

Sobre la posibilidad de una biolingüística neurocognitiva¹

José María Gil

I gather [...] that the status of linguistic theories continues to be a difficult problem [...] I would wish, cautiously, to make the suggestion, that perhaps a further touchstone may be added: to what extent does the theory tie in with other, non-linguistic information, for example the anatomical aspects of language? In the end such bridges link a theory to the broader body of scientific knowledge. I would personally not see much virtue in the views of those theoreticians who feel that language [...] must be viewed *separately* on the linguistic and biological levels.

NORMAN GESCHWIND (1964)

ABSTRACT

This paper aims to show what “neurocognitive” linguistics (NCL) can contribute to biolinguistics. Thus, the following issues are considered in the four different sections of the paper: (1) insofar as NCL conceives of language as a set of interconnected sub-systems, NCL is in touch with the biological reality studied by neuroscientists; (2) NCL has developed a notational system able to represent linguistic information; (3) NCL is neurologically plausible; (4) NCL is compatible with tests carried out by current neuroscientific research.

KEYWORDS: *Linguistics, Neuroscience, Neurocognitive Linguistics, Relational Network Theory, Neurological Plausibility*

RESUMEN

Se intentará mostrar que la teoría “neurocognitiva” es valiosa para el enfoque biolingüístico. Para ello, en las cuatro secciones del artículo se analizarán los siguientes temas: (1) al concebir al lenguaje como un conjunto de subsistemas cerebrales interconectados, la teoría neurocognitiva (TNC) entra en contacto con la realidad biológica estudiada por la neurociencia; (2) la TNC ha desarrollado un sistema de notación que puede representar la información lingüística; (3) la TNC tiene plausibilidad neurológica; (4) la TNC es compatible con contrastaciones de la investigación neurocientífica actual.

PALABRAS CLAVE: *lingüística, neurociencia, lingüística neurocognitiva, teoría de redes relacionales, plausibilidad neurológica.*

I. LA TEORÍA NEUROCOGNITIVA Y EL ENFOQUE BIOLINGÜÍSTICO: EL SISTEMA LINGÜÍSTICO COMO SISTEMA BIOLÓGICO

Debemos el concepto “biolingüística” a numerosas investigaciones desarrolladas en el marco de la lingüística generativa, por lo menos desde 1974 [Chomsky (2005), pp. 1-2]. En efecto, gracias a los autores de formación chomskyana se jerarquizó el interés por entender al lenguaje como parte constitutiva de la biología humana [Jenkins (2000), Jackendoff (2002), Anderson y Lightfoot (2002), Hauser, Chomsky y Fitch (2002), Boeckx y Piattelli-Palmarini (2003), Fitch, Hauser y Chomsky (2005), Pinker y Jackendoff (2005), Hinzen (2006), Boeckx y Grohmann (2007)].

En el ámbito hispanico, desde luego, también ha habido contribuciones de importancia [Lorenzo y Longa (2003), Mendivil Giró (2003, 2006), Balari (2006a, 2006b), Lorenzo (2006a, 2006b) y Martín y Roselló (2006)]. Uno de dichos autores hace explícita la tesis del trabajo que aquí presento; en efecto, Guillermo Lorenzo González advierte, después de comentar los supuestos de la teoría funcional y cognitivista de Givón (2002), que el enfoque biolingüístico no debe reducirse a la lingüística generativa:

[...] por una parte [...] el enfoque biolingüístico es sostenible aún con criterios de fundamentación diferentes a los que son comunes en la gramática generativa; por otra parte, [...] el enfoque biolingüístico no es, ni ha de ser, monolítico, sino abierto a discrepancias (incluso de fundamentos) como cualquier otro tipo de empresa racionalmente dirigida [(Lorenzo 2006b, p. 34)].

A partir de las palabras de Lorenzo intentaré defender el enfoque biolingüístico de orientación neurocognitiva, inspirado en las tesis de la neuroanatomía conexionista [Wernicke (1885-86), Lichteim (1885), Geschwind (1964, 1965), Damasio (1989, 1994)] y de la lingüística estratificacional [Lamb (1966, 1999)].

La teoría “neurocognitiva” (de aquí en adelante TNC) estudia el “sistema lingüístico del individuo” en relación con otros sistemas cognitivos como la visión, la percepción somática, la audición, el olfato, etc. [Lamb (1999, 2003, 2004, 2006)]. Para la TNC, no todos estos sistemas “externos”, como el olfato, son parte del “lenguaje”, aunque sí deben tenerse en cuenta a la hora de explicar cómo se ubica y cómo funciona el sistema lingüístico de nuestro cerebro.

Conviene hacer un inciso sobre el rótulo “neurocognitivo”, que también se emplea para aludir a varios modelos del procesamiento del lenguaje basados en modernos y valiosos estudios de neuroimágenes, especialmente de resonancia magnética funcional (fMRI) [Friederici (2002), Hagoort (2005), Bornkessel y Schlesewsky (2006), Hickok y Poeppel (2007) Grodzinsky & Santi (2008)]. En un trabajo reciente, Friederici (2009) analiza funciones lingüísticas de alto nivel a partir de imágenes con tensor de difusión (*diffusion*

tensor imaging, DTI) e imágenes con espectro de difusión (*difussion spectrum imaging*, DSI). Estos modelos y la TNC comparten no sólo el rótulo “neurocognitivo”, sino que también reivindican la tradición conexionista de autores como Wernicke, Lichteim y Geschwind. Hay, sin embargo, una diferencia sustancial: estos modelos también llamados “neurocognitivos” aceptan supuestos fundamentales de la teoría generativa, tales como la existencia de la “facultad del lenguaje” o de módulos de la gramática. En este sentido, Bornkessel y Schlesewsky (2006), por ejemplo, consideran que el área 44 de Brodmann (en el lóbulo frontal inferior) es la responsable de la linealidad de la jerarquía de argumentos durante la asignación de roles temáticos basados en rasgos sintácticos y semánticos. Desde luego, no se propone aquí un debate terminológico, pero es importante advertir que a pesar de la coincidencia de rótulos hay diferencias teóricas fundamentales con la TNC aquí analizada.

Al igual que los modelos mencionados en el párrafo anterior, la TNC (cuyo creador y representante más destacado es el norteamericano Sydney Lamb) propone que la lingüística necesita entrar en contacto con la realidad biológica; se cree que, para ello, la lingüística deberá contrastar sus hipótesis con lo que se sabe del cerebro gracias a las neurociencias. Por esta razón, la TNC también podría ser parte del enfoque biolingüístico, donde por cierto habrá lugar para discrepancias, aun de fundamentos.

Una de las discrepancias más importantes es la idea misma de “lenguaje”. En la TNC se cuestiona que la investigación lingüística deba partir de la definición de este concepto. Ocurre que el concepto “lenguaje” parece darse por sentado cuando tal vez se sostiene en hipótesis especulativas o en distinciones terminológicas. Así, por ejemplo, cuando definen y analizan las dos dimensiones de la “facultad del lenguaje”, Fitch, Chomsky & Hauser (2005) admiten que están haciendo una distinción esencialmente terminológica cuyos fines son aclarar las discusiones y encarar el trabajo interdisciplinario; en efecto, esa distinción “no constituye una hipótesis contrastable” [Fitch, Chomsky & Hauser (2005), p. 181].

Tenemos, en cambio, que la TNC parte de la siguiente idea: No es necesario definir el “lenguaje” de antemano, porque el objeto empírico es simplemente el individuo real, o más precisamente, el sistema que en el cerebro del individuo real le permite a dicho individuo embarcarse con éxito en actividades concretas y observables como hablar, entender lo que los que los otros hablan, leer y escribir. En principio, entonces, los hechos o fenómenos analizados por la TNC son relativamente accesibles para la investigación empírica:

- (a) las personas;
- (b) los órganos de producción del habla y las operaciones realizadas por dichos órganos;

- (c) las producciones lingüísticas de las personas, ya sean habladas (ondas sonoras) o escritas (en papel u otra superficie), y grabaciones y transcripciones de las producciones orales;
- (d) los procesos de hablar, entender el habla de los otros y aprender;
- (e) el sistema de información (ubicado en la corteza cerebral) que hace posibles aquellos procesos.

El sistema mencionado en el último de los puntos es seguramente el “menos accesible” de los fenómenos de la lista. Dicho sistema puede llamarse “sistema lingüístico del individuo”; se trata de un sistema real, que difiere de una persona particular a otra. Incluso varía de un momento para el otro en un mismo individuo: Es un sistema en cambio permanente.

Así, para la TNC, todo lo que subyace al escurridizo concepto de “lenguaje” es, en el mejor de los casos, algo demasiado abstracto. La noción misma de “lenguaje” ha llegado a nosotros después una larga tradición y a veces ha promovido la fe en cosas que no son empíricamente demostrables. La aparición frecuente de la expresión “lenguaje” (y de sus equivalentes en lo que llamamos “otros idiomas”, distintos del español) nos lleva a formar este concepto en nuestros sistemas de creencias y a imaginar que en efecto el lenguaje existe como un objeto del mundo, más allá de las manifestaciones tangibles enumeradas en los puntos de más arriba. En contra de esto, la TNC no se preocupa demasiado por el concepto de “lenguaje” (el cual apenas se usa como un término general sin contenido técnico) y parte de fenómenos claramente identificables desde un punto de vista empírico.

Para la TNC, en última instancia, “lenguaje” puede valer como un rótulo no esotérico que, sobre la base de la conversación diaria, hemos seleccionado para referirnos a una configuración particular de subsistemas interconectados a los que nos gusta pensar como si fueran una unidad [Lamb (1999), p. 373]. En efecto, el “sistema lingüístico” se conecta de un modo muy complejo con otros subsistemas cognitivos: Lo que tiene de especial la particular configuración de subsistemas corticales interconectados que llamamos “lenguaje” es la conectividad. Entre esos subsistemas se encuentran el reconocimiento fonológico, el léxico, la producción gramatical, la producción fonológica, las representaciones semánticas, etc. A partir de las áreas de Wernicke y Broca (donde se localizan el reconocimiento fonológico y la producción fonológica, respectivamente), las conexiones se extienden hacia la circunvolución angular y las áreas vecinas en la parte posterior de la corteza, y a través de senderos similares en el lóbulo frontal, hacia el resto de la corteza, inclusive la gran área rectora de asociación supramodal, en los lóbulos frontal y temporal. De esta manera, el “lenguaje” nos facilita las conexiones que van desde los símbolos fonológicos (que no están almacenados, pero cuyas señales sí pueden

producirse y recibirse) hasta *casi* todo aquello que seamos capaces de experimentar e imaginar.

La TNC requiere, de esta forma, una integración de la lingüística con las neurociencias. Esta integración permitirá que la lingüística entre en contacto con la realidad biológica para determinar si sus hipótesis son compatibles con lo que se sabe del cerebro y, además, nos hará recorrer dos grandes vías de investigación: (1) del sistema lingüístico a las estructuras neuronales y (2) de las estructuras neuronales al sistema lingüístico.

Ya se ha dicho que lo que se llama “sistema lingüístico” (y, de manera más difusa, “lenguaje”) se entiende como un intrincado conjunto de subsistemas corticales. En virtud de este conjunto de subsistemas es posible que un individuo despliegue con éxito actividades lingüísticas concretas, desde entender una pregunta puntual como “¿Qué hora es?” hasta escribir una novela de 500 páginas. Y ya que este sistema lingüístico es interno al individuo, tiene que guardar alguna relación con las redes neuronales. Así, el estudio de las relaciones lingüísticas puede brindar indicios para el estudio del cerebro. En este contexto, surge (o se refuerza) la siguiente hipótesis, ya mencionada antes: *El sistema lingüístico está fuertemente conectado con otros sistemas cognitivos representados en la corteza cerebral*, como la audición, la visión, la percepción somato-sensorial, el olfato, etc. Después de todo, usamos el lenguaje para hablar de una enorme variedad de aspectos de la experiencia humana, todos los cuales tienen algún tipo de representación cerebral.

Por ejemplo, entre la visión de la foto de un gato y la emisión de *gato* transcurren unos 600 milisegundos. (Y, dicho sea de paso, la “palabra” no estaba almacenada en el cerebro del hablante que dijo *gato*). Gracias a estudios de electroencefalograma (EEG), que pueden registrar imágenes de la actividad del cerebro en tiempo real, puede saberse bastante sobre el recorrido de las conexiones. Cuando una persona ve la foto de un gato y después dice *gato*, la actividad cerebral recorre, a grandes rasgos, este sendero: (i) lóbulo occipital (encargado de los diferentes niveles de la visión), (ii) zona donde se localizarían las “nexiones” de ciertos “conceptos” (en el lóbulo temporal), (iii) zona donde estarían las “nexiones” correspondientes a ciertos lexemas (en la circunvolución angular), (iv) zona del reconocimiento fonológico (área de Wernicke), (v) zona de la producción fonológica (área de Broca, conectada con Wernicke por medio del fascículo arqueado, un importante tracto de materia blanca), (vi) zona de producción articulatoria (en el lóbulo frontal inferior). Toda esta actividad cerebral, que va desde la visión de la foto de un gato hasta la emisión de *gato*, tiene su origen en el lóbulo occipital unos 150 milisegundos después de que se muestra la foto (zona i, donde se procesa el estímulo visual). Luego, en el área de Wernicke (zona iv) la actividad se manifiesta entre los 275 y 400 milisegundos. La emisión del nombre del animal (producida por el aparato fonador, que está regulado por la zona de producción

articulatoria vi) aparece unos 600 milisegundos después de que se mostró la foto. (Más adelante se dan precisiones sobre el concepto de “nexión”).

Dos párrafos atrás se dijo que la TNC también permite que se vaya desde las estructuras neuronales al sistema lingüístico (y no sólo desde éste hacia aquéllas). Los neurólogos, los afasiólogos, los neuroanatomistas y los neurocientíficos en general han adquirido un amplio conocimiento de las estructuras físico-químicas del cerebro. Sin embargo, este conocimiento por sí sólo no sirve para explicar cómo funciona el cerebro a la hora de ejecutar los procesos desarrollados al hablar y al entender el habla de los demás. Incluso la pregunta fundamental de cómo hace el cerebro para tratar la información simbólica (como las palabras) sigue siendo algo misteriosa para los especialistas en neurociencia. Las neuroimágenes ya citadas (fMRI, DTI DSI, EEG) y aun otras como la tomografía de emisión de positrones (PET) y la magnetoencefalografía (MEG) son técnicas valiosísimas; pero sólo nos dan información de *dónde* ocurre algo y no de *qué* es lo que ocurre. Es allí donde la teoría lingüística puede brindarle ayuda a las neurociencias. Algo de este se trata en la sección 2 y, especialmente, en la sección 3.

II. REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN LINGÜÍSTICA: UN SISTEMA DE NOTACIÓN ALTERNATIVO

Ya se ha dicho que para la TNC la información lingüística reside en la conectividad [(Lamb 1966, 1999, 2004)]. Lamb se inspira en las obras de Hjelmslev (1944) y Halliday (1967/68): Del primero toma la idea de que el sistema lingüístico es un complejo donde no hay unidades estáticas sino *relaciones*; del segundo, el tipo de notación usado para la gramática sistémica-funcional, gracias la que se distinguen claramente las relaciones sintagmáticas (“ambos/y”) y las relaciones paradigmáticas (“uno u otro/o”). De esta manera, si se identifican las relaciones inmediatas de una unidad lingüística (por ejemplo, las del verbo *aspira*, en tercera persona del singular del presente), la unidad lingüística como tal desaparece: sólo quedan las relaciones, esto es, la *conectividad*. Dicho toscamente, una unidad lingüística no es más que un nodo en una red de relaciones, y esto vale para cualquier rasgo fonológico, fonema, morfema, lexema, etc.

Con este sistema de notación también se evitan los problemas que surgen cuando se usa una lengua natural como el español para representar una lengua natural como el español. Se ha propuesto que el lenguaje ordinario es lo más apropiado para representar el lenguaje ordinario simplemente porque, después de todo, estamos hablando del lenguaje. Pero esta línea argumentación nos llevaría a plantear, por ejemplo, que los mapas de rutas tendrían que estar hechos de concreto o que las piletas deberían hacerse con agua. Más bien, señala Lamb, “necesitamos un sistema de notación tan distinto del len-

guaje ordinario como sea posible” [(Lamb 1999, p. 274)] para no confundir el objeto que se describe con los medios de la descripción.

En síntesis, una unidad lingüística es lo que es no sólo porque ocupa una posición particular en una red de relaciones, sino porque depende de los otros nodos con los cuales está conectada. Así, el “valor” saussuriano toma una dimensión adicional: una unidad lingüística es “lo que las otras no son”.

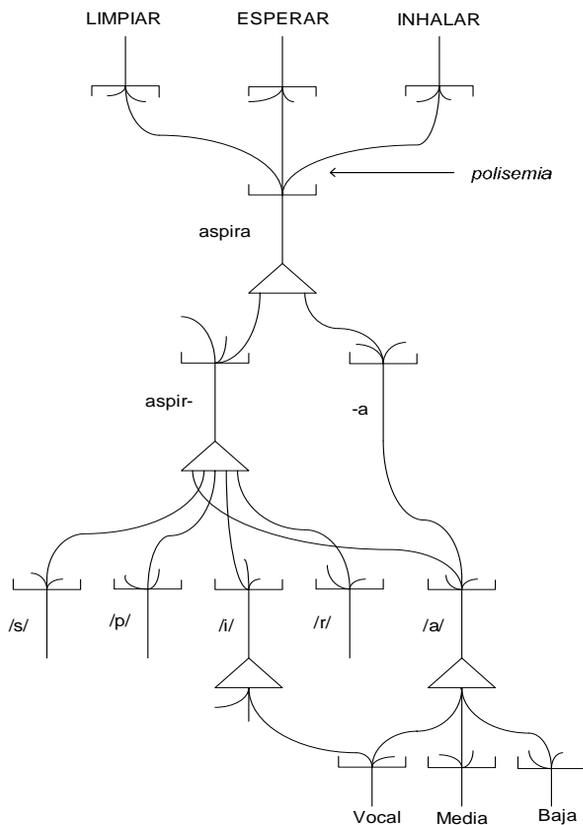


Figura 1: El lexema *aspira* en tanto su aparición en el sistema

A modo de ejemplo, la Figura 1 muestra que las unidades estructurales como el lexema *aspira*, el concepto LIMPIAR, el morfema *-a*, el fonema /a/, el rasgo fonológico “Vocal”, etc. no son más que ubicaciones en un sistema de relaciones. Los rótulos para LIMPIAR, *aspira*, *-a*, etc. no son parte de la estructura lingüística, sino que simplemente están ahí como una ayuda para en-

tender el diagrama. Téngase en cuenta que los “triangulitos” de los cuales salen líneas indican conexiones “y”, mientras que los “corchetes” de los que también salen líneas marcan conexiones “o”. Para las conexiones “y” hay una aparición ordenada en nexiones como la del lexema *aspira*, integrada por los morfemas *aspir-y -a*; pero no hay un orden en nexiones como las del fonema /a/, porque los rasgos del fonema aparecen simultáneamente. Las líneas que salen y parecen no unirse a nada simplemente indican conexiones existentes que aquí no se representan; por ejemplo, la conexión entre el concepto ESPERAR y lexemas como *esperar*, *esperanza*, *sala de espera*, *deseo*, etc.

La nexión es un nodo de la red relacional, en virtud del que se configura cierta información. Por ejemplo, el rótulo para *aspira*, en la Figura 1, aparece a la izquierda de lo que podemos llamar su nexión; la figura integrada por la línea junto con el “triangulito” de arriba y el “corchete” de abajo (a cuya izquierda figura el rótulo *aspira*) es en su conjunto la representación del nodo o la nexión correspondiente a *aspira*.

Insistamos en que los rótulos colocados fuera de las conexiones no son parte de la estructura lingüística, así como los carteles viales no son parte de una carretera. La información lingüística no consta de objetos, sino que es el resultado de las conexiones.

Por último, adviértase también que la polisemia, indicada por una flechita en la Figura 1, consiste en una relación entre un único lexema y varios conceptos (seguramente unos cuantos más que los aquí representados). En este punto, la TNC es una teoría de redes relacionales que puede dar cuenta de la información lingüística en términos de conectividad y relaciones. Permite aun explicar problemas que otras teorías lingüísticas han descartado, como los actos fallidos o los juegos verbales involuntarios. Consideremos un ejemplo donde aparece el lexema *aspira*. En Argentina, como en gran parte del mundo hispánico, el fútbol es una pasión popular. Hace poco, el famoso ex jugador Diego Maradona asumió como director técnico de la selección nacional. Muchos aficionados y periodistas son verdaderos fanáticos de Maradona, lo cual genera acaloradas discusiones en los medios de comunicación. Hace poco, en un programa de TV, un joven periodista (confeso fanático y defensor de Maradona) exclamó lo siguiente:

Maradona aspira a todo.

Propongo que aceptemos que este enunciado constituye un caso de acto fallido, porque se sabe bien que Maradona ha tenido problemas de salud muy graves a causa de su adicción a la cocaína (un tema casi siempre tabú entre los periodistas deportivos de mi tierra). Se trata en efecto de un acto fallido porque el periodista que dijo *Maradona aspira a todo* estaba elogiando las virtudes de Maradona como DT: dos de sus oyentes se rieron después del enunciado e hicieron notar que la “palabra” *aspira* podía sonar “indeseable-

mente ambigua” para referirse a Maradona. Como para reforzar que se trató de un acto fallido y, por ello, de una transmisión *no intencional* de información, téngase en cuenta que el periodista no sólo manifestó sorpresa con la interpretación explicitada por sus colegas, sino que además dijo estar ofendido por esa falta de respeto a su ídolo. Pues bien, la teoría de redes relacionales permite explicitar cuál es y cómo se estructura la información lingüística y conceptual en el sistema lingüístico y cognitivo del joven periodista (y tal vez de muchos de sus oyentes). De eso trata la Figura 2 [p. 72 de este artículo].

Consideremos un factor adicional: la representación ortográfica del enunciado nos priva de percibir la ambigüedad fonética. En el nivel fonético, lo que escribimos *Maradona aspira a todo* puede ser muy parecido, o idéntico, al enunciado *Maradona aspira todo* (“sin” la preposición *a*). Ambas alternativas están representadas en la red de la Figura 2, cuyos innumerables detalles no pueden explicarse por razones de espacio. Espero que sirva para tener una idea general del modo en que puede representarse la información lingüística en términos de las redes relacionales.

Téngase en cuenta, además, la complejísima conectividad de una red a partir de la cual se entiende, por ejemplo, un acto fallido. Los oyentes pueden inferir que en el sistema cognitivo del periodista hay representaciones que *no* son consistentes con lo que éste hace explícito de modo intencional: En concreto, hay representaciones sobre el vínculo entre Maradona y la inhalación/aspiración (de cocaína). De esta forma, la TNC puede caracterizar interacciones lingüísticas sin necesidad de recurrir a la idea de “intención comunicativa”, que parece imprescindible (y tal vez una limitación sería) de la pragmática, la cual se extiende desde la teoría fundacional de los actos de habla [(Austin (1962), Searle (1969, 1975a, 1975b)] hasta la muy vigente concepción ostensivo-intencional de la comunicación humana [Grice (1957, 1975, 1981), Sperber y Wilson (1995, 2005)]. Este tema, por cierto, me parece fundamental para la filosofía del lenguaje y la filosofía de la lingüística, pero excede los propósitos de este trabajo.

Por último, debe consignarse que cualquier representación de una red relacional es inevitablemente parcial. El significado es inagotable y las conexiones posibles son ilimitadas. Por razones como éstas, nadie podría elaborar una red relacional completa ni siquiera en una vida entera de trabajo. Sin embargo, por medio de este sistema de notación pueden empezar a caracterizarse procesos tan complejos como la producción “involuntaria” o “no intencional” de actos fallidos (sin dejar de lado, por supuesto, la comunicación intencional). Y adviértase algo más: La estructura lingüística y el significado conforman una red. La “palabra” (o, de modo más técnico, la nexión léxica) carece de significado por sí sola: la “palabra” *aspira* es un ítem de la red, pero su significado está en la conectividad con los demás elementos.

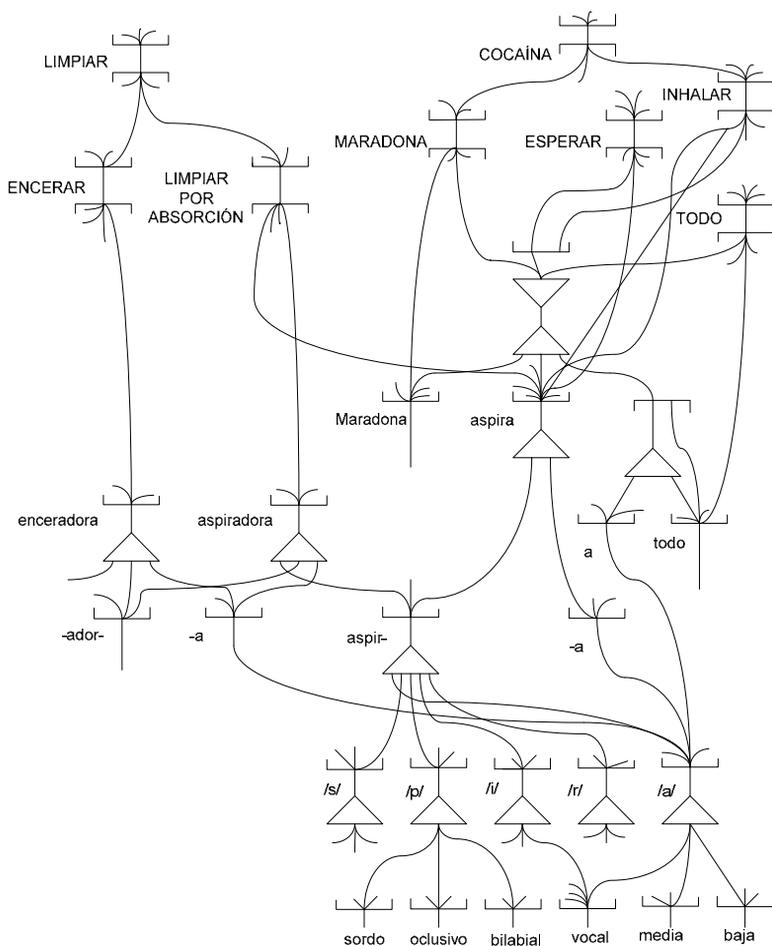


Figura 2: Algunas relaciones semánticas, léxicas, morfológicas y fonológicas involucradas en la emisión *Maradona aspira (a) todo*.

La TNC se presume realista y empirista. Por eso no se contenta con caracterizaciones como las de la Figura 2, que pueden ser muy satisfactorias a nivel teórico. Dado que la TNC *aspira* a entender el lenguaje en relación a los seres humanos de carne y hueso, debe también satisfacer el requisito de *plausibilidad neurológica*: una teoría biolingüística tiene que ser compatible con lo que se sabe del cerebro gracias a la neurología y la neurociencia cognitiva. Nos referiremos a estas cuestiones en la sección que sigue.

III. PLAUSIBILIDAD NEUROLÓGICA DE LA TNC: LAS NEXIONES COMO COLUMNAS CORTICALES

¿Cómo se maneja la información en un sistema de redes en el cerebro? Algo de eso puede advertirse en las Figuras 1 y 2. Supóngase que en el sistema de un individuo se percibe un lexema como *aspira*. Las señales correspondientes a este lexema (emitidas por otro individuo) activarán los nodos (o nexiones) correspondientes a los rasgos acústicos de la palabra, los cuales pasarán la activación a los nodos de un nivel más alto, los fonemas. Luego, la activación de los nodos correspondientes a los fonemas pasa a un nivel todavía “más alto”, los nodos donde se representan los morfemas y la unidad integrada por los morfemas: la activación de este último nodo es lo que constituye el reconocimiento de lo que llamamos “palabra”, que *no* está depositada ahí, como un libro en un estante. Para visualizar este proceso, puede verse la Figura 2 e imaginar, yendo de abajo hacia arriba (desde el reconocimiento fonológico hacia los conceptos), cómo un oyente podrá reconocer, por ejemplo, la palabra *aspira* y también cómo armará conexiones sobre su significado. Hay también algo muy importante: no hacen falta un *buffer*, un tablero de trabajo ni un mecanismo ejecutivo. Cada nodo en la red es su propio procesador y trabaja con un principio simple: cuando recibe suficiente activación la pasa a otro nodo con el cual está conectado.

En la teoría de redes relacionales de Lamb (1999, 2004), los nodos o nexiones (tales como los que aparecen en las Figuras 1 y 2) se implementan como *columnas corticales*. El trabajo de varios neurólogos y neurocientíficos permite aceptar la hipótesis de que la unidad fundamental de la percepción y la actividad motora es la columna cortical [Anderson (1995), Arbib et al. (1998), Burnod (1988), Damasio (1989, 1994), Gallistel (1997), Geschwind (1964, 1965), Goodglass (1993), Hubel y Wiesel (1962, 1968, 1977), Kotik-Friedgut (2006), Mountcastle (1997, 1998)].

Se distinguen dos tipos importantes de columnas: la minicolumna y la maxicolumna. La minicolumna cortical consta de neuronas más o menos apiladas unas por encima de otras. Las minicolumnas están desde la parte superior hasta la parte inferior de la corteza cerebral, la cual tiene entre 2,5 y 4 mm. Cada minicolumna está integrada por entre 75 y 110 neuronas y su diámetro oscila entre los 30 μm y los 50 μm . Un 70% de las neuronas de la columna cortical son las prototípicas neuronas piramidales y el 30% restante está integrado principalmente por neuronas inhibitorias de varias clases. (Obsérvese que la nexión o nodo no se implementa como una neurona aislada, entre otras cuestiones porque hay neuronas de excitación y neuronas de inhibición; las neuronas no pueden excitar e inhibir, pero las columnas corticales sí pueden hacer ambas cosas). Por su parte, un grupo de unas 100 minicolumnas contiguas forma una maxicolumna.

A partir del supuesto de que la columna cortical es la unidad básica de procesamiento perceptivo y motor en la corteza cerebral, la TNC se maneja con dos hipótesis contrastables:

HIPÓTESIS 1: Un nodo o una nexión (como el correspondiente al concepto MARADONA o al morfema *aspir-*) es una minicolumna cortical.

HIPÓTESIS 2: Hay conexiones de excitación y de inhibición entre las columnas corticales, todo lo cual permite transmitir (o inhibir) información.

En este contexto, Lamb (1999, 2004) caracteriza los rasgos pertinentes de las nexiones y conexiones lingüísticas:

- (a) Las conexiones (los vínculos entre los nodos) tienen fuerza y grados de activación variables y también pueden fortalecerse por medio del uso exitoso.
- (b) Los nodos (o nexiones) tienen umbrales variables, lo cual permite que el grado de activación varíe.
- (c) El umbral de un nodo (que es adonde llega la activación de otros nodos) también puede variar a lo largo del tiempo.
- (d) Las conexiones *de excitación* son bidireccionales, se realimentan hacia adelante y hacia atrás; pueden, además, ser locales o distantes.
- (e) Las conexiones *inhibitorias* son únicamente locales.
- (f) En las etapas tempranas (anteriores al aprendizaje propiamente dicho) la mayor parte de las conexiones son muy débiles, i.e., están “latentes”.
- (g) Algunos nodos deben incluir un elemento de retraso para permitir secuencias en las que varios elementos aparecen temporalmente ordenados, como por ejemplo una secuencia de fonemas en la articulación (o en el reconocimiento) de una “palabra” cualquiera.

Las propiedades de la red esbozadas en el inciso II y en la lista anterior están determinadas por consideraciones lingüísticas, no neurológicas: Se necesitan para caracterizar los datos y los procesos lingüísticos, aun los del aprendizaje. Por ello las características enunciadas son predicciones de la teoría lingüística acerca de lo que debe estar presente en el cerebro en el caso de que la teoría sea verdadera. La teoría de redes relacionales presenta la hipótesis de que los nodos o nexiones tienen un conjunto características *n* y predice que esas características *n* son también las de las columnas corticales. Pues

bien, la evidencia empírica provista por buena parte las neurociencias permite mantener la hipótesis de que todas las propiedades (a)-(g) están presentes en las columnas corticales y en sus conexiones.

IV. CONFIRMACIÓN DE UNA HIPÓTESIS FUNDAMENTAL DE LAS TLN: ANÁLISIS DE UN EJEMPLO

Un ejemplo pertinente de lo tratado hasta aquí es el la contrastación llevada a cabo por Julio González, Friedeman Pulvermüller y otros (2006), tal como lo sugiere el ilustrativo título de su trabajo: “Reading “cinnamon” activates olfactory brain regions”. En efecto, por primera vez, en este estudio se investigó la relación entre la información lingüística y olfativa a partir de la imagen de resonancia magnética funcional [fMRI]. Varios hispanohablantes nativos diestros (que no habían tenido lesiones cerebrales) leyeron pasivamente palabras relacionadas con olores (“ajo”, “canela”, “jazmín”) e ítems lingüísticos neutrales. Los términos relacionados con el olfato produjeron activaciones en la corteza olfativa primaria, que incluye la corteza piriforme y la amígdala. Los resultados sugieren la activación de conjuntos celulares corticales ampliamente distribuidos en el procesamiento de palabras olfativas. Estas poblaciones de neuronas alcanzan también algunas partes del sistema olfativo. Según los autores, los sistemas neurológicos distribuidos pueden ser la base del procesamiento de elementos lingüísticos, conceptuales, y sensoriales. Es así que sobre la base de la investigación de González y otros (2006), se pueden reconstruir los siguientes elementos:

HIPÓTESIS *H* (compatible con la TNC): la información lingüística está distribuida en la corteza cerebral. (Por ejemplo, la información que somos capaces de procesar cuando decimos, escuchamos, escribimos o leemos “canela”).

HIPÓTESIS “AUXILIAR” *A* (proveniente de las investigaciones de la neurociencia): la corteza olfativa primaria incluye la corteza piriforme y la amígdala.

CONTRASTACIÓN *C*: varios hispanohablantes diestros sometidos a fMRI leen palabras olfativas como “canela”.

EFFECTO ESPERABLE *E*: la fMRI revela actividad cerebral en la corteza piriforme y la amígdala de los cerebros de los lectores.

El razonamiento [1] intenta justificar que se confirmó la hipótesis *H*, acerca de la distribución de la información lingüística en la corteza cerebral.

[1]

PREMISA 1: Si la información lingüística está distribuida en la corteza cerebral y, además, la corteza olfativa primaria incluye la corteza piriforme y la amígdala, entonces, si varios hispanohablantes diestros sometidos a una imagen de resonancia magnética funcional (fMRI) leen palabras olfativas como “canela”, [se observará que] la fMRI revela actividad cerebral en la corteza piriforme y la amígdala de los cerebros de los lectores.

PREMISA 2: Varios hispanohablantes diestros sometidos a la fMRI leen palabras olfativas como “canela” y la fMRI revela actividad cerebral en la corteza piriforme y la amígdala de los cerebros de los lectores.

El ejemplo [1] es la instancia de una forma inválida, como la de toda confirmación entendida en estos términos tradicionales [Hempel (1945, 1966)]:

$$(H \wedge A) \rightarrow (C \rightarrow E), C \wedge E \therefore H \wedge A.$$

Recordemos una de las principales hipótesis de la TNC (comentada varias veces en la sección I): “El sistema lingüístico constituye un conjunto de subsistemas directamente relacionados con otros sistemas cognitivos”. Creo la contrastación someramente reseñada en [1] sirve para mostrar que esa hipótesis no sólo es contrastable, sino también compatible con los datos disponibles gracias a las neuroimágenes.

V. CONCLUSIONES

(1) Una hipótesis general de la TNC es que aquello que denominamos “lenguaje” o (de un modo algo más técnico) “sistema lingüístico” es una configuración particular de subsistemas corticales interconectados a los que nos gusta pensar como si fueran una unidad. Esta hipótesis resulta contrastable, y para contrastarla la TNC entra en contacto con la realidad biológica estudiada por la neurociencia.

(2) La TNC ha desarrollado un sistema de notación que puede representar la información lingüística. Este sistema de notación no necesita distinguir tajantemente el uso de la estructura (pues todo está conectado) y da cuenta de fenómenos lingüísticos reales que otras teorías lingüísticas dejan en segundo plano. (Las teorías pragmáticas, por ejemplo, considerarían que un acto fallido no es un caso genuino de comunicación verbal).

(3) La TNC tiene plausibilidad neurológica. Las nexiones del modelo lingüístico abstracto (ejemplificadas en las figuras 1 y 2) se implementan

neuroológicamente como columnas corticales. Y las propiedades de las conexiones de la red parecen coincidir, sorprendentemente, con las propiedades de las columnas corticales.

(4) El trabajo de González *et al.* (2006) es uno de los tantos ejemplos que podrían interpretarse como una instancia de confirmación de una hipótesis fundamental de las TNC. En efecto, descubrimientos empíricos de este tipo permiten inferir que la “información lingüística” está fuertemente conectada a otros sistemas cognitivos, como el del olfato. Desde luego, a pesar de que la hipótesis de la TNC puede ser verdadera, no debe concluirse que las hipótesis de otros enfoques biolingüísticos sean falsas. Como bien han explicado Duhem (1905) y Hempel (1966), entre otros, no hay contrastaciones cruciales en la ciencia. La confirmación (siempre parcial) de una hipótesis por parte de una teoría A no es un dato decisivo para descartar todas las hipótesis incompatibles de otra teoría B. Pero más allá de estas consideraciones nos queda algo fundamental: las hipótesis fundamentales de la TNC sí son compatibles con las contrastaciones de la neurociencia actual.

Muy posiblemente las hipótesis de la TNC no sean verdaderas. Esta posibilidad le incumbe a toda teoría científica, incluso a las más prestigiosas. Pero puede bastarnos que sus hipótesis fundamentales sean contrastables: El “lenguaje” *puede ser* un conjunto de subsistemas cerebrales y las conexiones de la inmensa red del sistema lingüístico *pueden ser* minicolumnas corticales. Estas plausibilidades, de por sí, tienen un gran mérito; no sólo ponen de manifiesto la relación entre la lingüística y la neurociencia, sino que además nos marcan un camino promisorio para entender ese complejísimo fenómeno del mundo natural y social que llamamos “lenguaje”.

En conclusión, si las razones expuestas en las cuatro secciones del trabajo tienen algún valor, entonces la TNC es una alternativa válida para el enfoque biolingüístico.

*Universidad Nacional de Mar del Plata y
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Alberti 190, 7600 Mar del Plata, Argentina
E-mail: josemaria@gilmdq.com*

NOTAS

¹ Agradezco las correcciones del primer manuscrito hechas por un árbitro anónimo de teorema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. A. (1995), *An Introduction to Neural networks*, Cambridge, MIT Press.
- ANDERSON, S.R. y LIGHTFOOT, D. (2002), *The language organ. Linguistics as cognitive physiology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ARBIB, M., ERDI, P. y SZENTÁGOTAI, J. (1998), *Neural Organization*, Cambridge, MIT Press.
- AUSTIN, J. L. (1962), *Cómo hacer cosas con palabras*, Barcelona, Paidós, 1988.
- BALARI, S. (2006a), "Algunas observaciones sobre el lenguaje desde la perspectiva de las ciencias biológicas", *Revista de la Sociedad Española de Lingüística* 35/2, pp. 594-602.
- (2006B), "Reflexiones biolingüísticas. Cómo puede ayudar la biología a comprender mejor las facultades lingüísticas humanas", *Teorema* XXV(3), pp. 63-76.
- BOECKX, C. y PIATELLI-PALMARINI, M. (2005), "Language as a natural object; linguistics as a natural science", *The Linguistic Review* 22, pp. 351-379.
- BOECKX, C. y GROHMANN, K. (2007), "The BIOLINGUISTICS manifesto", *Biolinguistics* 1, pp. 1-8.
- BORNKESSEL, I. y SCHLESKY, M. (2006), "The extended argument dependency model: a neurocognitive approach to sentence comprehension across languages", *Psychology Review*, 113, pp. 787-821
- BURNOD, Y. (1988), *An Adaptive Neural Network: The Cerebral Cortex*, Londres, Prentice Hall.
- CHOMSKY, N. (2005), "Three Factors in Language Design", *Linguistic Inquiry*, 36 (1), pp. 1-22.
- DAMASIO, A. (1989), "The brain binds entities and events by multiregional activation from convergence zones", *Neural Computation*, 1, pp. 123-132.
- (1994), *Descartes Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, Nueva York, Putnam.
- DUHEM, P. (1905), *La théorie physique, son objet et son structure*, París, Chevalier et Rivière.
- FITCH, W. T., HAUSER, M. D. & CHOMSKY, N. (2005), "The evolution of the language faculty: Clarifications and implications", *Cognition*, 97, pp. 179-210.
- FRIEDERICI, A. D. (2002), "Towards a neural basis of auditory sentence processing", *Trends in Cognitive Sciences*, 6, pp. 78-84.
- (2009) "Pathways to language: fiber tracts in the human brain", *Trends in Cognitive Sciences*, 13 (4), pp. 175-181.
- GALLISTEL, C.R. (1997), "Neurons and memory", en M. S. Gazzaniga (1997) (ed.), *Conversations in the cognitive neurosciences*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- GESCHWIND, N. (1964), "The development of the brain and the evolution of language", *Georgetown Roundtable on Languages and Linguistics*, 17, pp. 155-169.
- (1965), "Disconnection syndromes in animals and man", *Brain*, 88, pp. 585-644.
- GIVON, T. (2002), *Bio-Linguistics. The Santa Barbara Lectures*, Amsterdam, John Benjamins.
- GONZÁLEZ, J., A. BARROS-LOSCERTALES, F. PULVERMÜLLER, V. MESEGUER, A. SANJUÁN, V. BELLOCH & C. ÁVILA, C. (2006), "Reading cinnamon activates olfactory brain regions", *NeuroImage*, 32, pp. 906-912.

- GOODGLASS, H. (1993), *Understanding Aphasia*, San Diego, Academic Press.
- GRICE, H. P. (1957), *Significado*, México, Cuadernos de *Crítica* 1, UNAM, 1977.
- (1975), “Lógica y conversación”, en L. M. Valdés Villanueva (comp.) (1999) *La búsqueda del significado*, tercera edición, Madrid, Tecnos, pp. 511-530.
- (1981), “Presupposition and Conversational Implicature”, en G. Gazdar (ed.) (1981) *Radical Pragmatics*, New York, Academic Press, pp. 183-198.
- GRODZINSKY, Y. y SANTI, A. (2008), “The battle for Broca’s region”, *Trends in Cognitive Sciences*, 12, pp. 474-480
- HAGOORT, P. (2005) “On Broca, brain, and binding: a new framework”, *Trends in Cognitive Sciences*, 9, pp. 416-423
- HALLIDAY, M. A. K. (1967-68), “Notes on transitivity and theme in English”, *Journal of Linguistics*, 3 (1): 37-81; 3 (2): 199-244; 4 (1): 179-215.
- HAUSER, M., CHOMSKY, N., y FITCH, W. T. (2002), “The language faculty: What is it, who has it, and how did it evolve?”, *Science*, 298, pp. 1569-1579.
- HEMPEL, C. G. (1945), “Studies in the Logic of Confirmation (I)”, *Mind*, LIV (213), pp. 1-26.
- (1966), *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza, 1980.
- HICKOK, G. y POEPEL, D. (2007), “Opinion: The cortical organization of speech processing”, *Nature Reviews Neuroscience*, 8, pp. 393-402
- HINZEN, W. (2006), *Mind design and minimal syntax*, Oxford, Oxford University Press.
- HJELMSLEV, L. (1943), *Prolegómenos a una teoría del lenguaje*, Madrid, Gredos, 1984.
- HUBEL, D. y WIESEL, T. N. (1962), “Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat’s visual cortex”, *Journal of Physiology*, 160, pp. 106-54.
- (1968), “Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex”, *Journal of Physiology*, 195, pp. 215-243.
- (1977), “Functional architecture of macaque monkey cortex”, *Proceedings of the Royal Society of London*, 198, pp. 1-559.
- JACKENDOFF, R. (2002), *Foundations of language: brain, meaning, grammar, evolution*, Nueva York, Oxford University Press.
- JECKINS, L. (2000), *Biolinguistics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LAMB, S. (1966), *Outline of Stratificational Grammar*, Washington D.C., Georgetown University.
- (1999), *Pathways of the brain: The neurocognitive basis of language*, Amsterdam, John Benjamins.
- (2003), “Neurolinguistics and General Linguistics”, *LOGOS and Language*, 4, 1, pp. 1-16.
- (2004), *Language and Reality*, London, Continuum Books (editado por J. Webster).
- (2006), “Being Realistic, Being Scientific”, en S. J. Hwang, W. J. Sullivan y A. R. Lommel (eds.) *Forum 32: Networks*, Houston (Texas), Lacus, pp. 201-209.
- LICHTHEIM, L. (1885), “On aphasia”, *Brain*, 7, pp. 433-484.
- LORENZO, G. (2006a), “El tercer factor. Reflexiones marginales sobre la evolución de la sintaxis”, *Teorema*, XXV/3, pp. 77-92.
- (2006b), *El vacío sexual, la tautología natural y la promesa minimalista. Ensayos de Biolingüística*, Madrid, Antonio Machado Libros.
- LORENZO, G., y LONGA, V.M. (2003), *Homo Loquens. Biología y evolución del lenguaje*, Lugo, Tris Tram.

- MARTÍN, J., y ROSSELLÓ, J. (eds.) (2006), *The Bilingualistic Turn. Issues on Language and Biology*, Barcelona, PPU.
- MENDÍVIL GIRÓ, J.L. (2003), *Gramática natural. La gramática generativa y la tercera cultura*. Madrid: Antonio Machado Libros.
- (2006), “Biolingüística: qué es, para qué sirve y cómo reconocerla”, *Revista de la Sociedad Española de Lingüística* 35/2, pp. 603-627.
- MOUNTCASTLE, V. B. (1997), “The columnar organization of the neocortex”, *Brain*, 120, pp. 701-722.
- (1998) *Perceptual Neuroscience: The Cerebral Cortex*, Cambridge, HUP.
- PINKER, S y R. JACKENDOFF (2005) “The faculty of language: what’s special about it?”, *Cognition*, 95, pp. 201-236.
- SEARLE, J. (1969) *Actos de habla. Ensayo de filosofía del lenguaje*, Buenos Aires, Planeta-De Agostini, 1994.
- (1975a), “Actos de habla indirectos”, *Teorema*, VII/1, 1977, pp. 23-53.
- (1975b), “A classification of illocutionary acts”, *Language in Society*, 5, pp. 1-23.
- SPERBER, D. y WILSON, D. (2005), “Pragmatics”, *UCL Working Papers in Linguistics*, 17, pp. 353-388.
- (1995), *Relevance: Communication and Cognition*, 2ª edición, Oxford y Cambridge, Blackwell.
- WERNICKE, C. (1885-86), “Recent works on aphasia”, en G. Eggert (1977) (ed.) *Wernicke’s Works on Aphasia*, La Haya, Mouton.