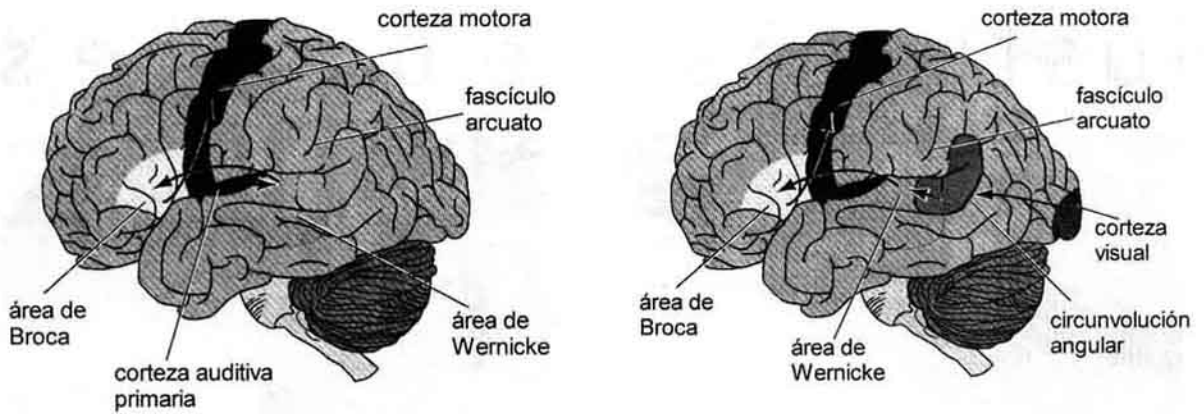


# Sustratos neurales en la escritura kana y kanji

Rosario  
**Vega**  
Enrique  
**Soto**

El estudio de la neurofisiología del lenguaje se ha retrasado con respecto al de otras conductas debido a que no existen modelos animales adecuados para su análisis experimental. Lo que se sabía hasta hace algunos años fue resultado de estudios de pacientes que han sufrido alguna lesión. Actualmente el uso de métodos basados en la resonancia magnética nuclear y en la tomografía de emisión de positrones<sup>1</sup> permiten analizar, en sujetos normales, la actividad cerebral relacionada con el lenguaje.

El lenguaje depende de la interacción compleja de diversos procesos: entrada sensorial, integración simbólica, habilidades motoras, patrones sintácticos aprendidos y memoria verbal. En el desarrollo de estos procesos participan diversas estructuras cerebrales. En el siglo pasado se inició el estudio de la neurobiología del lenguaje. Paul Broca, en 1861, fue uno de los primeros en notar que lesiones de ciertas áreas cerebrales se relacionaban con alteraciones del lenguaje. Descubrió la que hoy denominamos área de Broca, que está relacionada con el control motor y la articulación del habla. Esta región se ubica en la parte posterior del lóbulo frontal izquierdo y cuando se daña se producen las afasias motoras, que se caracterizan por la dificultad o imposibilidad del sujeto para expresarse hablando, manteniendo, sin embargo, intactas las capacidades de lectura y escritura (Figura 1). Curiosamente, los sujetos con lesiones exclusivas del área de Broca pueden cantar una melodía sin problemas, lo cual indica que no se trata de una simple parálisis de los músculos que participan en el habla, sino que el daño altera la programación de las secuencias y coordinaciones de movimiento muscular necesarias para ésta. Existe otro tipo de afasias relacionado no con la emisión del lenguaje, sino con su contenido. Éstas fueron estudiadas por Wernicke en 1874,



**FIGURA 1** Esquema del cerebro humano donde se muestran las áreas de Broca y de Wernicke y el fascículo arcuato que las interconecta. Para hablar, el sentido de lo que decimos es procesado por el área de Wernicke, la cual está interconectada con áreas auditivas y visuales (provenientes de la circunvolución angular y de la circunvolución temporal superior e inferior). Estas interconexiones son esenciales para la comprensión del lenguaje hablado y escrito. La actividad de esta área modifica las correlaciones de actividad en el área de Broca gracias a que están conectadas por el fascículo arcuato. La actividad del área de Broca se relaciona con la expresión del lenguaje hablado. Las conexiones del área de Wernicke con las áreas de asociación auditiva y visual y su interconexión con las áreas premotoras y motoras, participan también en el lenguaje escrito.

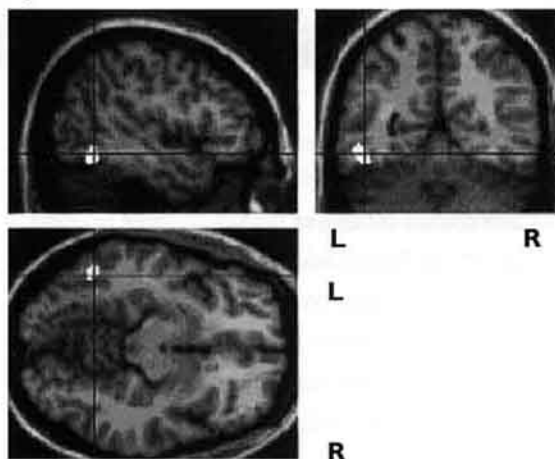
quien encontró que, a diferencia de lo descrito por Broca, algunas lesiones cerebrales hacían que los pacientes, quienes podían articular perfectamente, hablaran sin sentido, con constantes cambios de unas palabras por otras, llegando incluso a usar palabras inexistentes. Wernicke encontró que, generalmente, estos pacientes tenían una lesión en el tercio posterior de la circunvolución temporal superior del hemisferio izquierdo, ahora conocida como área de Wernicke (Figura 1). Acertadamente, este investigador consideró que tal área se relaciona con los procesos ideativos y asociaciones auditivas y visuales del lenguaje. El daño a esta región produce una afasia que se acompaña además de alteraciones en la comprensión del lenguaje. Así, a diferencia de los pacientes con lesión en el área de Broca, aquellos que tienen un daño en la de Wernicke son prácticamente incapaces de comprender el sentido de un frase, ya sea que la lean o la escuchen.

Hoy se sabe que estas dos áreas participan junto con otras varias en el proceso del lenguaje. En la escritura, la circunvolución angular es esencial para la asociación visuo-auditiva que permite que las palabras escritas adquieran significado al evocar una asociación auditiva en el área de Wernicke (Figura 1). Lesiones de la circunvolución angular alteran la capacidad de comprender el lenguaje escrito sin modificar el habla, la comprensión verbal o la escritura.

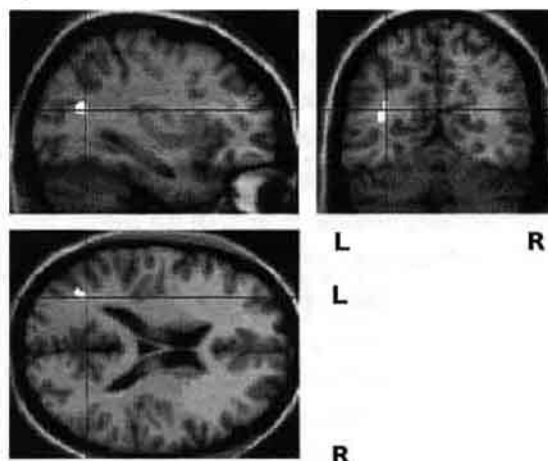
Para la escritura participan también áreas ideativas y motoras, aunque en este caso las áreas motoras involucradas

son las relacionadas con los circuitos que controlan los movimientos de la mano. Además de las alteraciones del lenguaje, resultan hoy muy interesantes los estudios comparativos que muestran cómo las diferentes áreas pueden, mediante procesos de aprendizaje, modelarse para servir de base a una u otra lengua, sea cual sea su estructura. Así, por ejemplo, en japonés existen dos tipos de escritura: el kana y el kanji. En el primero, la escritura se basa en silabogramas; actualmente consta de alrededor de dos mil símbolos. El kanji tiene una escritura que se basa en morfogramas o ideogramas, y cada uno representa una palabra diferente. Por sus características parece natural pensar que ambos tipos de escritura requieran sustratos neurales completamente diferentes. Diversos reportes en la literatura refieren que lesiones en las regiones parietales o frontales producen agrafia (pérdida de la capacidad de expresarse por la lengua escrita) sin afasia (pérdida de la capacidad de expresarse verbalmente) en sujetos occidentales. En cambio, varios reportes indican que lesiones del lóbulo temporal en su parte inferior y posterior producen agrafia en sujetos orientales (Figura 1). Más aun: se ha observado una disociación entre las escrituras kanji y kana, por lo que una lesión puede producir agrafia de una sin perturbar significativamente a la otra. Las agrafias que afectan preferencialmente el kanji se presentan en pacientes con lesiones cerebrales relacionadas principalmente con la corteza cerebral en la circunvolución posterior inferior del lóbulo temporal; en cambio, las lesiones que afectan la escritura kana se encuentran localizadas preferentemente en la circunvolución angular del lóbulo

### a) KANJI



### b) KANA



**FIGURA 2** Tomografía de emisión de positrones comparando el nivel de activación cortical cuando se imagina escribir una palabra en kanji (a) o en kana (b). Las áreas activadas se muestran en blanco. Las letras L y R indican lado izquierdo y derecho respectivamente. Puede observarse que las áreas que se activan con la tarea lingüística se encuentran en el hemisferio izquierdo. Tomado de Tokunga y cols.<sup>2</sup>

temporal. Las diferencias en el sustrato neural de ambos tipos de escritura son tan significativas que se ha propuesto que existen vías específicas no sólo para la escritura sino también para la lectura de ambos tipos de escritura. La idea es que los procesos mentales para la lectura y la escritura del kanji implican mayormente áreas de asociación visual, con activación de la circunvolución posterior inferior y áreas occipitales cercanas. En tanto para el kana, las áreas que participan, localizadas en la circunvolución angular del lóbulo temporal, implican principalmente asociaciones auditivas y no tanto visuales.

Para definir si es correcta esta hipótesis, un grupo de investigadores en Osaka, Japón,<sup>2</sup> decidió estudiar en sujetos normales cuáles son las áreas corticales que se activan cuando ellos piensan en escribir diversos textos ya sea en kanji o en kana. Para el estudio se usaron sujetos normales sin historia de ningún tipo de enfermedad neurológica o psiquiátrica, y todos ellos diestros. Cada sujeto fue sometido a doce tomografías de emisión de positrones durante un periodo de dos horas, durante el cual escuchó 24 palabras por cada tomografía. Los sujetos fueron instruidos para realizar una de tres acciones posibles: escuchar una palabra y escribirla mentalmente en kanji, en kana o evitar pensar en cómo se escribe la palabra (control basal). En estas condiciones se estudió el flujo sanguíneo cerebral usando la técnica de PET.<sup>1</sup>

Los resultados permitieron demostrar que cuando el sujeto concibe mentalmente una palabra escrita en kanji se produce una importante activación de la circunvolución temporal postero-inferior y de la circunvolución frontal media posterior, en tanto que cuando realiza este proceso para la escritura kana la activación cortical se focaliza en la circunvolución angular

del lóbulo temporal (Figura 2). En ambos casos se produce además una activación cortical significativa en la circunvolución supramarginal (relacionada probablemente con la atención motora y la preparación para el movimiento) y en la región que rodea el surco precentral (esta última probablemente relacionada con la programación del movimiento necesario para la escritura, aunque los sujetos sólo imaginaban que escribían). En todos los casos la activación cortical se dio esencialmente en el lóbulo izquierdo (dominante en el lenguaje).

Este trabajo demuestra que en los sujetos normales, las regiones corticales que controlan ambos tipos de escritura se encuentran segregadas, lo que explica el hecho de que diferentes lesiones cerebrales puedan producir agrafia selectiva de una de las formas de escritura del japonés. Se piensa que este proceso tiene un correlato en las lenguas indoeuropeas. Se ha postulado que existen dos sistemas de identificación de las palabras: el lexicológico y el fonológico. El primero parece utilizar un sistema de recuperación que implica a la palabra completa, incorporando entonces procesos de asociación fundamentalmente visuales parecidos a los relacionados con el kanji. Alternativamente, el sistema fonológico parece asociado al deletreo de palabras poco familiares e implica procesos asociativos análogos a los utilizados en el kana, de ahí que se propone que estos sistemas pudieran tener sustratos neurales diferentes como sucede con el kanji y el kana. En este sentido, por ejemplo, existe un caso reportado por A. R. Luria de una paciente –probablemente rusa– que era incapaz de seguir la instrucción de escribir una

sola palabra, pero cuando se le solicitaba que escribiera una frase completa, lo hacía sin ningún titubeo.<sup>3</sup>

Contar con dos sistemas de representación para la escritura constituye probablemente sólo un ejemplo de las múltiples estrategias mediante las cuales un sistema neural puede resolver un mismo problema. El hecho de que diversas áreas puedan participar en un mismo proceso, pero con mecanismos de operación—representación— completamente diferentes, podría estar en la base de muchos fenómenos adaptativos complejos que, entre otros más, confieren al sistema nervioso su flexibilidad y le permiten adaptarse en condiciones normales y patológicas. Es factible pensar entonces que un infante japonés que sufra daño cerebral en una de las áreas descritas, podría tener una estrategia cognoscitiva que le permita hacer uso de la otra área, con lo que le sería fácil optar por escribir en kanji o en kana según el tipo de lesión, haciendo pasar prácticamente inadvertido el daño cerebral.

Cabe anotar que la manera en que hasta ahora hemos encarado los procesos neurales relacionados con el lenguaje ha estado fuertemente influida por la visión localizacionista que, podríamos decir, comenzó con los trabajos de Broca. Sin embargo, diversas evidencias sugieren que esta forma de entender el asunto no necesariamente da cuenta cabal de diversos procesos cognitivos relacionados con el lenguaje. Hoy se tiende más a una visión relacionada con los mecanismos y procesos que subyacen al lenguaje, que a simplemente identificar áreas cerebrales con tareas lingüísticas específicas. Sobre todo, la concepción localizacionista no permite entender aspectos más finos de los desórdenes del lenguaje, como por ejemplo los casos de lesiones en que el sujeto tiene un déficit para identificar el significado de palabras relativas a ciertas categorías conceptuales; el ejemplo más conocido de ello es la pérdida de la capacidad para identificar palabras relacionadas con objetos inanimados, en tanto que aquellas relativas a lo animado pueden identificarse sin problema.<sup>4</sup> Éste y otros muchos ejemplos indican que en los procesos lingüísticos participan múltiples circuitos neurales, cuya complejidad radica justamente en su interconexión con otras redes y que, por ello, difícilmente pueden concebirse como áreas cerebrales específicas. Más que hablar de habilidades lingüísticas (comprensión, producción, lectura, escritura, repetición, etcétera), cada una relacionada con una área cerebral, se habla hoy de los procesos que se ponen en juego en una tarea. Así, algo tan simple como leer en voz alta, implica una serie de procesos



visuales, grafémico, léxico-ortográfico, semántico, léxico-fonológico, fonológico y finalmente motor. Un daño a cualquiera de los componentes del sistema produce un déficit en la ejecución de la tarea. Por esta razón conviene orientar el estudio de los pacientes con daño lingüístico a identificar con precisión las alteraciones puntuales en la generación y comprensión del lenguaje, alteraciones que pudieran contribuir a comprender los mecanismos de categorización y representación lingüística.

## N O T A S

<sup>1</sup> Tomografía de emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés), es una técnica utilizada para obtener imágenes de los tejidos corporales. La PET requiere un ciclotrón como fuente de positrones de vida media corta emitidos por isótopos. Los isótopos se inyectan al paciente junto con un compuesto relacionado con la glucosa, y los positrones chocan con los positrones en los tejidos corporales para producir fotones. Los fotones son detectados por un contador de centelleo y la información es procesada por una computadora que proporciona imágenes y datos sobre el flujo sanguíneo y los procesos metabólicos de los tejidos observados.

El positrón es una partícula elemental de antimateria con una masa y una carga eléctrica positiva iguales en magnitud a las del electrón. Los pares electrón-positrón pueden formarse cuando rayos gamma de energías superiores a un millón de electronvoltios colisionan con partículas de materia. La existencia del positrón fue postulada por P. A. M. Dirac, en 1928, como consecuencia de la teoría de mecánica cuántica sobre el movimiento de los electrones.

<sup>2</sup> Hiromasa Tokunaga, Takashi Nishikawa, Yoshitaka Ikejiri, Yoshitsugu Nakagawa, Fumihiko Yasuno, Kazuo Hashikawa, Tsunehiko Nishimura, Yoshiro Sugita u Masatoshi Takeda. Differential neural substrates for Kanji and Kana writing: a PET study. *NeuroReport* 10, pp. 3315-3319, 1999.

<sup>3</sup> A.R. Luria, The functional organization of the brain. *Progress in psicobiology*. Ed. R.F. Thompson, W.H. Freeman, pp. 375-382, San Francisco, CA, 1977.

<sup>4</sup> Caramazza, A., Brain and Language. *Conversations in the cognitive neurosciences*. Gazzaniga, M.S. (editor), pp. 131-151, MIT press, MA, 1997.