

LOS MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE LA AUDICIÓN Y DEL LENGUAJE

1.- LA CADENA DE LA COMUNICACIÓN O “CADENA DEL LENGUAJE”

La **cadena de la comunicación** hace referencia a la naturaleza circulatoria o recíproca de la comunicación y nos permite analizar cualquier actividad comunicativa. Distinguimos en ella siete pasos:

- Una *fente de información*, que permite elaborar una señal o mensaje.
 - La *codificación* o proceso de elaboración del mensaje.
 - La **producción** de la señal o el mensaje propiamente dicho.
 - La **transmisión** del mensaje a través de un medio o canal.
 - La **recepción** del mismo por algún otro instrumento.
 - La *decodificación* de la señal o del mensaje.
 - La *recepción y registro* del mensaje decodificado *en su lugar de destino*.
- En la comunicación humana, en concreto, **en la fase de producción** de la señal o del mensaje reconocemos *varias etapas de codificación y transmisión*:
 1. *Codificación y transmisión neurológicas*.
 2. *Traducción de las señales neurológicas en señales fisiológicas*.
 3. *Manifestación de las señales fisiológicas en las estructuras anatómicas*.

En los casos de desarrollo o uso anormal del lenguaje habrá que comprobar estas etapas para localizar el trastorno y afrontar su tratamiento educativo rehabilitador.

Además, los seres humanos tenemos un **mecanismo de autocorrección**, esto es, mientras hablamos nos damos cuenta de lo que estamos diciendo y podemos comprobarlo con lo que queríamos decir, introduciendo correcciones. Es el *feedback auditivo*, pero hay también un *feedback cinestésico* que controla continuamente la posición de nuestros músculos, articulaciones y movimientos internos que se producen mientras realizamos cualquier actividad voluntaria de comunicación.

- Tras la fase de producción del mensaje de una forma comunicable, el siguiente paso será la **transmisión** y la **recepción** del mismo por otra/as personas/as. Ésta/as, a su vez, habrán de percibir y decodificar las señales recibidas. Es decir, de nuevo, reconocemos *varias subetapas*:
 1. *El paso anatómico*.
 2. *El paso fisiológico*.
 3. *La etapa neurológica del proceso*.
 4. *El proceso de decodificación*, que nos permite interpretar el significado de la señal.

Si todo ha ido bien, el significado que estaba en la mente de la primera persona habrá llegado a la otra. Si no ha sido así, habrá que averiguar por qué y cuál es el trastorno y la vía de rehabilitación.

Llegados a este punto, conviene detenernos, de entrada, en las **bases anatómico-funcionales del lenguaje**.

1. EL CEREBRO

Si bien al hablar de la “codificación neurológica” nos detendremos con más detalle en la descripción del cerebro, conviene indicar, de entrada, que el cerebro es el elemento integrador y coordinador de todas las funciones del organismo. Está compuesto por billones de células nerviosas (neuronas¹) interconectadas entre sí y su misión consiste en procesar y guardar las informaciones procedentes del medio, para garantizar una respuesta adaptativa.

El cerebro humano está formado por dos hemisferios cerebrales y uno de los aspectos más característico del mismo es la **diferenciación funcional** que se establece **entre ambos hemisferios**, si bien, en todo momento actúa todo el cerebro. Así:

- El **hemisferio izquierdo** adquiere, por lo general, un papel preponderante para **la función motora y del lenguaje**. En el 95% de las personas es el **hemisferio parlante**, en él se sitúan los centros de la comprensión del habla, del hablar, de la lectura y la escritura.
- El **hemisferio derecho** se relaciona con **las funciones perceptivas y los procesos no verbales**. Es el **hemisferio musical** (siempre en el 95% de las personas), nos permite “entender”, “diferenciar” y “comparar” ritmos y melodías musicales. En el 5% de las personas restantes se invierte el valor funcional de ambos hemisferios.

Luria postuló la existencia de **tres grandes unidades funcionales** en el cerebro imprescindibles para el correcto desarrollo de los procesos mentales y del lenguaje:

- 1.- Se encarga de *mantener el estado de actividad o tono cortical* necesario para que el cerebro pueda realizar sus funciones.
- 2.- Tiene *misiones más concretas* relacionadas con *la recepción, el análisis y almacenamiento de la información*.
- 3.- Interviene en *la planificación de las conductas* que el individuo pretende realizar y *en el control de su ejecución*.

En este sentido, se constata que las áreas cerebrales que garantizan la emisión y comprensión del *lenguaje oral*, están también implicadas en *la expresión escrita* a modo de requisito previo para su correcta interpretación o realización. Por eso, veremos cómo la mayoría de las afasias² llevan asociados trastornos en la escritura y la lectura.

2. CODIFICACIÓN NEUROLÓGICA

La información debe ser codificada en señales capaces de ser transmitidas por el Sistema Nervioso. El Sistema Nervioso es el nombre que se da al complejo conjunto de vías que recorren el cuerpo y aseguran su coordinación y funcionamiento. El Sistema

¹ La cantidad de neuronas de que dispone el ser humano al nacer no va a ser ya prácticamente

² De una forma sencilla podemos definir **la afasia** como: la imposibilidad de traducir el pensamiento por palabras (pérdida de la memoria de los signos) a pesar de la integridad funcional de la lengua y la laringe.

Nervioso es, pues, el encargado de *recibir información, transmitirla, procesarla y producir respuestas adecuadas*.

La base funcional del Sistema Nervioso es *la célula nerviosa o neurona* encargada de conducir el impulso eléctrico. Las neuronas están interconectadas entre sí (sinapsis). Así, una secuencia de neuronas transmite la señal desde los receptores al cerebro y, otra, las transmite a la inversa.

En el **Sistema Nervioso** distinguimos dos partes:

- a) El **Sistema Nervioso Central (SNC)** que comprende: *el encéfalo (Tronco cerebral, cerebelo, diencéfalo y hemisferios cerebrales), la médula espinal que conecta con él y sus membranas, líquidos y vasos sanguíneos*. Los nervios que conectan el cerebro con la nuca y la cabeza se conocen como **nervios craneales** (12 pares), tienen sus núcleos de origen en el tronco cerebral. En este sentido, hemos de tener en cuenta que *la lesión de los pares craneales: V (trigémico), VII (facial), VIII (estatoacústico), IX (glossofaríngeo), X (vago), XI (espinal) y XII (hipogloso) tendrá consecuencias directas en las capacidades del lenguaje, menos directamente el conjunto de nervios que gobiernan el ojo*.
- b) El **Sistema Nervioso Periférico (SNP)** que conecta el SNC con el resto del cuerpo por medio de los **nervios periféricos o espinales** (31 pares), que salen de la médula

Breve repaso anatómico funcional del SNC

El **cerebro** está sagitalmente dividido en dos partes de tamaño similar: **hemisferios cerebrales derecho e izquierdo**. Ambos hemisferios están unidos en la parte profunda del cerebro por el **cuerpo calloso** a través del cual pasa la información de un hemisferio a otro. En cada hemisferio se reconocen **cuatro lóbulos: temporal, frontal, parietal y occipital**. Debajo de los hemisferios está el **tronco cerebral (bulbo y protuberancia)** que conecta los dos hemisferios con la **médula espinal**. Por la parte dorsal de la protuberancia está el **cerebelo**, responsable del mantenimiento de la postura del cuerpo y la coordinación de todos los movimientos, incluyendo el caminar y el hablar. En la parte más profunda de los hemisferios están los **ganglios basales** (ayudan a controlar los movimientos) y el **tálamo** (recibe información sensorial y colabora en su análisis).

Desde el punto de vista lingüístico son importantes **las áreas procesadoras del habla, audición, lectura y escritura** localizadas en o en torno a los lóbulos frontal, parietal y temporal. Así, para el estudio del lenguaje son importantes las siguientes “**áreas de Brodmann**”:

- *Áreas 1,3*: implicadas en el procesamiento de la sensación.
- *Área 14*: contiene información acerca del funcionamiento motor del sistema habla-escritura.
- *Área 17*: implicada en la recepción y procesamiento visual.
- *Áreas 39, 40 y parte de la 22* (es el **área de Wernicke** relacionada a la comprensión del habla).

- *Área 9*: llamada **centro de Exner**, que se encarga del control motor de la escritura.
- *Áreas 41, 42*: conocidas como “**giro de Heschl**”, se ocupan de la recepción auditiva.
- *Área 44 y parte de la 45*: es el “**área de Broca**” implicada en la codificación del habla.

El riego sanguíneo del cerebro es transportado por dos pares de arterias: las carótidas internas y las arterias vertebrales, con sus respectivas ramificaciones. Cualquier disminución del riego sanguíneo mayor de tres minutos en un área del cerebro acarrearía la muerte de las neuronas de esa área.

3. CODIFICACIÓN ANTÓNICO FISIOLÓGICA

El sistema de cavidades situado por encima de la laringe se conoce como **tracto vocal** cuya forma puede alterarse para producir los diversos sonidos del habla. Pero para ello, debe existir antes una fuente de energía, es **el aire pulmonar**. Éste interfiere, en primer lugar, en **la laringe o “caja de voz”** constituida por nueve **cartílagos** que conectan entre sí y dos repliegues musculares móviles que son las **cuerdas vocales** a las que debe la laringe su función fonatoria. La región de las cuerdas vocales se conoce como **región glotal** o **glotis**. La laringe tiene, a su vez, unos **músculos extrínsecos** encargados de moverla y **músculos intrínsecos** que, al mover los cartílagos aritenoides y cricoides colaboran en la contracción de las cuerdas vocales.

Por encima de la laringe nos encontramos con tres cavidades resonantes de la voz: **la cavidad faríngea, la cavidad oral y la cavidad nasal**. Asimismo, desde el punto de vista de la patología del habla no podemos olvidar **la lengua** (muy implicada en la producción de sonidos) y el **paladar blando o velo del paladar** que termina en **la úvula**. Asimismo, muchas consonantes y vocales utilizan **los dientes** como parte de sus bases articulatorias.

4. TRANSMISIÓN ACÚSTICA

Cualquier fuente de vibración iniciará un movimiento oscilatorio de las partículas de aire que la rodean. Las dos características fundamentales del movimiento vibratorio son: su **frecuencia** (nº de veces que oscila/segundo) y su **amplitud** (alcance máximo de su oscilación). El movimiento completo se llama **ciclo**. De ahí que la frecuencia de un sonido se mida en “ciclos por segundo” y se expresa en Herzios (Hz). Cuando los objetos que encuentra el aire en su camino vibran a su compás, hablamos de resonancia. Asimismo, otro sistema para medir las características del sonido es la **intensidad**, siendo el decibelio (dB) la unidad empleada para ello.

5. RECEPCIÓN AUDITIVA

El primer paso en el componente receptivo de la cadena de comunicación es la recepción auditiva por el oído. Así, distinguimos:

- a) El **oído externo** formado por: el **pabellón** (centraliza las ondas sonoras y coopera en la localización del sonido) y el **canal auditivo externo** (amplifica algunas frecuencias).

- b) El **oído medio** (transforma las vibraciones que llegan al tímpano en movimiento mecánico) formado por: la **membrana timpánica** (provoca vibraciones que las transfiere al martillo), la **cadena de huesecillos: martillo, yunque y estribo** cuya base entra en la *ventana oval* a través de la cual, las vibraciones se transmiten al oído interno. Asimismo, está la **trompa de Eustaquio** que comunica con la nariz.
- c) El **oído interno** cuya función principal es transformar las vibraciones mecánicas en impulsos nerviosos capaces de ser transmitidos al cerebro. Tiene dos partes principales: los **canales semicirculares** con los líquidos laberínticos (endolinfa y perilinfa) y la **cóclea**, en cuyo interior se encuentra el **órgano de Corti** que reposa en la **membrana basilar**. El **órgano de Corti** es el encargado de traducir los movimientos mecánicos de la membrana en impulsos nerviosos.

6. TRANSMISIÓN NEUROLÓGICA Y DECODIFICACIÓN CEREBRAL

Se refiere a los procesos que afectan a los impulsos nerviosos a lo largo del VIII par (nervio estatoacústico) hacia el cerebro.

2.- EL SISTEMA NEUROBIOLÓGICO QUE NOS PERMITE ENTENDER LA PALABRA HABLADA

Este sistema neurobiológico está constituido por tres elementos dispuestos en cadena:

- Un **receptor** (el **órgano de Corti**, situado en el caracol) que *transforma los estímulos sonoros en impulsos nerviosos*.
- Un **canal nervioso informante** (la vía acústica o auditiva) que *transporta los impulsos nerviosos generados en las células ciliadas del órgano de Corti a la corteza cerebral*.
- **Centros receptores corticales** que *recogen la información que llega hasta ellos por la vía acústica y la elaboran adecuadamente*.

a) *Morfología funcional del receptor auditivo*

Esquemáticamente vendría a concretarse en:

Onda sonora aérea se transforma en movimientos mecánicos de pistón al actuar sobre el sistema → pabellón auricular (PA) → conducto auditivo externo (CAE) → membrana del tímpano → cadena de huesecillos → membrana de la ventana oval donde asienta la base del estribo. Los movimientos de pistón de la platina del estribo produce una → conmoción de la perilinfa → estimula a las células ciliadas del órganos de Corti generándose → impulsos bioeléctricos (que son recogidos por → las fibras sensitivas y transmitidos → al nervio acústico (VIII par craneal)).

b) *El sistema informante auditivo o “canal auditivo”*

Su función consiste en *llevar hasta la corteza cerebral los impulsos bioeléctricos generados en las células ciliadas del órgano de Corti.*

De cara a la localización de posibles patologías, conviene tener en cuenta que el 60% de los impulsos que se han generado en el órgano de Corti izquierdo llegan a la corteza cerebral derecha como consecuencia del entrecruzamiento de la mayoría de sus fibras nerviosas. Sólo el 40% de las fibras discurre sin cruzar, y llegará a la corteza cerebral izquierda. Lo mismo ocurre con los impulsos generados en el órgano de Corti derecho (el 60% se cruza y alcanza la corteza cerebral izquierda y el 40% restante discurre por el mismo lado hasta la corteza cerebral derecha).

c) Las áreas corticales del sistema acústico

Hemos de decir, de entrada, que la mayoría de las áreas o regiones corticales son mixtas, es decir, sensitivo-motoras. Esto es, reciben información de los sistemas informantes y emiten información por los sistemas motores.

Las áreas receptoras acústicas se clasifican en:

- **Área receptora auditiva primaria (ARAP).** Se sitúa en el lóbulo temporal. Coincide aproximadamente con las *circunvalaciones temporales transversas de Hensch (CTH)* y se corresponde con las **áreas 41-42 de Brodmann**. Se puede decir que en esta ARAP se “localizan” las *sensaciones auditivas*, es decir, esta área *nos permite tener sensaciones de los fonemas emitidos por la persona que habla.*

Como ya hemos comentado, el área receptora del hemisferio izquierdo recibe un 60% de información auditiva del oído derecho y un 40% del oído izquierdo. Igualmente, el área receptora del hemisferio derecho recibe un 60% de información auditiva del oído izquierdo y un 40% del oído derecho.

- **Área receptora auditiva secundaria o gnósica (ARAS).** Se extiende por la cara externa del lóbulo temporal y equivale aproximadamente a la **áreas 21 y 22 de Brodmann (Área de Wernicke)**. Esta área se conoce también como **área perceptiva o gnósica** porque las percepciones son ya auténticas vivencias cognitivas. Las neuronas de esta área secundaria emiten axones de fibras aferentes que terminan en otras áreas corticales y, sobre todo, en los otros centros del lenguaje hablado y escrito del mismo hemisferio (fibras de asociación) o del hemisferio opuesto (fibras comisurales). Esta ARAS *es el asiento de la importantísima función decodificante*

• ENFERMEDADES Y TRASTORNOS DEL SISTEMA QUE NOS PERMITE ENTENDER LA PALABRA HABLADA: HIPOACUSIA, SORDERAS Y AFASIAS SENSORIALES

1. **HIPOACUSIA:** Es la disminución más o menos marcada de la agudeza auditiva.
2. **SORDERA:** Es la anulación completa de la sensibilidad auditiva. En la **sordera cortical o central** (por destrucción bilateral de ambas ARAP) hay *pérdida de las sensaciones auditivas y de las correspondientes percepciones*. Ahora bien, si la persona afectada ha tenido vivencias auditivas antes de producirse la lesión,

conserva su capacidad de imaginar esas vivencias y, por tanto, cierta capacidad de crear lenguaje.

3. **AGNOSIA:** Es una grave alteración senso perceptiva causada por la destrucción de áreas receptoras gnósicas. El enfermo gnósico *conserva sus sensaciones pero pierde (total o parcialmente) la capacidad de integrarlas e interpretarlas y además, tiene alterada la función imaginante.* La agnosia referida a la esfera auditiva verbal se llama **afasia de recepción o afasia cortical sensorial de Wernicke**, porque se destruye al área de Wernicke. Es la <<**sordera psíquica**>>, oye pero no sabe lo que oye. La persona ha perdido la capacidad decodificadora con respecto a los símbolos verbales sonoros. Otros síntomas acompañantes son **las parafasias** (equivocaciones literarias silábicas o verbales en la pronunciación o escritura) y los **neologismos** (palabras nuevas inventadas por el enfermo). Ello se debe a que además de su función decodificadora, el área de Wernicke interviene también en la función codificadora
4. **AFASIA SENSORIAL CONGÉNITA O AFASIA PRIMARIA.** Se produce cuando el cerebro de una persona no se desarrolla normalmente debido a una alteración congénita en el periodo perinatal. En general, no tienen buen pronóstico.

3.- EL SISTEMA NEUROBIOLÓGICO QUE NOS CAPACITA PARA HABLAR

Hablar es pasar del lenguaje interior imaginado y privado al lenguaje exterior, público y real. Se lleva a cabo gracias al sistema neurobiológico que nos capacita para hablar que está constituido por varios componentes enlazados entre sí y formando una cadena que empieza en la corteza del cerebro y termina en la musculatura de los órganos fono-articulatorios.

3.1- COMPONENTES NERVIOSOS

Entre la corteza cerebral y los músculos fono-articulatorios se intercala una **vía motriz** formada por las **vías motoras centrales** (piramidal y extrapiramidal) y los **nervios craneales** que dan enervación motora a los órganos fono-articulatorios: el trigémino, el facial, el glossofaríngeo, el vago y el hipogloso.

3.1.1.- EL ÁREA MOTORA CORTICAL DEL LENGUAJE HABLADO

Es una zona cortical muy extensa que, en el 95% de las personas, se sitúa en el hemisferio cerebral parlante, esto es, en el hemisferio izquierdo. Está dividida, a su vez, en **diferentes subzonas**:

- **Subzona III:** Es una parte del campo motor 4 de Brodmann (área de dinamización motora). Esta subzona *moviliza la musculatura fonoarticulatoria de laringe, faringe y boca.*
- **Subzona II:** Llamado **centro de Broca**. Corresponde a las áreas 6, 8, 44 y 45 de Brodmann. Esta subzona interviene en la creación de “melodías quinéticas”. Esto es, *la ordenación temporal de rasgos y las excitaciones e inhibiciones de los equipos musculares que producen estos rasgos (melodía quinética del habla) se deben a la actividad de las neuronas del centro de Broca.*

- **Subzona IV:** Se corresponde con las áreas 3, 1, 2, y 40 de Brodmann. Se conoce también como **centro de Luria**. Es considerada como una especialización del campo motor parietal que se encarga de coordinar la motricidad voluntaria.
- **Subzona I:** Se corresponde con el lóbulo prefrontal. Con respecto al lenguaje los lóbulos prefrontales se relacionan con *la planificación global de lo que queremos hablar o escribir. Es pues, la zona cortical que se encarga de la elaboración de los programas verbales.*

3.1.2.- CONEXIONES DEL ÁREA MOTORA DEL LENGUAJE HABLADO

La zona motora verbal tiene importantes conexiones que hay que tener en cuenta:

- *Las distintas subzonas están interconectadas entre sí.* Gracias a esta interinfluencia el área motora verbal constituye una perfecta unidad funcional.
- *Los axones eferentes (que salen) de la zona motora verbal forman parte de haces de asociación intrahemisférica y de haces de asociación interhemisférica (cuerpo calloso).*
- *Estos haces de asociación también están formados por axones que, procedentes de toda la corteza cerebral, convergen sobre el área motora verbal.* Es decir, el área motora verbal influye sobre el resto de la corteza cerebral y es influida por ella.
- Finalmente, *sobre las neuronas del área motora verbal terminan axones que forman parte del canal informante somato-estésico.* Así, **el centro verbal motor es motor y sensitivo.** El canal informante somato-estésico lleva hasta la corteza cerebral los impulsos nerviosos generados en los receptores cutáneos, musculares, tendinosos, ligamentosos y viscerales; destacando los que se generan en la mucosa que recubre la boca, faringe y laringe. Así, esta vía somato-estésica nos permite tomar conciencia de nuestra lengua y sus movimientos.

3.1.3.- LA FUNCIÓN IMAGINANTE DEL CENTRO MOTOR CORTICAL DEL HABLA

La función imaginante está vinculada a la actividad de las neuronas situadas en los campos de Broca y de Luria, y nos permite evocar interiormente las posturas y los movimientos de las estructuras fono-articulatorias antes de pronunciar los fonemas. Este *lenguaje interior o subvocal* sirve de guía y modelo a la hora de emitir palabras, esto es, de realizar el lenguaje exterior.

3.1.4.- LA VÍA MOTRIZ <<CORTEZA CEREBRAL → ÓRGANOS FONOARTICULATORIOS>>

Las instrucciones motoras generadas en el *centro cortical del habla* han de llegar hasta la *musculatura fono-articulatoria* y para ello, los impulsos nerviosos emitidos por las neuronas del centro cortical circulan por una **vía motriz o canal formado por:** la vía motora piramidal, la vía motora extrapiramidal y los nervios motores de los músculos fono-articulatorios.

a) LA VÍA MOTORA PIRAMIDAL (VP) O FASCÍCULO CORTICOESPINAL

Está formada por axones que proceden de neuronas ubicadas en las áreas motoras corticales (circunvalación prerrolándica). Cuando llegan al bulbo raquídeo, la mayor

parte de estas fibras (95%) se entrecruzan³ en bloque, atravesando la línea media, estableciendo sinapsis con las neuronas motoras de los núcleos donde se originan los nervios craneales: facial, glossofaríngeo, vago e hipogloso. Finalmente, los axones terminarán en las astas anteriores de la médula, donde se juntarán con los axones no cruzados. Esta gran vía está constituida por dos neuronas: Neurona Motora Superior (cortical) y Neurona Motora Inferior (medular).

La *función* de esta vía es, pues, *transportar impulsos nerviosos generados en las neuronas corticales hasta las neuronas de los músculos motores*. De ella depende la motilidad voluntaria. Los movimientos producidos por medio de la vía piramidal son llamados *movimientos <<idioquinéticos>>*. Se trata de movimientos muy refinados y diferenciados en los que sólo interviene un músculo o un pequeño número de músculos; de ahí la importancia de la vía piramidal para conseguir movilidad de las estructuras fonoarticulatorias. Debido al fenómeno de entrecruzamiento de las fibras, *el área motora verbal izquierda moviliza los músculos fonoarticulatorios del lado derecho*.

b) LA VÍA MOTORA EXTRAPIRAMIDAL

Es muy compleja. Esta vía se origina en diferentes centros encefálicos y termina en los núcleos motores del asta anterior. Los axones destinados a los núcleos motores se cruzan en la línea media en proporción mucho menor que los axones piramidales, por eso, los impulsos motores que descienden por el sistema extrapiramidal de un lado, alcanzan casi por igual los núcleos motores del lado opuesto y los del propio.

Esta vía se encarga de modular la movilidad voluntaria en interacción con la vía piramidal y de transmitir las órdenes que determinan los movimientos automáticos. La *función* del sistema extrapiramidal en el habla consiste en *llevar hasta los núcleos motores fonoarticulatorios las actividades de coordinación y creación de melodías quinéticas propias del centro de Luria y de Broca respectivamente*.

c) LOS NERVIOS MOTORES DEL APARATO FONOARTICULATORIO

Son el **facial** (F), el **glossofaríngeo** (GF), el **vago** (V) y el **hipogloso** (H).

La *función* de estos nervios en los actos del habla *es trasladar hasta los músculos las instrucciones motoras que llegan hasta sus núcleos de origen, procedentes de la corteza cerebral verbal*.

Los nervios trigémino, glossofaríngeo y vago tienen también fibras aferentes o sensitivas que llevan hasta los orígenes troncoencefálicos del canal informante somatoestésico las sensaciones que se originan en los músculos y mucosas del velo palatino, de la faringe y de la laringe cuando realizamos actos del habla.

3.2- LOS ÓRGANOS FONO-ARTICULATORIOS

De manera sintética podemos decir que *para que el fenómeno de la fonación tenga lugar son necesarios*:

1. Una fuente de energía (aire a presión que se expelle en la espiración).

³ Este fenómeno de cruzamiento explica que el daño cerebral en un hemisferio ocasione la parálisis del lado opuesto.

2. Un órgano vibratorio (Cuerdas vocales).
3. Una caja de resonancia (Fosas nasales, cavidad bucal y faringe).
4. Un sistema de articulación del sonido (Labios, lengua, dientes...).
5. Como hemos visto, un sistema nervioso regulador y sincronizador de todo el conjunto.

3.2.1.- LA LARINGE

El sistema fono-articulatorio está constituido por **la laringe**⁴ que por su extremo superior se abre en la faringe, mientras que por el inferior se continúa con la tráquea. La laringe es un órgano hueco formado por una serie de *cartílagos* unidos por ligamentos y *músculos*. Las **cuerdas vocales** son las estructuras fonatorias más importantes de la laringe. Sus movimientos, su tensión y sus cambios de volumen *contribuyen a formar y a modular el sonido laríngeo básico*. No obstante, sólo las **cuerdas vocales inferiores** (*derecha e izquierda*) *son estructuras fonatorias*. Las cuerdas vocales superiores no intervienen en la formación del sonido laríngeo. Asimismo, los movimientos de las cuerdas vocales son producidos por los **músculos laríngeos** que son de dos clases:

- **Músculos intrínsecos:** Tienen su origen e inserción en la laringe. Estos músculos *movilizan los cartílagos de la laringe que influyen sobre el grado de apertura de la hendidura glótica, sobre la tensión de las cuerdas vocales inferiores y sobre su grosor*.
- **Músculos extrínsecos:** Se originan lejos de la laringe y se insertan en ella. La acción de estos músculos no es esencial para la producción del sonido laríngeo.

La musculatura laríngea está inervada por los **nervios laríngeos superior e inferior** (recurrente). Las fibras sensitivas de estos nervios recogen la sensibilidad de la mucosa y de los músculos laríngeos para llevarla a neuronas ubicada en el bulbo raquídeo desde donde sale un **canal informante** que forma parte de la vía somato-estática que transporta la sensibilidad hacia el centro motor verbal cortical permitiendo un control adecuado de la motricidad de los órganos.

3.2.2.- LA FARINGE

La **faringe** Es un <<saco>> músculo-mucoso que comunica por arriba y hacia delante con las fosas nasales, por delante con la boca, por delante y hacia abajo con la laringe y, por abajo con el esófago. Por fuera de la mucosa hay una fuerte **capa muscular** inervada por los **nervios glosofaríngeo y vago**.

La faringe participa así en la articulación del sonido laríngeo: *La columna aérea vibrante procedente de la laringe llega a la faringe. Allí, los cambios de longitud y de calibre de la faringe modulan el sonido laríngeo básico. Además, la faringe hace pasar el aire hacia la boca o hacia la fosa nasal. Cuando la corriente fónica se desvía hacia la fosa nasal origina la **nasalización** de los fonemas. El paso a la cavidad bucal, sin embargo, permite que la corriente fónica sea articulada por el juego de la lengua y los labios.*

⁴ Cf. Breve repaso anatómico en la página 4 de esta síntesis.

3.2.3.- EL VELO DEL PALADAR

El **velo del paladar** o **paladar blando** es un amplio pliegue mucoso que <<cuelga>> a la entrada de la faringe desde la boca. Hacia arriba y adelante se continúa con el paladar duro. De su borde inferior, libre y colgante se desprende en la parte central la **úvula o campanilla**. El velo del paladar y sus cuatro pilares mucosos *son estructuras móviles que contribuyen a articular el sonido emitido por la laringe*. Los movimientos se producen por la acción de los **músculos del velo del paladar** que reciben ramas sensitivo-motoras del **vago**. Asimismo, la mucosa está inervada sensitivamente por el **glossofaríngeo** y, en su cara bucal, recibe ramas sensitivas del **trigémino**.

El velo del paladar *interviene en la articulación del sonido laríngeo* elevándose contra la faringe y cerrando la comunicación entre las fosas nasales y la boca, produciéndose *sonidos bucales*. Asimismo, el velo del paladar puede estar caído y separado de la faringe, dejando abierta la entrada a las fosas nasales, por lo que el aire saldrá por las mismas, originando *sonidos nasales*.

3.2.4.- LA LENGUA

La **lengua** está situada en el suelo de la cavidad bucal y es un órgano que goza de una gran movilidad. Su superficie está recubierta por una mucosa que cubre un importante grupo muscular, son los **músculos linguales** cuya acción conjunta hace que la lengua *pueda adquirir formas y posiciones muy diferentes y le permiten ponerse en contacto con todos los puntos de la cavidad bucal para la realización de los movimientos articulatorios*. Los nervios que participan en la **inervación de la lengua** son: el trigémino, facial, hipogloso, glossofaríngeo y los nervios cervicales. También en este caso (al igual que sucedía con la inervación de la laringe, faringe y el velo del paladar), hay importantes conexiones entre el centro cortical del habla y los núcleos motores y sensitivos de los nervios linguales.

Gracias a su refinada movilidad, la lengua *contribuye de manera decisiva en la articulación de la columna aérea vibrante originada en la laringe*. Además, la sensibilidad táctil de la mucosa y la sensibilidad muscular (propioceptiva) son muy importantes, gracias a ellas nos percatamos de la posición de la lengua y de sus movimientos a la hora de articular los fonemas.

3.2.5.- LOS LABIOS

Los **labios** son pliegues cutáneo-mucosos que dejan entre ellos la *hendidura labial*. Por ambos extremos, los labios (superior e inferior) se unen entre sí formando las *comisuras labiales*. La **musculatura** de los labios forma dos grupos: el músculo orbicular y los músculos radiales. Su inervación motora corre a cargo del **nervio facial**, mientras que la sensibilidad propioceptiva y táctil de los labios depende del **trigémino**.

Como la lengua, los labios *participan de manera muy importante en la articulación de los fonemas*.

- **NOCIONES ELEMENTALES SOBRE LOS PRINCIPALES TRASTORNOS DEL HABLA**

El sistema neurobiológico que nos capacita para hablar puede lesionarse en diversos “escalones” de su componente neural, lo cual origina diversos trastornos que perturban más o menos gravemente los actos del habla. Destacamos por su importancia:

1. LA PARÁLISIS FONO-ARTICULATORIA PERIFÉRICA

Es producida por una *lesión destructiva (unilateral o bilateral) de los núcleos motores de los nervios que inervan la musculatura fono-articulatoria o de esos mismos nervios*. Ello provoca **cuatro trastornos fundamentales**:

- a) **LA AFONÍA** o pérdida total de la voz.
- b) **LA DISFONÍA** que es una distorsión del sonido laríngeo.
- c) **LA ANARTRIA** que consiste en la imposibilidad total para articular los fonemas.
- d) **LA DISARTRIA** que hace referencia a una articulación defectuosa de los fonemas.

Conviene recordar que salvo el hipogloso, los restantes nervios fono-articulatorios son nervios mixtos por lo que, *junto a los trastornos motores hay alteraciones de la sensibilidad de la mucosa labial, palatina, faríngea y laríngea*. Además, la multiplicidad funcional de los órganos articulatorios hace que *en la lesión de los nervios fono-articulatorios se presenten también deficiencias de las otras funciones (deglución, ausencia del reflejo de la tos)*.

2. LA PARÁLISIS CENTRAL

Es consecuencia de una lesión destructiva (unilateral o bilateral) en la zona III del centro cortical del habla o en el trayecto de la vía piramidal. Los síntomas son similares a los de las parálisis periféricas: **afonía, disfonía y disartria**. Aquí, sin embargo, no hay trastornos de la sensibilidad y se conservan los reflejos de la deglución, la tos...

3. LA AFASIA MOTORA O DE EMISIÓN (APRAXIAS DEL HABLA)

Suele ser secundaria a lesiones de la corteza cerebral motora que no afecta al campo 4 de Brodmann. *La persona afectada no pierde la capacidad de realizar movimientos, no sufre de parálisis, pero sus movimientos son torpes, desmañados y desorganizados*. Estas afasias son muy frecuentes. Entre ellas destacamos:

a) LA AFASIA DE BROCA

Se produce por una destrucción más o menos masiva del centro de Broca. Aquí concurren dos factores que se refuerzan mutuamente: **apraxia** por la alteración de melodías quinéticas y **agnosia** (desconocimiento) de los movimientos que realizamos al hablar. Se acompaña de un **grave trastorno de la expresión oral** que repercute además, sobre la escritura. El signo más llamativo es:

- La **suspensión total del habla espontánea**. La mejoría de la expresión oral pasa por las siguientes fases:

- *Emisión de fragmentos relativamente breves (sílabas, palabras...).*
- *Estereotipias verbales.*
- *Enriquecimiento paulatino del vocabulario apareciendo en la etapa final un signo típico de la afasia de Broca: el **agramatismo** (ausencia de monemas gramaticales, verbos en infinitivo, falta de concordancia, estilo telegráfico al hablar)*

A diferencia del afásico por lesión del centro de Wernicke, en la lesión del centro de Broca *el enfermo es plenamente consciente de su enfermedad*, por eso suele hablar poco.

b) LA AFASIA DE LURIA

Es consecuencia de la lesión del centro de Luria donde se “localizan” las funciones referidas a los órganos fono-articulatorios. Los síntomas son: **apraxia** (afasia quinética, según Luria) por mala coordinación y **ganosa postural** (afasia quinestésica (Luria)) de esos órganos.

c) APROSODIA Y AFASIA MOTORA PRIMARIA

- **APROSODIA MOTORA.** Se produce por lesión de las áreas 44 y 45 del hemisferio cerebral no parlante (derecho en el 95% casos). El habla es normal, en cuanto a la articulación, pero las palabras y las frases carecen de la melodía global característica de una lengua determinada.
- **AFASIA MOTORA PRIMARIA.** Se debe a lesiones cerebrales producidas durante la vida fetal, en el momento del parto o tras nacer, en los primeros meses.

4.- EL SISTEMA NEUROBIOLÓGICO QUE NOS CAPACITA PARA LEER

Al tratarse este apartado de un tema que puede ser considerado más de ampliación y complemento que de fundamentación (con respecto a los mecanismos fisiológicos de la audición y del lenguaje), me limitaré a apuntar, de manera esquemática, los elementos que intervienen en el <<sistema lector>>, sin detenerme a describir cada uno de los elementos que actúan en este sistema neurobiológico que nos capacita para leer.

Así, en el <<sistema lector>> encontramos los siguientes elementos unidos en cadena:

- Un **RECEPTOR (la retina del globo ocular)** que *capta los estímulos nerviosos y los transforma en impulsos nerviosos bioeléctricos.*
- Un **CANAL DE INFORMACIÓN (Vía óptica)** que *recoge los impulsos generados en la retina y los lleva hasta la corteza cerebral.*
- **ÁREAS CORTICALES CEREBRALES** *donde los impulsos bioeléctricos son debidamente elaborados* (Está relacionado con los fenómenos psíquicos de sensopercepción visual y su correcta interpretación, es decir, con el fenómenos de la lectura).

Vemos, a grandes rasgos que, la estructuración general del sistema neurobiológico que nos capacita para leer es similar a la del sistema que nos permite entender la palabra hablada.

5.- LA LOCALIZACIÓN CEREBRAL DE LOS CENTROS DEL LENGUAJE

En este punto me limitaré a señalar, de manera sintética, la localización cerebral de los centros del lenguaje hablado y escrito y sus conexiones. Si bien no hemos entrado en la descripción específica de los centros corticales implicados en el lenguaje escrito, considero que en los apartados descritos hasta el momento, aparece bastante desarrollado todo lo concerniente a los centros corticales del habla y de la audición.

5.1.- LOS CENTROS DEL LENGUAJE HABLADO

- Por debajo de la Cisura de Silvio, extendiéndose hacia la cara externa del lóbulo temporal está *el centro que nos permite entender la palabra hablada*⁵ con sus dos subdivisiones:
 - El **ÁREA RECEPTORA AUDITIVA PRIMARIA (ARAP)**.
 - El **ÁREA RECEPTORA AUDITIVA SECUNDARIA (ARAS)** donde se encuentra el **CENTRO DE WERNICKE** (Área 22 de Brodmann).
- Por encima de la Cisura de Silvio, ocupando los lóbulos frontal y parietal están *los centros que nos capacitan para hablar correctamente*⁶:
 - El **CENTRO DE BROCA**.
 - EL **CENTRO DINAMIZADOR DE LA MUSCULATURA FONOARTICULATORIA**
 - EL **CENTRO DE LURIA**.

5.2.- LOS CENTROS DEL LENGUAJE ESCRITO O CENTROS DE LA LECTO-ESCRITURA⁷

- Situados en los lóbulos frontal y parietal están:
 - EL **CENTRO DE EXNER**.
 - EL **CENTRO DINAMIZADOS DE LA MUSCULATURA MANO-DIGITAL**.
 - EL **CENTRO DE COORDINACIÓN DE LA MUSCULATURA MANO-DIGITAL O CENTRO SUPERIOR DE LURIA**.
- En la zona de transición parieto-temporal-occipital está el importante **CENTRO DE DEJERINE**
- Finalmente, en el lóbulo occipital nos encontramos con:
 - **LAS ÁREAS DE INTEGRACIÓN VISUAL 18 y 19**.
 - **EL ÁREA VISUAL 39** (delante del área 19).

⁵ Cf. Página 6 de esta síntesis.

⁶ Cf. Páginas 7 y 8 de esta síntesis.

⁷ Cf. Páginas 3 y 4 de esta síntesis, si bien, por los motivos ya apuntados, el apartado correspondiente al sistema neurobiológico que nos capacita para leer no lo he desarrollado.

- Asimismo, no podemos olvidar que **el lóbulo prefrontal es EL CENTRO DE LOS PROGRAMAS VERBALES.**

*Llegados a este punto, conviene tener presente que las áreas cerebrales que nos capacitan para entender la palabra hablada, para hablar, para leer y para escribir participan, además, en otras funciones, esto es, **son áreas funcionalmente polivalentes.** Así, se comprende que los síntomas de deficiencia verbal producida por una lesión de estos centros se acompañen de síntomas de deficiencias no verbales que agravan las afasias, la alexia y la agrafia.*

5.3.- LAS CONEXIONES RECÍPROCAS ENTRE LOS CENTROS DEL LENGUAJE Y DE ELLOS CON EL RESTO DE LA CORTEZA CEREBRAL.

Las diversas partes (sensitivas y motoras) de los centros del lenguaje hablado y escrito se conectan entre sí por medio de haces cortos asociativos subcorticales. Pero, entre estos dos grandes sectores de la corteza cerebral hay, también, conexiones recíprocas. Asimismo, a parte de estas interconexiones, existen otras interconexiones no menos importantes con el resto del neocórtex⁸ cerebral y sobre todo, con el lóbulo prefrontal que, como hemos comentado, es el centro de los programas verbales.

5.4.- CONEXIONES DE LOS CENTROS VERBALES CON EL SISTEMA LÍMBICO

Otra conexión no menos importante es la que une la corteza cerebral con diversos componentes del **sistema límbico**, sistema cuyos procesos neurobiológicos se correlacionan con los afectos, los sentimientos, los estados anímicos y los impulsos biológicos (hambre, sed, sexo...). Así, *las relaciones recíprocas entre áreas verbales receptoras y el sistema límbico permiten comprender que la melodía y la semántica de las palabras (oídas o leídas) actúen sobre las emociones y sobre los impulsos de la persona y viceversa.*

Además, el sistema límbico interviene también en *la memoria a corto plazo y en la grabación definitiva de las vivencias cognitivas en el neocórtex* siendo ambas funciones necesarias para la realización de los actos del habla y del pensamiento interior.

6.- EL CONTROL NEUROMOTOR DEL LENGUAJE Y SUS TRASTORNOS

Como hemos visto⁹, la audición desempeña un papel esencial y primario de retroalimentación en el control del habla. Pero para comprender ese mecanismo de control, conviene tomar conciencia y conocer las distintas **clases de sensaciones controladas por el sistema nervioso:**

⁸ **Neocórtex**, "corteza nueva" o la "corteza más reciente" es la denominación que reciben las áreas más evolucionadas del córtex. Estas áreas constituyen la "capa" neuronal que recubre los lóbulos prefrontales y, en especial, los frontales de los mamíferos.

⁹ Cf. Página 1 de esta síntesis.

6.1.- LA SENSACIÓN CORPORAL¹⁰

Los **receptores sensoriales** se dividen en tres grandes categorías:

- Los **exteroceptores**, que intervienen en la visión, sonido, olfato y sensación cutánea (incluye el tacto, dolor superficial, temperatura, picazón y cosquilleo).
- Los **propioceptores**, éstos intervienen en la sensación somática profunda recibida de los receptores situados debajo de la piel, en los músculos, las articulaciones y en el oído interno. Se incluyen aquí los sentidos de: presión, movimiento, vibración, dolor agudo y equilibrio.
- Los **interoceptores**, que incluyen las sensaciones recibidas de las vísceras, el dolor visceral y la presión o distensión.

Con **respecto al habla**, es evidente que el mecanismo oromotor está muy dotado de **exteroceptores y propioceptores para el control de actividades neuromusculares destinadas al habla, pero ningún tipo particular de impulso sensorial es superior en el control de los músculos del habla. Es probable que los diversos puntos y modos de articulación exijan diversos tipos de articulación sensorial.**

6.2.- EL SISTEMA VISUAL

El sistema visual procesa y decodifica gran cantidad de información. En este sentido, hemos de decir que las vías visuales no actúan de forma separada; esto es, también aquí *hay interconexiones entre todos los niveles implicados, desde la retina a la corteza visual*. Además, conviene tener presente que, debido al fenómeno de entrecruzamiento de las fibras nasales, el córtex visual del hemisferio izquierdo recibe información del campo visual derecho, mientras el hemisferio derecho, procesa la información procedente del campo visual izquierdo. *Esta información es clave para comprender cómo se producen los déficits en los campos visuales tras una lesión cerebral.*

6.3.- EL SISTEMA NERVIOSO AUDITIVO CENTRAL

Gran parte de la función del habla y del lenguaje depende del sistema auditivo que, generalmente, se clasifica como un sentido especial y exteroceptivo. Así, para comprender los mecanismos del sistema nervioso que participan en la comunicación necesitamos conocer la *neurología de las vías auditivas centrales*. En este sentido, se distinguen **tres niveles de actuación¹¹**:

- **Nivel receptor.** *Las células ciliadas del órgano de Corti* situadas en la cóclea del oído interno actúan como los receptores neurales primarios en la audición.

¹⁰ La audición, la visión, el gusto, el olfato y el equilibrio se consideran **sentidos especiales** o **primarios**. El resto de los sentidos se engloban dentro de los **sentidos generales**.

¹¹ Cf. Páginas 5 y 6 de esta síntesis.

- **Nivel del par craneal.** El **VIII par** o **estatoacústico** es el para craneal que rige la función auditiva.
- **Nivel del tronco encefálico.** Aquí se encuentran los **núcleos cocleares** donde terminan parte de las fibras del VIII par. Estos núcleos contienen, a su vez, las neuronas secundarias del circuito auditivo encargadas de llevar la información hasta las áreas corticales auditivas.

6.4.- CONTROL NEUROMOTOR DEL LENGUAJE ORAL

El habla es una de las conductas más complejas desarrolladas por los seres humanos. La producción del habla necesita la acción de mecanismos superiores que se producen en cada *nivel de integración motora del sistema nervioso*. Se identifican **cinco niveles principales**: 1) *Corteza cerebral*, 2) *Núcleos subcorticales del cerebro*, 3) *Tronco encefálico*, 4) *Cerebelo* y 5) *Médula espinal*.

Desde el punto de vista clínico, **sistema de integración motora del cerebro relacionado con el habla** se subdivide en **tres subsistemas motores principales**:

- 1) **EL SISTEMA PIRAMIDAL**¹². Es la *vía de activación directa del lenguaje*. Se encarga de controlar los movimientos voluntarios de los músculos que participan en el habla. Los *tractos corticobulbares* (que comienzan en la corteza y terminan en los núcleos motores de los pares craneales) son las fibras más importantes del haz piramidal desde el punto de vista del logopeda
- 2) **EL SISTEMA EXTRAPIRAMIDAL**. Esta vía es muy compleja, se origina en diferentes centros encefálicos (ganglios basales, etc.) y termina en los núcleos motores del asta anterior. Se encarga de modular la movilidad voluntaria en interacción con la vía piramidal y se asocia con los movimientos estereotipados gruesos. Probablemente, *es de fundamental importancia para cambiar la expresión de la cara cuando hablamos, mientras el habla, en sí misma, sea básicamente el resultado de la acción piramidal*.

3) EL SISTEMA CEREBELOSO

El cerebelo es el tercer subcomponente principal del sistema motor que influye en el habla. Es un órgano situado detrás del bulbo y de la protuberancia o puente. Las conexiones que el cerebelo tiene con otras partes del sistema nervioso son fundamentales para el desarrollo de sus funciones. En este sentido, podemos decir que *el cerebelo al interactuar con los sistemas piramidal y extrapiramidal, facilita gran parte de la coordinación motora del habla*.

- **SIGNOS CLÍNICOS DE DISFUNCIÓN CEREBELOSA**

Las lesiones del sistema cerebeloso se traducen en una *falta de coordinación de los movimientos voluntarios* y, con frecuencia, en posturas adoptadas voluntariamente. *Los signos clínicos se presentan en la misma parte del cuerpo donde se produjo la lesión cerebelosa*, esto es, producen efectos ipsilaterales.

¹² Cf. Página 9 de esta síntesis todo lo relativo a la vía piramidal y extrapiramidal.

Son muchos los signos clínicos secundarios a una lesión cerebelosa: **Ataxia, descomposición del movimiento, disimetría, adiadococinesia, rebote, hipotonía, temblor, nistagmo, reflejos pendulares...** Nosotros nos centraremos en uno de ellos: la **DISARTRIA ATÁXICA** que como su mismo nombre indica, se caracteriza por un trastorno en la articulación del habla. Así, están alteradas la fuerza, la velocidad, la frecuencia y la dirección de los músculos implicados en la producción del habla. La articulación suele ser imprecisa. El control articulatorio presenta irregularidades y se altera la prosodia del habla. Sin embargo, conviene dejar claro que *no siempre se observa una disartria en los casos de enfermedad cerebelosa*, tan sólo cuando la lesión se sitúa en el hemisferio cerebeloso izquierdo, donde se localizan los mecanismos del habla del cerebelo.