



Revista Signos

ISSN: 0035-0451

revista.signos@ucv.cl

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Chile

de Vega, Manuel
Lenguaje, corporeidad y cerebro: Una revisión crítica
Revista Signos, vol. 38, núm. 58, 2005, pp. 157-176
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=157013767002>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Lenguaje, corporeidad y cerebro: Una revisión crítica*

Manuel de Vega
 Universidad de La Laguna
 España

Resumen: Se hace un análisis crítico de la doctrina simbólica del significado. En su lugar, postulo que la comprensión del lenguaje implica la activación de representaciones corpóreas, tal como se sugiere en los resultados experimentales de la psicología cognitiva y neurociencia cognitiva. Finalmente, propongo algunos desafíos a las teorías de la corporeidad relacionadas con la composicionalidad del significado, la abstracción y el lenguaje mental.

Palabras Clave: Significado corpóreo, simbolismo, verbos de acción, palabras abstractas, composicionalidad.

Language, embodiment, and brain: Critical review

Abstract: The symbolic approach to meaning is critically analysed. Instead, I defend that language involves the activation of embodied representations, as suggested by experimental results in the fields of cognitive psychology and cognitive neuroscience. Finally, I propose some challenges for the embodiment theories: the compositionality of meaning, abstraction, and mental language.

Key Words: Embodied meaning, symbolism, action verbs, abstract words, compositionality.

Recibido:

24-V-2005

Aceptado:

15-VIII-2005

Correspondencia: Manuel de Vega (mdevega@ull.es). Tel: (34-922) 317500. Fax: 317639. Departamento de Psicología Cognitiva, Social y Organizacional, Universidad de la Laguna. Campus de Guajara, 38205, La Laguna, Tenerife, España.

* Financiado por el proyecto SEJ2004-02360, Ministerio de Educación y Ciencia.

INTRODUCCIÓN

Cada vez es más frecuente leer o escuchar que el significado y la conceptualización son procesos "corpóreos" o están "corporeizados". Se postula, por ejemplo, que comprender el lenguaje es un proceso de simulación mental de los objetos, sucesos o situaciones descritas. De este modo, al comprender una palabra o una oración activaríamos procesos visuales, auditivos, motores o emocionales para representarnos los referentes. Es indiscutible que el significado está corporeizado en un sentido trivial. Como cualquier otra actividad cognitiva, el significado se ejecuta en el cerebro, y el cerebro es un órgano de nuestro cuerpo. Sin embargo, la idea de corporeidad a que nos referimos es más radical y polémica que la que acabo de mencionar. El significado no implicaría una actividad cerebral *cualquiera*, sino que esta coincidiría parcialmente con las áreas perceptivas y somatotópicas del cerebro correspondientes a los referentes de las palabras y oraciones. Esto es, la comprensión del lenguaje implicaría una 'resonancia' o re-activación de áreas corticales que usualmente gobiernan la percepción, la acción e, incluso, la emoción.

En principio, estas ideas parecen de sentido común y no deberían resultar particularmente polémicas. Dado que hay extensas áreas de la corteza cerebral dedicadas a procesar información visual, auditiva o motora cuando interactuamos con el entorno, parece razonable que estas áreas se reutilicen parcialmente para procesar el significado de contenidos visuales, auditivos o motores expresados mediante el lenguaje. Este doble uso de la corteza sensoriomotora supondría una mayor economía funcional que utilizar áreas corticales nuevas para procesar el significado. Por otra parte, los estudios sobre adquisición del lenguaje indican que el aprendizaje del significado de las palabras y de las construcciones gramaticales está estrechamente vinculado a la percepción y a la acción. Por ejemplo, los niños aprenden los verbos de acción como "agarrar", "tirar", "poner", "quitar", etc., mientras realizan, ellos mismos o los adultos, las correspondientes acciones en el contexto de lo que Slobin (1987) llama la "escena manipulativa básica". Lo mismo puede afirmarse de los nombres de objetos que el niño asocia a experiencias perceptivas inmediatas en su entorno. Las miradas y gestos deícticos de los adultos ayudan a establecer una firme asociación entre palabras y experiencia visual, auditiva, táctil o motora (Pettito, 1993). Esta estrecha asociación entre patrones de experiencia y lenguaje, no solo permite aprender el significado de las palabras, sino que sin duda contribuye a establecer circuitos reverberantes en las áreas perceptivas y motoras que se re-activan al codificar el lenguaje.

En estas páginas, veremos que las evidencias empíricas sobre el carácter corpóreo del significado son abrumadoras y proceden, sobre todo, de la psicología experimental cognitiva y de la neurociencia cognitiva. Sin embargo, la noción de corporeidad ha tropezado con un rechazo notable por parte de las ciencias cognitivas tradicionales. Quizá una razón de este

rechazo tiene raíces filosóficas, ya que mantener una distinción entre los procesos sensoriales y motores (corpóreos) y el significado (abstracto e incorpóreo) es una manifestación del viejo dualismo cartesiano. Otra causa del rechazo es más práctica e inmediata: las ciencias cognitivas han nacido en el contexto de la metáfora computacional, según la cual el cerebro es análogo a un computador y las funciones cognitivas son análogas a programas informáticos (Fodor, 1983; Pylyshyn, 1986). Las ciencias cognitivas han avanzado bastante sin necesidad de acudir al postulado de la corporeidad, basándose únicamente en el supuesto de que el significado, al igual que cualquier otra función cognitiva, se reduce a cómputos simbólicos muy semejantes a los que ejecuta un computador.

En este artículo trataré el tema del significado defendiendo el planteamiento corpóreo que, en mi opinión, tiene mayor justificación psicológica. En primer lugar, revisaré las insuficiencias de la doctrina simbólica del significado. En segundo lugar, discutiré algunos resultados empíricos, tanto conductuales como neurológicos, favorables a la concepción corpórea. En tercer lugar, trataré sobre los principales desafíos para una teoría corpórea: ¿puede explicar las propiedades combinatorias del lenguaje y del significado?, ¿puede explicar la comprensión de conceptos abstractos?, ¿puede explicar la comprensión de predicados mentales o hipotéticos?

Las dificultades del simbolismo

Para apreciar la novedad de la noción de corporeidad y también el rechazo que ha suscitado en una parte de los científicos cognitivos, es útil compararla con la propuesta tradicional según la cual el significado es simbólico. Según los "simbolistas", la comprensión del lenguaje supone la activación y computación de símbolos mentales (Fodor, 1983; Pylyshyn, 1986). Estos símbolos serían arbitrarios, al no guardar ninguna similitud con sus referentes, y amodales, es decir, independientes de la modalidad sensorial de la información. Por ejemplo, el símbolo mental correspondiente al concepto SILLA sería el mismo si yo veo una silla, si uso una silla para sentarme, si escucho la palabra "silla" o si la veo escrita. Es destacable que la propuesta simbolista se basa en una metáfora lingüística. Es evidente que el lenguaje natural utiliza símbolos arbitrarios (las palabras) y amodales (las palabras permanecen invariables si se escuchan, se leen o se palpan en Braille). Pero la propuesta simbolista considera que también el significado constituye un lenguaje mental, compuesto de símbolos arbitrarios y amodales. Al igual que en el lenguaje natural, los símbolos se combinan en el lenguaje mental siguiendo patrones sintácticos. Los simbolistas rara vez desarrollan hipótesis específicas, y menos aún investigaciones, sobre las bases neurológicas de los símbolos mentales. Pero si llevamos sus ideas a las últimas consecuencias, tendríamos que suponer que el significado no se representa en las áreas sensorio-motoras del cerebro, sino en algún sistema de la corteza cerebral independiente. Por ejemplo, las áreas de Broca y de Wernicke podrían ser buenos candidatos para ejecutar ese

procesamiento simbólico amodal. Sin embargo, veremos que los datos neurológicos no avalan en absoluto esta concepción "modular" y simbólica del procesamiento del lenguaje.

Como puede apreciarse, los dos enfoques sobre el significado se basan en analogías muy diferentes. La propuesta corpórea asume que el significado se parece a la experiencia perceptiva, o bien es una simulación de ésta. En cambio, la propuesta simbolista considera que el significado se parece al lenguaje, y como este, describe conceptos y relaciones. El simbolismo clásico sin duda ha desempeñado un importante papel histórico, al propiciar el desarrollo de las denominadas ciencias cognitivas. Gracias al simbolismo, directamente inspirado en el desarrollo de la tecnología de los computadores, el estudio de la mente se convirtió en una opción científica no solo válida, sino dominante. No obstante, el simbolismo tiene importantes insuficiencias teóricas, algunas de las cuales voy a recordar brevemente (véase para más detalle las revisiones de Glenberg, 1997; De Vega, 2002).

En primer lugar, las teorías simbolistas son 'infalsables', ya que pueden explicar *a posteriori* cualquier resultado empírico obtenido. Por ejemplo, consideremos el experimento clásico de Glenberg, Meyer y Linden (1987). Estos investigadores demostraron que un determinado concepto presente en un texto, por ejemplo "camiseta", estará más accesible en la memoria del lector después de leer la oración asociativa: "Después de hacer ejercicios de calentamiento, Luis *se puso* la camiseta y se puso a correr", que tras leer la versión disociativa: "Después de hacer ejercicios de calentamiento, Luis *se quitó* la camiseta y se puso a correr". Dado que ambos textos son casi idénticos y solo se diferencian en un verbo, este fenómeno parece demostrar que durante la comprensión se construyen modelos mentales espaciales, de modo que cuando un objeto se mantiene en la situación (asociado al protagonista) estará más accesible en la memoria. Los simbolistas, sin embargo, pretenden explicar este fenómeno –y cualquier otro fenómeno cognitivo– postulando reglas y proposiciones. Así, McKoon y Ratcliff (1992), dos prestigiosos simbolistas, sugieren que en la versión asociada el concepto crítico, "camiseta", es más 'saliente' o 'tópico' y por tanto está más activado en la correspondiente proposición. La explicación es algo confusa, ya que la saliencia y la topicalidad de los conceptos no son procesos, sino más bien efectos o consecuencias de los procesos; por ejemplo, un concepto como "camiseta" podría resultar saliente o tópico, precisamente porque está presente en el modelo de la situación. McKoon y Ratcliff no entran en los detalles sobre cómo se puede implementar el efecto de saliencia y topicalidad en un sistema puramente proposicional o simbólico. Pero, voy a intentar hacerlo por ellos.

Supongamos que en el léxico mental del hablante los verbos están clasificados como asociativos (ponerse, llevar, vestir, subirse, etc.) y disociativos (quitarse, abandonar, esconder, bajarse, etc.). Cuando el lector se encuentra con una oración como las utilizadas por Glenberg y sus colaboradores, construiría las proposiciones correspondientes, comprobaría si el verbo está en

la lista asociativa o en la disociativa y luego aplicaría una de las siguientes reglas:

- "Si hay un verbo asociativo → el objeto es tópico y debe mantenerse activado en la proposición".
- "Si hay un verbo disociativo → el objeto es no tópico y debe reducirse su activación en la proposición".

El carácter artificial de esta explicación simbolista es evidente. Resulta claro que los simbolistas podrán explicar cualquier resultado obtenido en cualquier investigación pasada o futura, introduciendo reglas y postulados *ad hoc* de este tipo. De hecho, las proposiciones son comparables en principio a una máquina de Turing, ya que mediante ellas se puede imitar cualquier cómputo. Pero esto no les proporciona ni un ápice de validez psicológica. Por ejemplo, ninguna teoría simbolista había predicho *a priori* el efecto obtenido por Glenberg y sus colaboradores.

En segundo lugar, los simbolistas ni siquiera parecen muy interesados en demostrar empíricamente la 'realidad psicológica' de los símbolos. ¿Son las proposiciones una convención formal del científico para representar la información?, o bien ¿son el modo en que el cerebro *realmente* codifica la información? Hay cierta evidencia favorable a la funcionalidad de las proposiciones elaboradas durante la comprensión del lenguaje. Por ejemplo, cuanto mayor es el número de proposiciones implícitas en las oraciones, mayor es el tiempo de lectura, independientemente del número de palabras (véase la revisión de Kintsch, 1998). Pero realmente este hecho (no siempre comprobado) no prejujga que el significado sea necesariamente proposicional, sino únicamente que el número de unidades de significado, cualquiera que sea su naturaleza, es relevante. Esas unidades bien podrían ser modelos de situación, patrones sensorio-motores activados o simulaciones.

Quizá el estudio más notable sobre la realidad psicológica de las proposiciones fue desarrollado por Ratcliff y McKoon (1978), mediante una tarea de memoria. Los participantes estudiaban listas de oraciones como: "El mausoleo que consagró el Zar domina la plaza". Esta frase incluye dos proposiciones [DOMINA, MAUSOLEO, PLAZA] y [CONSAGRÓ, MAUSOLEO, ZAR]. Posteriormente, los individuos recibían pares de palabras pertenecientes a las oraciones, observándose una mayor facilitación semántica o *priming* entre palabras pertenecientes a la misma proposición (domina-mausoleo), que a diferentes proposiciones (domina-zar). Esto sugiere que los conceptos que están en la misma proposición establecen conexiones asociativas más fuertes que los conceptos que, aún estando próximos en el texto, pertenecen a diferentes proposiciones. De nuevo la evidencia ofrecida admite interpretaciones no simbólicas alternativas. Lo que han demostrado Ratcliff y McKoon es que la estructura del significado no es igual que la estructura del texto, pero las unidades de significado podrían tratarse de escenas visuales o simulaciones en lugar de proposiciones. Por ejemplo, el lector podría generar una escena visual del mausoleo dominando la plaza y otra escena, quizás en un marco temporal distinto,

en que el Zar consagra el mausoleo (Zwaan, 2004).

En tercer lugar, las teorías simbolistas muestran serias dificultades de "implementación" de los símbolos. La doctrina simbólica está envuelta en la aureola de la tecnología computacional. Los investigadores simbolistas suelen desarrollar modelos computacionales o, al menos, se plantean hacerlo, como un objetivo ideal. Sin embargo, la implementación automática de los símbolos no se ha logrado. Dicho de otro modo, no existen programas de computador capaces de codificar simbólicamente un texto natural. Por ejemplo, las proposiciones tipo Kintsch son codificadas "a mano" por los propios investigadores siguiendo un protocolo. La aplicación de este requiere, sin duda, muchas decisiones subjetivas basadas en la intuición semántica de las personas. Por ejemplo, algo tan elemental como establecer la co-referencia entre conceptos requiere un conocimiento del mundo muy notable y no una simple aplicación mecánica de reglas sintácticas. Así, para resolver el antecedente del pronombre anafórico "ella" en: "María ganó el partido de tenis a Juana. *Ella* se quedó muy deprimida", el codificador (y el lector) deben conocer algo sobre el esquema básico de un juego, las reacciones emocionales humanas, etc. Kintsch (1998) es plenamente consciente del problema de la implementación automática, aunque minimiza su importancia, atribuyéndolo a una dificultad técnica momentánea que acabará resolviéndose con los avances en la tecnología computacional. Pero yo no le llamaría "dificultad técnica momentánea" a la incapacidad de implementar un conocimiento del mundo amplio y sofisticado en un analizador proposicional.

Por último, el problema más substancial de las teorías simbólicas es el de la ausencia de "toma de tierra de los símbolos" (De Vega, 1984; Johnson-Laird, Herrmann & Chaffin, 1984; Rivière, 1991; Glenberg, 1997). Concretamente, los simbolistas reducen el significado de los símbolos a meras relaciones entre ellos, pero se muestran incapaces de establecer vínculos entre estos y sus referentes perceptivos. Para los simbolistas, la comprensión del significado lingüístico consiste en "traducir" las palabras del lenguaje natural (símbolos arbitrarios) al lenguaje mental (símbolos igualmente arbitrarios), o bien, en relacionar unos símbolos mentales con otros. Existe una cierta insuficiencia lógica en esta propuesta, ya que la traducción de un lenguaje a otro, o la asociación de unos símbolos con otros, no parece capturar la sustancia del significado. Es como traducir una frase del ruso al finlandés a una persona que no conoce ninguna de ambas lenguas. Para ilustrar mejor la arbitrariedad de los símbolos veamos algunos ejemplos de codificación proposicional. La frase: "María le dio un libro viejo a Federico", se podría representar como dos proposiciones según el protocolo de Kintsch:

P1. DAR [MARÍA, LIBRO, FEDERICO]

P2. VIEJO [LIBRO]

Aparentemente P1 y P2 son bastante inteligibles y naturales. Pero esto es una ilusión derivada del hecho de que, por simple convención, los símbolos conceptuales se han etiquetados con palabras del lenguaje natural, ¡cuyo significado conocemos muy bien! No olvidemos, sin embargo, que los símbolos mentales son arbitrarios y diferentes de los del lenguaje natural, de modo que las siguientes proposiciones reflejarían igualmente el significado de "María le dio un libro viejo a Federico":

P1'. E [X, Y, Z]

P2'. D [Y]

Con la ilustración anterior se percibe muy bien la ausencia de "toma de tierra de los símbolos" y, por tanto, su absoluta carencia de significado referencial. Incluso los simbolistas tienen que reconocer que los símbolos mentales deberían poder conectarse con referentes perceptivos y motores. En muchos contextos de uso del lenguaje intentamos verificar si una oración como "Ese teléfono es verde", describe un evento o un estado real del mundo. Solemos mirar alrededor y comprobar si el predicado es aplicable a la experiencia visual inmediata. ¿Cómo hacemos esto? Los simbolistas rara vez se plantean este tipo de problemas referenciales, pues les resultan particularmente incómodos. Pero su argumento podría ser el siguiente: el lenguaje mental es universal y, en consecuencia, tanto la oración como la experiencia perceptiva se traducen al mismo código mental (naturalmente simbólico) para establecer la verdad del predicado. El argumento del código único podría ser correcto, pero, de nuevo no nos dice nada sobre la naturaleza de ese código, que bien pudiera consistir en modelos de situación o simulaciones sensorio-motoras.

Naturalmente los problemas del simbolismo no suelen ser considerados como tales por los propios simbolistas. En el fondo, lo que subyace aquí es una importante diferencia en la concepción de lo que debe ser la ciencia cognitiva. Para los simbolistas el principal criterio de validez científica es el de suficiencia computacional. Su meta es el ideal de Turing –hasta ahora nunca alcanzado– es decir, construir teorías que se puedan implementar como programas computacionales que simulen las funciones cognitivas humanas inteligentes. Si esto se consigue, quedará demostrada formalmente la validez de la teoría. Para los partidarios del enfoque corpóreo, sin embargo, la comprensión de las funciones mentales no tiene mucha relación con la actual tecnología computacional. Por el contrario, debe enraizarse en los datos de las neurociencias, de la biología evolucionista y del análisis empírico de los procesos cognitivos. Los simbolistas tienden a hacer tecnología computacional un tanto desnaturalizada, mientras que los corpóreos están más preocupados por la investigación empírica de la mente como un sistema biológico, descuidando la implementación computacional. Estas tendencias tienen sus

notables excepciones, ya que algunos científicos computacionales, como Andy Clark, están más próximos a la noción de corporeidad y algunos psicólogos experimentales, como Walter Kintsch, Gail McKoon o Roger Ratcliff, están encuadrados en el simbolismo.

Estudios conductuales sobre la corporeidad del significado

Los estudios sobre modelos de situación desarrollados en la década de los 80 y 90 ya sugerían que, durante la comprensión del discurso, la gente construye representaciones análogas a la experiencia, que incluyen aspectos espaciales, temporales, emocionales o interpersonales de la situación. No voy a revisar estos trabajos para no extenderme, pero en cambio voy a mencionar algunas investigaciones más recientes que ofrecen una visión muy radical de la corporeidad del significado.

- La comprensión de oraciones activa representaciones visuales: Estos estudios indican que, en la comprensión de oraciones, los individuos activan imágenes visuales, que incluyen la orientación espacial, la posición y la forma del objeto descrito. En el paradigma experimental básico se presenta a los individuos una oración seguida de un dibujo, con instrucciones de indicar rápidamente si el objeto del dibujo se mencionó en la oración. Por ejemplo, en un estudio de Stanfield y Zwaan (2001) se presentaba a los sujetos oraciones del tipo: "El lápiz está en el cajón" o bien "El lápiz está en el vaso", y a continuación un dibujo de un lápiz en posición horizontal o vertical. La verificación del dibujo fue más rápida cuando su orientación era coincidente con el significado de la oración ("lápiz en el cajón" y dibujo de lápiz horizontal) que cuando no lo era ("lápiz en el vaso" y dibujo de lápiz horizontal). Igualmente, cuando se presentaron oraciones que incluían objetos que pueden tener diferentes formas dependiendo de su estado, se observó un efecto análogo de coincidencia/no-coincidencia en el paradigma de verificación. Así, el dibujo de un águila con las alas abiertas se verificaba más deprisa después de leer "El águila estaba en el cielo", que después de leer "El águila estaba en el nido". Por el contrario un dibujo de un águila de pie y con las alas plegadas se verificaba más rápido tras la segunda oración (Zwaan, Stanfield & Yaxley, 2002).

En otro estudio, realizado por Zwaan y Yaxley (2003), los participantes tenían que juzgar si dos palabras correspondían a las partes de un todo (por ejemplo, partes de un edificio). Las palabras se presentaban verticalmente, una encima de la otra, de tal modo que a veces su posición coincidía con la disposición de las partes en la realidad y otras no. Por ejemplo:

Coincidente:

RAMAS

No coincidente:

RAÍCES

RAÍCES

RAMAS

Los tiempos de decisión fueron más rápidos en la situación coincidente que en la no coincidente, indicando que los individuos se representan automáticamente la posición espacial de las partes de un objeto.

- La comprensión de oraciones con verbos de acción activa representaciones motoras: En una investigación desarrollada por De Vega, Robertson, Glenberg, Kaschak y Rinck (2004), los participantes, tanto españoles como norteamericanos, leían pequeños textos que incluían una oración que describía un personaje realizando dos acciones sucesiva o simultáneamente, mediante el uso de los adverbios "después de" o "mientras", respectivamente. Por ejemplo: "El campesino *después de* cortar leña con el hacha, pintó la valla de blanco"; o bien, "El campesino *mientras* cortaba leña con el hacha, pintó la valla de blanco". Se registraba el tiempo de lectura de la cláusula común (pintó la valla de blanco), y se observó una lectura 288 milisegundos más lenta en la condición de simultaneidad que en la de sucesión. Esto sugiere que el lector tiene dificultades para simular mentalmente la ejecución de dos acciones simultáneas que implican la misma actividad muscular. Una explicación alternativa puramente lingüística podría ser que las oraciones con el adverbio "mientras" son más difíciles de comprender que las que tienen el adverbio "después de". Sin embargo, esto no es cierto, ya que cuando las dos acciones descritas en la oración implicaban patrones motores diferentes, la condición de simultaneidad ("El campesino *mientras* silbaba una melodía popular, pintó la valla de blanco") producía tiempos de lectura incluso algo más rápido que la condición de sucesión ("El campesino *después de* silbar una melodía popular, pintó la valla de blanco").
- La comprensión de oraciones con verbos de acción y movimiento puede llegar a interferir con procesos visuales y motores: Las investigaciones de este tipo utilizan un paradigma de doble tarea, es decir, los participantes escuchan o leen oraciones que describen acciones o movimientos, al tiempo que están expuestos a un estímulo visual dinámico. Se trata de comprobar si se produce facilitación o interferencia entre el significado de la oración y la tarea visual, dependiendo de si ambos son coincidentes o no. En una de estas investigaciones, desarrollada por Richardson, Spivey, Barsalou y McRaec (2003), se presentaba auditivamente a los participantes oraciones que describían movimientos horizontales (por ejemplo, "el mecánico empujó la cadena"), o verticales (por ejemplo, "el águila voló hacia el río"), y a continuación recibían un estímulo visual (un círculo o un cuadrado), desplazado arriba, abajo, a la derecha o a la izquierda que debían identificar apretando una tecla previamente asignada. Los resultados indicaron mayor tiempo de respuesta cuando el desplazamiento del estímulo visual ocurría en la misma dimensión (vertical u horizontal) que el movimiento descrito en la oración. Es decir, hubo interferencia entre patrones coin-

cidentes de significado y percepción. Este resultado, quizá inesperado, puede tener una fácil explicación: las estructuras cerebrales que procesan el movimiento en una dimensión sufren una "sobrecarga" al utilizarse casi simultáneamente para elaborar el significado de la oración y codificar el desplazamiento visual.

No obstante, no todos los experimentos encuentran esta interferencia entre patrones coincidentes. En algunos casos se ha informado más bien de facilitación que de interferencia entre patrones semánticos y perceptivos coincidentes. Por ejemplo, Zwaan Madden, Yaxley y Aveyard (2004) presentaban auditivamente oraciones que describían un movimiento de un objeto hacia uno mismo ("el portero te lanzó la pelota") o hacia otro ("tú le lanzaste la pelota al portero"). Después de cada oración, los participantes observaban un dibujo animado de una pelota que aparentemente se acercaba o alejaba, debiendo emitir un juicio perceptivo sobre dicha animación. Los resultados indicaron una respuesta más rápida cuando el patrón de movimiento del dibujo coincidía con el significado de la oración.

La contradicción entre estos resultados podría deberse a las diferencias en los procedimientos y tareas experimentales utilizados por los experimentadores. Por ejemplo, el grado de solapeamiento temporal entre la tarea de comprensión y la tarea perceptiva, podría influir en que el resultado fuese de facilitación o interferencia. En un estudio reciente de Moreno y De Vega (2005) se comprobó que así es. Los participantes leían oraciones con significado de transferencia presentadas palabra a palabra (por ejemplo, "el libro se lo regalé a María" o "el libro me lo regaló María"). Cuando llegaba el verbo de transferencia ("regalé" o "regaló"), era la propia palabra la que se desplazaba visualmente, simulando un movimiento de alejamiento o acercamiento. El lector debía mover el dedo índice en la misma dirección y apretar una tecla, registrándose el tiempo de respuesta. Como en los anteriores experimentos, el movimiento físico de la palabra era coincidente o no con el significado de la oración. Los resultados dependieron de cuánto tiempo tardaba el verbo en iniciar el movimiento aparente. Cuando el movimiento se iniciaba inmediatamente (200 milisegundos después de su aparición), entonces se producía interferencia sobre el tiempo de respuesta en la situación de coincidencia significado-percepción. En cambio, si el movimiento tardaba más en iniciarse (400 milisegundos), se producía facilitación en la condición coincidente. Estos resultados sugieren que la simulación corpórea del significado de los verbos de transferencia, se solapa inicialmente con los procesos de análisis perceptivo de un estímulo dinámico, produciéndose interferencia. Sin embargo, al cabo de medio segundo, una vez concluida la simulación del significado semántico, ésta facilita el procesamiento perceptivo coincidente.

En suma, los estudios conductuales indican que durante la comprensión de oraciones concretas, se activan de forma rutinaria representaciones visuales y motoras de los objetos y acciones. Estos resultados no utilizan registros directos de la actividad cerebral, pero en el siguiente

apartado describiremos estudios sobre comprensión del lenguaje con medidas neurológicas.

Estudios neurológicos sobre la corporeidad del significado

Las neurociencias están contribuyendo a reavivar el interés por la naturaleza del significado lingüístico. Los resultados obtenidos en muchos casos refuerzan la idea de que la comprensión implica una simulación mental de la experiencia. Así, los investigadores han mostrado que la comprensión del lenguaje supone una activación de áreas cerebrales relacionadas con los patrones sensorio-motores asociados a su referente. Por ejemplo, la comprensión de la palabra "piano" podría activar representaciones visuales en la corteza occipital, representaciones motoras en la corteza prefrontal, representaciones auditivas en la corteza temporal, etc. O, la comprensión del verbo "saltar" podría activar áreas específicas de la corteza motora. Algunos estudios recientes sugieren exactamente esto.

Pulvermuller (2005) resumió recientemente algunos resultados sobre el sustrato neuronal de los verbos de acción. En una de las investigaciones, los participantes escuchaban verbos de acción, mientras se registraba su actividad cerebral mediante Imagen por Resonancia Magnética Funcional (IRMf). Los verbos utilizados se referían a movimientos de la boca (lamer, soplar, etc.), de las manos (coger, lanzar, etc.) o de las piernas (pisar, saltar, etc.). Los mismos individuos realizaban, en otra fase del experimento, movimientos reales de la boca, las manos o las piernas. Los resultados fueron muy claros: cuando se realizaban los movimientos físicamente se activaban las áreas somatotópicas específicas de la corteza premotora que cabría esperar. Así, los movimientos de la boca implicaban activación de áreas próximas a la cisura de Silvio, los de las manos y brazos a zonas dorsolaterales, y las de los pies y piernas al vértice y sulcus inter-hemisférico. Pero, lo más notable es que durante la escucha pasiva de los verbos de acción, se activaron parcialmente las mismas áreas que en la ejecución de las acciones. Hemos mencionado que la audición de las palabras era "pasiva", es decir, que los participantes no tenían que hacer ninguna tarea especial, ni siquiera prestar atención. Sin embargo, la conectividad neuronal entre palabras y acciones está tan firmemente establecida que aún así se producía la activación automática de las áreas somatotópicas.

Uno de los descubrimientos más espectaculares de las neurociencias en la última década es el de las neuronas espejo (*mirror neurons*), llevado a cabo por un grupo de investigadores de la universidad italiana de Parma, encabezado por Giacomo Rizzolatti (véase la revisión de Gallese, Keysers & Rizzolatti, 2004). Inicialmente, implantaron microelectrodos en neuronas específicas de la corteza premotora en el cerebro de macacos. Tal como cabría esperar, se registró actividad en algunas de estas neuronas cada vez que el animal realizaba un movimiento, por ejemplo, al cerrar una mano. Pero fue toda una sorpresa comprobar que esas mismas neuronas

se activaban también cuando el animal observaba un movimiento análogo del investigador o de otro primate. Es fácil suponer que estas neuronas podrían estar relacionadas con la conducta imitativa, pero también con la capacidad de simulación y planificación mental de la acción. Los estudios posteriores ampliaron aún más el interés por estas neuronas. Se hallaron neuronas espejo no solo en áreas premotoras, sino también parietales. Algunas de estas neuronas son multimodales, pues no solo se activan con las acciones realizadas y observadas (al arrugar o ver arrugar un papel), sino también con los sonidos de las acciones (al escuchar el crujido que produce al arrugarse el papel). Más aún, algunas neuronas espejo generan una respuesta específica ante la acción (propia o ajena) asociada a una intención específica. Por ejemplo, ciertas neuronas responden a la acción de agarrar una taza para beber, pero no a agarrar una taza para lavarla. Por tanto, estas neuronas espejo podrían ser el sustrato neuronal de las capacidades de mentalización (teoría de la mente), que nos permiten entender las intenciones de los demás.

Pero, ¿qué ocurre con los humanos? Mediante IRMf se ha observado la existencia de neuronas espejo en las personas situadas en las mismas áreas que en otros primates y con las mismas funciones. Más aún, las neuronas espejo parecen tener relación con la comprensión del lenguaje. Hay una pista importante: una de las áreas con mayor densidad de neuronas espejo es el área premotora izquierda F5, que corresponde exactamente al área de Broca en el cerebro humano. Quizá el lenguaje humano implica una ampliación funcional de un subconjunto de neuronas espejo en la corteza frontal-parietal, que no solo se activan para ejecutar y comprender acciones vistas u oídas, sino que también para comprender oraciones que describen esas acciones. Un reciente estudio así lo indica (Tettamanti, Buccino, Saccuman, Gallese, Danna, Scifo, Fazio, Rizzolatti, Cappa & Perani, 2005). Se registró la actividad cerebral de un grupo de participantes mediante IRMf mientras escuchaban oraciones relativas a movimientos de la boca (por ejemplo, "muerdo una manzana"), de las manos (por ejemplo, "agarró un cuchillo") o de las piernas (por ejemplo, "doy una patada al balón"). Como condición de control se utilizaban oraciones con contenido abstracto (por ejemplo, "aprecio la sinceridad"). Los resultados mostraron que una región específica del área de Broca (*pars opercularis*) se activaba en todas las oraciones con verbos motores, aunque no en las abstractas. Pero, además, las oraciones con verbos de movimientos de boca, de manos o de piernas, activaban otras áreas específicas de la corteza prefrontal izquierda. Estos resultados sugieren que en la comprensión del lenguaje existe una representación abstracta de las acciones en el *pars opercularis*, pero también se activan representaciones de los programas motores específicos de las acciones. Más aún, estas áreas específicas se solapan parcialmente con las que se activan cuando la gente observa acciones de boca, manos, o piernas. En otras palabras, en la comprensión del lenguaje de acción intervienen grupos de neuronas espejo.

Una evidencia convergente sobre el papel de las neuronas espejo en el lenguaje es que las

personas autistas, parecen tener carencias en este tipo de neuronas. Como es sabido, los autistas tienen profundas dificultades en el uso del lenguaje, que muchos autores atribuyen a un déficit en la teoría de la mente. Pues bien, los autistas, incluso con un buen nivel funcional de lenguaje, cuando comprenden oraciones muestran mucha menos activación que el grupo de control en áreas de la corteza premotora donde suelen ubicarse las neuronas espejo, incluida el área de Broca (Just, Cherkassky, Keller y Minshew, 2004).

En resumen, los datos de la neurociencia cognitiva son convergentes con los datos de la psicología cognitiva. La neurociencia muestra un solapamiento neuronal entre comprensión y acción y la psicología indica un solapamiento funcional entre ambos. La múltiple funcionalidad de las neuronas espejo como procesadores de acción, como interpretadores de acción y como simuladores de acción, sugiere también un importante papel en la comprensión del significado lingüístico.

Los desafíos a la noción de corporeidad

a) ¿Pueden combinarse las representaciones corpóreas?

Una característica importante del lenguaje y también del significado es su carácter composicional y productivo. Es obvio que las palabras de un idioma se pueden combinar, aplicando ciertas reglas gramaticales, para componer un número potencialmente infinito de oraciones. Esto lo demostramos cada día los usuarios del lenguaje al producir y comprender oraciones nuevas. Presumiblemente, los significados que se derivan de esas oraciones son igualmente combinatorios e infinitos en número. No necesitamos siquiera lenguaje para intuir el carácter combinatorio de los procesos mentales. Podemos fantasear, creando mentalmente situaciones completamente nuevas, como cuando soñamos despiertos, anticipamos mentalmente lo que queremos hacer o pensamos lo que deberíamos haber hecho.

Las teorías simbolistas se acomodan muy bien a esas propiedades composicionales y productivas del lenguaje y del significado. Una razón para ello es su propia semejanza con el lenguaje natural, al poseer igual que este una sintaxis, es decir, un mecanismo esencialmente combinatorio y productivo. Por ejemplo, un sistema proposicional como el propuesto por van Dijk y Kintsch (1983) combina productivamente símbolos conceptuales y relationales para reflejar cualquier tipo de significado. Pero, ¿tienen esa misma capacidad combinatoria las representaciones corpóreas? Los críticos de la corporeidad consideran que un sistema de re-activación de simulacros de experiencia carece de esta capacidad. Esto sería cierto si las representaciones corpóreas fuesen como fotografías o grabaciones de video holistas, cosa que nadie propone. Si consideramos las representaciones corpóreas como compuestas de

unidades relativamente simples y organizadas conceptualmente, no hay dificultad en operar con ellas de modo composicional.

De hecho, las teorías actuales de la corporeidad han afrontado el desafío de la composicionalidad con bastante éxito. Así, la teoría de los símbolos perceptivos de Barsalou (1999) nos muestra que estos se recombinan para constituir "simulaciones", que emulan el carácter composicional y productivo que las proposiciones. De modo semejante la noción de amalgama (*meshing*) postulada por la hipótesis de indexación (*indexical hypothesis*) de Kaschak y Glenberg (2000) es también un mecanismo combinatorio de las disponibilidades (*affordances*) perceptivas y motoras de los objetos y eventos. Finalmente, los marcos interpretativos (*construals*) de la teoría del "lector inmerso" (*Immersed experiencer*) de Zwaan (2004) son también mecanismos combinatorios que explican la integración del significado del discurso.

Obsérvese que los mecanismos composicionales propuestos por las teorías corpóreas están constreñidos por las características biofísicas de los objetos y eventos o, dicho de otro modo, deben ser concordantes con las posibilidades de la experiencia humana. Así, ciertas combinaciones de objetos y eventos son simulables o modelables y otras no lo son (por ejemplo, cortar leña y pintar una valla al mismo tiempo). Esta es una enorme ventaja funcional, ya que implica que un sistema de representación corpóreo realiza una evaluación inmediata de la plausibilidad de los enunciados (una prueba de realidad), en contraste con las proposiciones cuya sintaxis completamente formal y arbitraria no permite hacerla.

b) ¿Pueden ser corpóreos los significados abstractos?

Los experimentos favorables a la corporeidad que hemos mencionado trabajaban con contenidos concretos. Podríamos concluir, por tanto, que las palabras y oraciones concretas activan representaciones perceptivo-motoras. Pero, ¿qué ocurre con las palabras y enunciados abstractos? Una respuesta habitual es postular que muchos conceptos abstractos se basan en una metáfora perceptiva o motora. Por ejemplo, cuando hablamos de estados mentales y relaciones interpersonales frecuentemente nos basamos en imágenes-esquema de carácter viso-espacial (Lakoff, 1987). Los estados y eventos positivos suelen describirse espacialmente como estar o dirigirse hacia "arriba" ("Marta está en la cumbre de su carrera") y los estados negativos como estar o dirigirse hacia "abajo" ("Pedro está hundido desde que le abandonó su esposa"). Igualmente, algunas relaciones abstractas como la causación parecen estar relacionadas con una imagen-esquema de dinámica de fuerzas (Talmy, 1988). Por ejemplo, la causación implica que hay una fuerza agonista que es dominada por una fuerza antagonista:

- La pelota rodó por el césped (agonista) porque la empujó el viento (antagonista).

- Juan rompió con su novia (agonista) porque María consiguió seducirle (antagonista).

Las oraciones con conectores adversativos, en cambio, podrían entenderse como una dinámica de fuerzas en la que el agonista “vence” la fuerza opositora del antagonista:

- La pelota se mantuvo quieta en el césped (agonista), a pesar de que la empujaba el viento (antagonista).
- Juan permaneció fiel a su novia (agonista), aunque María intentó seducirle (antagonista).

Pero no todos los conceptos abstractos tienen un carácter metafórico. A veces, utilizamos palabras que se refieren a nociones muy abstractas, como VERDAD, y que no se asocian, ni siquiera metafóricamente, a experiencias perceptivas o motoras particulares. La explicación clásica de Paivio (1971) fue que las palabras abstractas son procesadas exclusivamente por el sistema verbal-simbólico, mientras que las palabras concretas lo son, además, por el sistema de imágenes mentales. Es decir, Paivio reconocía explícitamente un sistema de representación simbólica y otro corpóreo, para diferenciar ambos tipos de palabras. Sin embargo, los planteamientos corpóreos más radicales no gustan de esta explicación híbrida. Por el contrario, consideran que las palabras abstractas se procesan, en última instancia, igual que las concretas: en ambos casos se requiere un anclaje en situaciones perceptivo-motoras. Por ejemplo, Barsalou y Wiesmer-Hastings (2005) comparan la comprensión de la palabra concreta MARTILLO y la palabra abstracta VERDAD. Para comprender plenamente MARTILLO es preciso recuperar información no solo sobre los aspectos visuales del objeto, sino también sobre la acción manipulativa que realiza un agente con él (por ejemplo, golpear sobre un clavo), las posibles metas del agente (por ejemplo, unir dos piezas de madera), la experiencia emocional del agente (por ejemplo, satisfacción), etc. De modo semejante, la comprensión del concepto abstracto VERDAD requiere llenar un buen número de parámetros situacionales para que se dé auténtica comprensión. Es preciso representarse una situación en la que: a) un hablante dice algo sobre un estado del mundo (por ejemplo, está lloviendo ahí fuera); b) un oyente construye una representación de lo que dice el hablante (por ejemplo, la expectativa de lluvia ahí fuera); c) el oyente explora visualmente la parte del mundo a la que se refiere la afirmación del hablante (por ejemplo, cómo está el tiempo ahí fuera); d) verifica si el significado de la frase original se ajusta al estado del mundo que acaba de verificar; e) si se da un ajuste entre significado y estado del mundo, el hablante concluye que es VERDAD, en caso contrario, que es FALSO.

Pero, ¿qué ocurre cuando las palabras abstractas o concretas se presentan aisladamente? Esta es una situación muy artificial que rara vez ocurre en el mundo real, pero los psicólogos la han investigado exhaustivamente en el laboratorio. Está claro que las palabras concretas tienen ventajas sobre las abstractas, pues es más fácil evocar un contexto situacional para ellas.

Así, MARTILLO evoca fácilmente una imagen visual, un patrón motor específico y algunas metas prototípicas. En cambio, las palabras abstractas como VERDAD están asociadas a un gran número de situaciones posibles y muy heterogéneas, de modo que es mucho más difícil evocar una situación concreta. Además, parte de las propiedades situacionales de VERDAD son mentales o introspectivas (por ejemplo, un agente compara un estado del mundo con una representación del significado de una oración y juzga). Consecuentemente, las palabras abstractas presentadas aisladamente se procesan más superficialmente, se recuerdan peor, desencadenan una actividad electrofisiológica más débil, etc. que las palabras concretas. Sin embargo, esas mismas palabras abstractas sometidas a un contexto situacional (o lingüístico) suficientemente específico, se procesan de modo muy semejante a las palabras concretas. Así, Kounios y Holcomb (1994) observaron que las palabras abstractas presentadas aisladamente, a diferencia de las concretas, no producen el componente electrofisiológico llamado N400 (que generalmente indica esfuerzo de integración semántica). Sin embargo, cuando esas mismas palabras abstractas se presentaban en contextos lingüísticos coherentes (por ejemplo, "comprobé que su historia era *verdad*") su respuesta electrofisiológica era semejante a la de palabras concretas (Holcomb, Kounios, Anderson & West, 1999).

c) ¿Pueden ser corpóreos los significados mentalistas?

Un último desafío para las propuestas del significado corpóreo es el lenguaje mentalista. Continuamente utilizamos y comprendemos expresiones que empiezan con verbos mentales como: "creo que...", "desearía que...", "dudo que...", etc. Se trata de enunciados recursivos, ya que la perifrasis verbal mentalista es un predicado que incluye a su vez otro predicado. Sin embargo, sea cual sea el predicado que viene a continuación del verbo mental, está claro que no tiene un estatus de realidad plena sino que es el contenido de una creencia, un deseo, una conjeta o, en general, un estado mental.

La ausencia de estatus de realidad de los predicados asociados a verbos mentales es evidente. Compárese el predicado factual "A Juan le tocó la lotería", con el mentalista "Me gustaría que a Juan le tocarse la lotería". La cuestión que nos atañe es si los predicados mentalistas activan representaciones corpóreas o no. Algunos estudios indican que los lectores no incorporan la información subordinada al verbo mental en el modelo de situación. Por ejemplo, en la investigación ya mencionada de De Vega et al. (2004), se comparó la comprensión de textos que describían una acción factual ("El campesino *mientras* cortaba leña con el hacha, *empezó* a pintar la valla de blanco"), con una versión de los mismos textos que describían dicha acción como un plan mental ("El campesino *mientras* cortaba leña con el hacha, *pensó en* pintar la valla de blanco"). Los tiempos de lectura del último segmento de texto compartido ("pintar la valla de blanco"), fue más lento en la primera que en la segunda versión. Ello se

explica fácilmente: en la primera versión las dos acciones son factuales y el lector detecta su incompatibilidad motora, al intentar simularlas al mismo tiempo. En cambio, en la segunda versión la segunda acción no se incorpora en el modelo de la situación real, sino que tiene un estatus puramente hipotético. Es probable que para comprender el predicado mentalista no se activen las propiedades perceptivas y motoras de los eventos descritos, sino que se activen más bien representaciones introspectivas e interpersonales sobre las creencias, deseos y emociones de los personajes. Otra posibilidad es que se activen las propiedades sensorio-motoras en todos los casos, aunque se mantengan en espacios mentales o representacionales separados los contenidos factuales y los mentales (por ejemplo, Fauconnier, 1994). En cualquier caso, este es un tema descuidado por las teorías corpóreas del significado que requiere un estudio sistemático.

CONCLUSIONES

Las propuestas corpóreas constituyen una doctrina que se ha ido consolidando, poco a poco, durante los últimos años. No se trata de una propuesta de un individuo aislado, sino de un cuerpo teórico elaborado a partir de aportaciones multidisciplinares de muchos autores. Así, han contribuido a su desarrollo filósofos como Merleau Ponty y Lawrence Shapiro; lingüistas como George Lakoff y Leonard Talmy; psicólogos cognitivos como Eleanor Rosch, Arthur Glenberg, Lawerence Barsalou y Rolf Zwaan; científicos computacionales como Andy Clark y Luc Steels; y neurocientíficos como Friedemann Pulvermuller, Francisco Varela, Antonio Damasio y Giacomo Rizzolatti. En los últimos años la noción de corporeidad ha dejado de ser una mera especulación de salón para fundamentarse en rigurosos estudios experimentales.

Dado que los simbolistas siguen siendo científicos influyentes, el momento histórico es especialmente interesante. ¿Cómo se desarrollarán las futuras ciencias cognitivas?, ¿son las propuestas corpóreas el germen de una revolución en las ciencias cognitivas?, ¿pueden confluir las tesis simbolistas y corpóreas, proporcionando una teoría sintética o híbrida? Ciertamente, no lo sabemos y las profecías no son aconsejables en la ciencia.

A veces los simbolistas y corpóreos critican las tesis de sus oponentes, aunque rara vez participan en un debate formal. Otras veces hay intentos de acercamiento y se establecen matices conciliadores. Por ejemplo, algunos simbolistas consideran que las proposiciones no constituyen una teoría definitiva sobre el significado, pero son "un atajo" teórico conveniente. Así, Kintsch (1998) reconoce que el uso de las proposiciones en su teoría es meramente funcional y a "pequeña escala" y no constituye una teoría general sobre la representación del conocimiento a "gran escala". En el otro bando, también existen actitudes igualmente prudentes y conciliadoras. Por ejemplo, Zwaan (2004) sugiere que los mecanismos de satisfacción de

constricciones, propuestos por la teoría de construcción-integración de Kintsch, son perfectamente asimilables por una teoría del significado corpóreo, cambiando únicamente el formato de representación del conocimiento.

Otro tipo de matiz planteado por los simbolistas es que la actualización de representaciones corpóreas puede ocurrir en algunas ocasiones, pero la mayor parte de las veces cuando comprendemos el lenguaje operamos en un "modo simbólico", y no nos molestamos en construir y actualizar representaciones corpóreas, por el excesivo coste cognitivo que ello tendría. Esta propuesta es intelectualmente poco atractiva; es como decir "el significado puede ser corpóreo, pero en la práctica casi nunca lo es". Sin embargo, conviene valorarla cuidadosamente ya que, como hemos visto, los investigadores sobre la corporeidad han incurrido en sesgos a la hora de elegir su material lingüístico, incluyendo casi exclusivamente enunciados concretos. Hay que poner a prueba los límites de la tesis corpórea, en condiciones menos favorables como expresiones abstractas, verbos mentales o expresiones contrafactualas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barsalou, L. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral & Brain Sciences*, 22, 577-660.
- Barsalou, L. & Wiemer-Hastings, K. (2005). Situating abstract concepts. En D. Pecher & R. Zwaan (Eds.), *Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thought* (pp. 129-163). New York: Cambridge University Press.
- De Vega, M. (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.
- De Vega, M. (2002). Del significado simbólico al significado corpóreo. *Estudios de Psicología*, 23, 153-174.
- De Vega, M., Robertson, D., Glenberg, A., Kaschak, M. & Rinck, M. (2004). On doing two things at once: Temporal constraints on actions in language comprehension. *Memory and Cognition*, 32, 1033-1043.
- Fauconnier, G. (1994). *Mental spaces: Aspects of meaning construction in natural language*. New York: Cambridge University Press.
- Fodor, J. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gallese, V., Keysers, C. & Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 8, 396-403.
- Glenberg, A. (1997). What memory is for. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 1-19.
- Glenberg, A., Meyer, M. & Lindem, K. (1987). Mental models contribute to foregrounding during text comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, 69-83.
- Holcomb, P., Kounios, J., Anderson, J. & West, W. (1999). Dual-coding, context-availability, and con-

- creteness effects in sentence comprehension: An electrophysiological investigation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 721-742.
- Johnson-Laird, P., Herrmann, D. & Chaffin, R. (1984). Only connections: A critique of semantic networks. *Psychological Bulletin*, 96, 292-315.
- Just, M., Cherkassky, V., Keller, T. & Minshew, N. (2004). Cortical activation and synchronization during sentence comprehension in high-functioning autism: Evidence of underconnectivity. *Brain*, 127, 1811-1821.
- Kaschak, M. & Glenberg, A. (2000). Constructing meaning: The role of affordances and grammatical constructions in sentence comprehension. *Journal of Memory & Language*, 43, 508-529.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension. A paradigm for cognition*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Kounios, J. & Holcomb, P. (1994). Concreteness effects in semantic processing: ERP evidence supporting dual-coding theory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 804-823.
- Lakoff, G. (1987). *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*. Chicago: Chicago University Press.
- McKoon, G. & Ratcliff, R. (1992). Inference during reading. *Psychological Review*, 99, 440-466.
- Moreno, V. & De Vega, M. (2005). *Animating words during the comprehension of transference sentences*. Comunicación presentada en 15th Annual Meeting of the Society for Text and Discourse, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Hold, Rinehart & Winston.
- Pettito, L. (1993). Modularity and constraints in early lexical acquisition: Evidence from children's early language and gesture. En P. Bloom (Ed.), *Language acquisition: Core readings* (pp. 95-126). New York: Harvester Wheatsheat.
- Pulvermüller, F. (2005). Brain mechanisms linking language and action. *Nature*. (En prensa).
- Pylyshyn, Z. (1986). *Computation and cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ratcliff, G. & McKoon, G. (1978). Priming in item recognition: Evidence for the propositional structure of sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 403-417.
- Richardson, D., Spivey, M., Barsalou, L. & McRae, K. (2003). Spatial representations activated during real-time comprehension of verbs. *Cognitive Science*, 27, 767-780.
- Rivière, A. (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza Editorial.
- Slobin, D. (1987). Thinking for speaking. En J. Aske, N. Beery, L. Michaelis & H. Filip (Eds.), *Berkeley Linguistics Society: Proceedings of the Thirteenth Annual Meeting* (pp. 435-444). Berkeley, CA: BLS.
- Stanfield, R. & Zwaan, R. (2001). The effect of implied orientation derived from verbal context on picture recognition. *Psychological Science*, 121, 153-156.

- Talmy, L. (1988). Force dynamics in language and cognition. *Cognitive Science*, 12, 49-100.
- Tettamanti, M., Buccino, G., Saccuman, M., Gallese, V., Danna, M., Scifo, P., Fazio, F., Rizzolatti, G., Cappa, S. & Perani, D. (2005). Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 273-281.
- Van Dijk, T. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Zwaan, R. (2004). The immersed experimenter: Toward an embodied theory of language comprehension. En B.H. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory, vol. 44* (pp. 35-62). San Diego: Elsevier.
- Zwaan, R., Stanfield, R. & Yaxley, R. (2002). Language comprehenders mentally represent the shape of objects. *Psychological Science*, 13, 168-171.
- Zwaan, R. & Yaxley, R. (2003). Spatial iconicity affects semantic-relatedness judgments. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 954-958.
- Zwaan, R., Madden, C., Yaxley, R. & Aveyard, M. (2004). Moving words: Dynamic representations in language comprehension. *Cognitive Science*, 28, 611-619.