



Acromegalia: casuística y alternativas de tratamiento

La acromegalia se caracteriza por elevación de los niveles de GH e IGF-1. En esta serie de casos se presenta un análisis de 109 historias clínicas. Se destaca que el tratamiento de elección continúa siendo quirúrgico, con incremento del porcentaje de curación del 7% al 20% y un índice de control de la enfermedad del 27%.

Graciela Gómez Martínez, Columnista experta, México D.F., México,
Sección Expertos invitados, pág. 16

Salud*i*Ciencia

órgano oficial de la

Sociedad Iberoamericana de Información Científica
(SIIC)

Año XIX, Volumen 19, Número 2 - Junio 2012

Código Respuesta Rápida
(Quick Response Code, QR)



La revista Salud(i)Ciencia cuenta con el respaldo formal de los ministerios de Ciencia y Tecnología (Resolución N° 266/09), Educación (Res. N° 529SPU) y Salud (Res. N° 1058) de la República Argentina. Salud(i)Ciencia integra el programa Actualización Científica sin Exclusiones (ACisE) de la Fundación SIIC *para la promoción de la ciencia y la cultura*. ACisE es patrocinado por gobiernos provinciales, universidades nacionales, instituciones científicas y empresas públicas y privadas de la Argentina y América Latina.

Salud(i)Ciencia es indizada por
Embase, Scopus, Elsevier Bibliographic Databases, Science Citation Index Expanded (SciSearch),
Journal Citation Reports/Science Edition (Thomson Scientific), LILACS, Latindex, Catálogo Latindex,
Ulrich's Periodical Directory, SIIC *Data Bases* y otras.



**Sociedad Iberoamericana
de Información Científica**

	Página	Página
Editorial		
El papel y el papel de Internet (II)	113	
Nuestras novedades		
Expertos invitados		
Originales		
Extinción diferencial de los acontecimientos vitales en pacientes depresivos		
<i>La pérdida constituye un aspecto central de la mayoría de los acontecimientos vitales que llevan a la depresión. P Sierra San Miguel, L Livianos, I Gaminde, L Rojo</i>	116	
El inicio temprano de la diabetes tipo 2 representa un grave problema de salud pública		
<i>Una larga duración y un escaso control glucémico contribuyen a una alta prevalencia de complicaciones y una elevada tasa de mortalidad. I Lerman-Garber</i>	122	
La representación neurobiológica de las palabras y sus significados en el cerebro		
 <i>Este artículo revisa la información reciente sobre la organización neurobiológica de las palabras y sus significados. Los datos actuales sugieren que las palabras se extienden corticalmente como redes de neuronas con diferentes topografías corticales que reflejan su significado.</i>	126	
<i>J González Álvarez</i>		
Estudio de la incidencia de gingivitis en gestantes del primer y tercer trimestre por medio del índice de sangrado gingival		
<i>La inflamación gingival que se observa frecuentemente en el embarazo obedece al incremento de hormonas sexuales femeninas en la circulación. JE Baudo, S Tosti, PE Allegretti</i>	130	
Acromegalia: casuística y alternativas de tratamiento		
<i>La acromegalia se caracteriza por elevación de los niveles de hormona de crecimiento y sus mediadores. En esta casuística se presenta un análisis de 109 historias clínicas. G Gómez Martínez, IA Martínez Delgado</i>	134	
Revisiones		
Insuficiência cardíaca com fração de ejeção (con fracción de eyección) normal		
 <i>A insuficiência cardíaca com fração de ejeção normal é a forma mais prevalente de insuficiência cardíaca e o conhecimento sobre a mesma na última década cresceu em todo mundo.</i>	138	
<i>E Mesquita, AJ Lagoeiro Jorge</i>		
Tratamiento de la hipertensión arterial en la nefropatía diabética avanzada		
<i>El algoritmo del tratamiento antihipertensivo sugiere la modificación de los hábitos de vida y asociaciones farmacológicas orientadas fisiopatológicamente para alcanzar los objetivos. AO Wasserman, CP Grosso</i>	142	
Implementación de habitaciones individuales en la unidad de cuidados intensivos neonatales		
<i>Se discuten la importancia de la atención centrada en la familia en la unidad de cuidados intensivos neonatales y los efectos de este enfoque sobre los diseños de dichas unidades. O Erdevé, G Kanmaz, U Dilmen</i>	148	
Controversias entre la infección por Helicobacter pylori y la epidemiología del cáncer gástrico		
<i>En la actualidad, Helicobacter pylori no parece tener una asociación de tipo "causa y efecto" con el cáncer gástrico. MN Tanko, F Cainelli, S Vento</i>	152	
Entrevistas		
Seguimiento de pacientes con cáncer diferenciado de tiroides		
<i>El pronóstico del cáncer diferenciado de tiroides, excluida la variedad medular, es bueno, con una tasa de supervivencia a 10 años que excede el 90%. L Anca</i>	156	
Papelnet SIIC		
Personalidad resistente, burnout, estado de salud y calidad de vida en los profesionales sociosanitarios de centros gerontológicos		
<i>En el ámbito de la geriatría y la gerontología, el estudio de la calidad de vida relacionada con la salud se ha centrado mayoritariamente en pacientes y en cuidadores informales JM Failde Garrido</i>	158	
Consecuencias de la implantación de la cámara no midriática sobre la población diabética		
<i>El cribado mediante cámara no midriática es altamente útil y nos permite diagnosticar un número importante de individuos susceptibles de tratamiento láser para evitar que presenten ceguera. P Romero-Aroca</i>	158	
Cálculo de la magnitud final de la enfermedad del dengue por medio del método de regresión		
<i>Los modelos matemáticos que estiman la incidencia de la enfermedad del dengue, comúnmente ignoran la topología de red que representa los contactos realizados dentro y entre familias o conglomerados. J Ruiz-Ramirez</i>	158	
Optimización del tratamiento y seguimiento del cáncer de tiroides		
<i>Se requiere discreción para la selección del tratamiento quirúrgico y la indicación de terapias adyuvantes, así como para las estrategias de vigilancia. JP Shah</i>	158	
Red Científica Iberoamericana (RedCibe)		
Evaluación del riesgo para la salud del baño recreativo en cursos de agua en la provincia de Buenos Aires, Argentina		
 <i>Las sustancias relevadas en las aguas de determinados arroyos argentinos no generarían riesgo para la salud de los bañistas (principalmente niños) de realizarse actividad recreativa con contacto directo (ingesta accidental y contacto dérmico). F Peluso, J González Castelain</i>	160	
Determinación del riesgo cardiovascular en la población española		
<i>La medición del riesgo cardiovascular en un mismo grupo de personas del área mediterránea española arroja resultados diferentes según la herramienta que se elija, incluso aunque las herramientas empleadas utilicen los mismos parámetros para determinar el riesgo. AA López González</i>	164	
Método analítico para identificar plaguicidas en el aire atmosférico		
<i>La volatilización puede ser una importante ruta de distribución de plaguicidas en el medio ambiente y la toma de muestras de aire para la cuantificación de plaguicidas es crítica para el proceso analítico. L Gonçalves Dos Santos, C Lourencetti, WA Pignati, A Alves Pinto, EFGC Dores</i>	168	
Crónicas de autores		
Padrão comum de associação entre formas clínicas de vitiligo e variáveis (y variables) clínicas		
<i>O trabalho (El trabajo) sugere distintas origens etiopatogênicas para as diferentes formas de vitiligo, e adiciona poder (y suma valor) prognóstico aos protocolos de classificação clínica da doença (de la enfermedad). M Távora Mira</i>	171	
Estructura y estabilidad de una proteína del centrosoma		
<i>La autoasociación y oligomerización de la NA14 se encuentra relacionada con su función como un adaptador molecular que media las interacciones entre los microtúbulos y la proteína espastina. MA Jiménez</i>	171	
Concentraciones no tóxicas y subtóxicas de antraquinonas naturales bioactivas		
<i>Con el objetivo de estudiar los potenciales efectos antimicrobianos de las antraquinonas naturales, es necesario previamente establecer el rango de concentraciones en donde cada compuesto muestra baja o nula citotoxicidad. S Núñez Montoya</i>	172	

La representación neurobiológica de las palabras y sus significados en el cerebro

Neurobiological representation of words and their meanings in the brain



Julio González Álvarez

Profesor titular de Psicología del Lenguaje, Departamento de Psicología Básica, Clínica y Psicobiología, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Universitat Jaume I, Castellón de la Plana, España

Acceda a este artículo en
siicsalud

Código Respuesta Rápida
(Quick Response Code, QR)



Recepción: 11/11/2011 - Aprobación: 19/7/2012

Enviar correspondencia a: Julio González Álvarez, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Universitat Jaume I, E-12071, Castellón de la Plana, España
gonzalez@psb.uji.es



+ Bibliografía completa, especialidades médicas relacionadas, producción bibliográfica y referencias profesionales del autor, autoevaluación.

Abstract

For a long time neuropsychological research has been the major source of evidence for understanding how language is organized in the human brain. However, modern electrophysiological and neuroimaging techniques provide new data on language processing in the intact brain, showing that language-related processes seem to be much more widely distributed than previously assumed. This article reviews recent evidence about the neurobiological organization of words and their meanings. Current data suggest that words are laid down cortically as neuron webs with different cortical topographies reflecting their meaning, or more precisely, aspects of their reference. For example, different subcategories of action words elicit differential brain responses. We found that reading odour-related words, such as 'cinnamon', 'garlic', or 'jasmine' elicits activation in the primary olfactory cortex; and reading taste-related words, such as 'salt' or 'honey' activates gustatory brain regions. These and other data indicate that word meaning is not confined to just meaning-specific brain regions; rather, it seems likely that semantic representations are distributed in a systematic way throughout the entire brain embodying sensorial and motor information.

Key words: cerebral cartografía, cerebral cortex, magnetic resonance imaging, semantics, psycholinguistics, language

Resumen

Durante mucho tiempo, la principal fuente de información para entender cómo se organiza el lenguaje en el cerebro fueron los estudios neuropsicológicos. Sin embargo, las técnicas avanzadas de neuroimágenes y electrofisiología proporcionan nuevos datos sobre el procesamiento lingüístico en los cerebros intactos, mostrando que los procesos del lenguaje parecen estar mucho más ampliamente distribuidos de lo pensado hasta entonces.

Este artículo revisa la información reciente sobre la organización neurobiológica de las palabras y sus significados. Los datos actuales sugieren que las palabras se extienden corticalmente como redes de neuronas con diferentes topografías corticales que reflejan su significado, o más exactamente, aspectos de su referencia. Por ejemplo, diferentes subcategorías de palabras de acción dan lugar a diferentes respuestas cerebrales. Así, encontramos que leer palabras relacionadas con el olor, tales como "canela", "ajo" o "jazmín", causa activación en el cortex olfativo primario, y la lectura de palabras relacionadas con el sabor, tales como "sal" o "miel", activa regiones cerebrales del gusto. Estos y otros datos indican que el significado de una palabra no está confinado a una región específica del cerebro; por el contrario, parece probable que las representaciones semánticas se encuentren distribuidas de un modo sistemático a través de todo el cerebro, incorporando información sensorial y motora.

Palabras clave: cartografía cerebral, cortex cerebral, imágenes por resonancia magnética, semántica, psicolingüística, lenguaje

Introducción

Cualquier persona con una cultura media de bachillerato puede conocer tranquilamente unas 50 mil palabras de su idioma.^{1,2} ¿Dónde guarda el cerebro esa ingente información? Y, lo que es más importante, ¿cómo? Dicho de otro modo, ¿de qué manera una palabra, con su significado, "flota" en el tejido nervioso del *cortex*?

Durante mucho tiempo, los estudios neuropsicológicos de los pacientes con lesiones cerebrales constituyeron la mejor fuente de información para empezar a comprender cómo se organiza el lenguaje en el cerebro. Sin embargo, las modernas técnicas electrofisiológicas y de neuroimágenes nos han proporcionado nuevos y valiosos datos sobre el procesamiento lingüístico en el cerebro intacto. Han venido a confirmar algunas de las viejas hipótesis, pero no todas. La principal diferencia reseñable, de carácter general, es que los procesos relacionados con el lenguaje parecen estar mucho más distribuidos de lo planteado por los modelos clásicos.

Palabras representadas por webs o redes neuronales

Centrándonos ya en las palabras, la investigación neurocientífica sugiere que cada palabra estaría representada en nuestra corteza cerebral por una red o *web* de neuronas fuertemente interconectadas entre sí y que se activaría como un todo cada vez que activamos esa palabra en nuestra mente. Recobraría actualidad el añejo principio del canadiense Donald Hebb:³ "Dos neuronas, o sistemas de neuronas, que se activan repetidamente al mismo tiempo, tenderán a quedar 'asociadas', de manera que la activación de una de ellas facilita la activación de la otra". Una consecuencia de este principio es que se formarían lo que Hebb denominó "asambleas de células" o amplios conjuntos de neuronas que tenderían a activarse a la vez y serían la base neurobiológica de gran parte de los procesos perceptivo-cognitivos y, entre ellos, las palabras del lenguaje. En aquel tiempo no se disponía de medios para verificar empíricamente esa hipótesis, hoy sí. Los datos

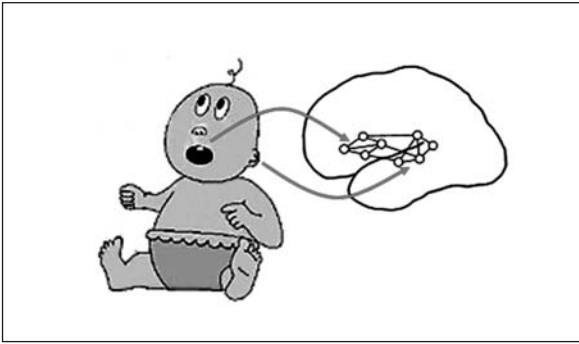


Figura 1. Los procesos de articulación y audición simultánea durante la infancia van creando enlaces neuronales complejos en las áreas del lenguaje.

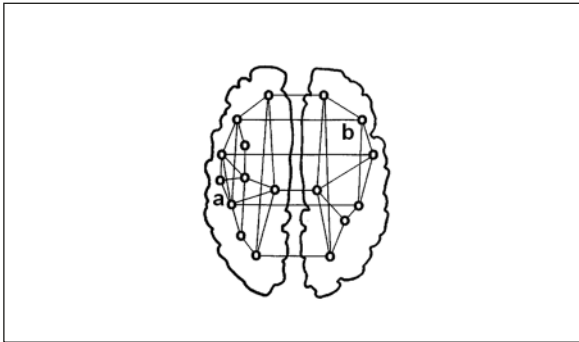


Figura 2. Esquema de una red léxica. La parte a) correspondería a la fonología de la palabra en las áreas "clásicas" del lenguaje en el hemisferio dominante. La parte b) se extiende por el cortex y correspondería al componente semántico (adaptado de Pulvermüller, 1999).

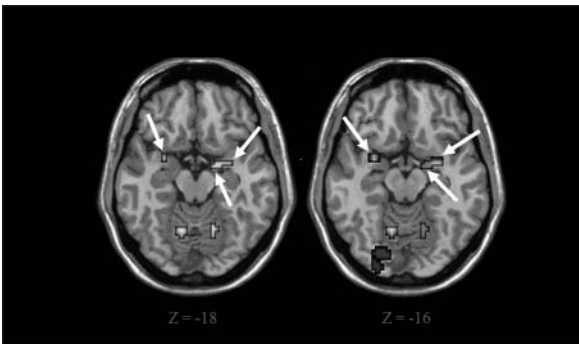


Figura 3. Áreas cerebrales activas mientras se leen palabras con connotaciones olfativas, como "canela" o "ajo", después de haber sustraído las activaciones propias de otras palabras neutras (sin connotaciones olfativas, "nube", "pinza", etc.). Se indican con flechas algunas de las estructuras que procesan olores reales (adaptado de González y col., 2006).

sugieren que estas redes o *webs* presentarían patrones de activación basados en dos estados de actividad: ignición y reverberación.

El concepto de ignición, propuesto inicialmente por Braitenberg,⁴ plantea que si, en un momento dado, una fracción sustancial de neuronas de una *web* son activadas, éstas comunican rápidamente sus impulsos nerviosos al resto de los miembros neuronales y toda la *web* en su conjunto se activa (se enciende) en décimas de segundo (típicamente, 200 milisegundos).

Una vez encendida, la *web* mantendría su actividad neural durante varios segundos gracias a circuitos reverberantes en su interior. Esta idea conecta con los trabajos del grupo de Abeles^{5,6} sobre las denominadas *synfire chains* o subgrupos de neuronas sincronizadas que comunican su actividad a otros subgrupos, formando cir-

cuitos en bucle reverberantes. Mientras la red reverbera y mantiene su actividad neural, la representación mental se halla cognitivamente activa. Y, dicho sea de paso, si una parte de la red queda bloqueada –por enfriamiento artificial en una experimentación con animales– toda la red en su conjunto cae y, paralelamente, la representación se desvanece de la mente (ver aquí los brillantes trabajos de Joaquín Fuster^{7,8} en UCLA, con registros de neuronas individuales en macacos mientras ejecutan tareas de recuerdo inmediato).

Esto, que sería aplicable a muchos procesos perceptivos y de memoria, tanto en seres humanos como en animales, también parece serlo a las palabras en el caso del *Homo sapiens*. Nuestro planteamiento comparte el marco teórico defendido por Friedemann Pulvermüller del *Medical Research Council* de Cambridge y otros autores. La idea central es que las palabras consisten en redes funcionales cuya distribución cortical viene determinada por el contenido de su significado. Esto excluye la idea de un centro del significado unificado.

Durante la infancia, el balbuceo y la producción de las primeras palabras requieren actividad neural en las áreas que coordinan y controlan los movimientos articulatorios, ubicadas en el *cortex* motor inferior y en las zonas adyacentes –área de Broca–. Al mismo tiempo, la articulación produce sonidos que activan la corteza primaria auditiva y las regiones próximas, entre ellas la llamada área de Wernicke (Figura 1). La existencia anatómica de haces de fibras robustos entre ambas zonas perisilvianas –en torno a la cisura de Silvio– proporciona el circuito necesario para la formación de complejos enlaces entre ambos dominios en el hemisferio dominante (izquierdo en la mayoría de la población). Gracias al principio de Hebb, la práctica continuada del balbuceo y su escucha simultánea crearía asociaciones complejas o neuroprogramas que estarían en la base de la representación fonológica de las futuras palabras.^{9,10} En consecuencia, las palabras vendrían representadas por *webs* o redes léxicas que incluyen (Figura 2), por un lado, neuronas en las áreas perisilvianas (forma fonológica), es decir, las áreas clásicas del lenguaje y, por el otro, neuronas en otras zonas corticales distantes relacionadas con la información semántica de la palabra (punto que trataremos a continuación).

Mientras que la primera parte de la *web* estaría fuertemente lateralizada en el hemisferio dominante, la segunda parte sería bilateral. Hoy existen múltiples evidencias en apoyo de esta hipótesis de las redes léxicas (para una revisión exhaustiva ver la ref. 11).

La distribución cortical de la red depende del significado de la palabra

Lo que más nos interesa de todo esto es que las redes léxicas, o asambleas neuronales que representan a cada palabra, se distribuyen por el *cortex* de formas diferentes según los significados léxicos. En los últimos años se ha acumulado un importante volumen de información experimental que sugiere que las redes léxicas presentan una organización cortical cuya topografía va a depender en buena medida del tipo de referente semántico. Veamos algunos ejemplos.

Palabras visuales y palabras de acción

Para muchos de nosotros, el significado de palabras como "ballena", "tiburón", "cebra" y otros animales nos es conocido fundamentalmente a través de experiencias visuales (fotografías, películas, contemplación en

vivo, etc.). Otras palabras, sin embargo, como "tenedor", "martillo" o "tijeras" se refieren a objetos que usamos con cierta frecuencia y de los que disponemos experiencias motoras de acción. Las técnicas de neuroimágenes funcionales muestran que al leer palabras del primer tipo activamos, además de las áreas del lenguaje, zonas corticales encargadas del procesamiento visual (posteriores), mientras que si leemos palabras del segundo tipo se activan áreas anteriores motoras o promotoras.^{9,12,13} Asimismo, la lectura de nombres de colores activa zonas posteriores relacionadas con el procesamiento del color.^{14,15}

Verbos de acción

Incluso se han verificado predicciones más refinadas. Los trabajos de Friedmann Pulvermüller y col. demuestran que al leer un verbo de acción como *to pick* (coger), *to grab* (agarrar), *to draw* (dibujar), etc., se activan, por supuesto, las áreas corticales del lenguaje alrededor de la cisura de Silvio izquierda –área perisilviana, pero, además, y esto es lo chocante, se activan también las zonas motoras que representan a la mano-. Los verbos como *to kiss* (besar), *to chew* (mascar), *to blow* (soplar), etc., activan las áreas del rostro y los labios, y los verbos como *to kick* (patear), *to walk* (andar) o *to run* (correr), las áreas de la pierna y el pie.¹⁶⁻¹⁸ Se han obtenido resultados semejantes en distintos trabajos empleando diversas técnicas con los mismos verbos de acción.¹⁹⁻²¹ Además, los experimentos con magnetoencefalografía –técnica que ofrece una alta resolución temporal– enseñan que esta activación de las zonas motoras tiene lugar en un plazo de tiempo muy breve (< 200 ms), lo que nos indica que estamos ante procesos automáticos típicos del significado léxico y no de imaginación mental más tardía.¹⁵ Es decir, esto plantea que la información sobre las partes del cuerpo está imbricada dentro de la representación neural del verbo de acción. Más en general, parece que la información motora y somatosensorial del referente está entrelazada con la información fonológica de la palabra y forma parte de su significado.

Palabras olfativas y gustativas

Dentro de este marco conceptual, colaboramos desde la *Universitat Jaume I* con Friedemann Pulvermüller mediante un estudio de imágenes por resonancia magnética funcional (IRMF) y nos planteamos explorar una nueva modalidad sensorial.²² Nuestra hipótesis de partida era que la lectura de palabras cuyos significados poseen fuertes connotaciones olfativas implicaría la activación, entre otras regiones, de áreas cerebrales involucradas en el procesamiento de olores reales. Era un planteamiento inédito con esta clase de estímulos. Para ello construimos dos listas de palabras: una formada por términos asociados con olor y otra formada por términos neutros en este aspecto. Se trataba de comparar las activaciones cerebrales durante la lectura de unas y otras.

Para seleccionar los estímulos, un grupo de estudiantes otorgó puntajes (de 1 a 7) a un gran número de nombres y adjetivos según sus asociaciones olfativas. Basándonos en ellas, seleccionamos una lista de 60 palabras olfativas ("ajo", "canela", "cloaca", "flor", "colonia", "sobaco", etc.) con una puntuación alta (promedio 6.0). La lista incluía tanto palabras de valencia positiva como negativa. Por otra parte, seleccionamos una lista de control de 60 palabras neutras ("nube", "gafas", "pinza", "aguja", "tambor", "letra", etc.) cuyos puntajes habían sido muy bajos (promedio 1.2). Ambas listas eran equivalentes en

longitud (número de letras), frecuencia léxica y otras variables psicolingüísticas susceptibles de incidir en los resultados.

En el experimento participaron 23 personas de ambos sexos. La tarea consistió en la lectura pasiva y silenciosa de los estímulos presentados sobre una pantalla en el interior de un Scanner Siemens Avanto de 1.5 teslas (ERESA, Hospital General de Castellón) mientras se registraba la actividad hemodinámica cerebral. La bibliografía científica indica que en la percepción de olores reales intervienen circuitos neurales que incluyen estructuras como el *cortex* piriforme, la amígdala y el *cortex* orbitofrontal. La comparación de los registros magnéticos permitió identificar aquellas áreas que se activaban de forma específica ante las palabras olfativas, pero no ante las palabras neutras de control (Figura 3). Encontramos activaciones diferenciales precisamente en el *cortex* piriforme bilateral y en la amígdala derecha, entre otras áreas.

En otro trabajo cooperativo muy reciente,²³ extendimos la investigación a las palabras con connotaciones semánticas gustativas. Siguiendo en esencia el mismo procedimiento anterior, utilizamos un conjunto de 50 palabras gustativas ("sal", "miel", "uva", etc.) frente a 50 palabras de control ("pinza", "barca", "cactus", etc.). Las activaciones registradas mediante IRMF en un grupo de 59 participantes demostraron que las primeras palabras, al contrario que las segundas, daban valores significativamente superiores en la ínsula anterior, el opérculo anterior y el giro lateral orbitofrontal, estructuras todas ellas involucradas en el procesamiento de los sabores reales.

También recientemente, otro grupo²⁴ ha obtenido resultados equiparables en palabras con connotaciones auditivas, tales como "teléfono", cuya lectura, según los autores, dio lugar a la ignición de asambleas celulares que abarcaban áreas del lóbulo temporal, comúnmente encargadas de la percepción de los sonidos.

Conclusiones

¿Qué nos dicen todos estos datos? En principio, parecen señalar que los significados léxicos no se hallan confinados en regiones locales y específicas del cerebro supuestamente especializadas en su procesamiento –un candidato clásico fue la llamada área de Wernicke–, sino que más bien las representaciones neurales de las palabras emergen ampliamente distribuidas a lo largo y ancho de la corteza cerebral. La segunda conclusión es que la topografía cortical de estas representaciones resulta, al menos en las palabras concretas, altamente dependiente de la naturaleza del referente semántico.

Siempre hemos pensado en los significados como algo abstracto, amodal, desligado del terreno (*ground*) de las sensaciones y las acciones motoras. Pero lo que el cerebro nos indica es que incorpora y entrelaza esta información de bajo nivel en la construcción de los elevados significados. Una información que en última instancia es corporal tiene que ver con nuestras sensaciones y movimientos. Cuando aprendemos las palabras, además de los circuitos responsables de su forma fonológica y articulatoria, activamos en estrecha vecindad temporal otras áreas encargadas de la información sensorial y motora procedente de nuestras experiencias con el objeto referenciado. Esta coactivación casi simultánea llevaría, por el principio de Hebb, a la creación de redes léxicas o asambleas neuronales que incorporan estos componentes sensomotores, como parte del significado, junto a los componentes fo-

nológicos y articulatorios de la palabra. Imagine que la primera vez que escuchó y aprendió la palabra “taza” –quizá de su madre, se quemó con el chocolate caliente–. Probablemente para usted, y esto es especulativo, el significado de “taza” incorpora algunas –no necesariamente todas– de las estructuras que procesan la sensación de calor (ejemplo modificado de Damasio).

Este enfoque de los significados léxicos anclados en información corporal se encuentra en plena sintonía con

algunos de los enfoques actuales que están ganando más terreno en la caracterización de los procesos cognitivo-perceptivos, tales como el de las zonas de convergencia y divergencia de Antonio Damasio,²⁵ el marco del *embodiment* cognitivo²⁶ o el de la *grounded cognition*.²⁷ Evidentemente, nos queda un largo camino para llegar a entender cabalmente cómo maneja el cerebro los significados, pero es seguro que estos primeros pasos apuntan en la buena dirección.

Copyright © Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC), 2012
www.siicsalud.com

Cómo citar este artículo: González Álvarez J. La representación neurobiológica de las palabras y sus significados en el cerebro. *Salud i Ciencia* 19(2):126-9, Jun 2012

How to cite this article: González Álvarez J. Neurobiological representation of words and their meanings in the brain. *Salud i Ciencia* 19(2):126-9, Jun 2012

El autor no manifiesta conflictos de interés.

Bibliografía

- Denes G. Talking Heads. The Neuroscience of Language. Psychology Press; 2011.
- Levitt WJ. Speaking. From Intention to Articulation. Cambridge, MA:MIT; 1989.
- Hebb DO. The Organization of Behavior. A Neuropsychological Theory. Wiley, New York; 1949.
- Braitenberg V. Cell assemblies in the cerebral cortex. In: Theoretical Approaches to Complex Systems (Heim R, Palm G, eds), Lecture notes in biomathematics, vol. 21. pp. 171-188. Berlin: Springer; 1978.
- Abeles M. Corticonics - Neural Circuits of the Cerebral Cortex. Cambridge University Press; 1991.
- Abeles M, Bergman H, Gat I, Meilijson I, Seidemann E, Tishby N, Vaadia E. Cortical activity flips among quasi-stationary states. *Proc Natl Acad Sci* 92:8616-20, 1995.
- Fuster JM. Network memory. *Trends Neurosci* 20:451-9, 1997.
- Fuster JM. Memory networks in the prefrontal cortex. *Prog Brain Res* 122:309-16, 2000.
- Pulvermüller F. Brain reflections of words and their meaning. *Trends Cogn Sci* 5:517-524, 2001.
- Pulvermüller F. Brain mechanisms linking language and action. *Nat Rev Neurosci* 6:576-582, 2005.
- Pulvermüller F. Meaning and the brain: The neuro-semantics of referential, interactive, and combinatorial knowledge. *J Neurolinguistics* 25(5):423-459, 2011.
- Martin A, Wiggs CL, Ungerleider LG, Haxby JV. Neural correlates of category-specific knowledge. *Nature* 379:649-652, 1996.
- Pulvermüller F, Lutzenberger W, Preissl H. Nouns and verbs in the intact brain: evidence from event-related potentials and high-frequency cortical responses. *Cereb Cortex* 9:498-508, 1999.
- Martin A, Haxby JV, Lalonde FM, Wiggs CL, Ungerleider LG. Discrete cortical regions associated with knowledge of color and knowledge of action. *Science* 270:102-105, 1995.
- Moscato del Prado Martín F, Hauk O, Pulvermüller F. Category specificity in the processing of color-related and form-related words: an ERP study. *Neuroimage* 29:29-37, 2006.
- Hauk O, Johnsrude I, Pulvermüller F. Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron* 22:301-307, 2004.
- Pulvermüller F, Fadiga L. Active perception: sensorimotor circuits as a cortical basis for language. *Nat Rev Neurosci* 11:351-60, 2010.
- Pulvermüller F, Shtyrov Y, and Ilmoniemi RJ. Brain signatures of meaning access in action word recognition. *J Cogn Neurosci* 17:884-892, 2005.
- Pulvermüller F, Härle M, Hummel F. Walking or talking? Behavioral and neurophysiological correlates of action verb processing. *Brain Lang* 78:143-168, 2001.
- Pulvermüller F, Shtyrov Y, Kujala T, Näätänen R. Word-specific cortical activity as revealed by the mismatch negativity. *Psychophysiology* 41:106-12, 2004.
- Shtyrov Y, Hauk O, Pulvermüller F. Distributed neuronal networks for encoding category-specific semantic information: the mismatch negativity to action words. *Eur J Neurosci* 19:1083-92, 2004.
- González J, Barros-Loscertales A, Pulvermüller F, Meseguer V, Sanjuán A, Belloch V, Avila C. Reading cinnamon activates olfactory brain regions. *Neuroimage* 32:906-12, 2006.
- Barros-Loscertales A, González J, Pulvermüller F, Ventura-Campos N, Bustamante JC, Costumero V, Parcet MA, Avila C. Reading salt activates gustatory brain regions: fMRI evidence for semantic grounding in a novel sensory modality. *Cereb cortex* (Epub), Nov 2011.
- Kiefer M, Sim EJ, Herrnberger B, Grothe J, Hoenig K. The sound of concepts: four markers for a link between auditory and conceptual brain systems. *J Neurosci* 28:12224-30, 2008.
- Meyer K, Damasio A. Convergence and divergence in a neural architecture for recognition and memory. *Trends Neurosci* 32:376-82, 2009.
- Glenberg AM. Embodiment as a unifying perspective for psychology. *Wiley Interdisciplinary*; 2010.
- Barsalou LW. Grounded cognition. *Annu Rev Psychol* 59:617-645, 2008.



1980 - 2012

Use el Código Respuesta Rápida para acceder a siicsalud

El Código de Respuesta Rápida (CRR) permite enviar o copiar la revista completa o el artículo, caso clínico o entrevista de su elección.

Proceda de la siguiente manera:

- Enfoque la cámara de su teléfono móvil del tipo *Smartphone* (u otro dispositivo de mano con cámara y GPRS) al Código Respuesta Rápida (CRR) impreso en los informes, obtenga una foto de él o simplemente aguarde unos segundos.
 - El sistema lo llevará automáticamente a la página del artículo en www.siicsalud.com.
 - El CRR de Salud(i)Ciencia también puede ser leído, con un resultado similar, por las cámaras de su computadora portátil o la PC de escritorio.
 - Para facilitar el desempeño de su equipo utilice los programas gratuitos de lectura del CRR (*QR-code*, de acuerdo con las siglas del nombre en inglés) en <http://tinyurl.com/yzlh2tc>.
- Para conocer otras aplicaciones sin cargo consulte <http://tinyurl.com/2bw7fn3> o <http://tinyurl.com/3ysr3me>.