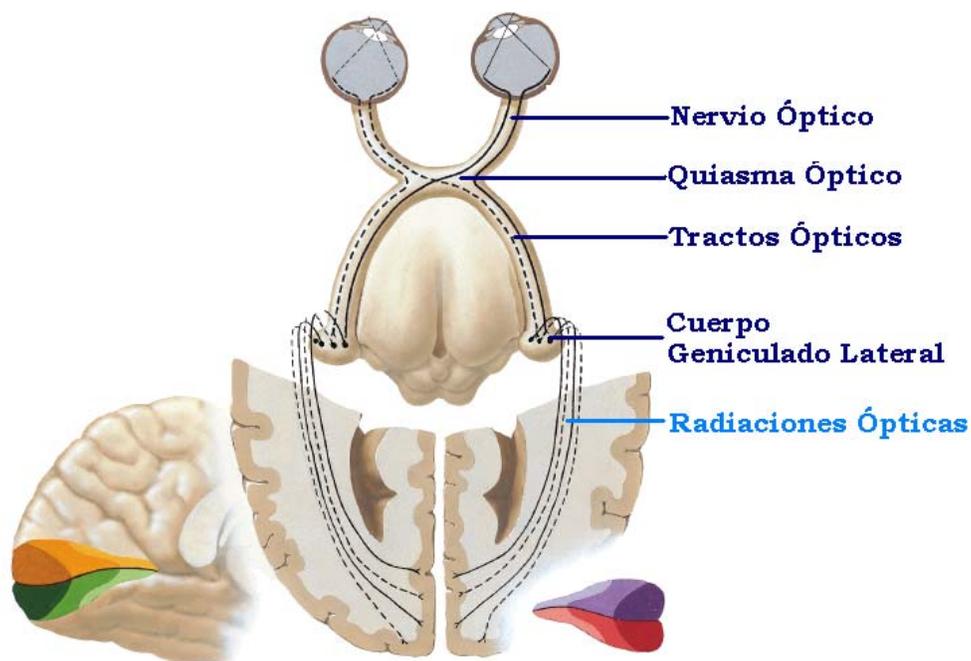


Figura 2. Vía Visual (Med, 2008).

El quiasma óptico se halla dividido por una línea vertical que pasa por la fovea en una hemirretina nasal y en una hemirretina temporal (Vía Visual, 2011; Rosenzweig & Leiman, 1992). La mitad derecha de la imagen visual se proyecta sobre la mitad izquierda de la retina de cada ojo: la hemirretina temporal izquierda y la hemirretina nasal derecha. Por el contrario, la mitad izquierda de la imagen visual se proyecta sobre la hemirretina temporal derecha y la hemirretina temporal izquierda (Portales médicos, 2011; Rosenzweig & Leiman, 1992). Cada tracto óptico, emerge del quiasma óptico y rodea los pedúnculos cerebrales para

terminar en el cuerpo geniculado lateral, una eminencia pequeña y ovalada del núcleo pulvinar del tálamo (Vía Óptica, 2008; Rosenzweig & Leiman, 1992) (ver Figura 3).

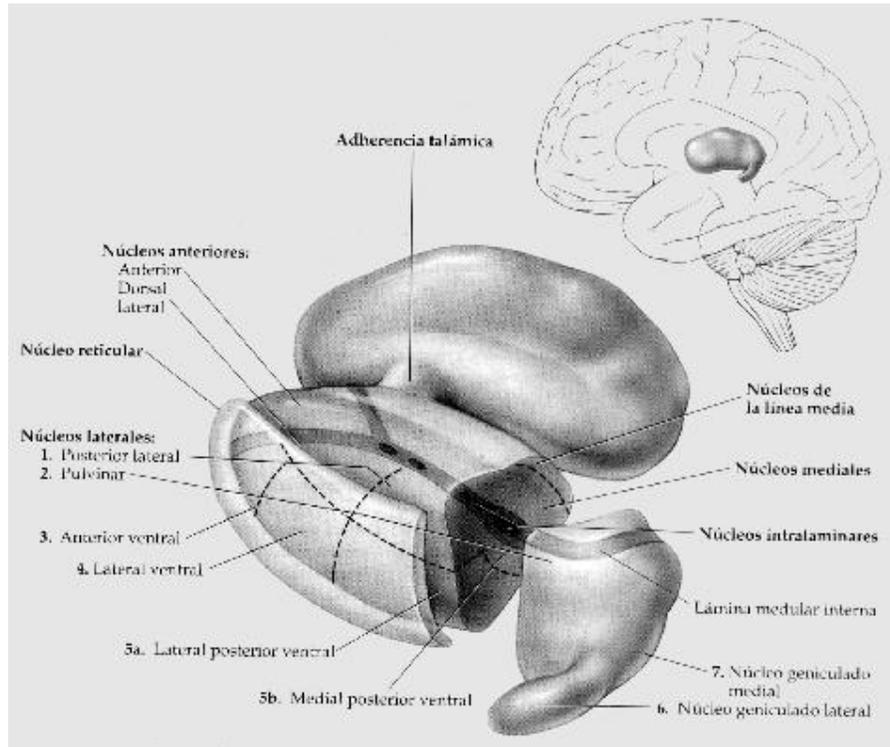


Figura 3. Núcleos del Tálamo (Anatomía humana, 2006).

A las fibras que van desde la retina hasta el quiasma óptico se les conoce como nervio óptico (ver Figura 4). Las fibras que van desde el quiasma óptico hasta el tálamo reciben el nombre de cinta o tracto óptico. Las que van desde el tálamo hasta el lóbulo occipital reciben diversos nombres: haz geniculoestriado o haz geniculocalcarino (Neuropsicol, 2001; Rosenzweig & Leiman, 1992).

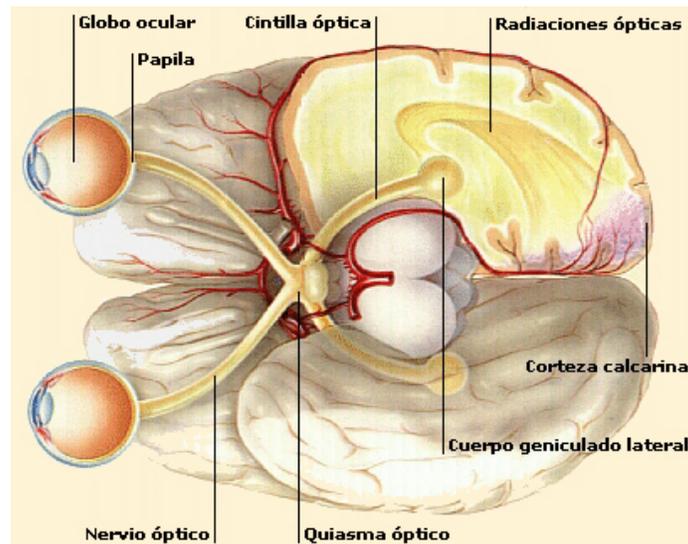


Figura 4. Nervio y Quiasma Óptico (E-Oftalmología, 2005).

Los axones de las células ganglionares de la retina terminan en una configuración retinotópica punto por punto en las seis capas del cuerpo geniculado lateral. Esta estructura no es un simple relevo de los campos receptivos centro-periferia de la retina a la corteza visual, sino que aquí se altera o regula la transmisión de estímulos visuales mediante un mecanismo de compuerta, el cual sirve para modular las aferencias visuales hacia la corteza visual asociada con la atención visual (Vía Óptica, 2008; Rosenzweig & Leiman, 1992).

Los axones de las neuronas del cuerpo geniculado lateral conforman la radiación óptica, la cual atraviesa la porción retrolenticular de la cápsula interna organizadas retinotópicamente para continuar hacia el área posterior a lo largo de la cara lateral del ventrículo lateral, hasta terminar en la lámina IV de la corteza visual primaria que ocupa los labios superior e inferior del surco calcarino en la superficie medial de cada hemisferio cerebral (Vía Óptica, 2008; Rosenzweig & Leiman, 1992).

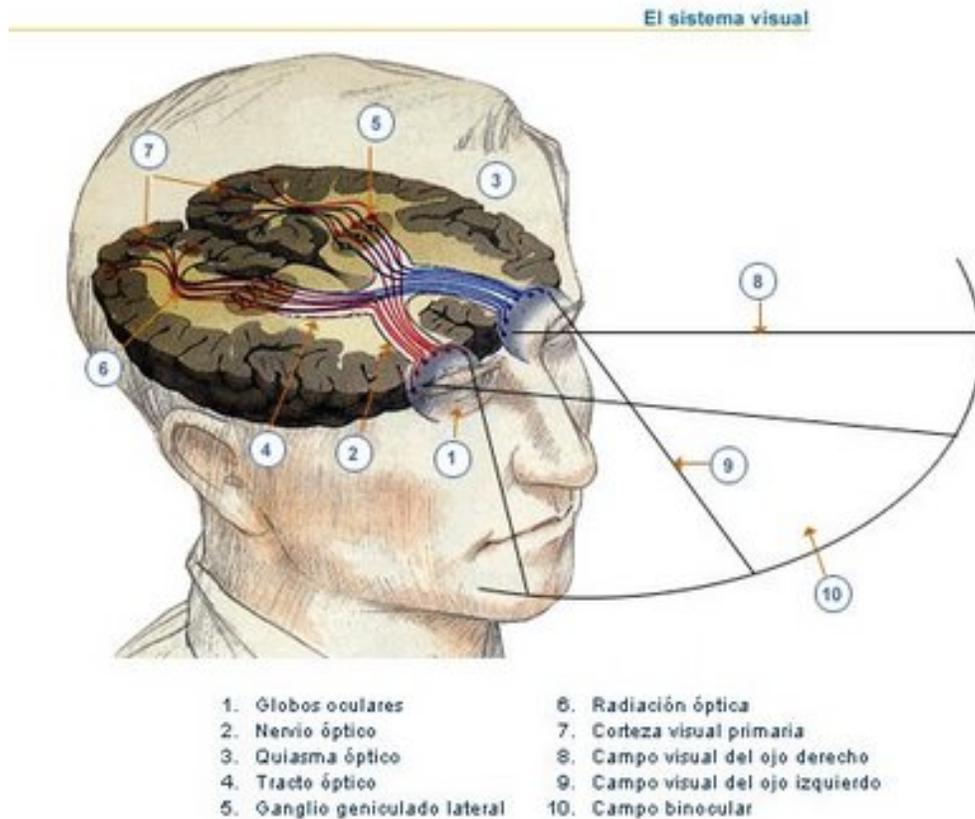


Figura 5. Sistema Visual (UC, 2004).

La mitad superior de la radiación óptica conduce impulsos de las hemirretinas superiores, y la mitad inferior de las hemirretinas inferiores. Las fibras de la retina periférica describen una trayectoria en arco en la sustancia blanca del lóbulo temporal antes de cursar en dirección posterior (asa de Meyer). La corteza visual primaria se organiza de forma que las proyecciones de cada hemirretina superior terminan en la corteza sobre el surco calcarino, mientras que las de cada hemirretina inferior lo hacen bajo este surco (Alcaraz, 2001). La corteza visual de asociación recibe aferencias de la corteza visual primaria y es la responsable del reconocimiento de objetos y de la percepción del color. Una pequeña porción de fibras del tracto óptico pasan directamente al núcleo pretectal (ubicado entre el mesencéfalo y diencefalo) y al colículo superior del mesencéfalo donde se realizan conexiones que median los reflejos visuales (Vía Óptica, 2008; Rosenzweig & Leiman, 1992).

El colículo superior participa en la orientación de la cabeza y los ojos hacia un estímulo visual al sinaptar con el núcleo vegetativo del nervio oculomotor, desde donde salen fibras parasimpáticas que van al ganglio ciliar oftálmico y de aquí, vía nervios ciliares cortos, inervan los músculos ciliar y pupilar (Vía Óptica, 2008). Conforma entonces un elaborado centro reflejo con una organización retinotópica que se corresponde con la corteza visual. Recibe aferencias de los sistemas somatosensorial y auditivo, y desde: corteza cerebral, retina, médula espinal y colículo Inferior. Sus eferencias se dirigen a: médula espinal, núcleos pontinos, formación reticular del mesencéfalo y tálamo (Med, 2008).

Otros axones pasan directamente del quiasma óptico a los núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo, donde hacen conexiones que median los efectos de la luz sobre el sistema endocrino y los ritmos circadianos.

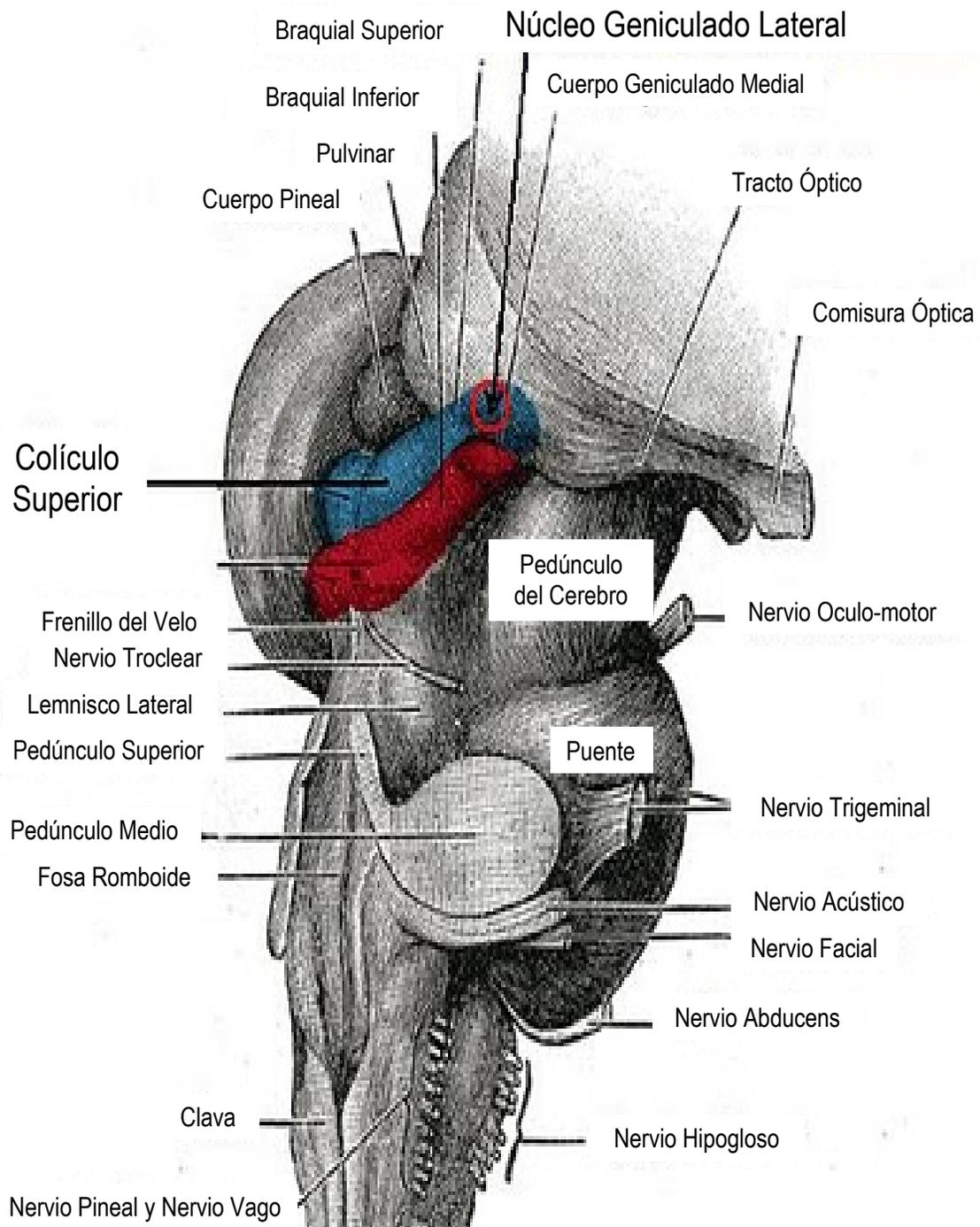


Figura 6. Mesencéfalo. Colículo Superior (Drug for Health 2011, modificado por Alcalá & Jiménez de la Cuesta).

Vía Auditiva

A partir de la deformación de las células ciliares en el órgano de Corti y a través de los nervios acústicos, el cerebro recibe patrones que contienen la información característica de cada sonido y los compara con otros almacenados en la memoria (la experiencia pasada) a efecto de identificarlos (Carlson, 2006).

El órgano de Corti envía información auditiva al encéfalo a través del nervio coclear. El nervio coclear tiene axones eferentes y aferentes. El origen de los axones aferentes es el complejo olivar superior, un grupo de núcleos del bulbo, las fibras aferentes de este nervio constituyen el fascículo olivococlear. Estas fibras forman sinapsis directamente sobre las células ciliadas externas y sobre las dendritas que sirven a las células ciliadas internas (Carlson, 2006).

En la vía auditiva aferente, como se muestra en la Figura 7, la mayoría de las neuronas de los núcleos cocleares envían axones al complejo olivar superior, las neuronas de este complejo, a través de un largo fascículo denominado lemnisco lateral, proyectan axones al colículo inferior, situado en el mesencéfalo dorsal, se relaciona con reflejos auditivos, y es la estación de relevo más importante en las proyecciones auditivas ascendentes y descendentes. Las aferencias de la vía auditiva provienen del: lemnisco lateral, cuerpo geniculado medial ipsolateral, colículo inferior contralateral, corteza cerebelosa, corteza cerebral. Las eferencias de la vía auditiva se dirigen al cuerpo geniculado medial (a través del brazo del colículo inferior, y de ahí a la corteza auditiva primaria en el lóbulo temporal, a través de la radiación talámica), colículo inferior contralateral, colículo superior (esta vía establece reflejos para rotar el cuello y ojos en respuesta al sonido), núcleo del lemnisco lateral y cerebelo (Inner Body, 2011; Med, 2008).

Desde el colículo inferior, las neuronas proyectan al núcleo geniculado medial del tálamo, el cual envía axones a la corteza auditiva del lóbulo temporal. Cada hemisferio recibe información de ambos oídos, pero sobre todo del contralateral. La información auditiva se envía también al cerebelo y a la formación reticular (Carlson, 2006).

En la Figura 8 se puede ver que los orígenes eferentes son paralelos a los aferentes, es decir, desde la corteza auditiva primaria, al núcleo geniculado, al colículo inferior y a través del lemnisco lateral llegando al complejo olivar superior. Para finalizar, en la vía se encuentra el haz olivococlear, el cual contiene células del complejo olivar superior que se proyectan bilateralmente a través del nervio coclear a la cóclea, donde inervan las células ciliadas externas. La actividad de esta vía causa cambios en las propiedades mecánicas de las células ciliadas con efecto de disminuir la transmisión de la misma región de la membrana basilar.

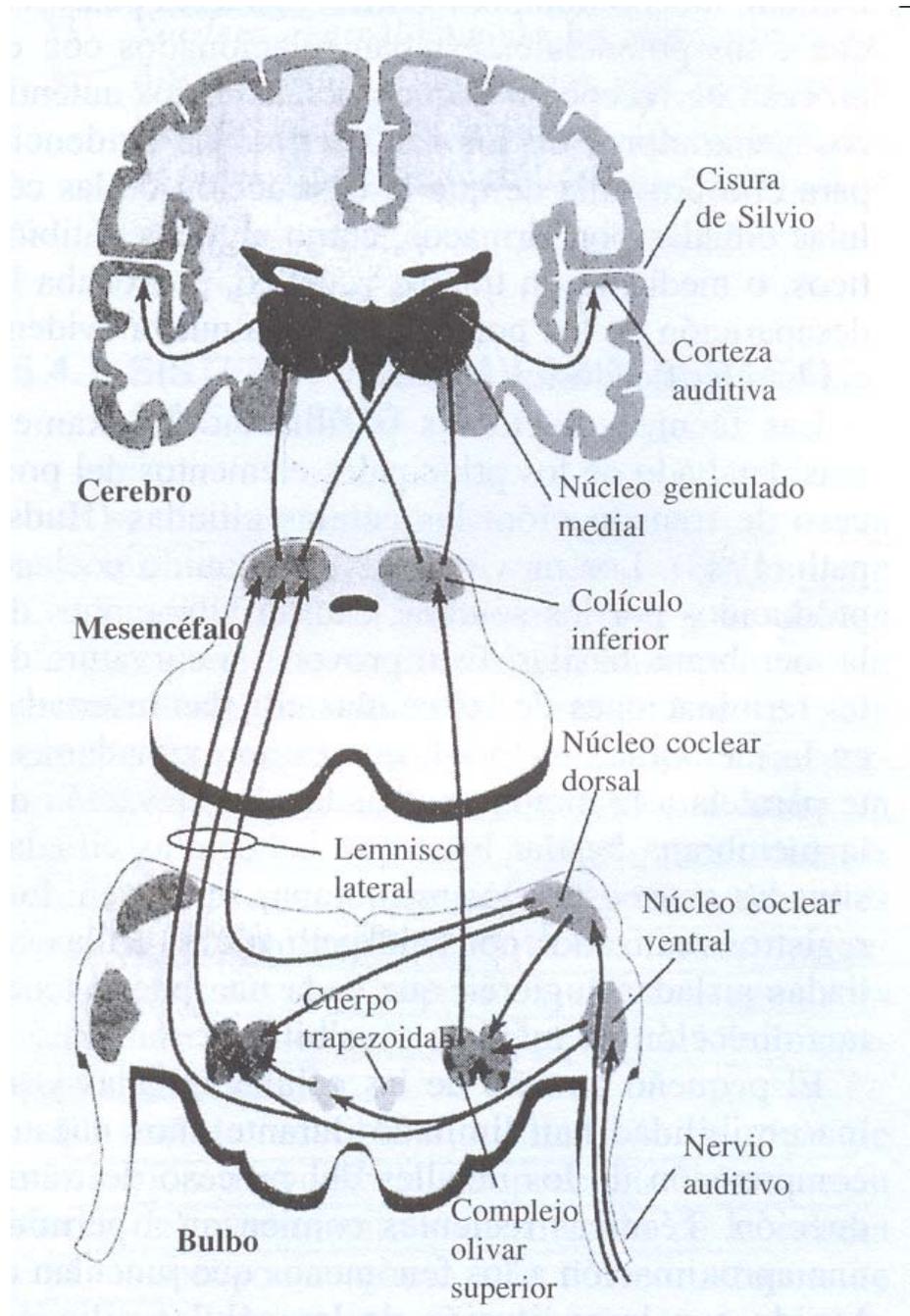


Figura 7. Vía Auditiva Aferente. Las conexiones principales están señaladas con las flechas más gruesas (Nervio Auditivo, 2011).

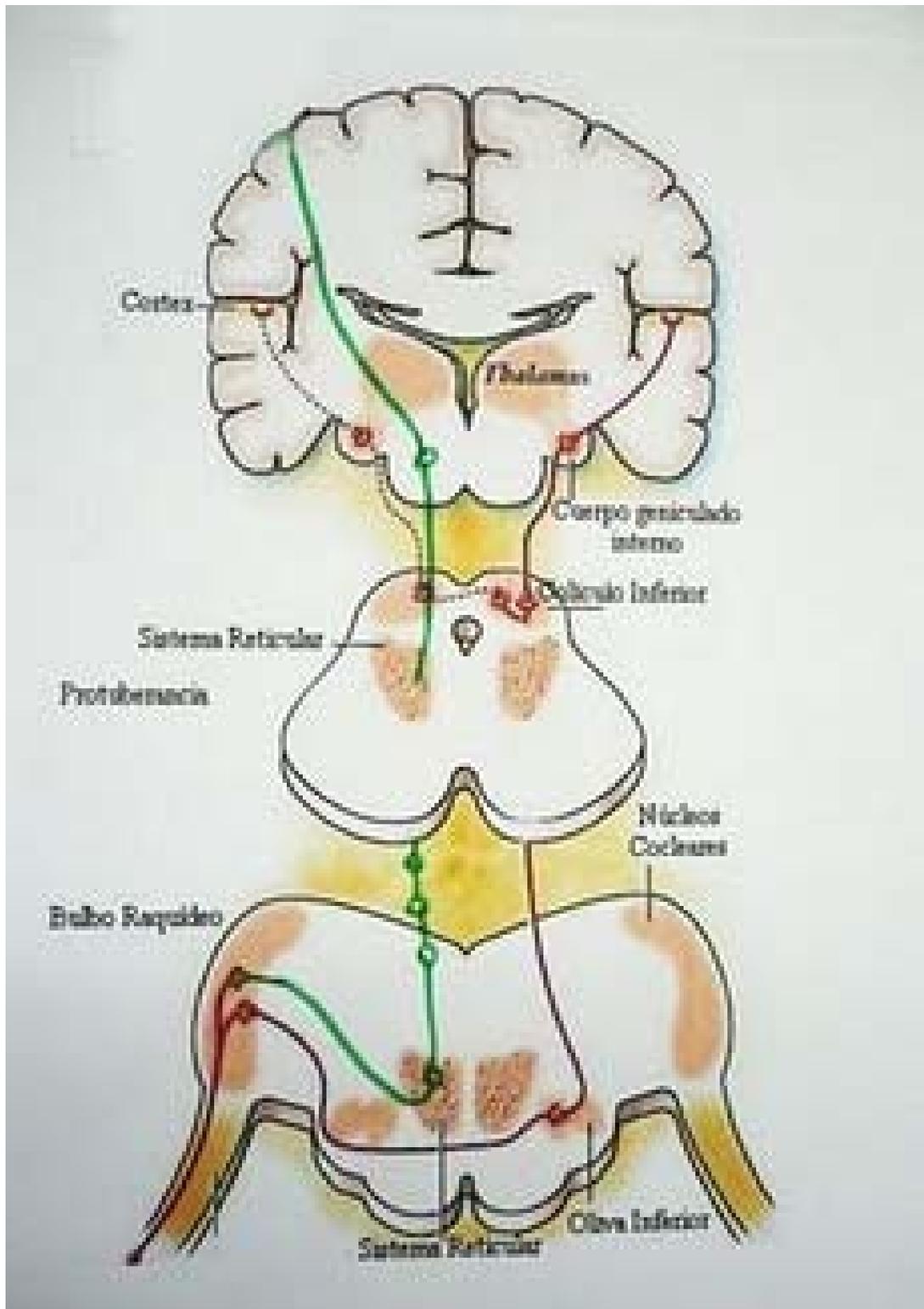


Figura 8. Vía Auditiva Eferente (Neuroextasis, 2010).

Tálamo

El tálamo presenta 3 tipos principales de núcleos (ver Figura 9): núcleos de conexión específica, núcleos de conexión inespecífica, y núcleos de asociación (Med, 2008).

Los núcleos de conexión específica reciben neuronas aferentes con información sensorial no discriminada. A su paso por el tálamo, esta información es filtrada y sólo se reenvía el componente discriminativo hacia áreas de la corteza cerebral en relación con la procedencia de la señal (Med, 2008). Las vías que utilizan los núcleos de conexión específica son la vía óptica: a través del cuerpo geniculado lateral, la vía auditiva: a través del cuerpo geniculado medial, señales sensoriales del hemicuerpo contralateral: a través del núcleo posterolateral, señales sensoriales de la hemicara contralateral: a través del núcleo posteromedial (Med, 2008).

Los núcleos inespecíficos son aquellos que establecen amplias conexiones con otros núcleos del tálamo y otras regiones del sistema nervioso. Estos núcleos (los núcleos intralaminares, los núcleos reticulares y los núcleos de la línea media del tálamo) reciben información de la sustancia reticular (un sistema polisináptico localizado en el tronco del encéfalo) (Med, 2008).

Los núcleos de asociación tienen conexiones recíprocas con áreas de asociación cortical. Estos núcleos son el pulvinar, el núcleo lateral posterior y lateral dorsal y el núcleo dorsomediano. Desde estos núcleos se reenvía la información parcialmente filtrada hacia otros núcleos del tálamo, los cuales terminan de filtrarla y la reenvían hacia áreas de asociación de la corteza. Así pues, se intercala la comunicación con el tálamo con un circuito córtico-subcortical (cuantos más núcleos previos haya, más elaborada estará la información). Las vías que utilizan los núcleos de asociación son el cerebelo a través de los cuerpos mamilares y a través de la noradrenalina (hacia el giro cingulado), y el lóbulo prefrontal a través de la dopamina (de regreso al prefrontal) (Med, 2008).

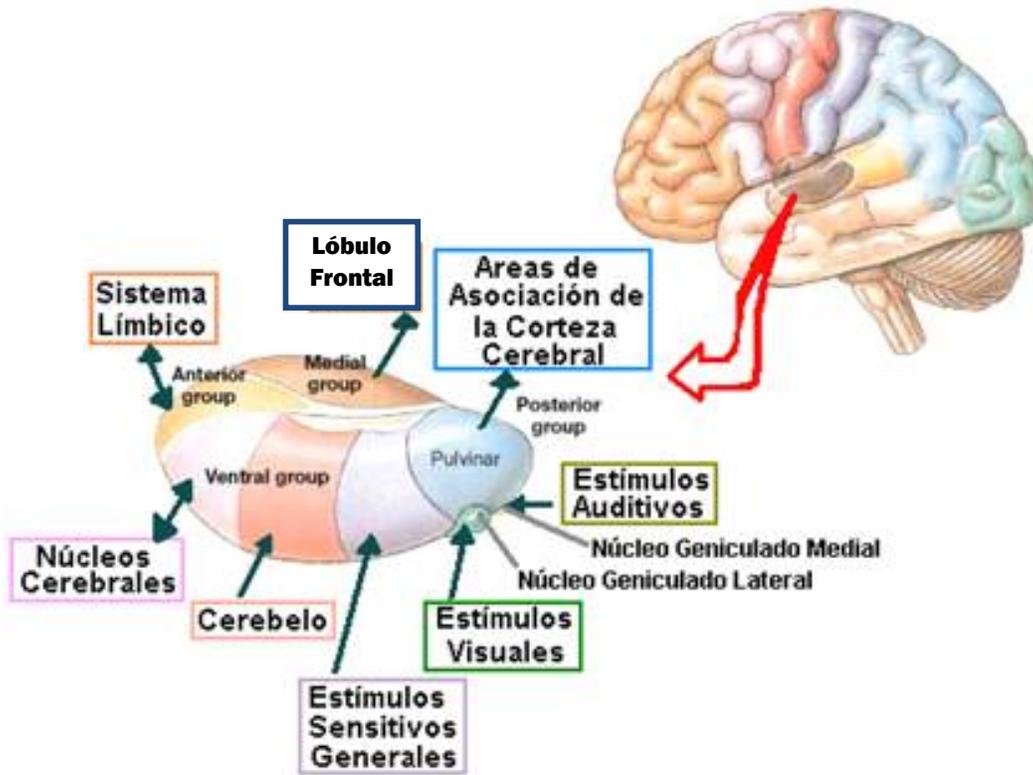


Figura 9. Núcleos Talámicos (Med, 2008, modificado por Alcalá & Jiménez de la Cuesta).

Relación de la Red Atencional Posterior y la Vía Auditiva

En la red atencional posterior interviene el núcleo pulvinar que está implicado en la supresión de los estímulos ruidosos o irrelevantes y en la potenciación de las señales significativas como procesos atencionales que preceden a la percepción y a la acción, también tiene conexiones con regiones límbicas, occipitales, temporales, parietales e incluso frontales.

La vía auditiva, a través del núcleo geniculado medial, envía axones a la corteza auditiva del lóbulo temporal. El núcleo pulvinar y el núcleo geniculado medial forman parte del tálamo, el cual dirige los estímulos perceptivos hacia los canales sensoriales adecuados. Existe un feed-back prefrontal-talámico para seleccionar los estímulos.

Los núcleos reticulares proyectan a los núcleos de relevo sensorial del tálamo (núcleo geniculado medial) inhibiendo su descarga hacia la corteza. La alerta conductual inhibe a los núcleos reticulares con lo que aumenta la conexión de los núcleos de relevo sensorial talámicos hacia la corteza.

Esto nos permite hipotetizar que existe una relación estrecha entre el núcleo geniculado medial, los núcleos reticulares, y el núcleo pulvinar, ya que los estímulos auditivos son proyectados al núcleo geniculado medial, el cual filtra la información sensorial auditiva. Estos estímulos al ser relevantes activan la liberación de noradrenalina en la red de alerta, la cual, por medio de la formación reticular, envía información a los núcleos reticulares sobre el estado de alerta conductual, estos núcleos discriminan la información sensorial y permiten el paso de esta información filtrada del núcleo geniculado medial a la corteza auditiva primaria. Finalmente, el núcleo pulvinar asocia esta información sensorial auditiva, previamente discriminada, con los demás estímulos presentes en la corteza, la filtra nuevamente y la reenvía a las áreas de asociación cortical, lo que da como resultado una eficiente orientación de la atención. Este proceso ocurre de manera equivalente para los estímulos visuales, los cuales son proyectados no al núcleo geniculado medial, sino al núcleo geniculado lateral, y en lugar de ser reenviados a la corteza auditiva primaria son enviados a la corteza visual primaria.

Creemos que esto tiene relación con la red atencional posterior, ya que el núcleo pulvinar se encarga de los movimientos de exploración oculares y de la atención visual, también interviene en la orientación encubierta, pero principalmente se encarga de la discriminación de estímulos sensoriales tanto visuales como auditivos procedentes del núcleo geniculado lateral y del núcleo geniculado medial, respectivamente. Por lo tanto, estas funciones de exploración y orientación están mediadas tanto por estímulos visuales como por estímulos auditivos, mismos que como mencionamos en el párrafo anterior son filtrados por los núcleos talámicos y reenviados a la corteza de asociación.

Así mismo, en la red atencional posterior interviene el colículo superior el cual participa en la orientación de la cabeza y los ojos hacia un estímulo visual. Recibe aferencias de los sistemas somatosensorial y auditivos así como de la corteza cerebral, la retina, la médula espinal y el colículo inferior. Sus eferencias se dirigen a: médula espinal, núcleos pontinos, formación reticular del mesencéfalo y tálamo (Med, 2008; Inner Body, 2011).

En la vía auditiva participa el colículo inferior el cual se relaciona con los reflejos auditivos, de igual forma es la estación de relevo más importante en las proyecciones auditivas ascendentes y descendentes. Sus aferencias provienen del: lemnisco lateral, cuerpo geniculado medial ipsilateral, colículo inferior contralateral, corteza cerebelosa y corteza cerebral. Sus eferencias se dirigen al cuerpo geniculado medial (a través del brazo del colículo inferior), y de ahí a la corteza auditiva primaria en el lóbulo temporal (a través de la radiación talámica), colículo inferior contralateral, colículo superior (esta vía establece reflejos para rotar el cuello y ojos en respuesta al sonido), núcleo del lemnisco lateral, y cerebelo (Med, 2008).

Por lo tanto, se puede decir que existe una estrecha relación entre la red atencional posterior y la audición, ya que el colículo superior recibe aferencias de la vía sensorial auditiva y del colículo inferior el cual está encargado de la integración de los reflejos auditivos.

Test de Redes Atencionales (ANT)

Durante los años recientes, tres redes atencionales han sido definidas en términos anatómicos y funcionales. Entender la eficiencia de estas redes en sujetos normales permite una mejor evaluación de las anomalías que surgen en casos de daño cerebral, esquizofrenia y trastorno por déficit de atención (Fan, et al., 2002).

Fan y colaboradores (2002) han desarrollado una prueba experimental con una duración de media hora que provee una medición de la eficiencia de las redes atencionales involucradas en la alerta, orientación y atención ejecutiva. El paradigma está designado para usarse con niños, adultos, pacientes y primates no humanos ya que no requiere del uso del lenguaje.

La eficiencia de la red de alerta es examinada por cambios en el tiempo de reacción (TR) resultante de una señal de alerta visual. La eficiencia de la red de orientación es examinada por cambios en el TR que acompaña señales que indican el lugar donde el objetivo ocurrirá. La eficiencia de la red ejecutiva es examinada por el requerimiento hecho al sujeto de responder presionando dos botones indicando la dirección (derecha o izquierda) de una flecha central rodeada por flancos congruentes, incongruentes o neutrales (ver Figura 10).

La meta del estudio fue desarrollar una tarea conductual que (1) claramente involucre las tres redes atencionales, (2) pueda ser usada para obtener mediciones de la eficiencia de cada una de las redes y (3) sea lo suficientemente sencilla para obtener datos de niños, pacientes y primates no humanos (Fan, et al., 2002).

La tarea puede ser usada para indicar cual de las redes puede estar funcionando de manera anormal en pacientes clínicos con trastornos atencionales. También puede ser usada para medir la influencia de las intervenciones conductuales y farmacológicas en cada una de las redes.

Finalmente, la prueba puede servir como fenotipo para estudios genéticos designados para determinar las fuentes de la variación individual en la eficiencia de las redes (Fan, Wu, Fossella & Posner, 2001; Fossella, Posner, Fan, Swanson & Pfaff, 2002).

El efecto de alerta fue calculado restando la media de los TR de las condiciones con doble indicador de la media de los TR de las condiciones sin indicador. Ninguna de estas condiciones provee información acerca de si el estímulo objetivo aparecerá arriba o abajo del punto de fijación. Cuando no se presenta indicador de

alerta visual, la atención tiende a permanecer difusa entre las dos ubicaciones potenciales del objetivo, alertando al participante de la inminente aparición del objetivo.

El efecto de orientación fue calculado restando la media de los TR de las condiciones con indicador espacial visual de la media de los TR con indicador central. Ambos indicadores, central y espacial, sirven como un indicador de alerta, pero sólo el indicador espacial provee información espacial predictiva que permite a los sujetos comenzar la orientación de la atención a la localización apropiada antes de que el estímulo objetivo aparezca. El indicador central fue usado como control porque, al igual que el indicador individual, obliga a orientar la atención a una localización.

El efecto de conflicto (control ejecutivo) fue calculado restando la media de los TR de todas las condiciones de flancos congruentes, aunado a todos los tipos de indicador, de la media de los TR de las condiciones de flancos incongruentes. El uso de flancos neutrales, en lugar de las condiciones de flancos congruentes producirá el mismo resultado porque sólo hay pequeñas diferencias entre ambas condiciones.

Sin embargo, tomando en cuenta los trabajos realizados por Colmenero, Catena & Fuentes (2001); Fan, et al., (2002); Fan, McCandliss, Fosella & Posner (2005); Funes & Lupiáñez (2003) y Rueda, et al., (2004), en donde, analizan los resultados empleando los TR de cada una de las condiciones de indicador y flanco, en lugar de los efectos de alerta, orientación y conflicto, ya que los TR proveen mayor información sobre el funcionamiento y eficiencia de las redes atencionales. Para nuestro tratamiento estadístico decidimos utilizar los TR de los ensayos que corresponden a las combinaciones de indicador de alerta, indicador de orientación, y tipo de flanco para así poder comparar la orientación de la atención en la modalidad visual y la orientación de la atención en la modalidad auditiva de manera más eficiente.

Metodología

Objetivo

Encontrar la relación entre la orientación de la atención y la audición. Comparando los tiempos de reacción en los ensayos con indicador espacial visual y los tiempos de reacción en los ensayos con indicador espacial auditivo en una muestra de sujetos evaluados con las pruebas Attentional Network Test original (Fan, et al., 2002) y Attentional Network Test modificado (Alcalá & Jiménez de la Cuesta, 2009); que no presentaron ninguna alteración neuropsicológica en las áreas de Atención, Memoria y Funciones Ejecutivas evaluados con el NEUROPSI Atención y Memoria (Ostrosky-Solís, Gómez, Matute, Rosselli, Ardila & Pineda, 2003).

Hipótesis

H₁: Tomando en cuenta el cruce estructural y funcional que se presenta entre la visión y la audición en el proceso de la OA se puede suponer que existe una correlación positiva entre los tiempos de reacción en los ensayos con indicador espacial visual y los tiempos de reacción en los ensayos con indicador espacial auditivo, ya que estos indicadores funcionan como facilitadores para que el proceso de orientación atencional se lleve a cabo de manera más eficiente.

H₂: De acuerdo a la investigación realizada por Fan y colaboradores (2002), en donde los ensayos con menor TR fueron en los que se presentó el indicador espacial visual y asumiendo una equivalencia funcional y estructural a nivel del procesamiento de estímulos visuales y auditivos se puede suponer que existe una diferencia significativa entre las medias de los tiempos de reacción de los ensayos en donde se presentó el indicador espacial auditivo con respecto a los ensayos en donde no se presentó este indicador.

Justificación

Actualmente no hemos encontrado literatura que reporte la relación que existe entre la OA y la audición. La importancia de esta investigación es el poder ver a la OA desde una perspectiva ya no unimodal como se ha estudiado anteriormente sino desde una perspectiva supramodal, en donde el proceso de orientación atencional sea considerado tanto en la modalidad sensorial visual como en la modalidad sensorial auditiva como un proceso equivalente.

Participantes

Se seleccionaron de manera aleatoria veinticuatro sujetos (13 hombres y 11 mujeres) entre 7 y 30 años de edad (uno de cada edad), sin ninguna alteración neuropsicológica (puntuación normal o normal alto en el NEUROPSI) ni del sueño, sin ningún antecedente de parientes con alteración neuropsicológica, presión arterial normal, visión normal o corregida a normal, audición normal, y que no hubieran consumido ninguna sustancia ilegal en los 3 meses anteriores a la aplicación de las pruebas.

Material

- **NEUROPSI Atención y Memoria:** Con fines de tamizaje, se utilizó el Neuropsi Atención y Memoria realizado por Ostrosky-Solís y colaboradores (2003), el cual mide diferentes áreas cognitivas como Orientación, Atención y Concentración: Deficiencias en el nivel de conciencia o estado de activación, Atención selectiva, Atención sostenida, Control Atencional, Memoria, Memoria Sensorial, Memoria a Corto Plazo, Memoria a Largo Plazo y Memoria de Trabajo. El instrumento está diseñado para ser aplicado a personas de 6 a 85 años. Está constituido por ítems sencillos y cortos, un conjunto de tarjetas (láminas anexas), el protocolo de aplicación (trae 10 protocolos de administración), un juego de 9 cubos, 136 perfiles de ejecución (8 por cada edad y escolaridad) y 17 tablas de puntuaciones globales (por edad y escolaridad).

Para obtener las normas se administró a un total de 952 sujetos normales de entre 6 y 85 años de edad. De acuerdo a la edad, se dividió a la muestra en nueve grupos: 6-7, 8-9, 10-11, 12-13, 14-15, 16-30, 31-55, 56-64 y 65-85, en donde cada grupo estuvo integrado por 56 sujetos. Debido a la importancia que tiene la evaluación de población analfabeta, se estratificó la muestra de adultos de acuerdo a 3 niveles educativos: bajo 0 a 3 años de estudios, medio 4 a 9 años de estudio, y alto 10 a 22 años de escolaridad (Ostrosky-Solís, et al., 2003).

El sistema de calificación aporta datos cuantitativos y cualitativos. Se cuantifican los datos naturales o crudos y se convierten a puntuaciones normalizadas. Se obtienen por separado la ejecución en prueba de Atención, de Memoria y la ejecución global de Atención y Memoria. Los datos crudos se convierten a puntuaciones normalizadas con una media de 100 y una desviación estándar de 15.

Además de las puntuaciones totales, con los datos independientes de cada habilidad cognoscitiva se obtiene un perfil individual. Este perfil señala las habilidades e inhabilidades del sujeto en cada una de las áreas cognitivas evaluadas. Los datos naturales de las 29 subpruebas se convierten a puntuaciones normalizadas con una media de 10 y una desviación estándar de 3.

Tanto para la puntuación total, como para las diversas subpruebas, los parámetros de normalización nos permiten obtener un grado o nivel de alteración de las funciones cognitivas que se clasifica en 1) normal alto, 2) normal, 3) alteraciones leves, 4) alteraciones severas.

- **Attentional Network Test (versión original para adultos):** Se utilizó la versión original para adultos del Test de Redes Atencionales (ANT) de Fan, et al. (2002) construido con E-prime (Psychology Software Tools, Inc.) (ver Figura 10). Todos los estímulos fueron presentados en la pantalla de la computadora. Cada ensayo comienza con una cruz de fijación central. El arreglo del objetivo es una flecha negra o una línea de cinco flechas presentadas arriba o abajo de la cruz, sobre un fondo gris. Los participantes tuvieron que responder si la flecha central está apuntando a la izquierda o a la derecha presionando el botón correspondiente del mouse (izquierdo o derecho). En los ensayos congruentes la flecha central está apuntando en la misma dirección que las demás flechas, en los ensayos incongruentes la flecha central apunta en dirección opuesta a las demás flechas y en los ensayos neutrales la flecha central aparece sola.

Los participantes observaron la pantalla a una distancia de 30 cm. aproximadamente. El objetivo es precedido por una de cuatro condiciones indicadoras: un indicador central, un indicador doble, un indicador espacial, o sin indicador. En la condición de indicador central, un asterisco es presentado en el mismo lugar que la cruz de fijación. En la condición de indicador doble, un asterisco aparece encima y debajo de la cruz de fijación. Los indicadores espaciales involucran un solo asterisco presentado en la posición del siguiente objetivo.

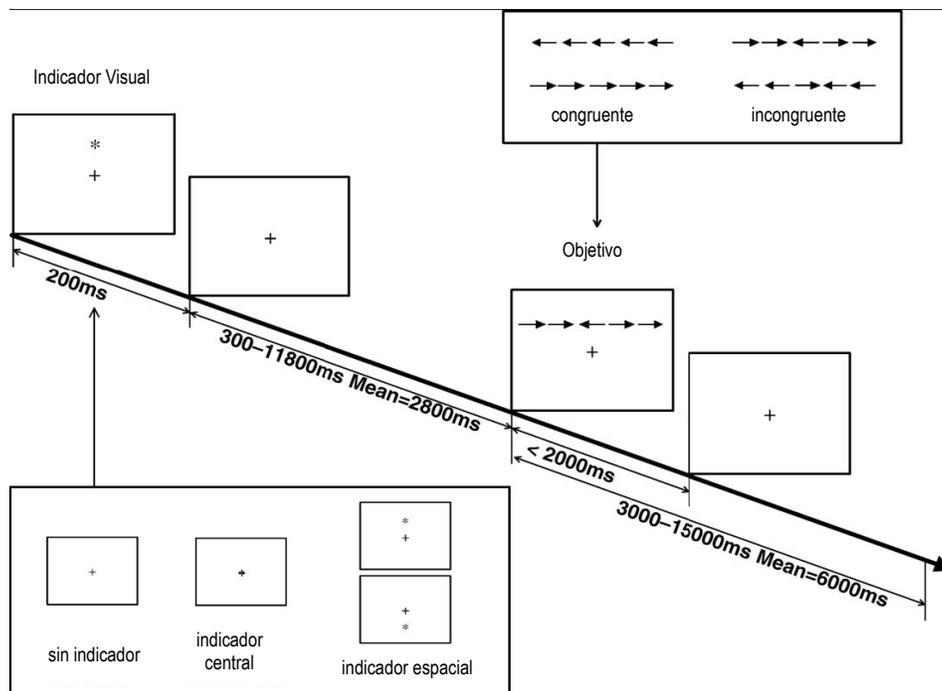


Figura 10: Attentional Network Test (versión original para adultos) (Fan, et al., 2002).

- Attentional Network Test (versión original para niños):** Además se utilizó la versión original para niños (de hasta 12 años) del Attentional Network Test (ANT) de Fan, et al. (2002) construido con E-prime (Psychology Software Tools, Inc.) (ver Figura 11). Todos los estímulos fueron presentados en la pantalla de la computadora. Cada ensayo comienza con una cruz de fijación central. El arreglo del objetivo es un pez amarillo o una línea de cinco peces presentados arriba o abajo de la cruz, sobre un fondo verde-azul. Los participantes tuvieron que responder si el pez central está apuntando a la izquierda o a la derecha presionando el botón correspondiente del mouse (izquierdo o derecho). En los ensayos congruentes el pez central está apuntando en la misma dirección que los demás peces, en los ensayos incongruentes el pez central apunta en dirección opuesta a los demás peces y en los ensayos neutrales el pez central aparece solo.

Los participantes observaron la pantalla a una distancia de 30 cm. aproximadamente. El objetivo es precedido por una de cuatro condiciones indicadoras: un indicador central, un indicador doble, un indicador espacial, o sin indicador. En la condición de indicador central, un asterisco es presentado en el mismo lugar que la cruz de fijación. En la condición de indicador doble, un asterisco aparece encima y debajo de la cruz de fijación. Los indicadores espaciales involucran un solo asterisco presentado en la posición del siguiente objetivo.

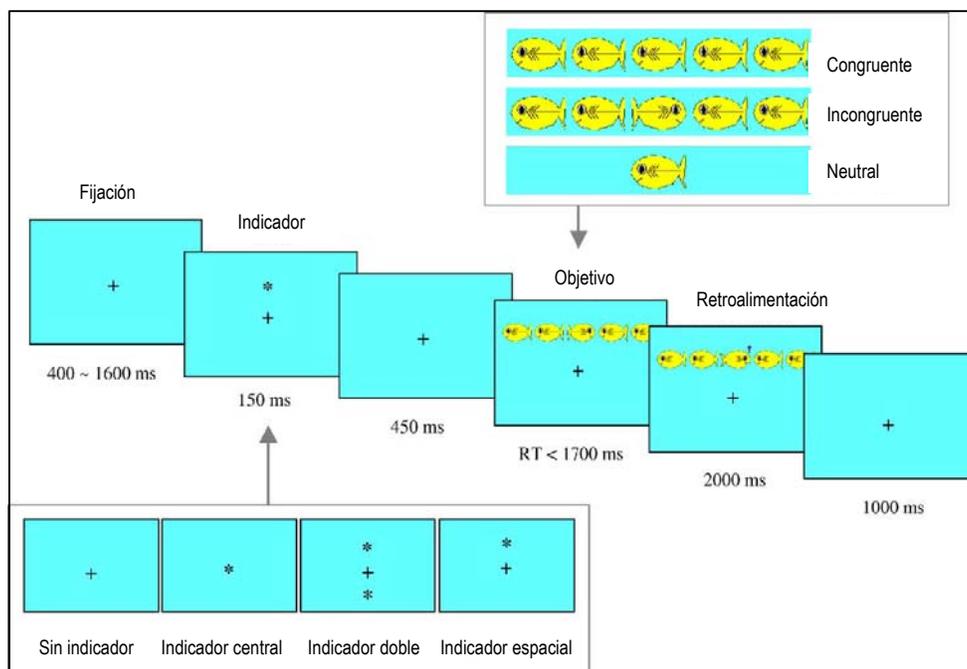


Figura 11. Attentional Network Test (versión original para niños) (Rueda, et al., 2004).

- **Attentional Network Test (versión modificada para niños y adultos):** La segunda versión consistió en una adaptación de la versión del ANT (Fan, et al., 2002; Rueda, et al., 2004) en la modalidad auditiva (Alcalá & Jiménez de la Cuesta, 2009), fue construido con Super Lab Pro v. 2.0.2 (Cedrus) (ver Figura 12). Todos los estímulos fueron presentados en la pantalla de la computadora. Cada ensayo comienza con una cruz de fijación central ocasionalmente rodeada por un círculo. El arreglo del objetivo es un elefante o una línea de cinco elefantes presentados a la izquierda o a la derecha de la cruz, sobre un fondo blanco. Los participantes tienen que responder si el elefante central está apuntando a la izquierda o a la derecha presionando el botón correspondiente del mouse (izquierdo o derecho). En los ensayos congruentes el elefante central está apuntando en la misma dirección que los demás elefantes, en los ensayos incongruentes el elefante central apunta en dirección opuesta a los demás elefantes y en los ensayos neutrales el elefante central aparece solo.

Los participantes observaron la pantalla a una distancia de 30 cm. aproximadamente. El objetivo es precedido por una de cuatro condiciones indicatoras: un indicador visual de alerta con un indicador auditivo espacial, un indicador visual de alerta sin un indicador auditivo espacial, sin indicador visual de alerta con un indicador auditivo espacial, o sin indicador visual de alerta sin un indicador auditivo espacial. En la condición de indicador visual de alerta se presenta un círculo alrededor de la cruz de fijación. Los indicadores espaciales involucran un tono de 1000 Hz. y 30 dB en el canal auditivo izquierdo o derecho (monoaural) indicando la posición del siguiente objetivo.

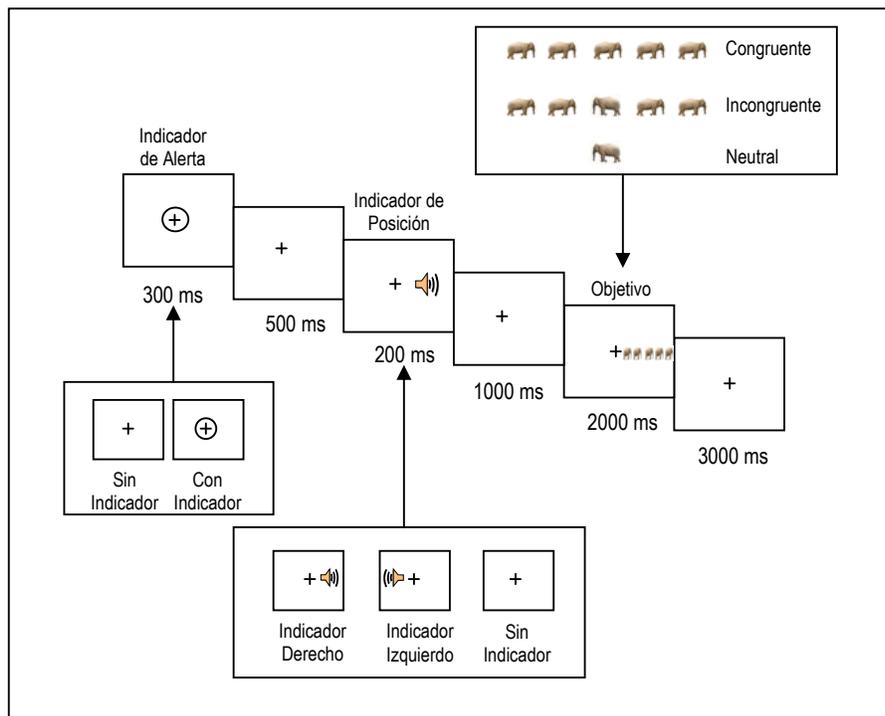


Figura 12. Attentional Network Test (versión modificada, Alcalá & Jiménez de la Cuesta, 2009).

- Notebook HP Mini 110
- Audífonos Sony Stereo Headphones MDR-XD100

Procedimiento

- Para la aplicación del Neuropsi Atención y Memoria la duración fue de 50 a 60 min. aproximadamente.
- El procedimiento para la aplicación del ANT (original) fue igual para niños y adultos.

Los participantes fueron examinados en una sesión de 30 min. aproximadamente. La sesión del ANT consistió de un total de 24 ensayos de práctica y tres bloques de 48 ensayos cada uno. Cada ensayo representa una de las 12 condiciones en proporciones iguales: empleando un diseño de 3x4, tres tipos de flancos (congruente, incongruente y neutral) x cuatro indicadores visuales (no indicador, indicador central, doble indicador e indicador espacial). Los participantes indicaron sus respuestas mediante el mouse, presionando el botón derecho o izquierdo. La precisión y los tiempos de reacción fueron registrados.

Cada ensayo empezó con un periodo de fijación con una duración variable entre 400 y 1600 ms. Subsecuentemente, en algunos ensayos un indicador de alerta es presentado por 150 ms. Un breve periodo de fijación de 450 ms. aparece después de la desaparición del indicador, seguido por la aparición simultánea del objetivo. Esta imagen permanece en la pantalla hasta que la respuesta es detectada, con un máximo de 2000 ms. Después de responder, los participantes recibieron retroalimentación visual y auditiva de la computadora. En la versión original para niños, durante los ensayos de práctica, para las respuestas correctas una simple secuencia de animación muestra al pez objetivo sacando burbujas y a los participantes se les presentó una grabación de un niño exclamando "¡Woohoo!". Las respuestas incorrectas fueron seguidas por un tono simple y ninguna animación. En la versión original para adultos, durante los ensayos de práctica, para las respuestas correctas se les presentó a los participantes la palabra CORRECT. Las respuestas incorrectas fueron seguidas por la palabra INCORRECT. Los ensayos sin respuesta después de 2000 ms. fueron seguidos por las palabras NO RESPONSE.

En la versión original para niños, a los participantes se les dijo que alimentaran al pez hambriento que aparece en la pantalla y fueron instruidos para alimentar al pez presionando el botón del mouse que corresponda a la dirección a la que apunta el pez. En la versión original para adultos, a los participantes se les dijo que observaran la dirección de la flecha central y que respondieran presionando con el botón del mouse que corresponda a la dirección a la que apunta la flecha.

Se les dijo que algunas veces el pez hambriento podría estar solo, y algunas veces el pez estaría nadando con otros peces. Fueron instruidos para que en este caso prestaran atención al pez del centro y lo alimentaran usando el mouse. De igual forma en la versión original para adultos se les dijo que algunas veces la flecha podría estar sola y en algunas ocasiones aparecería junto con otras flechas.

Finalmente, se les dijo a los participantes que mantuvieran la mirada fija en la cruz del centro de la pantalla a través de la tarea y que respondieran lo más rápido y preciso posible.

Los participantes comenzaron el bloque cuando estuvo claro que habían entendido las instrucciones. Fueron supervisados durante los ensayos de práctica y se les dio retroalimentación por el experimentador.

Los participantes completaron los tres bloques de prueba con el experimentador en la habitación, pero ya no recibieron retroalimentación en cada ensayo.

El bloque de práctica tomó aproximadamente 3 min. y cada bloque de prueba aproximadamente 5 min. La sesión completa no tomó más de 25 min. en total. Los participantes pudieron tomar descansos al final de cada bloque.

- Procedimiento de aplicación del ANT (versión modificada para adultos y niños).

Los participantes fueron examinados en una sesión de 40 min. aproximadamente. La sesión del ANT consistió de un total de 24 ensayos de práctica y tres bloques de 48 ensayos cada uno. Cada ensayo representa una de las 12 condiciones en proporciones iguales: Empleando un modelo de 3x2x2, tres tipos de flancos (congruente, incongruente y neutral) x dos indicadores de alerta visual (no indicador, indicador) x dos indicadores de posición auditivos (sin indicador, indicador derecho-izquierdo). Los participantes indicaron sus respuestas mediante el mouse, presionando el botón derecho o izquierdo. La precisión y los tiempos de reacción fueron registrados.

Cada ensayo empieza con un periodo de fijación con una duración de 300 ms. acompañado en algunos ensayos del indicador de alerta. Un breve periodo de fijación de 500 ms. aparece después de la desaparición del indicador, seguido por la aparición ocasional del indicador de posición (tono 200 ms. a 1000 Hz. y 30 dB). A continuación se presenta un periodo de fijación con una duración de 1000 ms. seguido del estímulo objetivo, esta imagen permanece en la pantalla hasta que la respuesta es detectada, con un máximo de 2000 ms. Después de responder, los participantes recibieron retroalimentación visual de la computadora. Para las respuestas correctas se les presentó a los participantes la palabra CORRECTO. Las respuestas incorrectas

fueron seguidas por la palabra INCORRECTO. Los ensayos sin respuesta después de 2000 ms. fueron seguidos por las palabras SIN RESPUESTA.

A los participantes se les dijo que alimentaran al elefante hambriento que aparecería en la pantalla y fueron instruidos para alimentar al elefante presionando el botón del mouse que corresponda a la dirección a la que apunta el elefante.

Se les dijo que algunas veces el elefante hambriento podría estar solo, y algunas veces el elefante estaría acompañado por otros elefantes. Fueron instruidos para que en este caso prestaran atención al elefante del centro y lo alimentaran usando el mouse.

Finalmente, se les dijo a los participantes que mantuvieran la mirada fija en la cruz del centro de la pantalla a través de la tarea y que respondieran lo más rápido y preciso posible.

Los participantes comenzaron el bloque cuando estuvo claro que habían entendido las instrucciones. Fueron supervisados durante los ensayos de práctica y se les dio retroalimentación por el experimentador.

Los participantes completaron los tres bloques de prueba con el experimentador en la habitación, pero ya no recibieron retroalimentación en cada ensayo.

El bloque de práctica tomó aproximadamente 3 min. y cada bloque de prueba aproximadamente 10 min. La sesión completa no tomó más de 40 min. en total. Los participantes pudieron tomar descansos al final de cada bloque.

Resultados

En la Tabla 1 y la Gráfica 2b se muestran las medias de los TR de los ensayos correctos con un TR menor a 1000 ms. de cada una de las combinaciones de las condiciones de indicador de alerta visual, indicador de posición auditivo y tipo de flanco de la aplicación del ANT modificado, y sólo se tomaron en cuenta los resultados de los participantes que obtuvieron un porcentaje de aciertos mayor al 80%. En la Gráfica 2a se muestran las medias de los TR de de los ensayos correctos con un TR menor a 1000 ms. de la combinación de las condiciones de indicador visual y tipo de flanco de la aplicación del ANT original.

En la Gráfica 2b se puede observar que la media del TR fue menor en los ensayos Neutrales (Neu) donde se presentó la combinación del indicador de alerta visual (C) seguido del indicador de posición auditivo (Der-Izq), mientras que en la Gráfica 2a se observa el mismo efecto para los ensayos Neutrales (Neu) donde se presentó el indicador de posición visual (Spatial) (Ver Anexos Tabla1).

Análisis de Correlación

En la Tabla 2 se pueden observar 6 pares de cada una de las combinaciones de las condiciones de alerta, orientación y conflicto, así como la correlación encontrada entre los TR de cada combinación, cada uno de estos pares representa su equivalente en ambas versiones del ANT (original y modificado respectivamente); y 2 pares que indican la correlación de las medias del porcentaje de eficacia y error de ambas versiones del ANT. El Par 1 indica los ensayos en los cuales no se presentó ningún indicador de alerta, ni visual (TRNoCue), ni auditivo (TRS), el Par 2 muestra los ensayos en los cuales se presentó indicador de alerta, tanto visual (TRCueDoble), como auditivo (TRC), el Par 3 muestra los ensayos en los cuales no se presentó indicador de posición, ni visual (TRCueCentral), ni auditivo (TRSin), el Par 4 indica los ensayos en donde se presentó indicador de posición tanto visual (TRCueEspacial), como auditivo (TRDerIzq), el Par 5 muestra los ensayos en donde el acomodo del objetivo fue incongruente, el Par 6 muestra los ensayos en donde el acomodo del objetivo fue congruente. En la Tabla 2 se observa que la correlación del Par 4 Media de TR de ensayos con indicador de posición visual (TRCueEspacial) y Media de TR de ensayos con indicador de posición auditivo (TRDerIzq) presentan la correlación más alta (0.641) de todos los pares analizados; sin embargo, ninguna de las correlaciones obtenidas fue significativa al nivel de significancia de 0.05.

Estadística Descriptiva

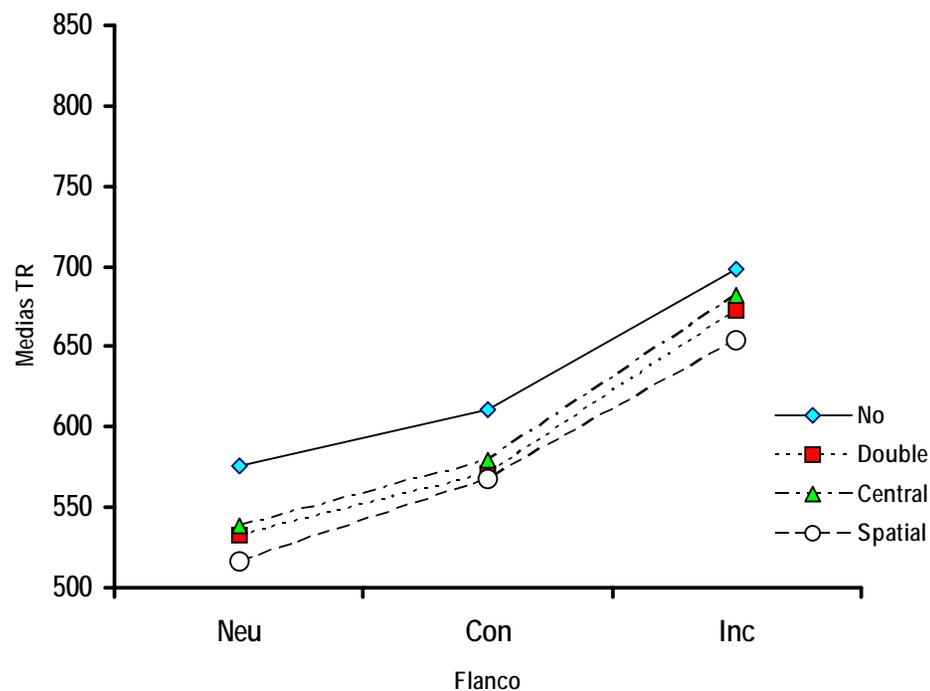
Variable Dependiente: MediaTR

IndAlerta	IndPosición	Flanco	Media	SD	N
S	Sin	Neu	674,96	91,605	24
		Con	778,63	53,174	24
		Inc	830,58	54,190	24
		Total	761,39	93,966	72
	Der-Izq	Neu	646,88	70,120	24
		Con	710,54	81,750	24
		Inc	761,38	89,150	24
		Total	706,26	92,506	72
	Total	Neu	660,92	81,938	48
		Con	744,58	76,404	48
		Inc	795,98	80,928	48
		Total	733,83	96,942	144
C	Sin	Neu	647,00	88,537	24
		Con	750,79	56,799	24
		Inc	804,00	66,874	24
		Total	733,93	96,661	72
	Der-Izq	Neu	602,04	86,238	24
		Con	696,46	84,880	24
		Inc	749,25	93,209	24
		Total	682,58	106,384	72
	Total	Neu	624,52	89,395	48
		Con	723,63	76,539	48
		Inc	776,63	84,884	48
		Total	708,26	104,508	144
Total	Sin	Neu	660,98	90,233	48
		Con	764,71	56,216	48
		Inc	817,29	61,692	48
		Total	747,66	95,983	144
	Der-Izq	Neu	624,46	80,985	48
		Con	703,50	82,745	48
		Inc	755,31	90,434	48
		Total	694,42	100,046	144
	Total	Neu	642,72	87,235	96
		Con	734,10	76,794	96
		Inc	786,30	83,064	96
		Total	721,04	101,432	288

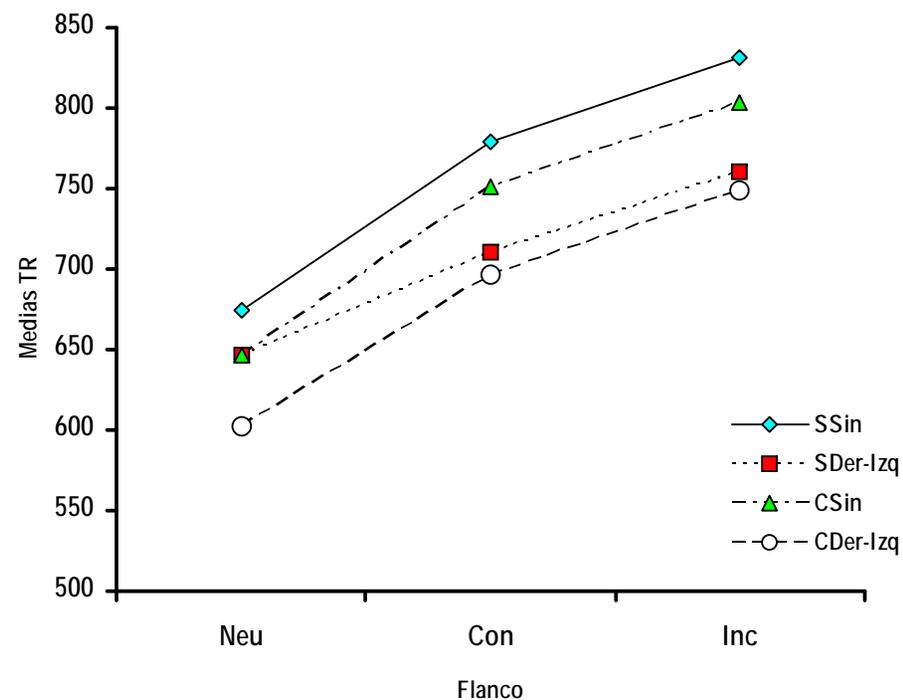
Tabla 1. Medias de los TR de los ensayos correctos con un TR menor a 1000 ms. de cada una de las combinaciones de las condiciones de alerta, orientación y flanco de la aplicación del ANT modificado.

Nota: IndAlerta (Indicador de Alerta Visual), IndPosición (Indicador de Posición Auditivo), S (Sin Indicador de Alerta Visual), C (Con Indicador de Alerta Visual), Sin (Sin Indicador de Posición Auditivo), Der-Izq (Con Indicador de Posición Auditivo), Neu (Condición de Flanco Neutral), Con (Condición de Flanco Congruente), e Inc (Condición de Flanco Incongruente)

(a) Tiempo de Reacción. ANT Original



(b) Tiempo de Reacción. ANT Modificado



Gráfica 2. Resultados. (a) Medias de los TR de los ensayos correctos con un TR menor a 1000 ms como una función de las condiciones de indicador y de flanco de la aplicación del ANT Original. (b) Medias de los TR de los ensayos correctos con un TR menor a 1000 ms como una función de las condiciones de indicador (alerta y orientación) y de flanco de la aplicación del ANT modificado.

Nota: No (Sin Indicador Visual), Double (Con Indicador Visual Doble), Central (Con Indicador Visual Central), y Spatial (Con Indicador de Posición Visual). SSin (Sin Indicador de Alerta Visual y Sin Indicador de Posición Auditivo), SDer-lzq (Sin Indicador de Alerta Visual y Con Indicador de Posición Auditivo), CSin (Con Indicador de Alerta Visual y Sin Indicador de Posición Auditivo), y CDer-lzq (Con Indicador de Alerta Visual y Con Indicador de Posición Auditivo).

Correlaciones de Muestras Relacionadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	TRNoCue & TRS	24	,556	,005
Par 2	TRCueDoble & TRC	24	,592	,002
Par 3	TRCueCentral & TRSin	24	,577	,003
Par 4	TRCueEspacial & TRDerlzq	24	,641	,001
Par 5	TRIncO & TRIncM	24	,595	,002
Par 6	TRConO & TRConM	24	,514	,010
Par 7	OEficacia & MEficacia	24	,574	,003
Par 8	OError & MError	24	,578	,003

Tabla 2. Correlaciones de la media de los TR de las combinaciones de las condiciones de alerta, orientación y conflicto.

Análisis de Varianza (ANOVA)

Para el análisis de los resultados utilizamos una ANOVA de la media de los TR mostrados en la Tabla 1 y en la Gráfica 2b, empleando un modelo de 3x2x2, tres tipos de flancos (congruente, incongruente y neutral) x dos indicadores de alerta visual (no indicador, indicador) x dos indicadores de posición auditivos (sin indicador, indicador derecho-izquierdo), tomando en cuenta un nivel de significancia $p = 0.05$. El análisis de los TR mostró efectos principales significativos de las tres variables, de la condición de indicador de alerta [$F(1,276) = 7.784, p=0.006$], de la condición de indicador de posición [$F(1,276) = 33.742, p<0.001$], del tipo de flanco [$F(2,276) = 83.849, p<0.001$], sin embargo el análisis de los TR no reveló interacción alguna entre ninguna de las variables. Dentro de todas las condiciones tanto de indicador de alerta como de indicador de posición, la presencia de los flancos incongruentes incrementó el tiempo de reacción, sin embargo este efecto fue menor cuando se presentaron los indicadores de posición auditivos (ver Tabla 3). El análisis de los efectos simples reveló que la media de los TR de los ensayos con indicador de posición auditivo (Derlzq) fue significativamente menor que la media de los TR de los ensayos sin indicador de posición auditivo (Sin) cuando se presentaron las combinaciones de la condición de alerta y el tipo de flanco, a excepción de los ensayos en donde el tipo de flanco fue neutral y no se presentó indicador de alerta visual (ver Tabla 4, Tabla 1).

Análisis de los Efectos Intra-Sujetos

Variable Dependiente: MediaTR

Fuente	Suma de Cuadrados Tipo III	gl	Cuadrado de la Media	F	Sig.
Modelo Corregido	1283687,500 ^a	11	116698,864	19,297	,000
Intercept	149731513	1	149731512,5	24759,360	,000
IndAlerta	47073,347	1	47073,347	7,784	,006
IndPosición	204054,014	1	204054,014	33,742	,000
Flanco	1014146,896	2	507073,448	83,849	,000
IndAlerta * IndPosición	256,889	1	256,889	,042	,837
IndAlerta * Flanco	4250,465	2	2125,233	,351	,704
IndPosición * Flanco	10065,549	2	5032,774	,832	,436
IndAlerta * IndPosición * Flanco	3840,340	2	1920,170	,318	,728
Error	1669102,000	276	6047,471		
Total	152684302	288			
Total Corregido	2952789,500	287			

^a. R Cuadrada = ,435 (R Cuadrada Ajustada = ,412)

Tabla 3. ANOVA. Efectos principales de las variables: condición de indicador de alerta visual, condición de indicador de posición auditivo y tipo de flanco.

Análisis Univariado

Variable Dependiente:MediaTR

IndAlerta	Flanco		Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado de la Media	F	Sig.
S	Neu	Contraste	9464,083	1	9464,083	1,565	,212
		Error	1669102	276	6047,471		
	Con	Contraste	55624,083	1	55624,083	9,198	,003
		Error	1669102	276	6047,471		
	Inc	Contraste	57477,521	1	57477,521	9,504	,002
		Error	1669102	276	6047,471		
C	Neu	Contraste	24255,021	1	24255,021	4,011	,046
		Error	1669102	276	6047,471		
	Con	Contraste	35425,333	1	35425,333	5,858	,016
		Error	1669102	276	6047,471		
	Inc	Contraste	35970,750	1	35970,750	5,948	,015
		Error	1669102	276	6047,471		

Cada valor F prueba los efectos simples del IndPosición dentro de cada nivel de combinación de los otros efectos mostrados. Estas pruebas están basadas en las comparaciones de los pares independientes entre las medias marginales estimadas.

Tabla 4. ANOVA. Efectos simples de la condición de indicador de posición auditivo para cada combinación de la condición de alerta visual y tipo de flanco.

Discusión

El objetivo de nuestra investigación fue conocer la relación existente entre la OA y la audición, para esto modificamos el modelo ANT propuesto por Fan y colaboradores (2002), cambiando el indicador de posición visual por un indicador de posición auditivo, con la finalidad de apreciar esta relación. Los resultados obtenidos muestran de manera contundente la existencia de esta relación, en las gráficas (ver Gráfica 2a y 2b) pudimos observar una semejanza entre los TR de los ensayos con indicador de posición visual (Spatial) y los TR de los ensayos con indicador de posición auditivo (CDer-lzq), siendo estos últimos los que presentaron el menor TR con respecto a los demás ensayos, esto es consistente con lo reportado por Fan, et al. (2002); Funes & Lupiáñez (2003), en donde los ensayos con indicador de posición visual son los que presentan el menor tiempo de reacción. De igual forma, en el análisis de varianza se puede observar la diferencia significativa entre las medias de los TR de los ensayos en donde se presentó indicador de posición visual e indicador de posición auditivo (CDer-lzq) con respecto a las medias de los TR de los ensayos con las otras condiciones, siendo menores las medias de los TR de los ensayos CDer-lzq.

El análisis cuantitativo reveló que la correlación más alta fue entre la media de los TR de los ensayos con indicador de posición visual (Spatial) y los TR de los ensayos con indicador de posición auditivo (CDer-lzq). No fue significativa al nivel de significancia de 0.05, sin embargo, apoya la hipótesis propuesta.

De igual manera, apoyando esta hipótesis podemos ver que ciertas estructuras anatómicas involucradas tanto en la OA como en la audición están estrechamente relacionadas entre si. Como lo mencionamos anteriormente la OA ha sido ampliamente estudiada en la modalidad visual por las estructuras anatómicas implicadas, sin embargo los resultados confirman que estas mismas estructuras, sin dejar de jugar un papel importante en la visión, también están relacionadas con la modalidad auditiva. Podemos mencionar que el colículo superior, el núcleo pulvinar y los núcleos reticulares que son estructuras involucradas en la red atencional posterior y por lo tanto están implicadas en la OA, en mayor medida forman parte de la vía visual, no obstante como previamente explicamos, estas estructuras también intervienen en la vía auditiva; por un lado, el colículo superior, encargado de la orientación de la cabeza y los ojos hacia un estímulo visual, recibe aferencias del sistema auditivo, así como del colículo inferior, el cual se relaciona con los reflejos auditivos; por otro lado el núcleo geniculado medial recibe toda la información auditiva y a su vez la envía a la corteza auditiva del lóbulo temporal pasando por los núcleos reticulares, los cuales, discriminan la información sensorial y, una vez que recibieron información sobre el estado de alerta, permiten el paso de esta información filtrada del núcleo geniculado medial a la corteza auditiva primaria. Finalmente, el núcleo pulvinar, el cual suprime los estímulos irrelevantes y potencializa las señales significativas (en este caso el indicador de posición auditivo), asocia ésta información sensorial auditiva, previamente discriminada, con los

demás estímulos presentes en la corteza, la filtra nuevamente y la reenvía a las áreas de asociación cortical. En un proceso paralelo, el núcleo geniculado lateral recibe la información visual y la envía tanto a la corteza visual del lóbulo occipital como a otros núcleos del tálamo siguiendo la misma vía que los estímulos auditivos.

En cuanto a la neuroquímica, no podemos hablar de la orientación de la atención sin hablar de la alerta atencional, ya que la noradrenalina se encuentra presente en ambas redes, sin embargo, cuando se altera la liberación de noradrenalina la única función alterada es la de alerta. Esto nos puede llevar a pensar que la noradrenalina únicamente está involucrada en la red de alerta, sin embargo, para que exista una orientación de la atención es indispensable que se presente la alerta atencional. Por otro lado la acetilcolina que actúa principalmente en la red atencional posterior tiene como función orientar la atención hacia una localización señalada.

Tomando en cuenta lo antes mencionado creemos que la noradrenalina se libera debido a la alerta ocasionada por el estímulo auditivo y la acetilcolina es liberada por la posición que éste estímulo indicó, ambos neurotransmisores permiten que se active la red atencional posterior, mientras que la dopamina la inhibe, es decir, la orientación de la atención no cambia ante otros estímulos y se centra en el estímulo objetivo, favoreciendo la activación de la ejecución de la red atencional anterior. Todo esto se relaciona tanto con la vía visual como con la vía auditiva, ya que la liberación de estos neurotransmisores no es exclusiva de la presencia de estímulos de una u otra modalidad sensorial y la mayoría de las estructuras que intervienen en la inervación de estos neurotransmisores también están implicadas en la red atencional posterior.

Como podemos observar en los resultados, en los ensayos (SDer-lzq) donde no se presenta indicador de alerta visual pero si se presenta indicador de posición auditivo, éste indicador funciona no sólo como orientador de la atención sino también como alertador, debido a que cualquier estímulo presentado de manera abrupta tenga información de posición o no, activa primero a la red de alerta antes de activar a la red de orientación.

De acuerdo a todo lo anterior podemos ver que a pesar de que la media de los TR de los ensayos con indicador de posición visual y la media de los TR de los ensayos con indicador de posición auditivo sean menores con respecto a la media de los TR de los demás ensayos, la diferencia es significativa, siendo menor la media de los TR de los ensayos con indicador de posición visual en comparación con la media de los TR de los ensayos con indicador de posición auditivo. Sin embargo, la relación entre la OA y la audición se aprecia de manera significativa.

De acuerdo con lo anterior podemos concluir que los resultados obtenidos apoyan firmemente nuestras hipótesis mostrando de manera cuantitativa una relación entre la media de los TR de los ensayos con indicador de posición visual y la media de los TR de los ensayos con indicador de posición auditivo. De igual forma pudimos observar que la media de los TR de los ensayos con indicador de posición auditivo fue significativamente menor que las medias de los TR de los ensayos en donde no se presentó este indicador.

Por otro lado, el análisis cualitativo, mostró una estrecha relación funcional, estructural y procesual entre la OA y la audición, en cuanto a que el proceso de orientación atencional es un proceso supramodal, ya que el procesamiento de los estímulos sensoriales auditivos es equivalente al procesamiento de los estímulos sensoriales visuales.

Por lo tanto se responde nuestra pregunta inicial ¿Existe relación entre la Orientación de la Atención y la Audición? De acuerdo con lo observado podemos inferir que esta relación si existe.

Conclusiones

En un primer momento, tomando en cuenta los resultados obtenidos y su relación con las investigaciones previas podemos concluir que la OA no puede ser vista como un proceso exclusivo de la visión, si bien es cierto que la visión se relaciona en mayor medida con este proceso, la audición juega un papel importante que no puede ser descartado, ya que permite que la OA ocurra de manera eficiente; poniendo de manifiesto que el proceso de orientación atencional es un proceso supramodal.

Uno de los objetivos al realizar esta investigación fue entender un poco más el proceso atencional enfocándonos en un aspecto poco estudiado como lo es la orientación de la atención en la modalidad auditiva.

Sin embargo, como todo estudio, el nuestro presenta ciertas limitantes, algunas debido a la falta de información con respecto al tema y otras atribuidas a los instrumentos empleados. En primer lugar el uso de dos software para la programación del ANT original y modificado ya que nosotros únicamente diseñamos la versión modificada y utilizamos una versión existente del ANT original, esta diferencia posiblemente pudo haber ocasionado pequeñas discordancias en el registro de los TR, sin embargo, tenemos que tomar en cuenta que es una comparación entre dos modelos diferentes analizados tanto cuantitativamente como cualitativamente, lo cual en si puede generar estas discordancias.

Una limitante que es pertinente mencionar es que existen diferencias en el procedimiento para obtener los resultados en el ANT original (Fan, et al.,2002) y en el ANT modificado (Alcalá & Jiménez de la Cuesta, 2009), ya que Fan y colaboradores (2002) reportan que utilizaron las medias, sin embargo, al replicar su experimento se observó que utilizaron las medianas, a pesar de lo encontrado, en esta investigación se utilizaron las medias tal y como se reporta en el artículo de Fan y colaboradores (2002).

De la investigación realizada podemos tomar en cuenta varios aspectos relacionados con las implicaciones que esto tendrá para futuras líneas de investigación. Por una parte se podrían realizar diversos estudios con pacientes que presenten diversas patologías relacionadas con la atención, la audición y la visión, y por otro lado se podría continuar esta investigación haciendo caso a las limitaciones mencionadas.

Referencias

- Alcalá, L. M., & Jiménez de la Cuesta, C. (2009). *Psicofisiología de la Atención [Apuntes]*. Cd. de México, México: Facultad de Psicología, UNAM: Licenciatura en Psicología.
- Alcaraz, V. M. (2001). *Estructura y función del sistema nervioso: Recepción sensorial y estados del organismo*. México: El Manual Moderno.
- Anatomía humana (2006). *Sin título*. Recuperado en febrero de 2011 de <http://www.anatomiahumana.ucv.cl/efi/modulo21.html>
- Bahena-Trujillo, R., Flores, G., & Arias-Montaña, J. (2000). Dopamina: síntesis, liberación y receptores en el sistema Nervioso Central. *Revista Biomédica*, 11, 39-60.
- Bausela, E. (2007). Implicaciones de las conexiones corticales y subcorticales del lóbulo frontal en la conducta humana. *Psicología y Psicopedagogía. Publicación virtual de la Facultad de Psicología y Psicopedagogía de la USAL*, 6(17).
- Carlson, N. R. (2006). *Fisiología de la conducta*. Madrid, España: Pearson/ Addison Wesley.
- Colmenero, J. M., Catena, A., & Fuentes, L. (2001). Atención visual: Una revisión sobre las redes atencionales del cerebro. *Anales de Psicología. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia*, 17(1), 45-67.
- Corbetta, M., Kincade, J. M., Ollinger, J. M., McAvoy, M. P., & Shulman, G. L. (2000). Voluntary orienting is dissociated from target detection in human posterior parietal cortex. *Nature Neuroscience*, 3(3), 292-297.
- Drug for Health (2011). *Drug for Health*. Recuperado en febrero de 2011 de http://drug-4-health.blogspot.com/2010_09_01_archive.html
- E-Oftalmología (2005). *Vías Ópticas*. Recuperado en febrero de 2011 de http://www.e-oftalmologia.com/area_formacion/fisiologia/vias.html

Eumus (2010). *Sistema auditivo*. Recuperado en mayo de 2010, de <http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/sap.html>

Fan, J., McCandliss, B. D., Fossella, J., Flombaum, J. I., & Posner, M. (2005). The activation of attentional networks. *Neuroimage*, 26, 471-479.

Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. (2002). Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(3), 340-347.

Fan, J., Wu, Y., Fossella, J. A., & Posner, M. I. (2001). Assessing the heritability of attentional networks. *BMC Neuroscience*, 2(14).

Fossella, J. A., Posner, M. I., Fan, J., Swanson, J. M., & Pfaff, D. W. (2002). Attentional Phenotypes for the Analysis of Higher Mental Function. *The Scientific World Journal*, 2, 217-223.

Fuentes, L., J., González, C., Estévez, Á., F., Carranza, J., A., Daza, M., Galián, M., D., & Álvarez, D. (2003). Sensibilidad de algunas pruebas estandarizadas para medir el funcionamiento ejecutivo en niños de siete años. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa y Psicopedagógica*, 2(1), 1696-2095.

Funes, M. J., & Lupiáñez, J. (2003). La teoría atencional de Posner: una tarea para medir las funciones atencionales de Orientación, Alerta y Control Cognitivo y la interacción entre ellas. *Psicothema*, 15(2), 260-266.

Gómez-Betancur, L. A., Pineda, D. A., & Aguirre-Acevedo, D. C. (2005). Conciencia fonológica en niños con trastorno de atención en niños sin dificultades en el aprendizaje. *Revista de Neurología*, 40(10), 581-586.

Hernández, D. C., Galindo, A., Peña, P. A., & Restrepo, A. (2005). *Estudio de las diferencias de género en el desempeño de las funciones ejecutivas –categorización y flexibilidad cognoscitiva- en niños y niñas de la población bogotana diagnosticados con trastorno por déficit de atención e hiperactividad tipo mixto*. Tesis no publicada de psicología, Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Psicología.

Inner Body (2011). *Colículo superior - Cerebro (Vista transversal y superficial)*. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.innerbody.com/es/Col%C3%ADculo-superior-Cerebro-Vista-transversal-y-superficial.html>

- Inner Body (2011). *Colículo inferior - Cerebro (Vista transversal y superficial)*. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.innerbody.com/es/Col%C3%ADculo-inferior-Cerebro-Vista-transversal-y-superficial.html>
- Jackson, S. R., Marrocco, R., & Posner, M. (1994). Networks of Anatomical Areas Controlling Visuospatial Attention. *Neural Networks*, 7(6/7), 925-944.
- Javeriana (2009). *Acetilcolina*. Recuperado en febrero de 2011 de <http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Ciencias/neurobioquimica/libros/neurobioquimica/acetilcolina.htm>
- La Psiquiatría y la vida (2011) *La Psiquiatría y la vida*. Recuperado en febrero de 2011 de http://lapsiquiatriaylavida.blogspot.com/2009_10_01_archive.html
- Lands, A. M., Arnold, A., McAuliff, J. P., Ludaena, F. P., & Brown, T. G. (1981). Differentiation of receptor systems activated by sympathomimetic amines. *Nature*, 212.
- MacDonald, A.W., Cohen, J. D., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2000). Dissociating the Role of the Dorsolateral Prefrontal and Anterior Cingulate Cortex in Cognitive Control. *Science*, 288 (5472), 1835-1838.
- Malgor, L. (2009). *Universidad Nacional del Nordeste*. Recuperado en Octubre de 2009, de http://www.med.unne.edu.ar/catedras/farmacologia/algun_public.html
- Med (2008). *Tálamo*. Recuperado en mayo de 2010, de http://www.med.ufro.cl/Recursos/neuroanatomia/archivos/12_diencefalo_archivos/Page414.htm
- Med (2008). *Vía Óptica*. Recuperado en enero de 2011, de http://www.med.ufro.cl/Recursos/neuroanatomia/archivos/14_vias_aferentes_archivos/Page397.htm
- Med (2008). *Sustancia Gris Intrínseca Mesencéfalo*. Recuperado en enero de 2011, de http://www.med.ufro.cl/Recursos/neuroanatomia/archivos/6_Tronco_Interno_archivos/Page541.htm
- Mulas, F., Téllez de Meneses, M., Hernández-Muela, S., Mattos, L., & Pitarch, I. (2004). Trastorno por déficit de atención e hiperactividad y epilepsia. *Revista de Neurología*, 39(2), 192-195.

- Nervio Auditivo (2011). *Nervio Auditivo*. Recuperado en febrero de 2011 de <http://myblog8parcraneal.wordpress.com/2010/07/23/mapa-conceptual/>
- Neto, M. A., Rascado, R. R., & Bendhack, L. M. (2006). Receptores β -Adrenérgicos No Sistema Cardiovascular. *Medicina, Ribeirão Preto*, 39(1), 3-12.
- Neuroextasis (2010). *Neuroextasis*. Recuperado en febrero de 2011 de <http://neuroextasis.blogspot.com/>
- Neuropsicol (2001). *Sin título*. Recuperado en enero de 2011 de <http://www.neuropsicol.org/Np/sisvis.htm>
- Noradrenalina (2009). *Liberación de Noradrenalina*. Recuperado en septiembre de 2009 de Noradrenalina: http://www.noradrenalina.com/liberacin_de_noradrenalina
- Noradrenalina (2009). *Mecanismo de Acción de la Noradrenalina*. Recuperado en septiembre de 2009 de http://www.noradrenalina.com/mecanismo_de_accin_de_la_noradrenalina
- Noradrenalina (2009). *Noradrenalina*. Recuperado en septiembre de 2009 de <http://www.noradrenalina.com>
- Ostrosky-Solís F., Gómez, M. E., Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A. & Pineda, D. (2003). *Neuropsi Atención y Memoria. Manual e instructivo*. México: Facultad de Psicología, UNAM.
- Poch, M. L. (2001). Neurobiología del desarrollo temprano. *Contextos educativos*, 4, 79-94.
- Portal Psicológico (2009). *Neurobiología del TDAH*. Recuperado el septiembre de 2009, de http://www.portalpsicologico.org/articulos_psicologia/neurobiologia-del-tdah.html
- Portales médicos (2011). *Vías visuales*. Recuperado en enero de 2011, de <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/55/1/Vias-visuales-Principales-componentes-neuroanatomicos-y-circuitos-reflejos.html>
- Posner, M.I., & Dehaene, S. (1994). Attentional networks. *Trends in Neuroscience*, 17(2), 75-79.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.

- Posner, M. I., Petersen, S. E., Fox, P. T. & Raichle, M. E. (1988). Localization of Cognitive Operations in the Human Brain. *Science New Series*, 240(4859), 1627-1631.
- Posner, M. I., Sheesea, B. E., Odludaş, Y., & Tang, Y. (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural Networks*, 16, 1422-1429.
- Rafal, R., Henik, A., Smith, J. (1991). Extrageniculate Contributions to Reflex Visual Orienting in Normal Humans: A Temporal Hemifield Advantage. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(4), 322-328.
- Rapps, J. A., Sturek, M., Jones, A. W., & Parker, J. L. (1997). Altered reactivity of coronary arteries located distal to a chronic coronary occlusion. *American Physiological Society*, , 1879-1887.
- Rosenzweig, M. R., & Leiman, A. L. (1992). *Psicología fisiológica*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Pappert Lercari, L., & Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42, 1029–1040.
- Sackler Institute (2003). *ANT*. Recuperado en octubre de 2009, de <http://www.sacklerinstitute.org/users/jin.fan/ant/ANT.html>
- Sackler Institute (2004). *Jin Fan's Web Page*. Recuperado en septiembre de 2009, de <http://www.sacklerinstitute.org/users/jin.fan/>
- Salomonsson, M., Brannstrom, K., & Adrendshorst, W. J. (2000). α 1- Adrenoreceptor subtypes in rat renal resistance vessels: in vivo and in vitro studies. *Am. J. Physiol. Renal Physiol.* , 138-147.
- UC (2004). *El sistema visual*. Recuperado en febrero de 2011 de http://www.uc.cl/sw_educ/neurociencias/html/115.html

Anexos

SUJETO	NoCue*	S°	CueDoble*	C°	CueCentral*	Sin°	CueEspacial*	Derlzzq°	Inc*	Inc°	Con*	Con°	TotalO*	TotalM°
7	791	902	732	868	729	902	742	858	763	916	755	884	996	939
8	705	770	638	751	669	770	661	772	703	912	652	734	750	857
9	747	812	718	777	747	812	751	786	798	848	701	861	844	904
10	691	792	646	789	710	792	674	730	768	854	680	791	909	856
11	689	790	614	795	653	790	634	728	670	820	663	802	763	868
12	693	809	655	759	668	809	656	762	757	891	635	797	731	656
13	680	764	572	761	597	764	567	739	682	838	576	785	641	861
14	610	748	545	782	561	748	529	769	643	761	559	760	600	790
15	658	750	622	693	634	750	595	656	716	800	588	748	675	740
16	611	828	562	766	610	828	552	717	701	845	560	826	591	841
17	611	762	591	740	601	762	552	722	678	845	589	789	604	782
18	528	686	500	645	508	686	422	575	563	707	484	729	477	626
19	562	787	531	770	546	787	499	782	604	821	523	787	536	836
20	550	719	519	694	526	719	480	615	567	772	518	697	523	665
21	588	713	553	686	561	713	524	612	670	828	523	681	561	676
22	583	733	556	683	576	733	535	648	649	845	526	704	579	710
23	654	699	582	641	626	699	553	588	711	742	591	739	629	649
24	624	778	590	760	605	778	587	689	705	815	591	826	601	773
25	547	819	546	769	539	819	516	745	640	872	522	856	546	896
26	700	771	654	768	676	771	635	763	819	891	627	751	698	807
27	608	715	604	726	608	715	584	708	713	776	578	749	603	735
28	642	743	562	667	548	743	550	620	630	784	566	748	580	664
29	595	783	564	776	566	783	541	786	678	852	531	828	557	706
30	668	859	663	813	657	859	672	809	727	899	635	815	688	954
Media	639	772	597	745	613	772	584	716	690	831	591	779	653	783

Tabla 1. Medias de TR de cada una de las condiciones de ANT original y ANT modificado.

* ANT Original ° ANT Modificado