

PROCESAMIENTO CEREBRAL DE LAS PALABRAS Y SU IMPACTO EN LOS PROCESOS DE CONOCIMIENTO.

Francisco Lopera*

SINTESIS

El lenguaje como función superior, resultado del proceso de evolución filogenética, ha sido abordado desde tiempo atrás por diferentes disciplinas como la filosofía y la psicología; sin embargo, actualmente gracias al avance de las neurociencias se ha permitido conocer las bases biológicas del lenguaje. El presente artículo tiene como objetivo presentar unas reflexiones sobre las relaciones entre el cerebro y el lenguaje desde el punto de vista de las neurociencias. Se revisan aspectos evolutivos y genéticos del lenguaje, se presentan evidencias de la dominancia del hemisferio cerebral izquierdo para su funcionamiento y neuroimágenes funcionales en el estudio del procesamiento cerebral de las palabras; igualmente, se muestra la diferencia entre voz, habla y lenguaje, además de la existencia de tres sistemas cerebrales funcionales para el procesamiento de las palabras y por último, se presenta el concepto de cascada significativa como el impacto clave que las palabras han producido sobre el acceso al conocimiento en el ser humano y el invento de la escritura como una forma de darle seguridad y estabilidad al sistema de representaciones del conocimiento a través de las palabras.

DESCRIPTORES: Lenguaje, Afasias, Significantes, Significados, Procesamiento cerebral.

ABSTRACT

Language as a superior function, result of the process of phylogenetic evolution, has been studied since long time ago by different disciplines such as philosophy and psychology. However, nowadays thanks to the advance of the neurosciences, the biological foundations of the language have been known.

The present article aims to introduce some reflections about the relations between the brain and the language, taking into account the field of neurosciences. Some evolutionary and genetic aspects of language are revised; evidences about the domain of the left brain hemisphere for its functioning and functional neuroimages in the study of the brain processing of the words are presented. The difference among the voice, the speaking skill and the language is also shown, apart of the existence of three functional brain systems for the processing of the words. Finally the concept of meaningful cascade as the key impact that the words have produced about the access to knowledge in the human being and the invention of writing as a way to give security and stability to the knowledge representation system through the words.

DESCRIPTORS: Language, aphasias, significant, meanings, brain processing.

RESUMEN

El lenguaje como función superior, resultado del proceso de evolución filogenética, ha sido abordado desde tiempo atrás por diferentes disciplinas como la filosofía y la psicología; sin embargo, actualmente gracias al avance de las neurociencias se ha permitido conocer las bases biológicas del lenguaje. El presente artículo tiene como objetivo presentar unas reflexiones sobre las rela-

ciones entre el cerebro y el lenguaje desde el punto de vista de las neurociencias. Se revisan aspectos evolutivos y genéticos del lenguaje, se presentan evidencias de la dominancia del hemisferio cerebral izquierdo para su funcionamiento y neuroimágenes funcionales en el estudio del procesamiento cerebral de las palabras; igualmente, se muestra la diferencia entre voz, habla y

* Médico Cirujano y Neurólogo Clínica, Neuropediatria con énfasis en Neuropsicología, Maestro titular del Servicio de Neurología clínica del Departamento de Medicina Interna de la Facultad de Medicina, Coordinador del Grupo de Neurociencias, flopera@epm.net.co.

Recepción del Artículo: 16 de febrero de 2007. Aceptación del artículo por el comité editorial: 22 de febrero de 2007

lenguaje, además de la existencia de tres sistemas cerebrales funcionales para el procesamiento de las palabras y por último, se presenta el concepto de cascada significativa como el impacto clave que las palabras han producido sobre el acceso al conocimiento en el ser humano y el invento de la escritura como una forma de darle seguridad y estabilidad al sistema de representaciones del conocimiento a través de las palabras.

INTRODUCCIÓN

Las palabras pueden funcionar como obstáculos o como facilitadores del acceso al conocimiento. Gran parte de lo que pensamos y sentimos sobre el mundo y sobre nosotros mismos lo expresamos con palabras.

Aunque existen muchas producciones humanas que no requieren las palabras como la pintura, la escultura y la música, gran parte del conocimiento científico y literario se expresa con palabras. Con justa razón Wittgenstein dijo “sólo hay un problema filosófico importante: el Lenguaje”.

Para cualquier filósofo la pregunta sobre el lenguaje es fundamental, al fin y al cabo, todo su razonamiento lo comunica con palabras. Pero la pregunta sobre el lenguaje no inquieta sólo al filósofo

Puesto que provengo de las neurociencias y no de la filosofía, voy a presentarles unas reflexiones sobre las relaciones entre el cerebro y el lenguaje desde el punto de vista de las neurociencias. Intento actualizar para los filósofos el estado del arte sobre el conocimiento de las relaciones entre cerebro y lenguaje y en especial de la forma como el cerebro procesa las palabras y la implicación que esta forma de procesarlas tiene en la construcción y elaboración del conocimiento. Revisaremos los siguientes aspectos en la presentación: el poder de las palabras o el lenguaje como un poder del *Homo Sapiens*, las pistas del innatismo y bases genéticas del lenguaje, evidencias de la dominancia del hemisferio cerebral izquierdo para el lenguaje, las neuroimágenes funcionales en el estudio del procesamiento cerebral de las palabras, las diferencias entre voz, habla y lenguaje, el lenguaje como una función de simbolización, la existencia de tres sistemas cerebrales funcionales para el procesamiento de las palabras: el sistema de los significantes, el de los significados y el de mediación lexical. Por último, se presenta el concepto de cascada significativa como el impacto clave que las palabras han producido sobre el acceso al conocimiento en el ser humano y el invento de la escritura como una forma de darle seguridad y estabili-

dad al sistema de representaciones del conocimiento a través de las palabras.

1. EL PODER DE LAS PALABRAS

El lenguaje apareció hace 100.000 años, aparentemente como una facultad universal de los humanos. Todos los niños sin distinción de clases y razas aprenden a hablar. Ninguna población humana carece de lenguaje. Existe también una cierta universalidad en las etapas de adquisición del lenguaje. Los niños dicen sus primeras palabras a los 12 meses, las combinan a los 18 y pueden sostener una conversación a los 3 años. Durante el primer año de vida, adquieren la conducta de balbuceo constituida por sonidos no diferenciados, producidos de forma no específica. A partir del primer año desarrollan el sistema fonológico. A partir de los dos años construyen el sistema sintáctico y continúan con el desarrollo de los niveles semántico y pragmático del lenguaje. Lo más sorprendente es que todo esto, incluyendo la gramática, lo aprenden sin instrucción, de manera espontánea, con sólo exponerse a otros hablantes. De nada serviría venir al mundo dotado con unas condiciones neurobiológicas aptas para desarrollar el lenguaje, si no se da la posibilidad de establecer contac-

to e interacción con hablantes normales. Pero esta maravillosa habilidad de hacer un aprendizaje sin mayor esfuerzo tiene un límite, un período crítico después del cual dicho aprendizaje se vuelve casi imposible. Quien no haya adquirido una lengua en los primeros 12 años de vida ya no lo logrará. La existencia de este período crítico tiene un impacto sobre el aprendizaje de una segunda lengua: los inmigrantes aprenden perfectamente y sin acento una nueva lengua sólo si lo hacen antes de los 6-8 años de edad. En todas las culturas, la aptitud del cerebro para aprender una segunda lengua disminuye luego de la pubertad.

Este período crítico, es un aliado de los niños que han perdido el lenguaje a causa de un daño cerebral en etapas tempranas de la vida. A diferencia de los adultos, pueden recuperarse casi completamente gracias al supuesto fenómeno de la equipotencialidad formulado por Lenneberg: ambos hemisferios serían equipotenciales, es decir, tendrían la misma aptitud para organizar y desarrollar los procesos lingüísticos entre el nacimiento y los dos años de edad. Sólo más tarde se definiría la dominancia cerebral para el lenguaje. Este concepto ha surgido de la observación del desarrollo del lenguaje en niños con

hemisferectomía izquierda.¹ Es indudable que las afasias del niño se recuperan siempre mejor que las del adulto, pero esto puede deberse más a una mayor plasticidad cerebral que a la equipotencialidad. Cuando a causa de una lesión cerebral izquierda, el niño construye los procesos lingüísticos en el hemisferio derecho, generalmente lo hace a costa de francas alteraciones en el desarrollo de los procesos visoperceptuales que normalmente son organizados en ese hemisferio, como si la naturaleza decidiera simplemente privilegiar el desarrollo de la función de mayor importancia adaptativa en estructuras no defectuosas. Parece ser que el hemisferio izquierdo está predeterminado de entrada para construir en él las funciones del lenguaje.

Estas observaciones, sumadas a los fracasos en el intento de enseñarles a hablar a los simios educándolos como si fuesen humanos, permitieron formular el lenguaje como una ventaja selectiva de la especie humana, que tiene una gramática universal y unos mecanismos físicos que involucran el aparato vocal y algunos centros cerebrales (1). El niño en su contacto con hablantes de una lengua, reduciría el espectro de po-

sibilidades de producir sonidos a los que usa la comunidad de hablantes a la que pertenece, lo cual, permitiría restringir considerablemente el número de normas gramaticales diferentes que habrá de adquirir. Estas normas constituyen lo que Chomsky denomina los universales del lenguaje y reflejarían un conjunto genéticamente predeterminado de circuitos neuronales que lo posibilitan. Esta formulación, generó interesantes investigaciones que han nutrido las discusiones sobre el innatismo y el constructivismo.

En las últimas décadas se ha podido demostrar que los simios no lograrán adquirir el poder de las palabras de una manera comparable a la del *Homo sapiens*. Un chimpancé hembra, fue educada como una hija por Hayes en 1951 con el fin de observar el impacto de la educación y el medio cultural sobre el aprendizaje del lenguaje, pero el animal sólo aprendió a decir 4 palabras: “mama, papa, cup, up”. Concluyó que el aparato vocal del chimpancé no puede producir muchos de los sonidos del lenguaje humano ni emitir sucesiones de sonidos. Para eludir ese obstáculo, Gardner y Gardner entrenaron otra chimpancé llamada Washoe

1 Esta cirugía se realiza cuando el hemisferio cerebral tiene severas anomalías estructurales causando un síndrome epiléptico severo que afecta el desarrollo normal del niño. Aparentemente esta resección, cuando afecta al “hemisferio lingüístico”, si se realiza antes de los dos años de edad, tiene poco impacto sobre el desarrollo del lenguaje, y el niño parece organizar los procesos lingüísticos en el derecho. Sin embargo, analizando más detalladamente su lenguaje, se puede demostrar que un hemisferectomizado derecho siempre habla mejor que un hemisferectomizado izquierdo, lo que sigue sugiriendo que el hemisferio destinado a convertirse en sede del lenguaje es naturalmente el izquierdo.

para utilizar los signos gestuales del lenguaje de los sordos. En 4 años, Washoe aprendió un vocabulario de 160 “palabras-gesto” diferentes, pero en ningún caso pudo aprender las normas gramaticales o la sintaxis. Igualmente, Herb Terrace (1980) educó un chimpancé con el lenguaje americano de signos ASL (*American Sign Language*) y logró que aprendiera a producir largas expresiones como: “Hurry Gimme”, “Gimme Huppy potato”, “Gimme Hurry potato”

Pero el orden de las palabras era al azar y no usaba una gramática. Finalmente, Premack pudo demostrar que un mono hembra llamado Sarah podía utilizar una determinada capacidad de representación simbólica. Desde entonces, se sabe que si se les brinda a los chimpancés el medio para comunicarse simbólicamente, demuestran algunos talentos sorprendentes. Los chimpancés pueden ser entrenados para que usen signos o gestos que representen palabras y se ha demostrado que son capaces de desarrollar un pensamiento simbólico considerable aunque nunca comparable al del hombre. Esta habilidad podría ser un antecedente o un embrión de la facultad del lenguaje humano. Según Geschwind, (2) el aprendizaje en el simio consiste en formar asociaciones entre estímulos límbicos y no-

límbicos, mientras que la ventaja del humano, radicaría en la posibilidad de aprender realizando asociaciones intramodales. Los simios aprenden muy fácil asociaciones entre representaciones acústicas y representaciones límbicas (señales con placer o displacer), pero no entre dos representaciones acústicas. No tienen mucha facilidad para realizar asociaciones dentro de la misma modalidad sensorial. En general en los animales no parece existir un buen aprendizaje intramodal. Las asociaciones entre estímulos de la misma modalidad sensorial, como la asociación entre palabras, que es un aprendizaje intramodal, le ha dado gran ventaja evolutiva al ser humano para acceder al conocimiento del mundo.

Hoy en día se hablan cientos de lenguas en el mundo y según la escuela de Chomsky, hay una estructura profunda de la gramática que es común a todas ellas y que tiene características innatas. Ya han comenzado a surgir las pruebas de los determinantes genéticos del lenguaje. Darwin en 1871, había hecho la observación de que el hombre tiene una tendencia instintiva a hablar; Lenneberg señaló que muy pocos niños fracasan en adquirir el talento del lenguaje y que cuando esto sucede, en algunos casos ocurre en familias. Este es el llamado “trastorno específico del desarrollo del len-

guaje” o “disfasia del desarrollo” y no se debe a retardo mental, autismo, ni sordera. Se sabe que estos trastornos específicos son más concordantes en gemelos idénticos que entre hermanos, lo que sugiere un componente hereditario.

Hoy en día, ya se han comenzado a identificar genes relacionados con el lenguaje. La familia KE ha sido estudiada en Inglaterra desde 1990 porque el 50% de sus miembros padecen un trastorno específico del desarrollo del lenguaje. En 1998 encontraron en dicha familia, ligamiento a un fragmento en el cromosoma 7 que llamaron SPCH1. Estudiando a una persona no relacionada con la familia que tenía un trastorno muy similar del lenguaje y una translocación cromosómica que afectaba al segmento SPCH1 en el cromosoma 7, se logró identificar el gen FOXP2 en dicho segmento (3). Una guanina ha sido reemplazada por adenina en todos los afectados, pero en ninguno de los sanos de la familia ni en 360 cromosomas de la población general². Este cambio de un aminoácido produce la sustitución de una histidina por arginina en un dominio del gen que codifica la proteína FOXP2. Dado que para efectos de

asegurar la descendencia, la naturaleza nos ha dotado de un duplicado de casi toda la información genética, todos disponemos de dos copias del gen FOXP2. La mutación en uno de los alelos inactiva la proteína e impide el adecuado desarrollo del lenguaje, lo que sugiere que la naturaleza exige dos copias funcionales del gen FOXP2 para desarrollar normalmente la habilidad del lenguaje. Tanto en el caso de la translocación como en la familia, sólo hay un alelo afectado, lo que confirma un trastorno autosómico dominante que afecta a la mitad de la descendencia. Posiblemente este gen tenga que ver con la determinación del desarrollo de los circuitos cerebrales que conforman el aparato del lenguaje, ya que es un gen muy comprometido en funciones de neurodesarrollo. Este descubrimiento fue reportado por la prensa como “el gen de la gramática”, y aunque es el primer gen relacionado con problemas hereditarios del lenguaje, aún está pendiente comprender su verdadero papel en el neurodesarrollo y en la organización cerebral de las funciones lingüísticas³. De todas formas, con estos descubrimientos se abre paso al campo de la genética molecular de la cognición. No sería descabe-

2 No deja de ser interesante la analogía en el sentido de que el cambio de una sola letra en el código genético (G x A) produzca un efecto tan radical, como el que produce el simple cambio de un sonido en una palabra. Si por error cambiamos la “e” por la “i” en la palabra “mesa” transformamos radicalmente su significado.
 3 Los afectados de la familia KE tienen atrofia bilateral de los núcleos caudados, estructuras cerebrales que tienen mucho que ver en el control motor y quizás por eso tienen mucha dificultad para imitar movimientos orales y faciales.

llado pensar que exista un gen que tenga que ver con el desarrollo de los sonidos vocálicos, mientras que otro tenga mayor importancia en el desarrollo de los sonidos consonánticos. De hecho, existen niños que tienen trastornos selectivos en la adquisición de ciertos sonidos vocálicos, como la /e/ por ejemplo, o raros casos clínicos de sujetos que pierden sólo las vocales pero no las consonantes lo que sugiere que el cerebro dispone de circuitos y regiones diferentes para procesar las vocales y las consonantes. En uno de nuestros pacientes afásicos, luego de un trauma de cráneo, cuando ya se había recuperado de la mayoría de los síntomas afásicos persistía un síntoma muy particular: había olvidado sólo las representaciones grafémicas de todas las vocales. Al escribir dejaba siempre un guión en el lugar que le correspondía a una vocal. Sin embargo, en el lenguaje oral podía hacer uso de sus representaciones acústicas.

En los próximos años, posiblemente conoceremos varios genes relacionados con las funciones lingüísticas y se comenzarán a descifrar los secretos de cómo los genes determinan el desarrollo de circuitos neuronales que sustentan la cognición. Mientras tanto, los neurocientíficos, los neurolingüistas y los cognitivistas nos siguen brin-

dando nuevos conocimientos de la manera como el cerebro procesa las palabras y las representaciones simbólicas o semánticas.

2. EVIDENCIAS DEL PREDOMINIO DE LA LOCALIZACIÓN CEREBRAL DEL LENGUAJE EN EL HEMISFERIO IZQUIERDO

Después de muchas discusiones entre localizacionistas y holistas ya no se discute hoy en día que hay un hemisferio cerebral que podemos llamar el hemisferio lingüístico porque tiene una participación dominante en algunos aspectos fundamentales del lenguaje. La voz y el habla son procesos que dependen de la integridad del aparato fonador y articulador y de la integridad de ambos hemisferios cerebrales, mientras que el lenguaje depende fundamentalmente del hemisferio izquierdo. La prueba de Wada, los estudios de asimetrías de las regiones perisilvianas, las afasias y los estudios de neuroimágenes funcionales son algunas de las evidencias de la dominancia del hemisferio izquierdo para el lenguaje.

2.1 PRUEBA DE WADA

Se trata de una prueba ideada en el Instituto Neurológico de Montreal (4) que generalmente se utiliza para confirmar la dominancia de uno u

otro hemisferio cerebral para el lenguaje, antes de la realización de cirugías del sistema nervioso central (SNC). El procedimiento consiste en inyectar amital sódico, un anestésico de corta duración en una arteria carótida. Si la inyección se aplica en la izquierda, se produce una anestesia transitoria del hemisferio cerebral izquierdo. En el caso de que éste sea dominante para el lenguaje, se producirá una afasia transitoria por el período que dure el efecto del amital sódico. Si no se presenta la afasia se deduce que el control del lenguaje depende del hemisferio derecho. El conocimiento de la dominancia hemisférica para el lenguaje le sirve al neurocirujano para tomar decisiones sobre el grado de extensión y la localización de la resección quirúrgica.

2.2 ASIMETRÍAS MORFOLÓGICAS ASOCIADAS AL LENGUAJE

Aunque durante muchos años se pensó que no existían diferencias anatómicas fundamentales entre ambos hemisferios cerebrales, la asimetría funcional para el lenguaje animó a muchos investigadores a buscar asimetrías morfológicas y las encontraron en las regiones cerebrales perisilvianas (alrededor de la cisura de Silvio) que tienen gran importancia en el procesamiento cerebral de los sonidos. Se realizó un

estudio de 100 cerebros normales, con el fin de revisar si había diferencias anatómicas entre las regiones perisilvianas de ambos hemisferios, con la hipótesis de que la región izquierda, que hace parte del aparato del lenguaje, debería tener mayor tamaño o diferenciación morfológica con respecto a su área homóloga en el hemisferio derecho (5). Fueron disecados de manera que se pudiera abrir la cisura de Silvio. Encontraron efectivamente las diferencias en la superficie de un área triangular situada por detrás del área auditiva primaria conocida como “plano temporal”. En el 67% de los cerebros, el plano temporal izquierdo estaba más desarrollado que el derecho, mientras que en los demás la estructura era simétrica o ligeramente mayor al lado derecho. Hoy se sabe que existen otras asimetrías casi todas las cuales están presentes sólo en el 70% de la población aunque en el 97% hay un predominio del hemisferio izquierdo (HI) para el lenguaje. La población con ausencia de asimetría en el plano temporal tiene una mayor prevalencia de problemas disléxicos. Galaburda también encontró que un área de la corteza de asociación auditiva que se proyecta sobre el plano temporal, la región TPT, es 7 veces mayor al lado izquierdo que al derecho (6)(7). Estas asimetrías cerebrales se pueden ver desde las 29

semanas de gestación poco después del término del período de la migración neuronal, desde el momento en que los surcos se diferencian bien en la corteza cerebral del feto. Esto descarta que la asimetría sea producto del uso de la mano derecha o de origen ambiental o de la utilización asimétrica de los circuitos cerebrales.

2.3 LAS AFASIAS

Prácticamente podemos afirmar que sólo los lesionados del hemisferio izquierdo con daño en la región perisilviana sufren afasia o desintegración del lenguaje. Las lesiones de la región perisilviana derecha no producen afasia, pero pueden afectar los aspectos suprasedgmentales del lenguaje como la prosodia, la entonación, la capacidad de extraer el doble sentido de una expresión o el componente emocional de una formulación verbal. Por supuesto, existen casos excepcionales de sujetos afásicos con lesiones cerebrales derechas. Generalmente esto sucede en ambidextros o zurdos con una organización cerebral un tanto atípica.

Bouillaud en 1825, fue el primero en localizar el lenguaje en la región anterior del cerebro, pero Broca en 1861 reportó los hallazgos anatomopatológicos del cerebro de un paciente que había perdido la facultad de la expresión oral o del

lenguaje articulado hasta el punto de conservar al final una sola palabra “tan” con la cual simbolizaba y representaba durante los últimos años de su vida todo lo que quería decir. “Tan” tenía una lesión en el lóbulo frontal izquierdo y Broca lo presentó ante la Sociedad Antropológica de París en 1861 como una evidencia de la localización del centro cerebral de las imágenes articuladas de las palabras. Posteriormente, se ha denominado “afasia de Broca” a la alteración del lenguaje producida por una lesión en el área cerebral que lleva su nombre y que se caracteriza fundamentalmente por una pérdida de la sintaxis y dificultades en la realización articular de las palabras. En 1874 Wernicke, un neurólogo y psiquiatra alemán, describió lo que llamó “el centro de las imágenes acústicas de las palabras” en una paciente que había perdido las palabras pero no la sintaxis. Ella tenía una lesión en la región temporal izquierda. Wernicke postuló que este centro debería tener una conexión con el área de Broca en el lóbulo frontal izquierdo (hoy dicha conexión se conoce como fascículo arqueado) y predijo que debería existir una forma de afasia caracterizada por alteración selectiva de la repetición debido a una lesión que produjera la desconexión de ambos centros. Luego Lichtheim proporcionó una concepción esquemática

clásica apoyando a Wernicke en la que diferenciaba tres centros clave: centro de las imágenes motoras de las palabras, centro de las imágenes acústicas de las palabras y centro de los conceptos (o de los significados). Estos tres centros fueron localizados en el hemisferio izquierdo (HI), razón por la cual a éste se lo llama el hemisferio dominante para el lenguaje o hemisferio lingüístico. Sin embargo, Gazzaniga ha demostrado que el hemisferio derecho (HD) aislado es capaz de comprender palabras escritas. El modo como el HD trata las palabras es diferente a como lo hace el HI. No hace la transcodificación grafema-fonema, sino que hace una lectura global (holística) cometiendo muchos errores semánticos. En caso de lesión grave del HI, el HD puede leer cometiendo muchas paralexias semánticas. El hemisferio derecho está relacionado con el procesamiento semántico de las palabras pero no con el procesamiento fonológico y sintáctico del lenguaje que es una función lateralizada y especializada del HI.

La interacción entre el lingüista Jacobson y el neurólogo Luria permitió, utilizando el método anatomoclínico, encontrar una correlación entre dos procesos lingüísticos fundamentales y dos regiones cerebrales diferentes en el

hemisferio izquierdo. Hablar, para Jacobson, consiste en la realización de dos procesos básicos: uno de selección y otro de combinación de palabras (sintaxis). El primero depende de la corteza posterior y el segundo de la corteza anterior del HI. La clínica ha constatado que las lesiones anteriores producen un trastorno de la combinación (el paciente pierde la sintaxis pero no las palabras), mientras que las lesiones posteriores producen un trastorno de la selección (pérdida de las palabras pero no de la sintaxis) y los estudios de neuroimágenes funcionales en sujetos sanos han demostrado que la realización de tareas de búsqueda de palabras (nombres propios, adjetivos y sustantivos) activa principalmente regiones posteriores de la corteza cerebral del HI, mientras que la búsqueda de palabras conexas y verbos y la realización de procesos sintácticos produce una mayor activación de las regiones anteriores en el mismo hemisferio.

2.4 ESTUDIOS FUNCIONALES

2.4.1 Neuroimágenes

La aparición de la tecnología de las neuroimágenes abrió nuevos métodos para explorar la relación cerebro-lenguaje. Desde el punto de vista de las neuroimágenes escuchar palabras produce una activación de

la corteza auditiva primaria y de la corteza perisilviana que la rodea. Este mismo patrón de activación se produce con ruidos, tonos, palabras invertidas, interjecciones, logotomas y sonidos no lingüísticos complejos. Pero las palabras abstractas producen una activación simultánea asimétrica de la región temporal posterior que es mayor en el lado izquierdo. Se ha evidenciado que existe una región del lóbulo temporal izquierdo que reacciona de modo diferente a las palabras según que sean abstractas (sin mucho referente a representaciones sensoriales) o concretas. La corteza auditiva asociativa reacciona ante las palabras abstractas con una mayor actividad que ante las palabras concretas (8;9).

Trabajos realizados con TEP (tomografía de emisión de positrones) en los cuales se les pide a los sujetos evocar un verbo que corresponda a la imagen de un objeto, se activa la región frontal izquierda. Una lesión en esa región no sólo altera el acceso a verbos y conectores sino también la estructura gramatical de las frases (verbos, conectores y sintaxis). Hay suficientes indicios que nos permiten sospechar que de atrás hacia adelante en el hemisferio izquierdo se localizarían las estructuras mediadoras de los siguientes tipos de representa-

ciones lexicales: colores, nombres comunes, nombres propios, verbos y palabras conectoras para una adecuada sintaxis. No deja de impresionar al clínico el hecho de que las lesiones selectivas del polo temporal izquierdo produzcan una severa pérdida de los nombres propios de personas sin afectar otro tipo de palabras, hasta el punto de que hoy en día este síndrome se conoce en la literatura científica como propanomia (anomia para los nombres propios).

Los estudios funcionales no invasivos con tomografía de emisión de positrones (TEP), tomografía de fotón único (SPECT), resonancia nuclear magnética funcional (RNMF), y los estudios electrofisiológicos con potenciales relacionados con evento (PRE) y mapeo cerebral, han demostrado hipofunción de las estructuras del hemisferio izquierdo en trastornos del lenguaje e hiperfunción de las mismas áreas en estudios con activación funcional en sujetos normales. Con el advenimiento de estas tecnologías se ha podido avanzar mucho en conocer el procesamiento cerebral de las palabras. La TEP muestra el área activa durante la realización de una función por aumento del flujo sanguíneo cerebral. Con este método se han confirmado activaciones de

distintas regiones cerebrales en diferentes tareas con palabras en sujetos sanos, como por ejemplo: observando palabras (leyendo mentalmente, se activan las regiones posteriores), oyendo palabras (se activa la región temporal), generando palabras (verbos) (se activa la región anterior o frontal), o repitiendo palabras (hablando, se activa la región perisilviana) (10). Cada tarea activa regiones específicas de la corteza cerebral. Evidencias similares han corroborado la dominancia cerebral izquierda para el lenguaje utilizando las otras técnicas como la SPECT, la RNMF y los PRE.

2.4.2 Estudios Neurofisiológicos

Los potenciales relacionados con eventos (PRE) son cambios de voltaje que se registran en el cuero cabelludo, sincronizados con un evento observable (sensorial, motor o cognitivo) y constituyen un método no invasivo que permite seguir los procesos cerebrales en tiempo real. De esta manera se puede estudiar cómo reacciona el cerebro frente a palabras congruentes o incongruentes en un texto. El componente N400 de los PRE, se ha relacionado principalmente con el procesamiento semántico del lenguaje en asociación con incongruencias semánticas en oraciones presentadas en forma visual. En 1980 se

demonstró la existencia de un componente endógeno originado por la incongruencia de una palabra con el contexto precedente durante la lectura. En el experimento se presentaba una lista de oraciones, en las cuales las palabras aparecían secuencialmente, y se recogía el PRE sincronizado con la última palabra de la oración. Cuando ésta era incongruente con el contexto precedente, por ejemplo en la frase: Yo tomo café con 'gato', aparecía un componente negativo cerca de los 400 milisegundos, que los autores denominaron N400 (11) (12). El N400 es el marcador de que el cerebro ha reconocido una incongruencia semántica ya que dicho componente no aparece si no existe incongruencia.

3. VOZ, HABLA Y LENGUAJE

Diferenciar los procesos de "Voz, habla y lenguaje" es un buen punto de partida para comprender las relaciones cerebro-lenguaje y la forma como el cerebro procesa las palabras y su impacto en los procesos de conocimiento. La voz: se produce como efecto del paso de la columna de aire que es expulsada de los pulmones y debe vencer mayores o menores grados de cierre o apertura de las cuerdas vocales en la laringe. Esta modulación de la columna de aire por la laringe pro-

duce la voz de diferentes tonalidades. La modificación adicional de la voz por las estructuras del aparato articulatorio: faringe, paladar, lengua, labios, dientes, da lugar al habla, que es la voz articulada. Hasta aquí voz y habla son procesos puramente motores que utilizan las mismas vías y los mismos centros cerebrales que los demás procesos motores. Pero el lenguaje hace parte de la función simbólica que sobrepasa las estructuras motoras. Puede perderse la voz en el caso de una afonía o el habla en el caso de una anartria y conservarse intacto el lenguaje. El afónico o el anártrico de todas formas pueden comunicarse gestualmente o por escrito, lo que prueba que conservan el código lingüístico. En la anartria pura lo que se ha perdido es el control motor sobre los movimientos de los labios, la lengua, el paladar y todo el aparato fonoarticulador y en la sordera verbal pura el paciente no comprende las palabras por vía auditiva pero puede comprender el material escrito. La sordera pura a las palabras y la anartria son dos trastornos, sensitivo y motor respectivamente, que no afectan las funciones del lenguaje en sí mismo sino la forma de comunicación. Por otro lado, se puede afectar el lenguaje y no la voz ni el habla como sucede en algunas afasias. El lenguaje trasciende las estructuras motoras y sensitivas esenciales para

el habla y la audición y está relacionado con un sistema de símbolos hablados, oídos, escritos, leídos, vistos o gesticulados. El lenguaje es el sistema de simbolización por excelencia dado que las palabras representan las cosas, las acciones, los atributos o cualidades de las cosas, las relaciones entre las cosas, los sentimientos, etc. Este proceso de simbolizar a través de las palabras produce un enorme ahorro del gasto de las funciones sensoriales en el proceso de conocimiento del mundo. Las palabras nos permiten liberarnos del atrapamiento de las sensaciones y de los órganos de los sentidos en el proceso del conocer y del saber.

La simbolización no es una propiedad exclusiva de las palabras, los gestos también pueden adquirir grados de simbolización. El lenguaje de los sordomudos es un ejemplo de ello, además de una evidencia de que el lenguaje trasciende a la voz y al habla. Ursula Bellugi (13) ha hecho estudios del lenguaje por señas en niños sordos desde el nacimiento. El lenguaje por señas Americano "ASL" (*American Sign Language*) tiene todos los componentes del lenguaje hablado. Se pueden presentar afasias en sordomudos, al perder el lenguaje de señas por una lesión cerebral en el aparato del lenguaje. Los sordomudos lesionados izquierdos tienen alteraciones de la compren-

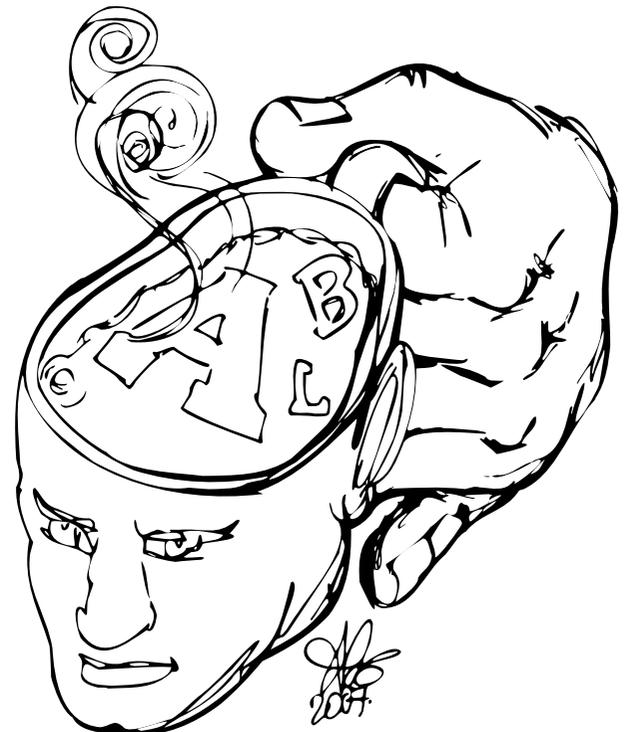
sión y expresión de los símbolos gestuales y los lesionados derechos no hacen afasias para las señas. Esto indica que el hemisferio izquierdo está además especializado en representaciones simbólicas y no sólo en representación de sonidos y palabras.

3.1 REPRESENTACIONES LEXICALES: FONEMAS Y PALABRAS

La materia prima de todas las palabras para un hispanoparlante es bastante simple: sólo 27 grafemas y un poco menos de sonidos o fonemas que podemos reconocer y producir. Cada uno de ellos tiene unas características físicas o sonoras que lo hacen único y diferente a los demás y que le permiten ser reconocido por todos los hablantes. Cada uno de ellos se produce gracias a un patrón de movimiento único del aparato fonoarticulador, el cual da lugar a la forma articulada del fonema (articulema). El articulema es la versión motora del fonema y éste es la versión acústica del articulema. La sintaxis o manera de combinar todos estos fonemas o articulemas nos permite reconocer y producir las aproximadamente 50.000 palabras diferentes que maneja un adulto normal.

Una combinación de dos fonemas introduce la función sintáctica con diferentes posibilidades de signifi-

cación según el orden de la combinación. Tomemos los fonemas /p/ y /a/. Cada uno de ellos tiene su espectro sonoro y su espectro motor y los podemos reconocer y producir independientemente. Si hacemos uso de la función sintáctica podemos combinarlos como /pa/ o como /ap/. En el primer caso esta sílaba podría tener ya de por sí un significado, podría ser la forma abreviada de la palabra papá, pero también podría ser simplemente la primera sílaba de muchas otras palabras que empiezan por /pa/ como papá, papa, país, pan, etc. La segunda combinación corresponde a la primera sílaba de otras palabras como: aparecer, aparicio, aparente, apto, aptitud etc.



Los lingüistas han llamado *significante* al conjunto de representaciones físicas de las palabras. Una palabra está conformada por una o varias representaciones silábicas y éstas a su vez están conformadas por un conjunto de representaciones fonológicas que son conjuntos de representaciones sonoras con diferentes rasgos distintivos. La representación lexical incluye todas estas formas físicas de la palabra sin el significado. Las representaciones lexicales hacen parte del sistema de las formas de las palabras las cuales pueden ser acústicas (sonoras) si son escuchadas o grafémicas (visuales u ortográficas) si son leídas.

Leamos esta palabra: “Mananda”. Probablemente todos diremos que no la conocemos, que es la primera vez que la vemos, que ésta no es una palabra, que no tiene sentido, que no significa nada. Es una pseudopalabra. Es probable que, por sorpresa, para alguien signifique algo aunque no se pueda generalizar ese significado para todos los hablantes. De hecho, ésta fue la única palabra que le quedó a uno de nuestros afásicos que había perdido todo el lenguaje luego de un trauma de cráneo. Al despertarse del trauma sólo podía decir esta palabra y con ella se refería a todas las cosas del mundo, así llamaba a todas las personas,

así pedía lo que necesitaba, eso era lo único que lograba producir cuando hacía el intento de repetir cualquier otra palabra sugerida por el examinador. Cuando se le pedía que contara de 1 a 9 decía nueve veces “mananda” y sonreía convencido de que había pronunciado con éxito la serie numérica. Con excepción de este afásico, para quien “mananda” es una especie de comodín que representa todo, para la mayoría de la gente esta palabra no significa nada y la prueba está en que no la encontraremos en el diccionario. No hay, por lo tanto, un concepto universal sobre su significado. Nuestro afásico le asignó un significado arbitrario: le adjudicó todos los significados. Esta fue una solución adaptativa para un afásico que perdió todas las palabras y supo aprovechar la única que le quedaba para convertirla en el equivalente general o el *significante* de todos los conceptos. Pero esta adaptación no tiene mayor validez que en el contexto de su afasia. No logrará ser una norma generalizable a todos los hablantes. Este afásico nos enseña que un *significante* no necesariamente está ligado a un solo significado. Un *significante* puede representar uno, varios o todos los significados.

Pero si nos olvidamos del significado y analizamos la palabra en sí, en su pura forma, veremos que tiene 3

sílabas ma/nan/da. Con toda seguridad todos estaremos de acuerdo en descomponer silábicamente esta palabra en 3 y también será fácil descubrir que todos estamos de acuerdo en que estas 3 sílabas tienen 7 fonemas distribuidos en grupos de 2-3-2. Incluso podríamos deletrearlos, pronunciarlos, repetirlos uno por uno o sílaba por sílaba y también pronunciar, leer, escribir, o repetir la palabra “mananda” como representación acústica completa y lexical de estos siete fonemas. Podemos fácilmente llegar a la conclusión de que universalmente todos aquí disponemos de las representaciones acústicas y articulatorias de estos 7 sonidos, de estas 3 sílabas y de esta palabra. También será fácil demostrar que todos carecemos de un significado para ella. Escuchemos ahora una palabra concreta: “Limón”: esta palabra evocará en todos nosotros múltiples representaciones sensoriales; puede evocar representaciones olfativas, gustativas, táctiles, de la forma, del peso, del color. Es una palabra que evoca muchas representaciones ligadas a los órganos de los sentidos. Todas estas representaciones, más las elaboraciones que cada uno de nosotros haya hecho a lo largo de la vida acerca de su experiencia personal con esta fruta, constituyen el conocimiento semántico que tenemos de ella. Con estos ejemplos quiero de-

mostrarles que los significantes pueden tener existencia independiente de sus significados y así sucede en el cerebro: existen el sistema de representaciones de los significados y el sistema de representación de los significantes como dos sistemas independientes aunque relacionados entre sí. Incluso podemos reconocer una localización relativa de esos sistemas. Los significantes o formas físicas de las palabras están íntimamente ligados a las estructuras cerebrales perisilvianas del hemisferio izquierdo (aparato del lenguaje), región cerebral especializada para los análisis de los sonidos fonemáticos, mientras que el sistema de los significados está más difusamente representado en las estructuras extraperisilvianas de ambos hemisferios. La evidencia de que existen estos dos sistemas la encontramos en tres situaciones especiales: 1) en el síndrome de aislamiento del aparato del lenguaje que deja intacta la capacidad de repetir palabras y frases aunque sin comprender sus significados; 2) en los casos de síndrome de desconexión del cuerpo calloso que nos permiten comprobar la existencia independiente de ambos sistemas al perderse el acceso a las representaciones lexicales para el hemisferio derecho y 3) en las disociaciones que se observan en algunos pacientes con lesiones cerebrales que demuestran que se pue-

den perder los significados conservando los significantes como sucede en la enfermedad de Alzheimer, o que pueden perderse los significantes aunque se conserven los significados como sucede en la afasia anómica.

3.1.1 Síndrome de Aislamiento del Área del Lenguaje

El aparato del lenguaje es fundamental para los procesos de repetición. Repetir sonidos, sílabas, palabras o frases es una tarea que requiere 3 pasos: 1) una adecuada audición y percepción acústica que depende de la integridad de las vías auditivas y de la región posterior del aparato del lenguaje (área de Wernicke), para poder reconocer y discriminar los diferentes sonidos fonemáticos; 2) la integridad de la región anterior del aparato del lenguaje (área de Broca), para seleccionar y programar los planes de activación de movimientos musculares de las diferentes estructuras del aparato fonoarticulador para la realización de los articulemas; 3) una adecuada comunicación entre el área de Wernicke y el área de Broca, por medio del fascículo arqueado, para que las imágenes acústicas de las palabras (fonemas) puedan ser transcodificadas en esquemas motores que den lugar a la activación de las diferentes estructuras del aparato fonoarticulador para la produc-

ción de sus correspondientes articulemas. Todas las perturbaciones del lenguaje o afasias que afectan el aparato del lenguaje dan lugar a trastornos de la repetición (afasias de Broca, de Wernicke, de conducción y global), mientras que aquellas que no afectan dicho aparato dejan intacta la repetición (afasias transcortical motora, transcortical sensitiva, transcortical mixta y anómica). Conservar la repetición es una evidencia de la integridad del aparato del lenguaje independientemente de que estén alteradas todas las demás funciones lingüísticas. La función de repetición puede llevarse a cabo sin necesidad de acceder a los conceptos. La repetición es un buen ejemplo de una tarea que juega con las formas de las palabras y que puede ser independiente del sentido o de los significados. Algunos casos de intoxicación por monóxido de carbono han producido modelos humanos de aislamiento del aparato del lenguaje que podrían ser descritos como el síndrome del hombre "loro" porque la única función lingüística que se conserva intacta es la repetición. Se conservan intactas las representaciones acústicas y motoras de las palabras y la posibilidad de transcodificar la forma fonológica en la articulada gracias a que los centros que las procesan y el fascículo que las une permanecen intactos.

3.1.2 Sistema de Acceso a las Representaciones Lexicales: Estudios en Sujetos Comisurotomizados

Los estudios en sujetos con desconexión del cuerpo calloso, la estructura que une ambos hemisferios cerebrales, han despejado muchas dudas con respecto a la lateralización del lenguaje aportando enormes conocimientos sobre su organización y la de otros procesos cognitivos. Tales estudios han evidenciado la existencia independiente de las representaciones semánticas y fonológicas así como la de un sistema que las comunica entre sí, que Damasio ha llamado “sistema de acceso o de mediación lexical”. La Anomia táctil unilateral izquierda es uno de los síntomas más impactantes del sujeto comisurotomizado. El paciente no puede denominar objetos puestos en su mano izquierda, mientras tiene los ojos vendados, pero sí lo puede hacer con los que tiene en su mano derecha. El percepto táctil del objeto palpado con la mano derecha, es construido en el hemisferio contralateral izquierdo donde existe acceso a las representaciones verbales de las palabras y, por lo tanto, se puede realizar la denominación sin dificultad. Pero la palpación de los objetos con la mano izquierda, sin la intervención de la derecha y de la visión, es un total fracaso para

lograr denominarlos porque el hemisferio derecho no sabe qué hacer con el percepto táctil al no poder acceder a las representaciones verbales en el hemisferio izquierdo debido a la desconexión callosa. El cuerpo calloso hace entonces parte del sistema de acceso a las representaciones lexicales. Es la estructura fundamental para que el hemisferio derecho pueda tener siempre acceso a representaciones lexicales. Sin este sistema el hemisferio derecho funcionará como una estructura cerebral que puede tener acceso a significados o a representaciones semánticas pero no podrá ligar éstas a representaciones lexicales y por lo tanto cualquier conocimiento semántico tendrá que expresarlo por un método no verbal ya que no tiene acceso a las formas lexicales de las palabras que hacen de equivalentes del concepto o representación semántica.

La hemiagrafia izquierda en comisurotomizados, o imposibilidad de escribir con la mano izquierda, la cual es controlada por el hemisferio derecho, es otra prueba de la dominancia cerebral izquierda para el lenguaje y de la incapacidad del hemisferio derecho para tener acceso a representaciones ortográficas de las palabras cuando hay desconexión interhemisférica. Dada la desconexión callosa, el hemisferio dere-

cho no puede “consultar” con el izquierdo el plan de acción motora de la escritura que debe asumir la mano izquierda y, por lo tanto, ésta se comporta como una mano completamente analfabeta; la mano derecha, por el contrario, cuyos programas motores son controlados por el hemisferio izquierdo no tiene dificultad en desplegar todo el plan de movimientos necesario para la construcción de los grafemas que conforman una palabra ya que tiene acceso a dichas representaciones léxico-ortográficas en el hemisferio lingüístico. Igual sucede en el fenómeno de la apraxia izquierda por orden verbal. Ante la orden verbal de realizar una acción gestual con la mano izquierda, el hemisferio derecho no sabe qué hacer con dicha mano. A pesar de que el hemisferio izquierdo haya comprendido el significado de la acción solicitada y pueda describirla o repetirla, la mano izquierda no puede ejecutarla porque el hemisferio que la controla no sabe qué hacer con ella.

Por presentación taquitoscópica (estímulos presentados sólo a un hemicampo visual) el cerebro izquierdo puede responder a órdenes escritas pero el derecho no. Los pacientes con lesión del cuerpo caloso sólo leen las palabras que se les presentan en el hemicampo visual derecho porque se proyectan al HI pero no las que se

presentan en el hemicampo visual izquierdo porque se proyectan al HD que no tiene acceso a las representaciones gráficas. Esto es lo que se conoce como hemialexia izquierda. El comisurotomizado se comporta como un analfabeta sólo para leer en el campo visual izquierdo o para escribir con la mano izquierda. Cuando la tarea es de denominación y se presentan imágenes al hemisferio derecho, a pesar de su anomia, el sujeto es capaz de identificar el campo semántico al que pertenece el objeto de la imagen vista. Si se le muestra un pocillo no sabe decir su nombre pero con la mano izquierda puede seleccionarlo táctilmente o seleccionar otro relacionado semánticamente, como una cuchara. Esto sugiere que los significados o los conceptos están organizados en redes semánticas y pertenecen a un sistema de representaciones más difuso en ambos hemisferios cerebrales (el sistema de las representaciones semánticas). A veces el hemisferio derecho puede comprender palabras simples pero en sujetos con cuerpo caloso seccionado es incapaz de usar la sintaxis, que pareciera ser una propiedad específica y exclusiva del hemisferio izquierdo.

3.1.3 Disociaciones entre Significantes y Significados

Las palabras son representaciones lexicales que están conformadas físicamente por un conjunto de

fonemas o representaciones fonológicas de sonidos o por un conjunto de articulemas que corresponden a representaciones de esquemas motores que activan los movimientos musculares del aparato fonoarticulador para pronunciarlas. Estas representaciones en su conjunto forman los significantes. El significado, es la representación psicológica y semántica de la palabra.

Lo que los lingüistas llaman *significante*, o representación fonológica, puede estar completamente dissociado del significado o representación semántica. Existen trastornos cerebrales en los que se pierden las palabras sin perder sus significados y otros en los que se pierden solamente los significados de las palabras. Esto sugiere que en el cerebro las representaciones acústicas y semánticas de las palabras se manejan en lugares diferentes o son procesos independientes y dissociables. Un ejemplo de un trastorno en el cual se pierde el significado de las palabras es la enfermedad de Alzheimer: el enfermo va perdiendo progresivamente el sentido y las convenciones sociales ligadas a la palabra. Es decir, va perdiendo el conocimiento o la representación semántica de las palabras aun cuando pueda conservar la representación acústica, pronunciándolas, repitiéndolas o escribiéndolas

al dictado o por copia. Una situación muy diferente sucede en el paciente que tiene una afasia anómica por lesión del lóbulo temporal izquierdo y que ha perdido las representaciones acústicas de las palabras: no dispone de las palabras pero sí de sus significados. Ante la tarea de asignarle el nombre a un lápiz o una peinilla el sujeto no podrá encontrar la palabra *lápiz* o *peinilla* pero podrá hacer los gestos de escribir o peinarse evidenciando que dispone de la representación semántica de la palabra correspondiente al objeto. El demente en cierta etapa de la enfermedad de Alzheimer, por el contrario, aunque dispone de las palabras no sabe qué hacer con estos objetos ni puede describir su uso.

Las representaciones de las palabras y de los significados tienen una localización bien definida en la corteza cerebral: las formas de las palabras son representadas en la corteza perisilviana, adyacente a la cisura de Silvio en el hemisferio cerebral izquierdo, mientras que el sentido o significado de las palabras está representado en la corteza extraperisilviana. Aunque ambos procesos tienen una localización en el hemisferio lingüístico, la representación acústica tiene un patrón más localizado mientras que el patrón de actividad cerebral de la representa-

ción semántica es más difuso. Los significados de las palabras, por su parte, parecen estar organizados en redes semánticas. Esto se deduce por experimentos en los que se ha demostrado que preactivando la corteza cerebral con el sonido de una palabra o con una imagen, la facilidad de evocar otra palabra es mucho mayor mientras más “cercana” esté a la red semántica de la palabra o imagen estímulo. Si se nos muestra previamente la imagen de un automóvil, la velocidad de denominación (tiempo de búsqueda de la palabra “bus”) ante la imagen de un bus es mayor que la velocidad de denominación de la imagen de una orquídea. Probablemente esta mayor facilidad para evocar una palabra semánticamente relacionada tiene que ver con el hecho de que el estímulo inicial hace una activación parcial del conjunto de palabras que participan del mismo campo semántico y las predispone a ser evocadas.

3.2 TRES SISTEMAS FUNCIONALES PARA EL LENGUAJE

Existen tres sistemas neuronales funcionales (14) en relación con las palabras: uno para las representaciones de las formas de las palabras, es decir, para sus formas léxicas; otro relacionado con la representación de los conceptos o significados, y un

tercero que media entre los dos. La mediación para muchos conceptos parece ocurrir en las regiones temporales posteriores del lado izquierdo. Pacientes con lesiones del polo temporal tienen una marcada dificultad para la evocación de nombres propios pero no para la mayoría de los nombres de objetos comunes ni para los nombres de los colores. El segmento temporal posterior del giro lingual izquierdo interviene en la mediación entre los conceptos relativos al color y los nombres de los colores. Un paciente con lesión extensa en la región occipitotemporal izquierda pierde el acceso a un amplio universo de formas lexicales: es igualmente incapaz de nombrar colores, objetos comunes o nombres propios y, sin embargo, conserva los conceptos intactos. Los pacientes con lesiones frontales tienen mucha mayor dificultad para evocar verbos que para evocar nombres lo que sugiere que las estructuras que median entre los verbos y sus significados se localizan en el lóbulo frontal izquierdo.

El cerebro dispone pues de estructuras diferentes para procesar las palabras y los significados. Estas diferentes representaciones lexicales y semánticas pueden tener existencia independiente. Una representación lexical sólo puede evocar una representación semántica si se ha alma-

cenado previamente dicha relación entre el significante y el significado como una huella de memoria semántica. Lean ustedes las siguientes palabras: abayaug, alopama. Las podemos leer, pronunciar y escribir. Les podemos dar incluso algún significado si queremos. Pero normalmente estas son palabras sin sentido que no evocan un significado. Leamos otra palabra escrita en un idioma extranjero: VISAGE. Excepto para quienes hayan tenido alguna experiencia con palabras en francés, esta palabra es un logotoma, una palabra sin sentido. Pero para los francófonos es una palabra plena de sentido: rostro. Eso significa que la palabra no contiene por sí misma el significado. El sentido de la palabra se lo da el oyente. La posibilidad de que el oyente le pueda dar sentido a estas palabras depende de que tenga sus huellas almacenadas en la memoria semántica, es decir, que haya tenido la oportunidad en el pasado de correlacionar esta secuencia particular de fonemas con un significado específico y de conservar dicha asociación en su memoria verbal. Es decir, depende de que se haya expuesto al percepto y lo haya almacenado como representación mnésica. Pero volvamos a las palabras iniciales y hagamos la sencilla operación de leerlas al re-

vés. Al invertir la secuencia de los grafemas se encontrará que las palabras tienen pleno sentido: guayaba, amapola. El sentido estaba oculto en la inversión de la secuencia fonémica. Con la inversión inicial convirtiéndolas en logotomas lo que hicimos fue despojar la palabra de su significado. Al reinvertirlas y recuperar su secuencia normal o correcta combinación de sus fonemas rescatan su significado y se activan en nuestros cerebros regiones mucho más amplias que las activadas con la pronunciación o lectura de los logotomas. Ahora se activó, además de las zonas auditivas perisilvianas un área adicional en el hemisferio izquierdo que procesa los significados y es posible que a algunos de nosotros se nos activen zonas aún más extensas de ambos hemisferios según nuestras relaciones previas con las guayabas o con la “flor maldita”.

4. CASCADA DE SIGNIFICANTES

La palabra es una representación. Representa un objeto, una acción, una cualidad o una relación entre las cosas del mundo. Las palabras nos ahorran el trabajo imposible de tener que cargar los objetos a todas partes o de dibujarlos para poder referirnos a ellos. La importancia de la palabra reside en que podemos ha-

blar de los objetos y de los eventos en su ausencia o en un momento diferente al que se producen. Las palabras nos ayudan a categorizar el mundo y hacen manejable la complejidad de las estructuras conceptuales (compresión cognitiva). Por ejemplo, la palabra “limón”, suple muchas representaciones sensoriales de esa fruta (su color, su sabor, su olor, su tamaño, su forma, y las experiencias individuales que se hayan tenido con los limones). Algunas palabras tienen el poder de desencadenar múltiples representaciones sensoriales mientras que otras sólo pueden evocar otra representación verbal, otra palabra. Así las palabras limón, guayaba, pueden evocarnos representaciones visuales, acústicas, táctiles, gustativas u olfativas, dependiendo de la experiencia que hayamos tenido en la vida con estos objetos. Pero existen otras palabras menos ligadas a los órganos de los sentidos como SINCERIDAD que evoca menos representaciones sensoriales pero puede evocar otras palabras como honestidad, franqueza, etc. El lenguaje conoció su verdadera eclosión y se aproximó a posibilidades de creación infinitas cuando la imagen acústica (el significante) “aprendió” a representarse en otro significante y se liberó de los límites estrechos de la representación sensorial. El salto del hombre radica en la generación de

palabras que se representan a sí mismas en cascada y en la posibilidad de utilizar estos significantes para relacionar todas las demás representaciones entre sí. La estrategia de convertir un significante en significado de otro significante permite un gran ahorro de energía al sistema nervioso. Cuando una palabra se representa en otra podemos evitar acudir a múltiples representaciones sensoriales y esto tiene como efecto una reducción en la economía del sistema nervioso central. La cadena significante es entonces la forma más económica de incrementar el conocimiento en el ser humano.

La facilidad de acceso a una representación depende de la diversidad de sistemas en que esté inscrita. Las palabras de mayor frecuencia de uso son menos susceptibles al olvido ya que existen muchas más vías de recuperación. La multiplicidad de representaciones y la riqueza semántica de una representación, es decir, su facultad de establecer conexiones de asociación con otras representaciones similares en categoría semántica, en su morfología fonológica o en su forma visual determinan el grado de dificultad de su evocación. En una palabra, la facilidad o dificultad de evocar una palabra dependen de la posibilidad que tiene esa representación de desencadenar una cascada de representaciones.

5. EL INVENTO DE LA ESCRITURA COMO UN SISTEMA ESTABLE DE REPRESENTACIONES DE PALABRAS Y DE REPRESENTACIONES MENTALES

El hombre ha creado recientemente, en los últimos 6.000 años, un segundo sistema de representaciones verbales: la escritura. Se inició con representaciones casi directas de imágenes copiadas de la realidad, después fueron apareciendo los jeroglíficos y luego los grafemas hasta lograr un sistema eficiente y económico de representaciones grafémicas. Lo interesante de la escritura es ser un segundo sistema de representaciones verbales pues ella representa las palabras que ya constituyen de por sí un sistema de representación de las cosas y sus relaciones. El código lecto-escrito requiere una instrucción para su adquisición; no se logra espontáneamente como el lenguaje hablado, excepto en ciertos autistas que pueden aprender a leer y escribir mecánicamente sin comprender el texto. Aunque no todas las culturas y hombres manejan el código lecto-escrito, todos podrían aprenderlo. La escritura y la lectura aunque son creaciones de la cultura, sólo el hombre puede desarrollarlas porque es el único animal con dicha competencia. La escritura así como el len-

guaje hablado también requiere de la integridad de una estructura cerebral en el hemisferio izquierdo. Dicha estructura es el giro angular contiguo al área de Wernicke. Una lesión completa del giro angular en un alfabeto produce una pérdida total de la habilidad de leer y escribir. En un analfabeto la misma lesión hará imposible el aprendizaje de la lecto-escritura. Aunque los procesos de lectura y escritura comparten muchos circuitos neurales, existen otros específicos para cada uno de ellos. De hecho, la escritura y la lectura se pueden dissociar en el síndrome de alexia sin agrafia. Esta disociación se presenta cuando se produce una lesión de la corteza visual primaria en el hemisferio izquierdo y del esplenio del cuerpo calloso que comunica la regiones visuales entre ambos hemisferios cerebrales. En estas circunstancias los grafemas o palabras escritas sólo pueden ser procesados por el hemisferio derecho presentándose el fenómeno de la alexia o incapacidad de leer. El paciente ve los grafemas como dibujos o formas pero no le significan nada ni puede transcodificarlos a su forma sonora. Sin embargo este mismo sujeto puede escribir espontáneamente sin dificultad ya que la mano derecha controlada por el hemisferio izquierdo dispone de todas las representaciones necesarias para producir los

grafemas. Sin embargo una vez que termine de escribir será incapaz de leer su propio texto. La alexia sin agrafia es un síndrome de desconexión que impide el acceso del percepto visual a la forma lexical viso-ortográfica de la palabra. No existe una pérdida de las representaciones gráficas de las palabras, sino una imposibilidad de acceso a ellas por interrupción de ciertos circuitos; prueba de ello es el hecho de que las pueda escribir sin poderlas leer. El sujeto con éste síndrome se comporta como un analfabeta para la lectura pero no para la escritura. La escritura es un proceso bastante exitoso de representación. Con ella el hombre encontró una forma ágil de exteriorizar sus imágenes mentales hacia el mundo, hacia la memoria cultural, mucho más estable que la memoria biológica del cerebro. La escritura garantiza fielmente la supervivencia de la representación verbal.

Ésta escapó del cerebro haciéndose representar en la escritura que es un sistema más estable. El cerebro no es un lugar seguro para guardar representaciones o sólo lo es transitoriamente. Fueron las mismas representaciones cerebrales las que inventaron la escritura en su tendencia a la estabilidad y la seguridad. Aprendieron a saltar del cerebro al papel, del sonido a la tinta, de lo biológico a lo físico, como si hubiesen descubierto la manera de funcionar como una especie de “alma” que puede cambiar de cuerpo físico para garantizar su eternidad. Las palabras constituyen el centro de la ventaja evolutiva del hombre, son la clave del poder de su conocimiento y nos introducen en un campo de posibilidades infinitas. Por esa simple razón, deberíamos rescatar a diario la posibilidad de maravillarnos cada vez que producimos o comprendemos una palabra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Chomsky N. *Language* 1959;(35):26-58.
- (2) Geschwind N. *Specializations of the human brain*. *Sci Am* 1979; 241(3):180-199.
- (3) Lai CS, Fisher SE, Hurst JA, Vargha-Khadem F, Monaco AP. A forkhead-domain gene is mutated in a severe speech and language disorder. *Nature* 2001; 413(6855):519-523.

- (4) Strauss E, Gaddes WH, Wada J. Performance on a free-recall verbal dichotic listening task and cerebral dominance determined by the carotid amytal test. *Neuropsychologia* 1987; 25(5):747-753.
- (5) Levitsky W, Geschwind N. Asymmetries of the right and left hemisphere in man. *Trans Am Neurol Assoc* 1968; 93:232-233.
- (6) Galaburda AM, Sanides F, Geschwind N. Human brain. Cytoarchitectonic left-right asymmetries in the temporal speech region.
- (7) Habib M, Galaburda AM. [Biological determinants of cerebral dominance]. *Rev Neurol (Paris)* 1986; 142(12):869-894.
- (8) Price CJ, Wise RJ, Warburton EA, Moore CJ, Howard D, Patterson K et al. Hearing and saying. The functional neuro-anatomy of auditory word processing. *Brain* 1996; 119 (Pt 3):919-931.
- (9) Vandenberghe R, Price C, Wise R, Josephs O, Frackowiak RS. Functional anatomy of a common semantic system for words and pictures. *Nature* 1996; 383(6597):254-256.
- (10) Posner MI, Raichle ME. The neuroimaging of human brain function. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1998; 95(3):763-764.
- (11) Kutas M, Hillyard SA. Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science* 1980; 207(4427):203-205.
- (12) Kutas M, Hillyard SA. Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature* 1984; 307(5947):161-163.
- (13) Bellugi U, Poizner H, Klima ES. Language, modality and the brain. *Trends Neurosci* 1989; 12(10):380-388.
- (14) Damasio AR, Damasio H. Brain and language. *Sci Am* 1992; 267(3):88-95.