



Universidad de Playa Ancha
Ciencias de la Educación
Facultad de Educación Física
Terapia Ocupacional

Relación entre los sistemas vestibulares, visual y auditivo

Nombre: Rodrigo Goycolea
Profesor Guía: Rosita Yuvivar
Práctica Profesional: Colegio Montesol

Quilpue, 22 de Septiembre del 2007

Introducción

En este trabajo se explicarán tres sistemas muy importantes para un buen funcionamiento del niño; en su casa, sala de clases, con sus amigos y en los distintos juegos que realice.

Los tres sistemas que me refiero son: sistema auditivo, sistema visual y sistema vestibular. Se explicarán brevemente cada uno de ellos y la relación que poseen cada uno, que son fundamentales en las actividades diarias de un niño, ya que si alguno de estos sistemas se altera tendrá muchas dificultades sobre todo en el juego área más importante donde el niño se desarrollo.

Sistema Visual

Antes de comenzar a explicar el sistema visual desde el punto de vista del sistema nervioso central, explicare en forma general las dos áreas funcionales principales de este sistema.

Las dos áreas funcionales principales son: **control ocular** y **percepción viso-espacial**.

El **control ocular** se refiere a los movimientos suaves y coordinados de los ojos para captar y seguir objetos y personas en el medio. Se requieren movimientos oculares controlados para encontrar y seguir un objeto en movimiento, examinar el ambiente, mantener el contacto visual con un objeto o persona fija; variar rápidamente el foco de una cosa a otra y también para la coordinación óculo-manual.

Un niño con control ocular pobre puede tener dificultad para controlar sus ojos al seguir objetos en movimiento. El contacto visual, al hablar con una persona, o al fijar los ojos en una tarea, puede ser momentáneo, por lo que es difícil para un niño mirar a algo en un tiempo suficientemente prolongado como para procesar su significado; es decir, el tiempo de fijación visual es muy breve para que él pueda decodificar.

El niño puede ser incapaz de copiar las tareas del pizarrón en un tiempo razonable, de coordinar movimientos suaves de ojos para leer en una línea, presentar dificultades al usar sus ojos para guiar sus manos al escribir y usar herramientas. El niño puede intentar trabajar con sus ojos muy cerca del papel en un esfuerzo por obtener mejor control ocular. Este niño puede también tener problemas con la percepción de profundidad si sus ojos no están trabajando simultáneamente bien.

El control ocular se desarrolla en la medida en que los niños participan en actividades como rodar, gatear y caminar en busca de objetos o personas. El control ocular se pone a prueba cuando los niños lanzan y reciben pelotas y bolsas de porotos, manipulan juguetes o usan herramientas.

La **percepción viso-espacial** es la forma como una persona percibe las relaciones del espacio exterior con su propio cuerpo y además, cómo capta los objetos en el espacio en relación a otros objetos.

La percepción viso-espacial nos provee información acerca del ambiente. La forma en que el niño percibe el espacio y su orientación en éste puede influir en sus habilidades motoras gruesas, su desempeño en la sala de clases y en el juego. Sin una percepción viso-espacial adecuada un niño puede chocar con las cosas y presentar dificultad para ir de un lugar a otro sin perderse. Ejemplos: subir escalas, vaciar un recipiente, disparar a un blanco, formación de letras sería complicada si el niño visualmente no puede distinguir diferencias y semejanzas.

El movimiento le da al niño la experiencia de conocer la relación entre él y el ambiente físico, en la medida en que el niño explora el espacio que lo rodea, su sentido de movimiento, la conciencia corporal y la información visual llegan a formar

un verdadero mapa de las relaciones entre él, los objetos y el espacio. La percepción viso-espacial se desarrolla en la medida en que el niño se mueve sobre, bajo a través y alrededor de los objetos durante el juego. En la medida que estas experiencias se organizan en el cerebro, algunas áreas perceptivas tales como constancia, posición de objetos en el espacio, figura-fondo y percepción de profundidad comienzan a emerger. La habilidad para reconocer la izquierda, derecha, arriba y abajo requiere de que estas bases perceptuales estén bien establecidas físicamente.

Transformar la Luz en Imagen

Una explicación para entender más el sistema visual es preguntarnos ¿Cómo vemos y que estructuras participan en ella?

En el humano el sentido especial predominante es la visión. Nuestro sistema visual está construido de modo que nuestros dos ojos ven porciones muy similares del mundo exterior (visión binocular). Sin embargo, lo que ve un ojo es ligeramente distinto de lo que ve el otro, por lo cual es muy grande nuestra capacidad para ver en profundidad.

Los rayos de luz llegan a ambos ojos y el sistema visual funde las imágenes dejando una sola. El ojo es sensible a la radiación electromagnética entre 400 y 700 nano metros. El cerebro interpreta las longitudes de onda más cortas y más energéticas como los colores violeta y azul y las más largas menos energéticas como naranjas y rojas.

El ojo desempeña dos funciones diferentes aunque estrechamente relacionadas. En primer lugar, es un sistema óptico capaz de recoger las ondas luminosas del exterior y proyectarlas como imágenes en la retina. En segundo lugar, es un receptor que responde a las imágenes formadas en la retina y envía información sensitiva a las áreas visuales del cerebro.

Para que la luz alcance el fondo del globo ocular debe pasar por diversas estructuras que en orden de desde afuera hacia adentro son las siguientes: la córnea, el humor acuoso, el cristalino y el humor vítreo hasta llegar a la retina.

Toda la información visual se recoge en la retina, que constituye una porción del sistema nervioso central desplazada hacia la periferia. En la retina principalmente hay tres tipos de neuronas, que de exterior a interior se llaman; células receptoras, células bipolares y células ganglionares.

Nos referiremos a las neuronas receptoras que son fundamentalmente dos: bastones y conos. Los bastones son muy sensibles a la luz, son responsables de la visión más difusa y de la visión en la oscuridad (visión escotoscópica). También participan en la visión lateral. Los conos son menos sensibles a la luz que los bastones y son responsables de la visión diurna, y de la percepción de los detalles y colores.

Relación entre el Sistema Visual y el Sistema Vestibular

Pese de la naturaleza penetrante del sistema táctil y la importancia del sistema vestibular confiamos muchos en la función cotidiana que posee el sistema visual. Es la visión la que nos ayuda a navegar en el mundo, para juzgar la velocidad y la distancia de objetos, para identificar el alimento, los miembros de familias y los miembros desconocidos de nuestra propia especie humana.

El sistema de la representación visual funciona sobre todo como borde, contraste, y un detector del movimiento. Percibimos imágenes visuales lo mejor posible cuando son inmóviles; por lo tanto, nuestras capacidades visuales dependen, en parte, del reflejo vestibular-ocular, que contribuye a un campo de visión estabilizado. El sistema visual por sí mismo puede ajustar el movimiento dentro del ambiente con el reflejo cervical ocular, que trabaja con el reflejo vestibulo-ocular para mantener una imagen estable en la retina.

La relación de estos dos sistemas en forma general permite al individuo ser un participante competente en un ambiente de constante cambio y necesita de una adaptación espacial y temporal constante. Dentro de las interacciones de estos dos sistemas la información que aportan en conjunto es la percepción visual. Esto refiere a la relación de mi cuerpo, con otros objetos y con otros en un espacio cercano.

Hablamos de un concepto de triada: **vestibular, cervical y visual**, explicaremos a continuación que se refiere a un complejo sistema de reflejos y receptores que regulan la percepción visual. En general las vías vestibulares/oculares se controlan de forma reflexiva en respuesta al movimiento de la cabeza y la posición en el espacio. Estas vías capacitan a los ojos para que permanezcan fijos sobre un objeto estacionado, mientras que la cabeza y el cuerpo se mueven. El reflejo vestibular-ocular nombrado anteriormente se encarga de la estabilidad de la fijación de mirada, el reflejo cervical-ocular apoya al reflejo antes nombrado, el reflejo vestibulo-espinal se encarga de la postura y equilibrio del cuello sobre el cuerpo y del cuerpo sobre las respuestas corporales, reflejo oculo-vestibular se encarga de la agudeza en la fijación de la mirada, reflejo oculo-cervical se encarga de la alineación del cuello con la mirada, reflejo espino-vestibular se encarga de la información del cuerpo para corregir la postura y el equilibrio (orientación espacio-temporal).

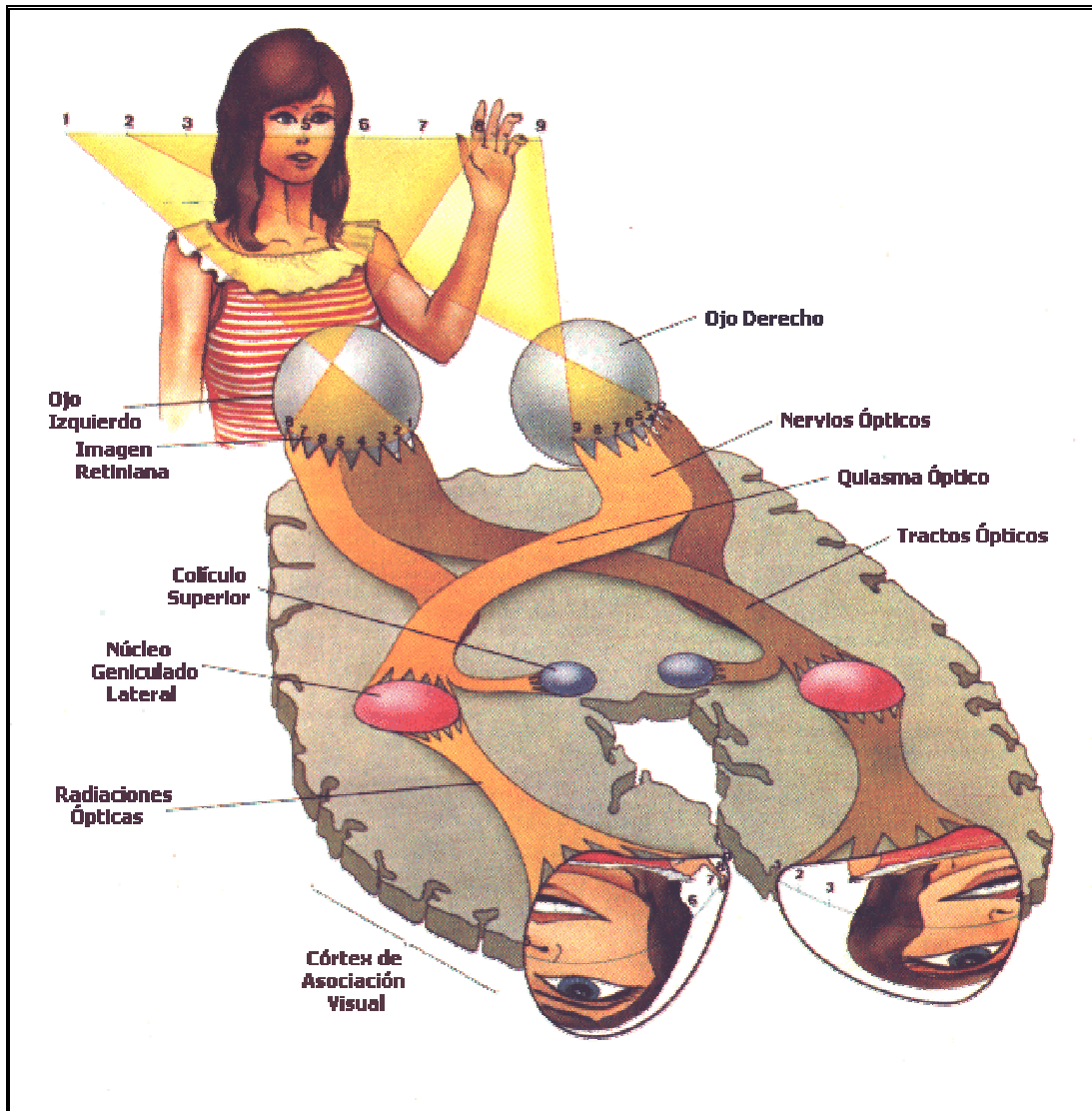
Los receptores vestibulares se encargan de la orientación de la cabeza (y los ojos) en el espacio, proporciona el tono postural antigravitatorio y automáticamente se inicia la contracción muscular para regresar el cuerpo al equilibrio si es perturbado.

Los receptores visuales entregan información de la visión periférica, detección del movimiento: aumenta el tono muscular para contrarrestar la perturbación en el equilibrio, alerta y avance inconsciente que advierte la necesidad de cambiar la posición o el apoyo postural. Lo anterior nombrado es clave para la exploración, manipulación, aprendizaje y supervivencia eficiente del niño en el ambiente en que se desenvuelva.

Las conexiones entre los núcleos vestibulares y el nervio vago mas los receptores del sistema visual que están conectados con el nervio vago, rigen la

tensión arterial, el pulso y la función gastrointestinal, son responsables de los mareos.

Las vías vestibulo-oculares se proyectan en los núcleos oculomotores: III, IV y VI a través de dos circuitos. Estas conexiones son necesarias para el control de la mirada estabilizando la visión durante el desplazamiento: reflejos vestibulo oculares. Son igualmente responsables del nistagmus, tanto fisiológico como el que aparece en situaciones patológicas.



Sistema Auditivo

El procesamiento auditivo es la percepción y la habilidad para comprender lo que se dice en el medio. Comprender información auditiva requiere de algunos procesos tales como discriminar entre sonidos, asociarlos, decodificarlos y recordar lo que se escucha.

Este procesamiento juega un rol importante en el desempeño de un niño en la sala. Un niño que experimenta dificultad en procesar lo que oye, muchas veces aparece confundido o inatento.

Puede iniciar una tarea al azar y demorar un largo tiempo en responder a las indicaciones y en completar la tarea. Puede no ser capaz de bloquear el ruido innecesario, necesitar un esfuerzo y concentración adicional para recordar y secuenciar una orden de varios elementos. El buen procesamiento auditivo es una base importante para el desarrollo del lenguaje.

El procesamiento de la información auditiva, se cree, comienza antes del nacimiento y continúa a través de la vida. Mucho antes de que un niño pueda conocer el significado de una palabra, el procesamiento auditivo ha comenzado.

Un niño pequeño va a responder a un ruido súbito e intenso o a la voz de su madre, aun cuando sólo puede interpretar estos sonidos como amenazantes o placenteros. En la medida que el niño madura, interpreta una mayor variedad de sonidos y palabras, aprende a responder apropiadamente. Sus respuestas se vuelven más selectivas y aprende a bloquear los sonidos. Un niño de 12 meses comprende mucho de lo que se dice y oye. Las canciones, rimas, cuentos y juegos de escuchar y responder, estimular el procesamiento auditivo y la comprensión del lenguaje en el desarrollo normal.

El aparato auditivo está formado por las diversas partes del oído, pero sobre todo por la porción coclear de su laberinto membranoso. Cada oído es un receptor a distancia para la captación, conducción, modificación, amplificación y análisis de las complejas ondas de sonido que alcanza la cabeza.

Estas son convertidas en diversos patrones de impulsos nerviosos en las fibras aferentes cocleares del nervio auditivo, para su transmisión y ulterior análisis en las vías auditivas centrales del cerebro.

Transformar el Ruido en Sonido

Las ondas sonoras penetran en el conducto auditivo externo y chocan contra el tímpano; este vibra y reproduce las vibraciones de la fuente de sonido, transmitiéndolas a los huesecillos auditivos, el movimiento de los huesecillos amplifica la vibración timpánica y la transmite a la ventana oval, esto produce el desplazamiento de la perilinfa de las rampas vestibulares y timpánicas del oído interno. Las ondas de presión creadas hacen vibrar la membrana basilar, cuyo movimiento hacia arriba y hacia abajo, determina que los cilios de las células fonorreceptoras del órgano de Corti se doblen al chocar con la membrana tectoria. Esta deformación mecánica de los cilios genera impulsos nerviosos, los cuales son conducidos por el nervio auditivo hasta la corteza cerebral, dando lugar allí a la sensación del sonido.

La capacidad que tiene el oído de diferenciar los distintos tonos, agudos, intermedio y graves, se deben a que las diferentes partes de la membrana basilar responden a vibraciones de frecuencias distintas.

El sonido es energía producida por el movimiento vibratorio de los cuerpos (ondas sonoras) y ocurre en los medios líquido, gaseoso y sólido.

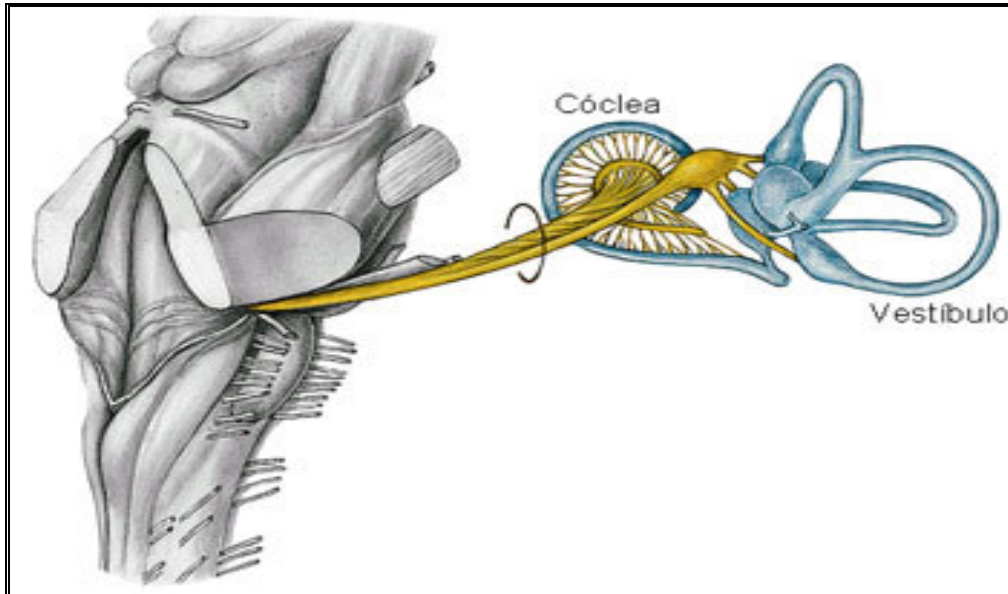
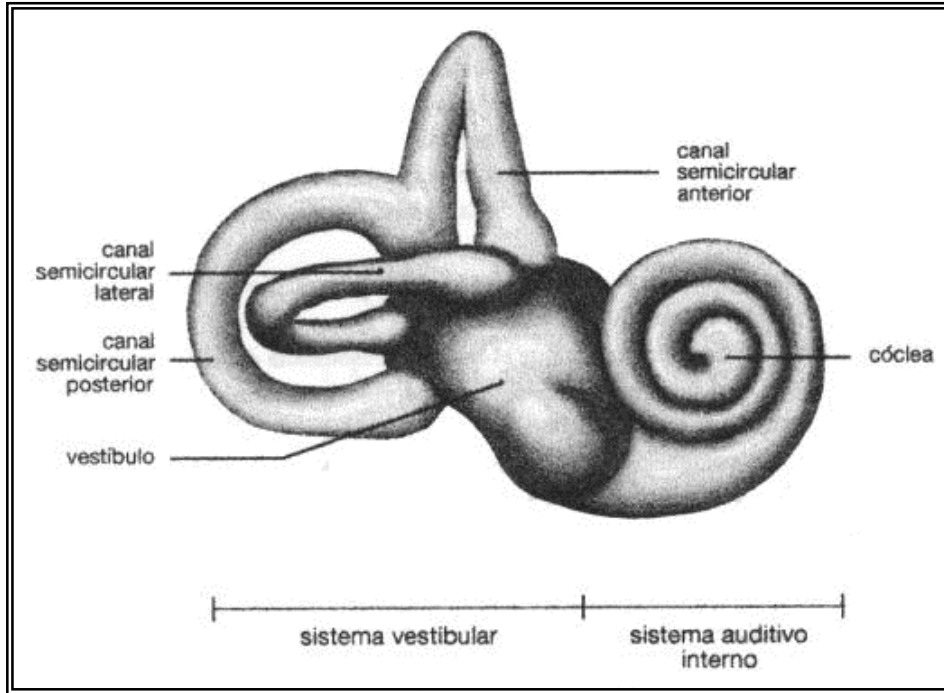
Relación entre el Sistema Auditivo y el Sistema Vestibular

El oído interno aparte de encargarse del sistema auditivo, también forma parte importantísima del sistema vestibular ya que en esta estructura se encuentran sus receptores.

El oído interno está comprometido en la coordinación de los movimientos corporales que mantienen la posición y el equilibrio. Los mecanorreceptores involucrados están ubicados en el vestíbulo del oído interno (utrículo, sáculo que detectan la posición de la cabeza e intervienen en el balance estático y los canales semicirculares detectan los movimientos de la cabeza, participando en el balance dinámico).

En el humano, el órgano predominante del sentido del balance estático es el utrículo y se encarga del plano horizontal, mientras que el sáculo se encarga del plano vertical. Todos estos receptores funcionan de manera similar a aquella en que lo hacen las células pilosas del órgano de Corti. Los receptores del balance estático se agrupan en estructuras llamadas máculas, que reciben las terminaciones pilosas en una sustancia gelatinosa que contiene concreciones calcáreas, los otolitos. La presencia de estas estructuras hace a la sustancia gelatinosa más densa que la endolinfa, de modo que cuando la cabeza está vertical la sustancia gelatinosa comprime las terminaciones pilosas. Lo opuesto ocurre cuando la cabeza está invertida. La cabeza en cualquier otra posición curva las terminaciones pilosas. En todos los casos tenemos situaciones diferentes, que producen descargas diferenciales de estos receptores. Los potenciales de acción son conducidos por la división por la división vestibular del nervio vestíbulo-coclear a varias zonas del sistema nervioso central, en especial centros medulares y cerebelo, los cuales inician los movimientos apropiados para la mantención de la posición de la cabeza.

Los receptores del balance dinámico se encuentran en las ampollas de los canales semicirculares, que están dispuestos en las tres direcciones del espacio. Los receptores se agrupan en estructuras denominadas crestas, que tienen sus terminaciones pilosas en una masa gelatinosa llamada cúpula. Cuando la cabeza se mueve la endolinfa tarda en comenzar a moverse (esto ocurre en cualquier de los planos de los canales semicirculares) y luego lo hace en dirección contraria al movimiento. Esto provoca el curvamiento de los terminales pilosos, la producción del potencial de receptor y la transmisión de impulsos por la división vestibular del nervio vestíbulo coclear



Sistema Vestibular

Este sistema con sus receptores ubicados en el oído interno (**canales semicirculares, utrículo y sáculo**), nos entregan información del sentido de movimiento de nuestro cuerpo en el espacio. El sistema vestibular se encarga principalmente de los movimientos reflejos que rigen el equilibrio del cuerpo y la fijación de mirada.

Funcionalmente podemos dividir en dos a este sistema: El primero es el **laberinto cinético** que proporciona información sobre las aceleraciones y desaceleraciones de la cabeza y el segundo es el **laberinto estático** que detecta la orientación de la cabeza en relación con la atracción de la gravedad. Estructuralmente el laberinto cinético consta de los conductos semicirculares que son tres, llamados anterior, posterior y externo o lateral, se llaman así por la ubicación que tienen pero funcionalmente se encuentran ubicados en los tres planos, uno de arriba hacia abajo, otro de anterior a posterior y el último de lateral a medial y el laberinto estático consta del utrículo y sáculo en el cual el utrículo se encarga del plano horizontal y el sáculo del plano vertical.

Para entender mejor estos dos laberintos se explicarán cada uno por separado.

Laberinto cinético: Proporcionan información sobre las aceleraciones y desaceleraciones angulares de la cabeza, esto causa un contraflujo de endolinfa en los conductos semicirculares, que desvía la cúpula de cada cresta y flexiona o dobla los haces de estereocilios/cinocilios.

Laberinto estático: En las máculas, el peso de los cristales de los otolitos (cristales redondeados de carbonato cálcico), crea una atracción gravitatoria sobre la membrana otolítica. Debido a ello son capaces de detectar la orientación estática de la cabeza respecto a la gravedad, así como cualquier desplazamiento según el grado de desviación de los estereocilios de la perpendicular y como las células de la macula están dispuestas en direcciones opuestas, por lo tanto este sistema es muy sensible a la orientación. Los otolitos al tener una inercia o momento común detectan las aceleraciones y desaceleraciones por la membrana otolítica.

Relación entre el Sistema Vestibular, Visual y Auditivo

Toda esta información recogida de los dos laberintos y por los diversos receptores regresa codificada al sistema nervioso central mediante el nervio vestibular, de ahí se dirigen a los núcleos motores del tronco del encéfalo y la porción superior de la medula espinal junto con el cerebelo y el tálamo. Esto contribuye a asegurar que la actividad motora de los músculos encargados de la postura y la locomoción este regulada para garantizar el equilibrio estático o una locomoción eficaz. Otra función es el control de los reflejos visuales para hacer posible la fijación de mirada sobre un objeto a pesar de los movimientos de la cabeza, ajustando constantemente el eje visual mediante movimientos de los ojos, cuello y la porción superior del tronco, esto se puede realizar ya que a través del fascículo longitudinal medial (que conecta el complejo nuclear vestibular con los

núcleos de los nervios craneales III, IV y VI y las motoneuronas espinales superiores) y de los haces vestíbulo espinales.

Relación con el sistema visual: La luz estimula a la retina para que mande la entrada sensorial visual a los centros de procesamiento visual del tallo cerebral. Estos centros procesan los estímulos y los relacionan con otros tipos de información sensorial, especialmente con la entrada del sistema vestibular. Esta integración del tallo cerebral forma nuestra conciencia básica del ambiente que nos rodea y de la localización de las cosas en ese ambiente.

Entonces los núcleos del tallo cerebral mandan los impulsos a otras partes del mismo tallo cerebral y al cerebelo para que se integren con mensajes motores que van hacia los músculos que mueven los ojos y el cuello. Este es el proceso que nos permite con los ojos y la cabeza un objeto en movimiento. Algunos impulsos se transmiten a diferentes regiones de los hemisferios cerebrales para ser organizados, refinados e integrados en forma adicional junto con otras sensaciones. Parte de esta entrada llega a las áreas visuales de la corteza cerebral donde se lleva a cabo una discriminación fina y precisa de los detalles visuales, una vez más con ayuda de información de otros sentidos.

Relación con el sistema auditivo: Las ondas sonoras que viajan por el aire estimulan los receptores vestibulares del oído interno para mandar impulsos a los centros auditivos del tallo cerebral. Estos núcleos procesan los impulsos auditivos junto con los impulsos provenientes del sistema vestibular. Los centros de organización auditiva se encuentran cerca de los centros de procesamiento visual en el tallo cerebral y ambos intercambian información. Algunos impulsos auditivos viajan a otras partes del tallo cerebral y del cerebelo para integrarse con otras sensaciones y mensajes motores. La información auditiva que está mezclada con otras informaciones sensoriales, va a varias partes de los hemisferios cerebrales.

Si la información auditiva no se entremezcla con otros tipos de información sensorial en cada nivel del cerebro, tendríamos dificultades para encontrarle significado a lo que oímos. Se requiere de mucha integración de la entrada vestibular y de otros tipos de entradas para encontrar todo el sentido posible a los sonidos. Lo más complicado del proceso es el refinamiento de ciertos sonidos para volverlos sílabas y palabras con significado.

Resumen de la función y recorrido de los tres sistemas

Sistema	Función	Cruce de fibras	Primera sinapsis	Segunda sinapsis	Tercera sinapsis
Vestibular	Posición y movimiento de la cabeza en el espacio, mantener el balance, coordinación de los ojos, fijación de los ojos cuando el cuerpo se mueve en el espacio, detección de la velocidad y dirección del movimiento	Realizan sinapsis en el núcleo vestibular, medula y puente.	Ganglio vestibular	Cerebelo, núcleos oculomotores, Motoneuronas Gama y alpha Núcleo ventro-Postero-lateral del talamo	Áreas 3 y 2 de la corteza.
Visual	Conos: visión de día y color Bastones: visión de noche	Quiasma óptico	Células bipolares en la retina	Ganglio y células en la retina	Coliculo superior, cuerpo geniculado lateral, núcleos del talamo y corteza visual primaria.
Auditivo	Detección del sonido y localización	Ganglio espinal del oído	Núcleo coclear, ventral y dorsal	Oliva superior y cuerpo del trapecoide	Coliculo inferior, cuerpo geniculado medial, núcleos del talamo, corteza auditiva y gyrus precentral.

