

Neurofisiología - cátedra 1

Prof. Reg. Adj. a cargo: Nancy China

Cerebro y comunicación

2025

Índice

Preguntas para guiar la lectura.....	Página 3
El modelo afásico clásico.....	Página 4
Vicisitudes y crisis del modelo clásico	Página 5
La subespecificación lingüística del modelo clásico.....	Página 6
La subespecificación neural del modelo clásico	Página 11
Panorama actual de las relaciones cerebro lenguaje.....	Página 18
Conclusiones	Página 22
Listado de términos clave	Página 22

Preguntas para guiar la lectura

A continuación, se plantea una serie de preguntas para dirigir la lectura del presente material; léelas atentamente. Es posible que no tengas los conocimientos suficientes para responder algunas (o muchas de ellas). Sin embargo, podés reflexionar sobre qué se está preguntando y anotar las ideas que te surgen, aunque no constituyan una respuesta formal.

Activar los conocimientos previos, aunque sean insuficientes, es una parte muy importante para aprender nuevos conceptos. ¿Por qué? Porque aprender conceptos implica asociar nuevas ideas a las ideas preexistentes, estructurarlas y darles una nueva organización.

1. ¿Cuáles son los niveles o componentes del lenguaje?
2. ¿Cuáles son los componentes del lenguaje a los que se denomina “aspectos nucleares del lenguaje”
3. ¿Qué se entiende por uso del lenguaje?
4. ¿Son suficientes los aspectos nucleares del lenguaje para comprender lenguaje indirecto?
5. ¿Son suficientes los aspectos nucleares del lenguaje para comprender discurso o texto?
6. ¿Qué se entendía por lenguaje en el modelo clásico?
7. ¿En qué consistía el modelo neural del lenguaje en el modelo clásico?
8. ¿Por qué se dice que el modelo clásico está subespecificado desde el punto de vista lingüístico?
9. ¿Por qué se dice que el modelo clásico está subespecificado desde el punto de vista neural?
10. ¿Qué tipo de información procesa la corriente (o vía) dorsal?
11. ¿Qué tipo de información procesa la corriente (o vía) ventral?
12. ¿Qué tipo de información procesa la corriente (o vía) motora del habla?
13. ¿Cuál es la función del área de unificación?

Cerebro y comunicación

El modelo afásico clásico.

Como se vio en el teórico 9, el modelo clásico dividía al lenguaje en un conjunto de subfacultades o “modalidades” (habla, comprensión, repetición) cuya base cerebral estaba constituida por centros corticales conectados entre sí a través de las fibras blancas (figura 1).

El modelo de la “casita” de Lichtheim puede verse como un modelo funcional (psicológico), de “cajas y flechas” (hoy lo llamaríamos de representaciones y procesos). Las cajas representan almacenes de memoria: el centro A reunía las imágenes (memorias) auditivas de las palabras y el centro M las imágenes (memorias) motoras de las palabras. El modelo tomaba en cuenta un puñado de tareas o “modalidades” del lenguaje: comprensión, producción del habla, repetición y consideraba que eran llevadas a cabo a través del flujo de información entre los centros.

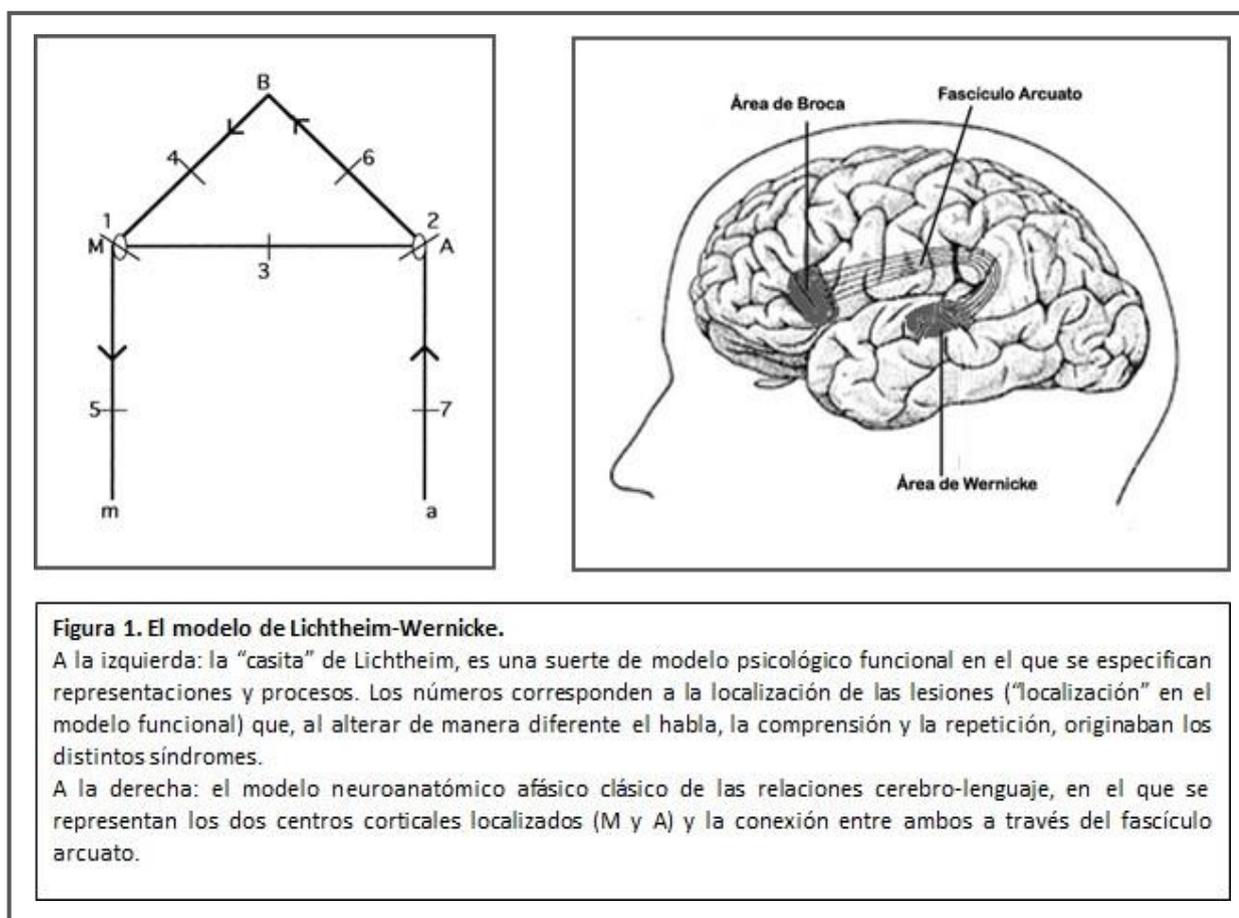
Pero el modelo clásico es también un modelo neural ya que asignaba áreas corticales a los dos centros principales, el centro M se localizaba en el área de Broca, el centro A en la de Wernicke y ambos se conectaban a través del haz de fibras blancas denominado fascículo arcuato (arqueado). El componente B, almacén de los conceptos no estaba localizado sino distribuido en el resto de la corteza.

Otras dos características salientes del modelo son la división del trabajo que propone y el nivel lingüístico que enfoca. El modelo propone una división del trabajo estricta: mientras la función del centro M es la producción de lenguaje, la del centro A es contribuir a la comprensión. El único nivel lingüístico que considera el modelo es el de palabra aislada y no hace ninguna referencia al procesamiento de oraciones o discurso¹.

¹ Hay que tener en cuenta que la lingüística recién se inicia como disciplina en 1920 y que en época de Broca y Wernicke la psicología todavía no se había constituido como ciencia independiente.

Vicisitudes y crisis del modelo clásico.

El modelo afásico clásico de las relaciones cerebro lenguaje se impuso inicialmente como el modelo hegemónico, en parte porque respondía a las necesidades de la neurología (localizar la lesión a partir de identificar un síndrome) y en parte porque los críticos no lograron hacer una propuesta suficientemente elaborada. Alrededor de los años 1920, de forma brusca, las teorías conexionistas se volvieron impopulares y durante algunos años permanecieron ignoradas. Esto se debió en parte a críticas científicas pero para algunos autores (Caplan 1992) hubo también causas políticas². A pesar de ello, el conexionismo clásico no murió sino que reapareció con nuevo impulso en EEUU durante la década de 1960 gracias a los trabajos de Norman Geschwind (1965). Este autor adoptó principios teóricos del conexionismo clásico como el papel del área de Wernicke en la comprensión del lenguaje y el del área de Broca para la articulación y agregó un nuevo componente, el lóbulo parietal inferior. También volvió a poner en circulación la tipología clásica de las afasias basadas en los síndromes y algunos de sus colegas desarrollaron técnicas de evaluación como el test de Boston (Googlass y Kaplan, 1972) especialmente dirigidas a diagnosticar los síndromes afásicos. De esta manera, salvo un período a principios del siglo XX, los síndromes y el modelo afásico clásico se mantuvieron hasta nuestros días como forma de clasificación de las alteraciones y como explicación estándar de las relaciones cerebro lenguaje.



² Casi todos los autores conexionistas, Wernicke, Lichtheim, Liepmann, Lissauer, eran alemanes y Alemania había perdido las dos guerras mundiales.

Sin embargo, los avances en el estudio del lenguaje y sus alteraciones durante la segunda mitad del siglo XX fueron minando el modelo clásico. Durante este período se comenzaron a estudiar grupos más grandes de pacientes, se introdujo paulatinamente la lingüística y la psicolingüística y se desarrollaron poderosas técnicas para estudiar la estructura y el funcionamiento del cerebro³. En el momento actual se considera que el modelo clásico está agotado y que debe ser sustituido para dar paso a nuevos enfoques tanto en el aspecto psicológico (lingüístico) como en el aspecto neural. Aunque aún no hay un nuevo modelo hegemónico consensuado han surgido nuevas propuestas que coinciden en varios puntos como se resumirá hacia el final del capítulo.

Para nuestro objetivo de comprender la relación cerebro lenguaje, resulta instructivo revisar las evidencias y críticas que minaron la vigencia de un modelo que sobrevivió más de 150 años y que fue un potente estímulo para promover la investigación.

Los cuestionamientos al modelo clásico se centran en dos aspectos, uno neural y el otro psicológico. Los nuevos datos neurales mostraron que había más áreas corticales y haces de fibras subcorticales cuya lesión podía producir afasia. Además, pusieron en evidencia fallas en la relación entre los síndromes afásicos y la localización de las lesiones que se suponía debía producirlos lo que también ponía en duda la localización de los centros y de las “modalidades” del lenguaje (habla, comprensión, repetición) en el cerebro. Estos datos mostraron que el modelo clásico estaba *subespecificado* desde el punto de vista neural.

En el aspecto psicológico, se hizo evidente que el modelo se basaba en una descripción demasiado gruesa del lenguaje, que lo restringía al procesamiento de palabras aisladas y que el síndrome, la unidad de análisis que utilizaba, no era adecuada para la investigación ni para la clínica. En otras palabras, el modelo también estaba *subespecificado* desde el punto de vista psicológico/lingüístico. Veremos a continuación estas críticas con más detalle.

La subespecificación lingüística del modelo clásico

Pruebas, estímulos y niveles lingüísticos en el modelo clásico.

El desarrollo de la lingüística y de la psicología cognitiva impactó en la segunda mitad del siglo XX sobre el estudio de las afasias⁴. Se fue poniendo en evidencia que el modelo clásico utilizaba descripciones demasiado gruesas del lenguaje, basadas en la aplicación de un puñado de tareas (repetición, producción

³ Las imágenes cerebrales estructurales en los años 1960 (tomografía computada de cerebro y resonancia magnética) y las imágenes cerebrales funcionales en los años 1990 (tomografía por emisión de positrones y resonancia magnética funcional).

⁴ Entre otros efectos, esa influencia dio origen a la neuropsicología cognitiva: el estudio de las alteraciones neuropsicológicas a partir de los métodos y modelos de la psicología cognitiva.

y comprensión) que utilizaban estímulos poco o directamente no controlados. Una limitación del modelo clásico es que estaba restringido al procesamiento de palabras aisladas con lo cual dejaba afuera dos niveles lingüísticos clave: la sintaxis y la pragmática. El manejo de las reglas sintácticas permite producir y comprender una cantidad infinita de oraciones a partir de un número grande pero limitado de palabras. Este aspecto componencial y creativo es una característica distintiva del lenguaje humano que lo diferencia de los sistemas de comunicación animal. El nivel pragmático (el uso del lenguaje) es decisivo para comprender la riqueza de la comunicación humana que se extiende más allá del contenido literal del lenguaje. La descripción completa del procesamiento del lenguaje debe tener en cuenta lo que sucede más allá de la producción y la comprensión de las palabras individuales. La expresión “subespecificación lingüística” se refiere precisamente a estas limitaciones del modelo clásico⁵.

El abandono del síndrome como unidad de análisis.

Una de las críticas más importantes fue el cuestionamiento al uso de los síndromes (afasia de Broca, de Wernicke, etc.) como unidad de análisis para caracterizar los déficits de los pacientes y localizar funciones en el cerebro (Caplan, 1981, 2003; Caramazza, 1984; Coltheart, 2008; Shallice 1979, 1981). El cuestionamiento se basó en que los síndromes son entidades heterogéneas que, lejos de traducir el daño de un componente puro del lenguaje, ponen de manifiesto la alteración de múltiples componentes. Esta crítica se apoya en dos tipos de evidencias. En primer lugar, los pacientes pertenecientes a un síndrome presentaban alteraciones de más de una “modalidad” del lenguaje; por ejemplo, los pacientes con afasia de Broca, además de su déficit característico en la producción de habla, suelen presentar déficits de comprensión. De igual manera los pacientes con afasia de Wernicke, además de sus déficits de comprensión del lenguaje, también presentan problemas de producción. En segundo lugar, el análisis detallado de las alteraciones mostró que el déficit de una “modalidad” podía deberse a la alteración de múltiples procesos subyacentes. Por ejemplo, la alteración de la producción del habla en la afasia de Broca puede deberse a problemas para iniciar el habla, para recuperar la forma fonológica de las palabras, para codificar los fonemas de las palabras, para articular los fonemas, para recuperar las estructuras sintácticas y/o para modular la prosodia. Todos esos procesos se ven afectados con distinta severidad en diferentes pacientes, lo que sugiere que son componentes funcionales diferentes. En otras palabras, que una “modalidad” (habla, comprensión, repetición) depende de múltiples componentes subyacentes de procesamiento. En consecuencia, la falla de una “modalidad” o tarea puede deberse a la alteración de uno o varios de los procesos que intervienen en el funcionamiento normal de la “modalidad” (tarea en términos actuales).

Con la introducción de los modelos lingüísticos (que describen los componentes estructurales del lenguaje) y psicolingüísticos (que describen los procesos que subyacen a las tareas del lenguaje) los síndromes fueron paulatinamente dejados de lado como unidades de análisis y la investigación se orientó al estudio de los componentes lingüísticos en la afasia: fonología, semántica, sintaxis y de los componentes y

⁵ Las limitaciones del modelo clásico encuentran explicación en el escaso o nulo desarrollo de la psicología y la lingüística de esos años.

procesos descritos en los modelos de procesamiento (léxico fonológico, reconocimiento de fonemas, procesamiento sintáctico de entradas auditivas, producción de oraciones, recuperación de la forma fonológica de las palabras, etc.).

Resumiendo, el modelo clásico, al restringirse a un puñado de “modalidades” o tareas con palabras aisladas, resulta lingüísticamente subespecificado porque no aborda los distintos niveles y componentes del lenguaje, tanto los que forman parte de los procesos nucleares del lenguaje (fonología, morfología, léxico y sintaxis) como los que se relacionan con el uso del lenguaje en contexto (pragmática).

El nivel pragmático y las alteraciones del uso del lenguaje por lesiones del hemisferio derecho.

Como señalamos más arriba, Broca postuló la dominancia del hemisferio izquierdo para el lenguaje y muchos años de investigación muestran que las afasias son consecuencias de lesiones del hemisferio izquierdo en la mayoría de la población⁶. En cambio, las lesiones en el hemisferio derecho (LHD) no producen una afasia propiamente dicha ya que no afectan lo que denominamos aspectos nucleares del lenguaje (léxico, fonología, morfología y sintaxis). Los pacientes con LHD tienen un habla fluida, pronuncian bien los fonemas y producen oraciones sintácticamente bien construidas. No tienen problemas para denominar objetos o dibujos ni para describir verbalmente una lámina. Además comprenden el significado de las palabras y oraciones que escuchan y pueden comprender y ejecutar comandos verbales. En otras palabras no tienen problemas para “producir y comprender el significado literal de palabras y oraciones”.

Sin embargo, cerca de la mitad de los pacientes con LHD experimenta problemas para el uso del lenguaje (dificultades pragmáticas) que pueden llegar a generar una importante discapacidad porque afectan las capacidades de comunicación. Estos pacientes pueden hablar, en el sentido de que son capaces de entender y producir palabras y oraciones pero presentan fallas que se centran en cuatro grandes áreas: prosodia, metáforas, actos de habla indirectos y habilidades discursivas (Joanette et al, 2008).

Prosodia: los pacientes con LHD pueden presentar dificultades para comprender y producir adecuadamente la prosodia emocional (el tono enojado, alegre, triste o furioso de una expresión) y también de la prosodia lingüística (por ejemplo diferenciar la entonación interrogativa o exclamativa de una oración). Por otra parte su expresión verbal carece de modulación emocional y en general es monótona. Estas alteraciones en la comprensión y producción de la prosodia no afectan la comprensión literal de palabras y oraciones pero comprometen la capacidad de reconocer la intención de su interlocutor y de transmitir intenciones a través de la voz (por ejemplo comunicar “Recibí una sorpresa” con alegría, con tristeza o con furia).

⁶ Según la hipótesis de Broca, la dominancia para el lenguaje acompañaba la dominancia manual. Por lo tanto, en los diestros se iba a producir afasia por lesión del hemisferio izquierdo (que controla la mano derecha) y en los zurdos se produciría por lesión del hemisferio derecho (que controla la mano izquierda). Efectivamente en los diestros, que son mayoría en población, la afasia se observa casi siempre por lesión del hemisferio izquierdo. En los zurdos la hipótesis se cumple sólo en los zurdos absolutos (dominancia izquierda en mano, pie y ojo y presencia de zurdos en la familia) quienes presentan afasia por lesión del hemisferio derecho. Muchos zurdos no absolutos y ambidiestros presentan afasia por lesión del hemisferio izquierdo. De manera que la hipótesis de Broca se cumple en la mayoría diestra de la población pero no en zurdos no absolutos ni en ambidiestros.

Metáforas: aunque no tienen mayores problemas para acceder al significado literal de palabras y oraciones, algunos pacientes con LHD evidencian trastornos cuando la tarea exige un tratamiento no literal como es el caso de las metáforas y las expresiones metafóricas. Esto se ve en los siguientes ejemplos tomados de la prueba de metáforas del protocolo MEC (Protocolo para la evaluación de la comunicación de Ferreres et al, 2007):

Evaluador: “El profesor de química es un bombón” ¿qué significa? Le voy a dar tres opciones, usted elija la que le parece más correcta.

El profesor de química es de chocolate.

El profesor de química es atractivo, apetecible.

El profesor de química fabrica chocolates.

Paciente MQ: Decididamente, el profesor de química es de chocolate.

Evaluador: ¿Qué significa “mi marido me salió con un cuento chino”?

Paciente MA: Digamos que hizo algo afuera que lo quiere justificar con algo que no es. Uno se da cuenta enseguida. Yo creo que mi marido no lo hizo porque cuando toma cerveza me doy cuenta. A veces, a la salida del trabajo se va con los compañeros y se toma unas cervezas pero cuando viene se toma dos o tres pastillas para que no me dé cuenta.

El primer paciente falla porque elige la opción incorrecta en la que se hace una interpretación literal de la expresión metafórica. Algunos pacientes incluso llegan a decir que todas las opciones son posibles. La segunda paciente se aproxima a una definición correcta pero enseguida se desvía porque toma un hilo discursivo autorreferencial que está relacionado con el tema pero que no constituye una respuesta estándar a la pregunta.

Es importante reparar en que el uso del lenguaje metafórico es una práctica muy común en la comunicación de todos los días. Lo mismo ocurre con la ironía, el sarcasmo y el humor que no pueden comprenderse en el marco de la interpretación literal de los enunciados. La alteración de esta habilidad en los pacientes con LHD los priva de procesar estos aspectos esenciales para una comunicación rica y efectiva.

Actos de habla indirectos: algunos pacientes con LHD tienen dificultad para comprender actos de habla en los que la intención no está explícitamente mencionada en el mensaje verbal. Para la comprensión de enunciados indirectos es necesario ir más allá del significado literal, se debe tomar en cuenta el contexto y apelar a conocimientos personales. Por ejemplo el paciente FR falla durante la prueba del protocolo MEC dedicada a los actos indirectos de habla y no logra identificar la intención de un personaje que hace una pregunta a un amigo en un contexto concreto:

Evaluador: Le voy a leer un texto corto, dígame qué quiere decir esta persona.

“Oscar se muda el próximo sábado. Sabe que le espera un duro trabajo ya que debe llevar varias cajas a su nueva casa. Se encuentra con un amigo en la calle y después de contarle que se muda, le dice: “¿Qué tenés que hacer el fin de semana?”

¿Qué piensa que quiere decir Oscar? Le doy dos opciones:

- a. Quiere saber qué va a hacer su amigo el fin de semana.
- b. Quiere que su amigo lo ayude en la mudanza.

Paciente FR: quiere saber qué va a hacer el fin de semana.

En la situación planteada por el texto, la pregunta “¿Qué tenés que hacer el fin de semana?” es una petición de ayuda que hace Oscar a su amigo. No lo hace de manera directa sino indirecta, fórmula muy frecuente en la comunicación cotidiana. La intención del hablante sólo puede comprenderse si se procesa adecuadamente el mensaje verbal en el contexto de la situación. El paciente con LHD puede comprender el contenido literal de la expresión pero no logra decodificar la intención comunicativa.

Discurso: el discurso que producen los pacientes con LHD es frecuentemente poco informativo aunque contenga una gran cantidad de enunciados. En los pacientes con afasia de Wernicke, el discurso tampoco es informativo, pero debido a la anomia y a las parafasias. En cambio, las producciones discursivas de los pacientes con LHD no se caracterizan por anomias y parafasias. Lo que hace poco informativo el discurso de los pacientes con LHD es la tendencia a desviarse del tópico de la historia y a hacer comentarios inapropiados. Estos pacientes también suelen tener afectada la comprensión del discurso: tienen dificultades para jerarquizar la información, para realizar inferencias y para integrar el conjunto de los elementos del discurso en un todo coherente. En la comprensión de texto narrativo, por ejemplo, les resulta muy difícil resumir los aspectos más importantes de la historia y ponerle un título adecuado.

El discurso conversacional puede estar muy afectado y resulta uno de los aspectos más invalidantes para los pacientes. Entre otras, tienen dificultades para respetar los turnos de habla, para sostener de manera adecuada el contacto visual con su interlocutor, para interpretar sus señales, para inferir qué está pensando de lo que él dice y para controlar la progresión y la coherencia del tema durante el intercambio.

Un aspecto importante a subrayar para evitar una confusión frecuente es que **la función pragmática no depende sólo del hemisferio derecho**. Los pacientes con LHD muestran claramente que las alteraciones pragmáticas pueden presentarse aun cuando los procesos nucleares del lenguaje (léxico, fonología, morfología y sintaxis) estén conservados. Esto evidencia que los procesos nucleares no son suficientes para asegurar el funcionamiento pragmático que, evidentemente requiere de otras capacidades lingüísticas y cognitivas como el conocimiento del mundo y la habilidad para hacer inferencias que tomen en cuenta el contexto, entre otras. Pero los pacientes con afasia por lesión del hemisferio izquierdo también tienen dificultades pragmáticas; obviamente les cuesta comprender metáforas y texto o producir discurso; pero en ellos la dificultad se explica en buena medida por la falla en los procesos nucleares del lenguaje. Al considerar los efectos de las lesiones izquierdas y derechas la conclusión correcta es que los procesos nucleares del lenguaje son necesarios pero no suficientes para asegurar **el funcionamiento pragmático** y

que éste **depende tanto del buen funcionamiento del hemisferio izquierdo como del hemisferio derecho.**

En síntesis, los pacientes con lesiones del hemisferio derecho no presentan afasia en el sentido de que no tienen alteraciones léxicas, morfológicas, fonológicas, ni sintácticas, pero una proporción importante tiene dificultades con el nivel pragmático del lenguaje, dificultades para el uso del lenguaje en contexto. Aunque puedan producir y comprender el significado literal de palabras y oraciones fallan en la comprensión y producción de discurso (conversacional, narrativo, expositivo) así como en la interpretación de metáforas ironía y actos de habla indirectos.

La subespecificación neural del modelo clásico

El modelo clásico fue elaborado a partir del método de correlación anátomo-clínica que consiste en relacionar los déficits del lenguaje de los pacientes (aspecto clínico) con la localización de la lesión que los causaba (aspecto anatómico). El razonamiento básico que se utilizaba era que si la lesión de una determinada región cerebral producía la pérdida de una función, esa región era la responsable de la función. En otras palabras, se consideraba que el área lesionada procesaba y/o almacenaba la información específica que se perdía con la lesión. Los déficits eran evaluados en vida del paciente y la lesión se describía post mortem porque, hasta el advenimiento de las técnicas de imágenes cerebrales, la autopsia era el único método para establecer con precisión la localización de la lesión cerebral. Naturalmente esto limitaba el número de casos estudiados ya que no todos los pacientes fallecían, sobre todo aquellos que tenían lesiones pequeñas.

El modelo de Wernicke-Lichtheim⁷ asumía que el lenguaje dependía de un par de áreas corticales circunscriptas (las de Broca y Wernicke), conectadas por un haz de fibras blancas (el fascículo arcuato), localizadas en el hemisferio izquierdo. Además asumía que los conceptos estaban representados de manera distribuida en toda la corteza. Estas áreas y sus conexiones eran las responsables de llevar a cabo funciones del lenguaje (“modalidades”) tales como habla, comprensión, repetición o denominación. Las funciones específicas de cada área eran inferidas a partir de la correlación entre *síndromes* y sitios de lesión. En términos algo simplificados, el razonamiento era que, como cada síndrome representaba la alteración *predominante* de una de las modalidades del lenguaje (en la afasia de Broca el déficit de producción del habla, en la afasia de Wernicke déficit de comprensión, en la afasia de conducción el déficit de repetición, etc.) entonces, al sitio de la lesión que originaba el síndrome tenía la función que estaba alterada en el mismo. Broca agregó además que el hemisferio izquierdo era dominante para el lenguaje.

⁷ Algunos autores lo llaman modelo de Wernicke-Lichtheim-Geschwind porque el último autor relanza y reelabora el modelo en los años 1960.

Subespecificación cortical.

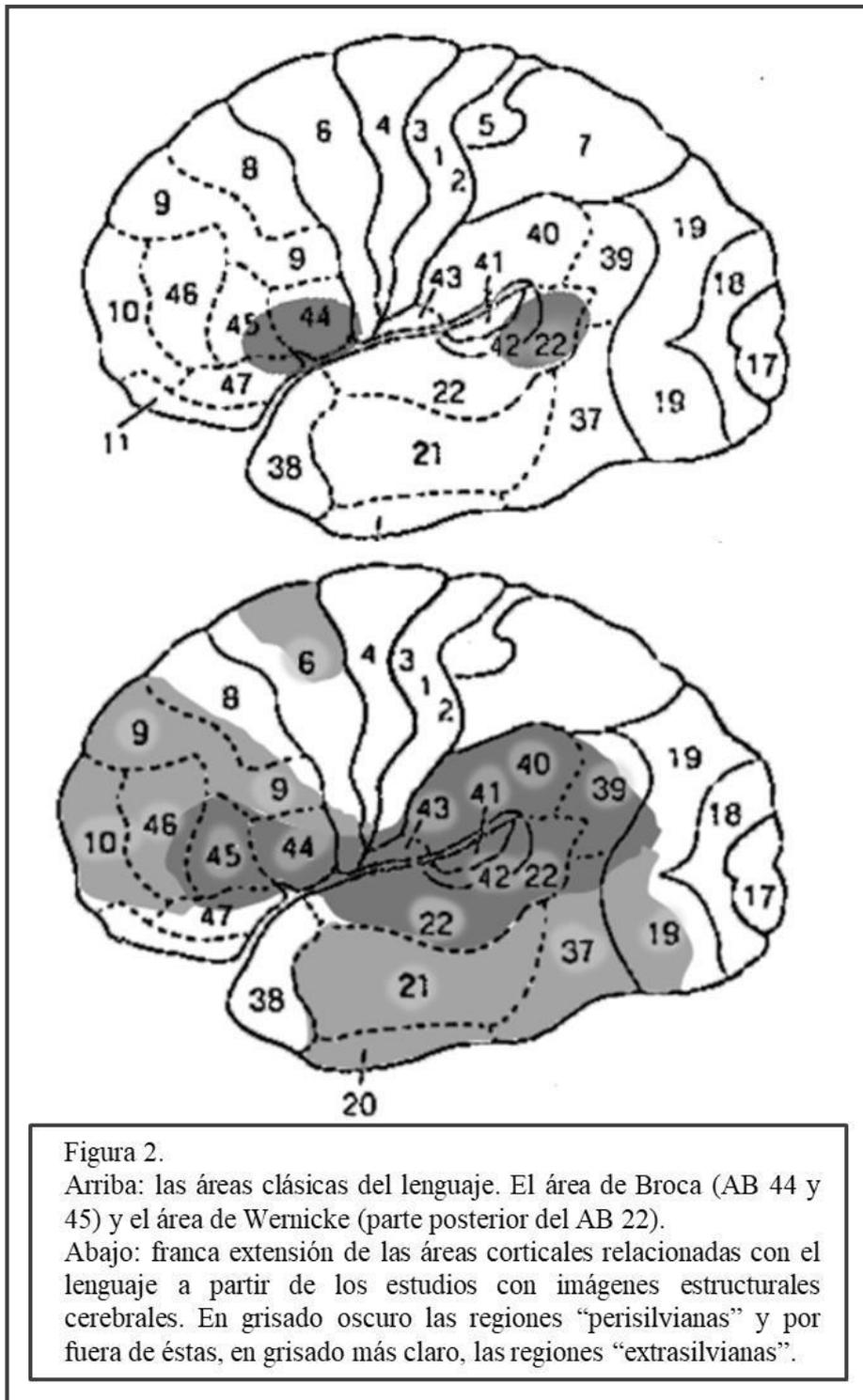
La invención en 1967 de la tomografía computada de cerebro (TC) y, poco después, de la resonancia magnética nuclear de cerebro (RMN), eliminaron la dependencia de la autopsia para localizar la lesión. La TC y la RMN son técnicas no invasivas, ampliamente utilizadas en la clínica neurológica actual. Se las denomina técnicas de *imagen estructural* porque permiten visualizar las *estructuras anatómicas* (sanas y lesionadas) del cerebro. De esta manera, las lesiones pueden ser localizadas en vida del paciente (anatomía in vivo) con precisión antes desconocida, incluso en caso de lesiones pequeñas que producen déficits menos severos y no acarrear la muerte. Además, permiten trazar correlaciones en los distintos momentos evolutivos del cuadro, tanto durante la etapa aguda en la que los déficits son más marcados, como luego de varios meses, cuando la evolución y/o la rehabilitación mitigaban los síntomas.

Una parte importante de los trabajos con TC y RMN se abocó a verificar la correlación de los síndromes clásicos con los sitios de lesión. Estos estudios confirmaron la importancia de las áreas clásicas pero también encontraron que un número nada despreciable de pacientes *no seguían las predicciones del modelo clásico*. Los principales hallazgos que cuestionan las afirmaciones del modelo clásico son los siguientes:

- 1) Las áreas clásicas del lenguaje, área de Broca (Áreas de Brodman 44 y 45)⁸ y de Wernicke (AB 22) suelen estar lesionadas en los cuadros afásicos pero si la lesión está restringida sólo a dichas áreas a menudo el déficit es transitorio y no se produce el síndrome de manera persistente. Los cuadros clásicos persistentes sólo se producen por lesiones que afectan las áreas clásicas pero que necesariamente se extienden más allá de ellas.
- 2) En el hemisferio izquierdo hay más áreas corticales relacionadas con el lenguaje que las incluidas en el modelo clásico. Esto indica que el modelo está subespecificado desde el punto de vista neural cortical. Se agregaron nuevas áreas del hemisferio izquierdo cuya lesión produce afasia y que por lo tanto forman parte del sustrato anatómico del lenguaje. Las áreas que se sumaron son:
 - a. Regiones corticales ubicadas por delante y encima del área de Broca; corresponden a regiones premotoras y prefrontales (AB 46, 10, 9, 8 y 6).
 - b. Regiones corticales ubicadas por debajo del área de Wernicke: la circunvolución temporal media (CTM) (AB 20, 21 y 37) y la corteza temporo-occipital (AB 18 y 19).
 - c. Regiones ubicadas en la región parietal inferior por encima y detrás del área de Wernicke: la circunvolución supramarginal (CSM) (AB 40), la circunvolución/giro angular (AB 39).
 - d. Lesiones en los núcleos subcorticales también pueden producir cuadros de afasia, en particular, las lesiones del tálamo.
- 3) En algunos pacientes la lesión se localiza por fuera de las áreas previstas para su síndrome, incluyendo zonas correspondientes a otro síndrome.

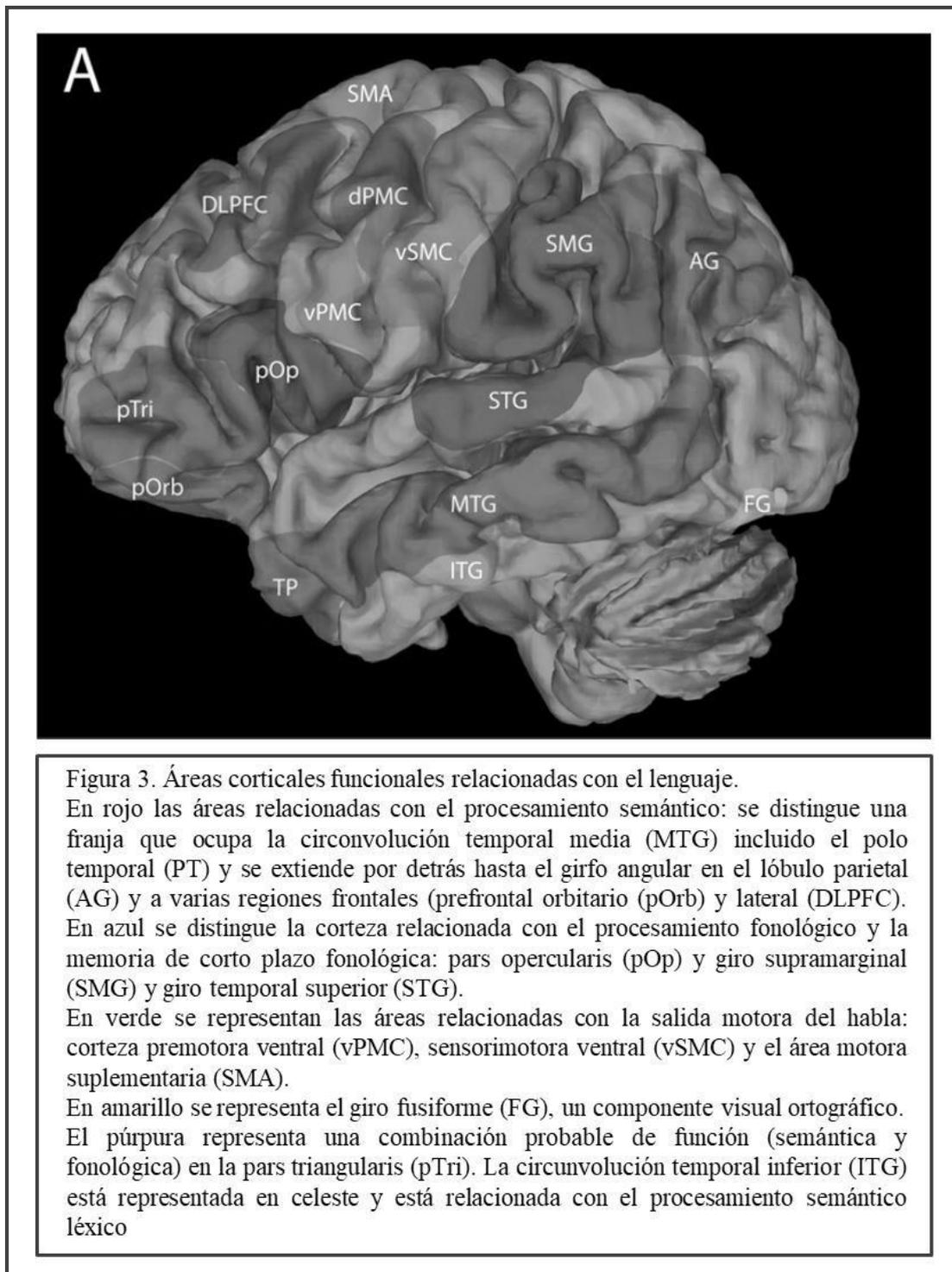
⁸ AB es la abreviatura para Área de Brodman. Brodman (1930) analizó la estructura celular de las capas de la corteza y notó que variaban según la región cortical; mediante un paciente y extenso estudio delimitó las áreas que poseían la misma estructura citoarquitectónica y las numeró. Posteriormente se observó la importancia de esa estructura en las propiedades funcionales de las áreas delimitadas.

- 4) El cuadro clínico puede modificarse (en severidad y tipo⁹) durante la evolución aunque la lesión se mantenga estructuralmente igual. Esta reorganización funcional (plasticidad luego de lesión) sugiere que otras áreas pueden asumir, al menos en parte, las funciones lingüísticas de las áreas lesionadas.
- 5) La lesión del hemisferio derecho no altera los procesos nucleares del lenguaje (fonología, morfología, sintaxis y léxico) pero produce déficits en los aspectos pragmáticos del lenguaje, es decir en el uso del lenguaje en contexto (como se desarrollará más abajo).



⁹ Por ejemplo el cuadro comienza como una afasia de Wernicke pero, con la mejoría, presenta los síntomas de una afasia de conducción.

En los años 1990, se incorporaron a la investigación equipos de neuroimágenes funcionales tales como la tomografía por emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética funcional (fMRI). A diferencia de las neuroimágenes estructurales que representan las estructuras anatómicas, las neuroimágenes funcionales representan las áreas del cerebro más activas durante la realización de tareas psicológicas tales como juzgar si dos palabras terminan con los mismos fonemas (caño-paño vs caño-cara), si



pertenecen a la misma categoría semántica (perro-gato vs perro-mesa), si una oración está bien o mal construida (“El hombre saca agua del pozo” vs. “El hombres saca agua entre el pozo”) etc. Mediante el diseño adecuado de tareas de este tipo se pudo poner en evidencia qué regiones corticales se activan más cuando el procesamiento requerido por la tarea es fonológico, semántico o sintáctico. Esto permitió pasar de la localización de una “modalidad” del lenguaje a localizar áreas cortical relacionadas con los componentes lingüísticos (fonología, sintaxis, léxico, semántica) y con los procesos que subyacen a las tareas del lenguaje (denominar objetos, leer palabras, comprender palabras y oraciones, etc.). En la figura 2 se representan las áreas corticales relacionadas con los procesamientos fonológico, semántico, sintáctico y del reconocimiento ortográfico.

En síntesis, tanto los estudios estructurales en pacientes con lesiones cerebrales como los estudios funcionales en sujetos sin lesión mostraron claramente que el modelo clásico estaba subespecificado desde el punto de vista de los componentes corticales. A juzgar por el efecto de las lesiones y los estudios con neuroimágenes funcionales, las regiones del hemisferio izquierdo relacionadas con el lenguaje no sólo abarcan la corteza perisilviana (donde se encuentran las áreas de Broca y Wernicke) sino también amplios sectores extrasilvianos¹⁰ (figuras 2 y 3).

Subespecificación subcortical.

El modelo clásico se centraba en la corteza y prestaba poca atención a las conexiones y estructuras subcorticales. De hecho, sólo menciona el fascículo arcuato como único componente subcortical al que se le atribuía un rol en la transmisión de información entre las áreas corticales del lenguaje, más específicamente en la repetición de palabras.

Con los equipos de RMN se desarrollaron técnicas de tractografía que permiten estudiar con detalle los haces (tractos) de fibras blancas subcorticales que unen diversas regiones de la corteza. Aplicadas al estudio de las conexiones a distancia de las áreas corticales del lenguaje se obtuvo un panorama muy distinto al del modelo clásico. Por un lado, se pudo observar que el fascículo arcuato conectaba más regiones corticales que las áreas de Broca y Wernicke (figura 4).

Por otro lado, se pudo identificar y relacionar con el lenguaje a un conjunto más amplio de haces de fibras. El esquema de la figura 5 y la reconstrucción de imágenes de tractografías de la figura 6 muestran la amplitud de las conexiones a distancia que se relacionan con el lenguaje. La descripción de cada uno de estos haces excede el objetivo de este escrito pero podemos resumirlo diciendo que en el procesamiento del lenguaje intervienen tractos de fibras blancas que conectan regiones de los cuatro lóbulos del hemisferio

¹⁰ Se entiende por áreas perisilvianas las regiones de la corteza que se sitúan alrededor de la cisura de Silvio, entre ellas se encuentran el área de Broca y el área de Wernicke así como el resto de las regiones frontales inferiores y gran parte de la circunvolución temporal superior. También incluye las dos áreas parietales lindantes con la cisura de Silvio, la circunvolución supramarginal (AB 40) y el giro angular (AB 39).

izquierdo. Claramente, la subespecificación neural del modelo clásico incluye también una subespecificación de las conexiones subcorticales que intervienen en el lenguaje.¹¹

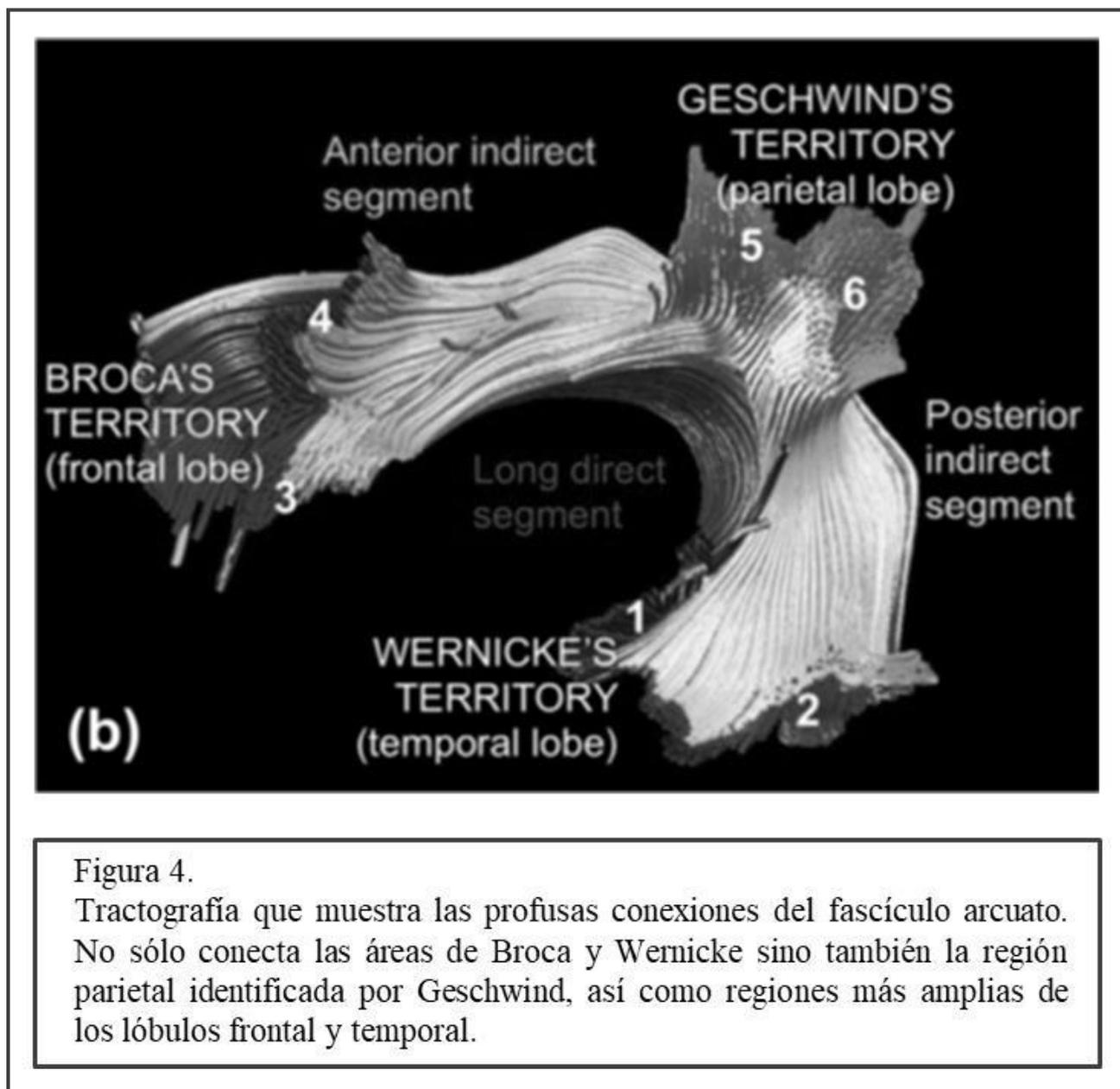
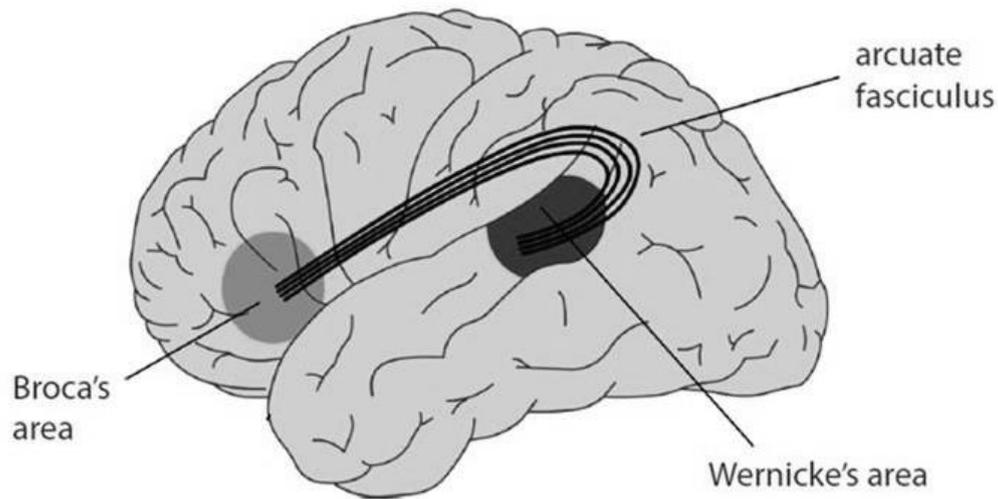


Figura 4.

Tractografía que muestra las profusas conexiones del fascículo arcuato. No sólo conecta las áreas de Broca y Wernicke sino también la región parietal identificada por Geschwind, así como regiones más amplias de los lóbulos frontal y temporal.

¹¹ 1) Conexiones fronto-temporales como el fascículo arcuato y otros haces, 2) conexiones parieto-temporales, 3) conexiones occipito-temporales, 4) conexiones fronto-frontales), así como 5) conexiones cortico-subcorticales que conectan la corteza con los ganglios basales, el tálamo y otras estructuras subcorticales. Claramente, la subespecificación neural del modelo clásico incluye una subespecificación de las conexiones subcorticales que intervienen en el lenguaje.



- arcuate fasc. (long)
- arcuate fasc. (ant.)
- arcuate fasc. (post.)
- inf. frontal-occipital fasc.
- frontal aslant tract
- inf. longitudinal fasc.
- uncinate fasc.

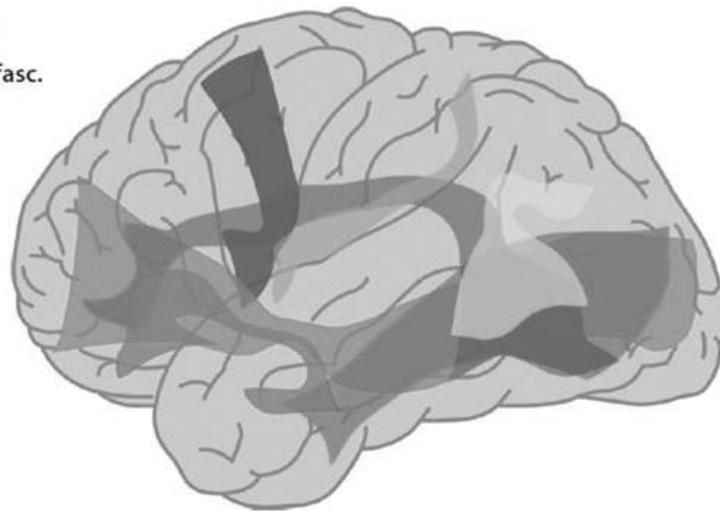
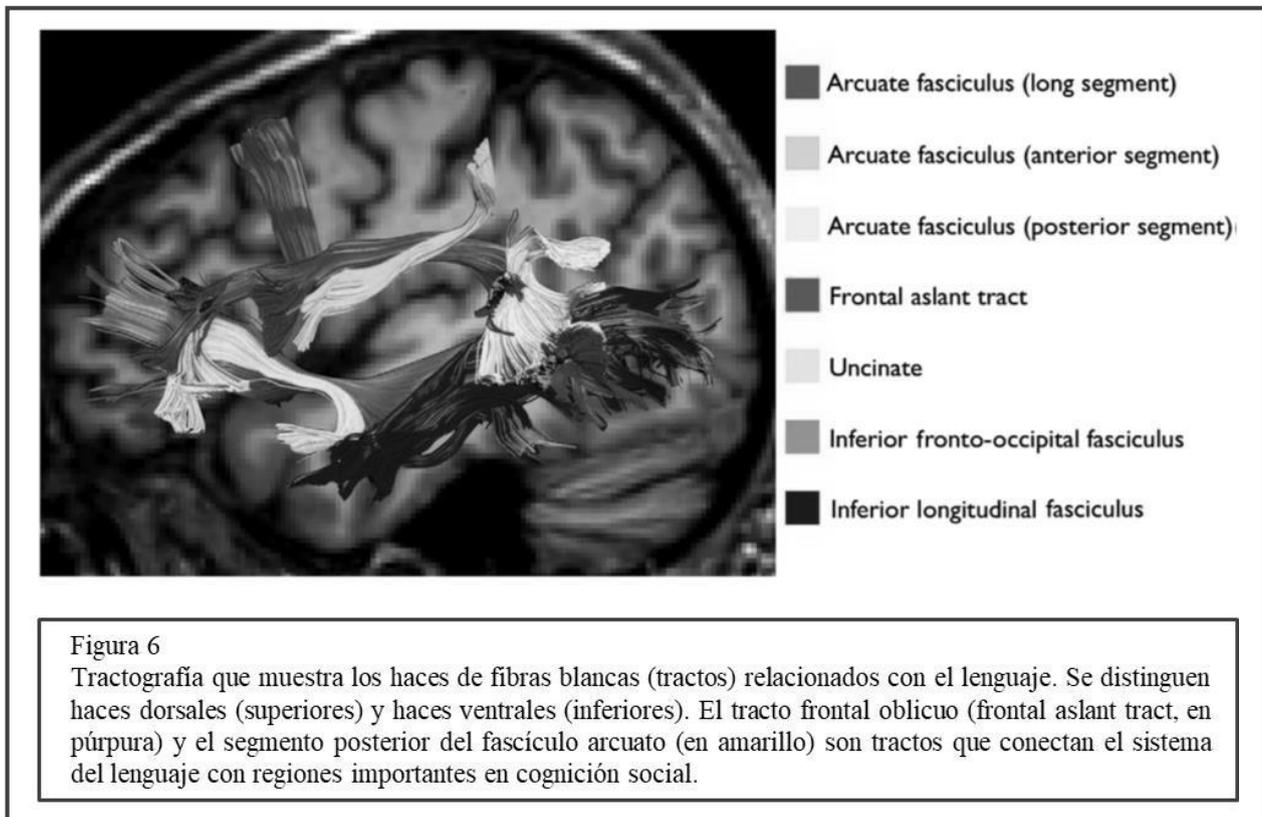


Figura 5.

Arriba: representación clásica de las áreas corticales del lenguaje y el fascículo arcuato. Abajo: representación de los tractos de fibras blancas que conectan regiones relevantes para el lenguaje (Amunts & Catani, 2015; a partir de estudios de tractografía). Se distinguen conexiones entre todos los lóbulos del hemisferio izquierdo: 1) conexiones fronto-temporales, 2) conexiones parieto-temporales, 3) conexiones occipito-temporales, 4) conexiones fronto-frontales), así como 5) conexiones cortico-subcorticales que conectan la corteza con los ganglios basales, el tálamo y otras estructuras subcorticales no representadas en el dibujo.



Panorama actual de las relaciones cerebro lenguaje.

Centros vs. Vías o “Corrientes”.

Como señalamos más arriba en el modelo clásico, la facultad del lenguaje dependía de centros corticales localizados en la corteza perisilviana izquierda, con una estricta división del trabajo entre las regiones frontal y temporal. Se suponía que el área de Wernicke en la corteza temporal servía para la comprensión del habla, mientras que el área de Broca en la corteza frontal inferior servía para la producción del lenguaje con el fascículo arqueado conectando ambas áreas.

Hoy se sabe que las lesiones en la región de Broca perjudican no solo la producción sino también la comprensión del lenguaje y que las lesiones en la región de Wernicke afectan la comprensión y también la producción del lenguaje. Por su parte los estudios con neuroimágenes funcionales proporcionaron evidencia similar al mostrar que los aspectos centrales de la producción y comprensión del lenguaje incluyen redes neuronales compartidas.

La evidencia actual no es compatible con una visión estática en la que las funciones del lenguaje residen en regiones cerebrales individuales. En cambio, favorece un enfoque en el que las funciones lingüísticas dependen de “caminos”, “corrientes” o vías de procesamiento. Estas vías no son un cableado que traslada

la información de un punto a otro. Son rutas de procesamiento. Están formadas por circuitos corticales que forman redes locales, las que a su vez se enlazan con otras redes locales mediante conexiones subcorticales cortas y a redes más distantes a través de conexiones largas. Estas estructuras cortico-subcorticales tienen una conectividad específica de la cual emerge la capacidad de representación (por ejemplo de los fonemas, de las formas fonológicas de las palabras) y de procesamiento. Están asociadas a un tipo de información lingüística (fonológica, semántica, sintáctica) y, aunque cada región tenga un rol identificable, la ejecución de ese rol depende de la interacción con las otras regiones que forman la corriente, en un camino de ida y vuelta.

El foco de la investigación se desplazó así desde la búsqueda de “centros corticales” hacia la identificación de la “vías” o “corrientes” que procesan cada tipo de información del lenguaje (fonología, semántica, morfología, sintaxis).

Desarrollaremos brevemente cuatro de estas redes del lenguaje que son las que reúnen mayor consenso en el momento actual: la vía o corriente dorsal (fonología), la corriente ventral (semántica), la región frontal inferior (composición y descomposición del lenguaje) y la corriente motora del habla (salida motora del habla).

La vía o corriente dorsal (fonología).

La vía o corriente dorsal está constituida por las áreas corticales coloreadas en azul en la figura 7 y parte de los tractos de fibras blancas ilustrados a la derecha. Incluye regiones perisilvianas de los lóbulos frontal (parte posterior del área de Broca o pars opercularis) temporal (parte de la circunvolución temporal superior que incluye el área de Wernicke) y parietal (giro supramarginal). Dos de los tractos del fascículo arcuato (segmento largo y anterior) sustentan la conectividad entre estas regiones. La corriente dorsal incluye las dos áreas clásicas del lenguaje y dos rasmos del fascículo arcuato.

La corriente dorsal tiene funciones fonológicas de alto orden, es decir, en el procesamiento abstracto de los sonidos del lenguaje. Participa en el reconocimiento de fonemas y palabras oídas, en el aprendizaje y almacenamiento de las formas fonológicas de las palabras (léxico fonológico¹²), en la recuperación de la forma fonológica de las palabras para la producción de habla y en operaciones de manipulación fonológica (como dividir una palabra en sílabas o unir fonemas en sílabas y palabras). Esta vía es importante para el desarrollo del léxico fonológico en la infancia y para la memoria de corto plazo fonológica¹³. Esta red alimenta a la red motora articulatoria.

¹² El léxico fonológico es el almacén de las formas fonológicas de las palabras (no del significado de las palabras) y en el enfoque de sistemas de memoria se lo considera dentro del sistema de representación perceptual (subsistema de la forma fonológica de las palabras).

¹³ El sistema de memoria de trabajo incluye el bucle fonológico que sustenta la memoria a corto plazo fonológica) a través de un mecanismo de repaso.

La vía o corriente ventral (semántica).

El modelo clásico sólo reparaba en la parte posterior de la circunvolución temporal superior donde se ubica el área de Wernicke. Uno de los desarrollos recientes ha sido la demostración de que también las extensas regiones extrasilvianas del lóbulo temporal (las circunvoluciones temporal media e inferior y el polo temporal), tradicionalmente consideradas fuera de la red del lenguaje, desempeñan un papel importante en el procesamiento semántico y en la comprensión de palabras oídas y leídas. La vía o corriente ventral abarca las áreas coloreadas en rojo en la figura 7 que incluyen las regiones del lóbulo temporal mencionadas más regiones frontales por delante y parietales por detrás (giro angular). La interconexión de estas áreas corticales está asegurada por varios tractos de fibras blancas (fascículos longitudinal inferior, uncinado y occipito frontal). Las funciones de la corriente ventral son principalmente semánticas, forma parte del sistema de almacenamiento de las representaciones semánticas, participa en la comprensión de palabras oídas y leídas y en la denominación de objetos y dibujos.

La región frontal inferior (composición y descomposición del lenguaje)

Se ha llamado “unificación” al proceso de derivación de un significado nuevo y complejo a partir de los bloques de construcción más simples (Hagoort, 2005, 2013). La forma más sencilla de entenderlo es el ensamblado de palabras para formar oraciones, lo que denominamos sintaxis. Pero el concepto de unificación también se extiende al ensamblado de morfemas para formar palabras polimorfémicas (por ejemplo: des-tornill-ador) o al ensamblado de oraciones en un discurso. El concepto aplica tanto al ensamblado de unidades en la producción (combinación o síntesis) como al desmonte de las mismas (análisis) en la comprensión (comprensión de la sintaxis, de palabras polimorfémicas, de discurso).

La producción de oraciones requiere el ensamblado (composición) de palabras en estructuras sintácticas adecuadas para transmitir una información nueva. Los pacientes con afasia pueden presentar dificultad para producir oraciones sintácticamente correctas, síntoma que se denomina agramatismo de salida (o habla agramática). Muchos de ellos también tienen dificultades para comprender oraciones complejas, síntoma que se denomina agramatismo de entrada (o de comprensión). Los pacientes con afasia de Broca son los que suelen tener tanto habla agramática como dificultades para la comprensión de la sintaxis. Podríamos describir estos déficits como dificultades para componer (producir) y descomponer (comprender) oraciones.

En los estudios con neuroimágenes funcionales, la corteza frontal inferior izquierda es la región que se activa siempre que esté en curso un proceso de unificación, ya sea de composición o descomposición. Y, como señalamos arriba, la lesión de esta región produce habla agramática y dificultades para la comprensión de la sintaxis incluso aunque se conserve la comprensión de palabras aisladas.

Como esta región interviene en la composición y descomposición de diferente tipo de unidades del lenguaje: morfemas, palabras, oraciones, significados, lo que hace en un momento dado depende de la tarea en que esté implicada y también del conjunto de redes corticales con las que está conectada. Interesante, la región

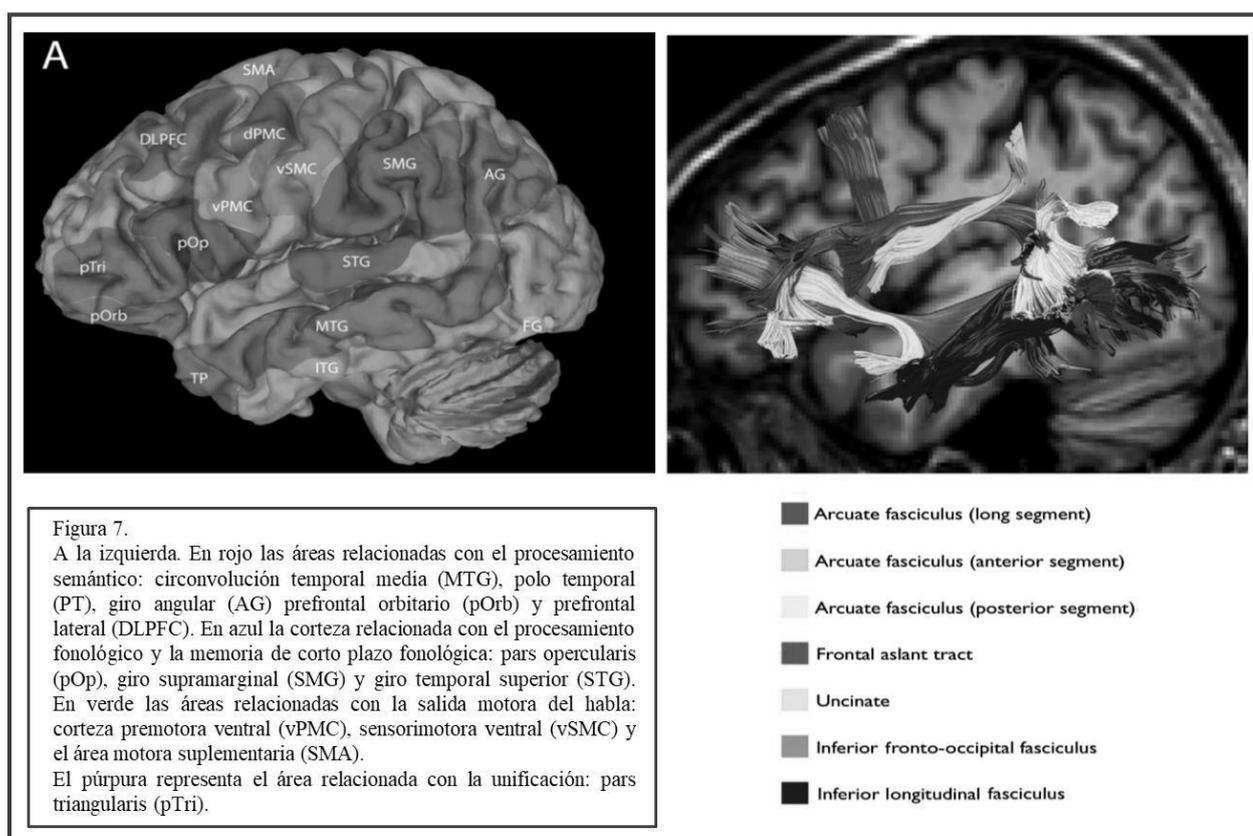
de Broca también interviene al servicio de otros dominios cognitivos, como la música y la acción (conjunto de movimientos dirigidos a una meta) que también requieren procesos de ensamblaje y desmonte.

La región frontal izquierda relacionada con los procesos de composición y descomposición (llamados de unificación) incluye la porción anterior del área de Broca (AB 45) y la corteza adyacente, coloreadas de morado en la figura 7. Se ha señalado que, según el material que se esté procesando, se pueden reclutar diferentes regiones próximas¹⁴.

La vía o corriente motora del habla (salida motora del habla).

La producción de la salida motora del habla, la articulación, es un sistema fuertemente regulado que abarca diferentes niveles de procesamiento (prefrontal, premotor y motor) y que, como el resto del sistema motor, se encuentra modulado por circuitos cortico-subcorticales que involucran los ganglios basales y el cerebelo. Estas estructuras se relacionan con el aprendizaje, almacenamiento y el control de la ejecución de los patrones articulatorios de los fonemas y sílabas de la lengua.

La vía o corriente motora abarca las regiones coloreadas de verde en la figura 7 que incluye la porción premotora del área de Broca (AB 45), la zona más inferior de las áreas primarias motora y somatosensitiva y el área motora suplementaria.



¹⁴ Algunas tareas pueden reclutar regiones próximas, dependiendo del material a unificar. La unificación fonológica recluta AB 44 y partes ventrales de AB 6, la unificación sintáctica se centra en AB45 y 44 y la unificación semántica recluta AB 47 y 45.

Conclusiones

La breve pero intensa historia del estudio científico de las bases cerebrales del lenguaje aún no ha terminado. Desde los primeros pasos dados por los neurólogos fundadores de la Neuropsicología se han hecho grandes progresos para un conocimiento más preciso de la neurobiología del lenguaje en el cerebro humano. De la primitiva propuesta en la que unas pocas regiones circunscriptas del hemisferio izquierdo llevaban a cabo funciones completas del lenguaje hemos pasado a una visión más compleja en la que las funciones del lenguaje se sustentan en la actividad de redes corticales distribuidas e interconectadas. El modelo de lenguaje clásico está siendo reemplazado por modelos más completos gracias al impulso introducido por los avances en los modelos cognitivos y de las metodologías basadas en las neuroimágenes. El sustrato neural del lenguaje se revela como una estructura más amplia y más distribuida que lo previsto en el modelo clásico. Varias regiones corticales conectadas por fibras subcorticales forman vías o corrientes (redes conectadas a distancia) que representan y procesan la fonología, la semántica y la sintaxis. El conocimiento de la mente humana es uno de los mayores desafíos que encara hoy la ciencia; desentrañar las relaciones cerebro lenguaje es uno de los caminos para llevar la frontera hacia adelante.

Créditos

La figura 3 fue tomada de Middlebrooks, E. H., Yagmurlu, K., Szafarski, J. P., Rahman, M., & Bozkurt, B. (2017). A contemporary framework of language processing in the human brain in the context of preoperative and intraoperative language mapping. *Neuroradiology*, 59(1), 69-87.

Las figuras 4 y 6 fueron tomadas de: Catani, M., & Budisavljević, S. (2014). Contribution of diffusion tractography to the anatomy of language. In *Diffusion MRI* (pp. 511-529). Academic Press.

La figura 5 fue tomada de Hagoort, P. (2017). The neural basis for primary and acquired language skills. *Developmental Perspectives in Written Language and Literacy: In honor of Ludo Verhoeven*, 17.