



La comprensión del lenguaje: La producción de inferencias en la mente y el cerebro.

José A. León
Universidad Autónoma de Madrid
joseantonio.leon@uam.es

**IV Jornadas Monográficas de Lingüística Clínica.
Universidad de Valencia. 12- 14 de noviembre 2008**

Agradecimientos

*Marcel A. Just, Rob Mason,
& Chantel Prat*

*Inmaculada Escudero &
Ricardo Olmos*

*Center for Cognitive Brain
Imaging (CCBI)*

Dpto de Psicología Básica

*Carnegie Mellon University
(Pittsburgh)*

*Universidad Autónoma de
Madrid*



“No ignoro que el recurso de beber para huir es un viejo truco pero ¿conoces alguno más eficaz para escapar de ti mismo? Una copa acartona el recuerdo, pero, al mismo tiempo, convierte la onerosa gravedad de tu cuerpo en una suerte de porosidad flotante. Algo parecido a la fiebre. Pasado el trance sobreviene el decaimiento, pero hay un medio para evitarlo: mantener en sangre una dosis de alcohol que te imbuya la impresión de que participas en la vida, de que la vida no pasa sobre el hoyo en que te pudres sin advertir que existes. Esta forma de energía suele identificarse con la alegría, aunque, por supuesto, no es la alegría. A lo sumo, una energía inferior, improductiva; en caso contrario, yo trabajaría. Pero mi ingenio, si alguna vez existió, se ha agotado; ya lo estás viendo: no soy capaz de embadurnar un lienzo, ni siquiera de sostener un pincel en la mano”.



Introducción al estudio de las inferencias

- Se vinculan con el conocimiento implícito o tácito (“oculto”), completando la información del mensaje (dentro de un contexto y sujeto a los conocimientos del lector).
- Son heurísticos que se relacionan con cualquier aspecto del conocimiento, ya sea éste espacial, temporal, causal, lógico, natural, artificial, abstracto o concreto (Just y Carpenter, 1987).
- Constituyen el núcleo de la comprensión humana.
- Pueden generarse en cualquier momento de la lectura y afectan tanto a la coherencia local como global.
- Participan otros procesos cognitivos (memoria, pensamiento, lenguaje, percepción, etc.). Dentro de las distintas taxonomías, adquieren una notable importancia las inferencias causales (antecedentes y consecuentes).

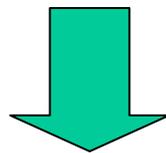
Algunos criterios de clasificación de las inferencias

(León y Pérez, 2003)

- 1. Probabilidad vs. certeza:** *lógicas vs. pragmáticas* (Harris & Monaco, 1978; Singer, 1994)
- 2. Curso temporal o momento en que la inferencia es generada:**
on-line vs. off-line (Graesser, Singer & Trabasso, 1994)
- 3. Dirección:**
 - ⇒ *Hacia atrás vs. hacia adelante* (Just & Carpenter, 1987; Singer, 1996; van den Broek, 1994)
 - ⇒ *Explicativas vs. predictivas* (Trabasso & Magliano, 1996; León & Pérez, 2001)
 - ⇒ *Diagnósticas vs. predictivas* (Fernández & Almaraz, 1994; Tversky & Kahneman, 1980; Waldman, 2000; Waldman & Holyoak, 1992; León & Pérez, 2001)
- 9. Operaciones en la memoria:** activación del conocimiento general, mantenimiento en MT y recuperación de MLP: *asociaciones, explicaciones y predicciones* (Trabasso & Magliano, 1996; van den Broek, 1990).

Las inferencias en los modelos de comprensión

- Bartlett (1932), Bruner (1957) y Schank (1975)
- Modelos estructuralistas: texto
- Modelos estratégicos: lector
- Modelos conexionistas: proceso



Teorías actuales sobre inferencias

E
V
O
L
U
C
I
O
N

La psicología del texto (Objeto de estudio)



- Explica como la **comprensión** tiene lugar ante una determinada situación lectora.
- Se concentra fundamentalmente en la **lectura**.
- Se acota dentro del **discurso escrito**, ya que permite estructurar y controlar muchas variables de manera más precisa que el discurso oral (más natural y espontáneo)
- Delimita **procesos** y **estructuras** que se producen durante la comprensión.
- Analiza las **representaciones mentales, inferencias, tipos de comprensión, conocimientos, estrategias, tipos de discurso** que intervienen en cualquier actividad lectora.
- Ofrece **diseños y recursos** de cara a potenciar la comprensión para cualquier tipo de material escrito.
- Utiliza una amplísima gama de **técnicas de investigación**.

Inferencias causales

La literatura distingue dos tipos de inferencias causales basadas en su dirección:

- **Causales antecedentes** (backward, bridging, explanatory)
- **Causales consecuentes** (forward, predictives).

Causales antecedentes (explicativa, hacia atrás, elaborativas,...)

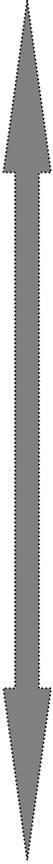
- Buscan los antecedentes causales (causa, razón o motivo) de un hecho o acción, respondiendo a la pregunta *¿Por qué?*
- Integran las distintas oraciones del discurso.
- Son parte esencial de la comprensión, así como de otros aspectos del razonamiento científico y de la vida diaria.
- Tienen carácter adaptativo (razonamiento causal)
 - Reduce la incertidumbre
 - Medida esencial para alcanzar la coherencia
- Se generan cuando...
 - se conecta una oración con el texto leído
 - se explica por qué los sucesos y acciones ocurren
 - se conecta la oración leída con el pasaje previo, mediante redes y enlaces causales.
- Proceso implicado: Mantenimiento de la Coherencia Local y Global
- Ejemplos:
 - Local: Pasado el trance sobreviene el decaimiento, pero hay un medio para evitarlo
 - Global: ¿Por qué bebe?, ¿por qué quiere olvidar?

Causales consecuentes (predictivas, hacia adelante, elaborativas,...)

- Son anticipaciones de sucesos probables basadas en la aplicación de nuestro conocimiento previo.
- Responden a la pregunta *¿qué pasará después?*
- Implican expectativas acerca de hechos, objetivos, acciones, resultados o emociones.
- Facilitan el procesamiento de la información posterior en el mensaje.
- Discusión sobre el momento en que se generan (on line vs off line).
- Ejemplos:
 - Global: Beber → emborracharse, problemas graves

Comprender es construir una representación integrada

Para ello se necesita completar los siguientes procesos:

- 
- **construir una representación coherente** de lo leído u oído.
 - **generar el contexto** donde se produce la información
 - **extraer el hilo argumental** de las diversas oraciones
 - **identificar las relaciones semánticas** entre las palabras de la oración
 - **construir la estructura gramatical**, además de incluir la palabra última procesada,
 - **seleccionar la palabra apropiada** dentro del lexicón (contiene aprox. 30.000 entradas)
 - **acceder al lexicón mental** basado sobre los productos de los procesos de segmentación
 - **segmentar** la señal dentro de sus partes constituyentes
 - **reconocer** la señal del hablante (de otros tipos de sonidos), o del escrito (de otros tipos).

Trata de leer el siguiente párrafo

- Según un estudio de una universidad inglesa, no importa el orden en el que las letras están escritas, la única cosa importante es que la primera y la última letra estén escritas en la posición correcta. El resto pueden estar totalmente mal y aun puedes leerlo sin problemas.

Procesamiento de la lectura

macronivel

macronivel

Nivel pragmático

Género del discurso

Nivel referencial

Modelo mental

Nivel semántico

Base del texto

Nivel sintáctico

Estructura superficial

Nivel léxico

micronivel

micronivel

Investigación sobre INFERENCIAS CAUSALES

Objetivos:

- 1.- Analizar la naturaleza de estas inferencias. ¿Cuándo se generan?, ¿se generan antes unas que otras?, ¿por qué?
- 2.- ¿Pueden combinarse varias técnicas metodologías a fin de reducir los sesgos metodológicos?
- 3.- ¿Cuál es el sustrato corpóreo de las inferencias?, ¿comparten las mismas áreas cerebrales que las del lenguaje?, ¿se corresponden con los datos cronométricos previos?

Revisión de estudios cronométricos sobre la **naturaleza** de las inferencias causales

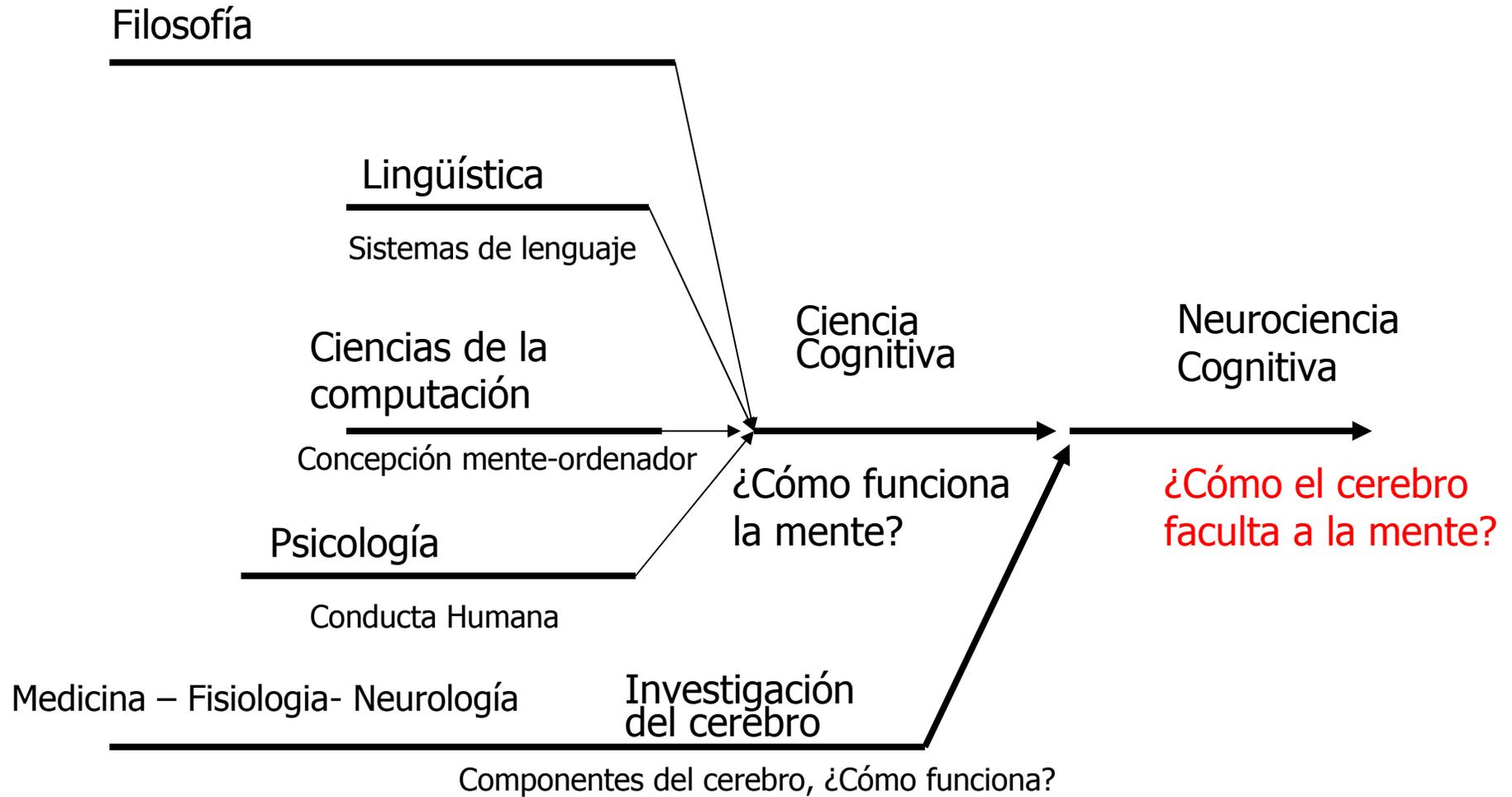
- Existe un importante grupo de investigadores que han **analizado estas inferencias causales** (Trabasso & Magliano, 1996; Calvo & Castillo, 1996, 1998; Coté et al., 1998; Graesser & Bertus, 1998; León & Pérez, 2001; León, 2003; Millis & Graesser, 1994; Singer & Gagnon, 1999; Noordman et al., 1992; Fincher-Kiefer, 1996).
- Se asume que, en general, las inferencias causales antecedentes se generan on-line, mientras que las consecuentes se generan off-line (e.g., Graesser, Haberlandt & Koizumi, 1987; Long, Golding, Graesser & Clark, 1990; Potts et al., 1988; Singer & Ferreira, 1983).
- ¿Implican diferentes procesos?, ¿o son los mismos y se activan en diferentes momentos en función de otros factores que median?

Investigación sobre INFERENCIAS CAUSALES

Objetivos:

- 1.- Analizar la naturaleza de estas inferencias. ¿Cuándo se generan?, ¿se generan antes unas que otras?, ¿por qué?
- 2.- ¿Pueden combinarse varias técnicas metodologías a fin de reducir los sesgos metodológicos?
- 3.- ¿Cuál es el sustrato corpóreo de las inferencias?, ¿comparten las mismas áreas cerebrales que las del lenguaje?, ¿se corresponden con los datos cronométricos previos?

Integración de Campos y Métodos



Investigación sobre INFERENCIAS CAUSALES

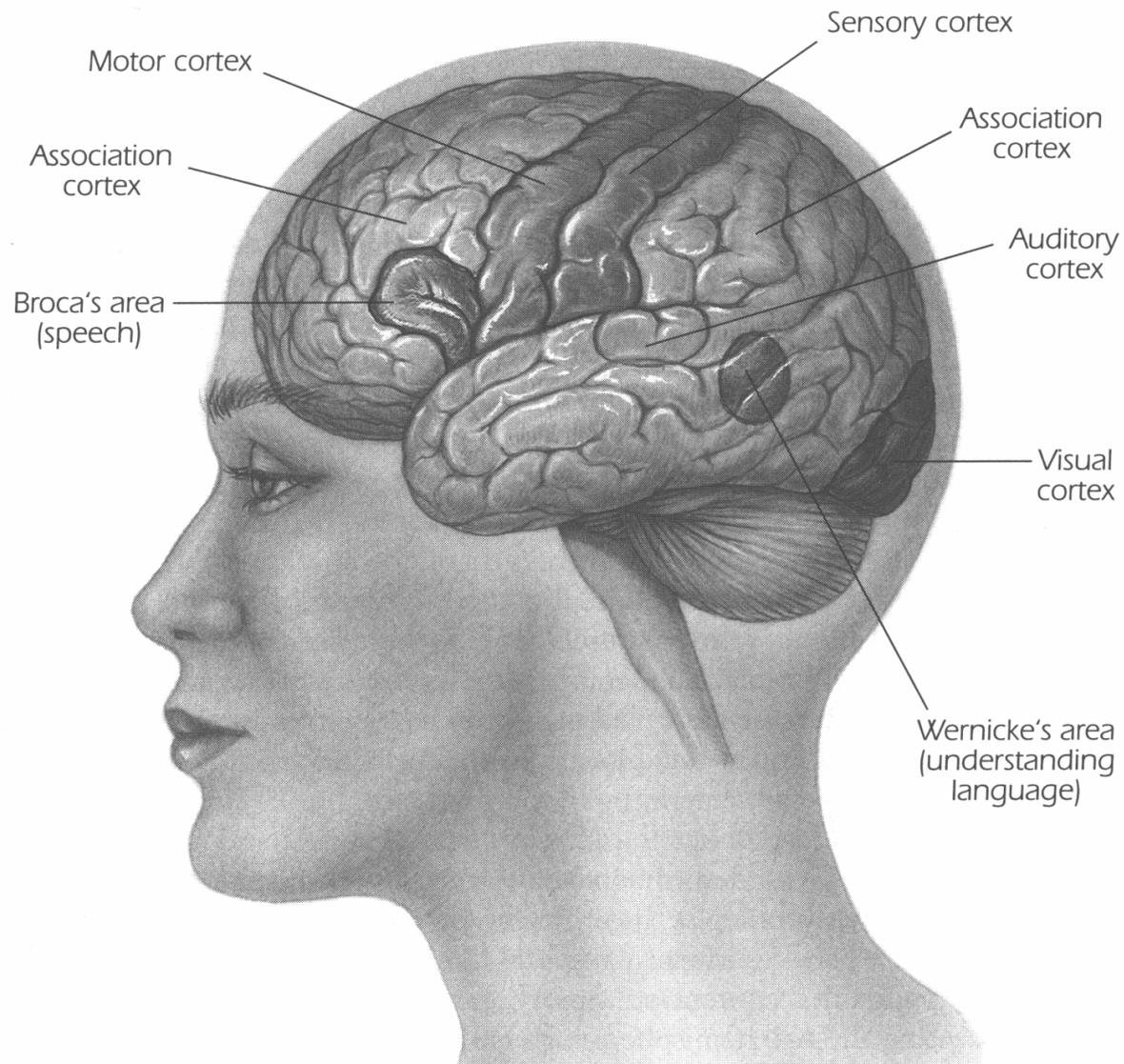
Objetivos:

- 1.- Analizar la naturaleza de estas inferencias. ¿Cuándo se generan?, ¿se generan antes unas que otras?, ¿por qué?
- 2.- ¿Pueden combinarse varias técnicas metodologías a fin de reducir los sesgos metodológicos?
- 3.- ¿Cuál es el sustrato corpóreo de las inferencias?, ¿comparten las mismas áreas cerebrales que las del lenguaje?, ¿se corresponden con los datos cronométricos previos?

Procesamiento “neurológico” de las inferencias

- ¿Cuál es el sustrato corpóreo de las inferencias causales?, ¿se localizan en una determinada “región” cortical?, ¿se ubican en las mismas áreas del lenguaje?
- Las inferencias causales antecedentes (explicativas) y consecuentes (predictivas), ¿se distribuyen en distintas áreas neuronales?, ¿activan diferentes áreas al mismo tiempo?, ¿se activan unas antes que las otras?, ¿constituyen diferentes núcleos corticales?

Áreas de interés

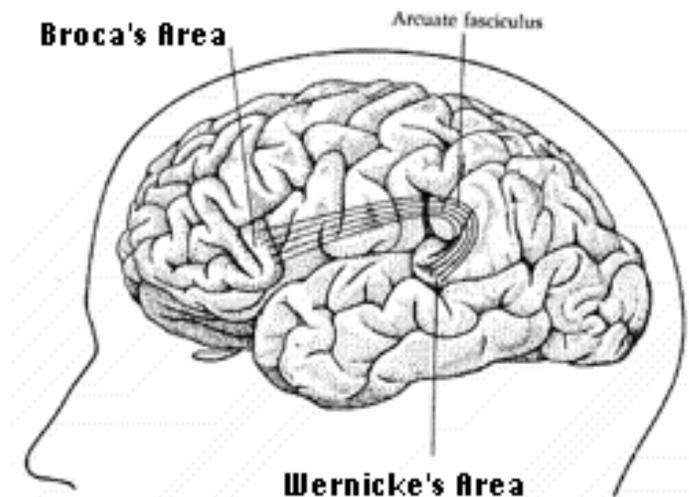
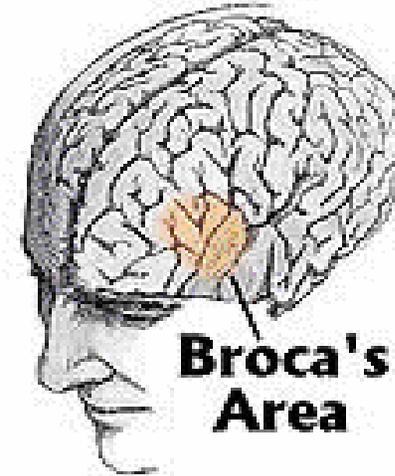


Desórdenes del lenguaje: El área de Broca

Una lesión en el área de Broca se asocia con:

- Lentitud, dificultad para pronunciar
- Ausencia de una gramática fluida
- Omisión de la función de las palabras
- La comprensión puede dañarse (Wickens, 2000)

Ejemplos en Wickens, p. 268, Harley, p. 377, Altmann, 1998, p. 190 etc.

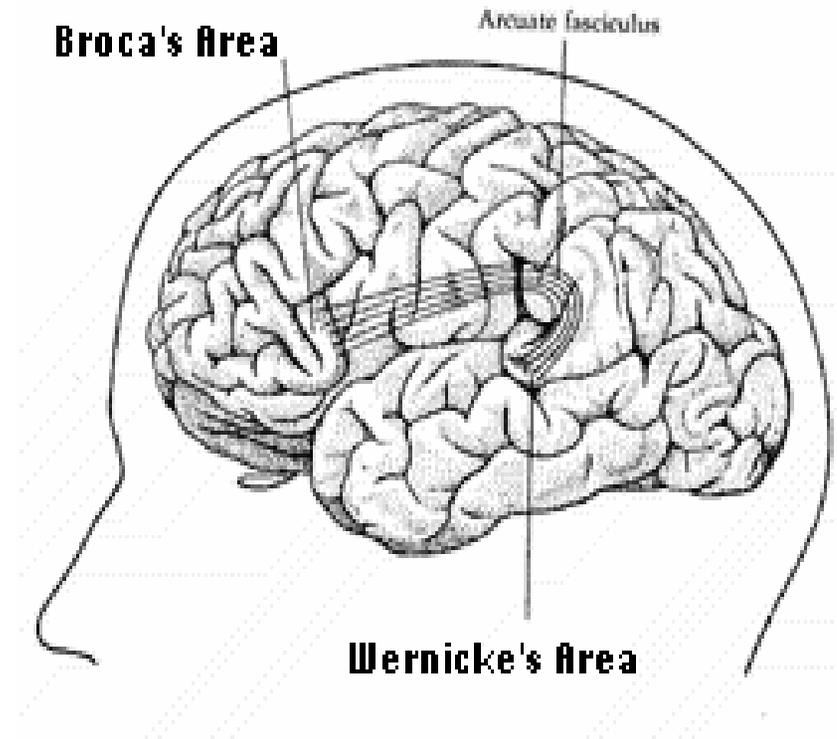


Desórdenes del lenguaje: El área de Wernicke

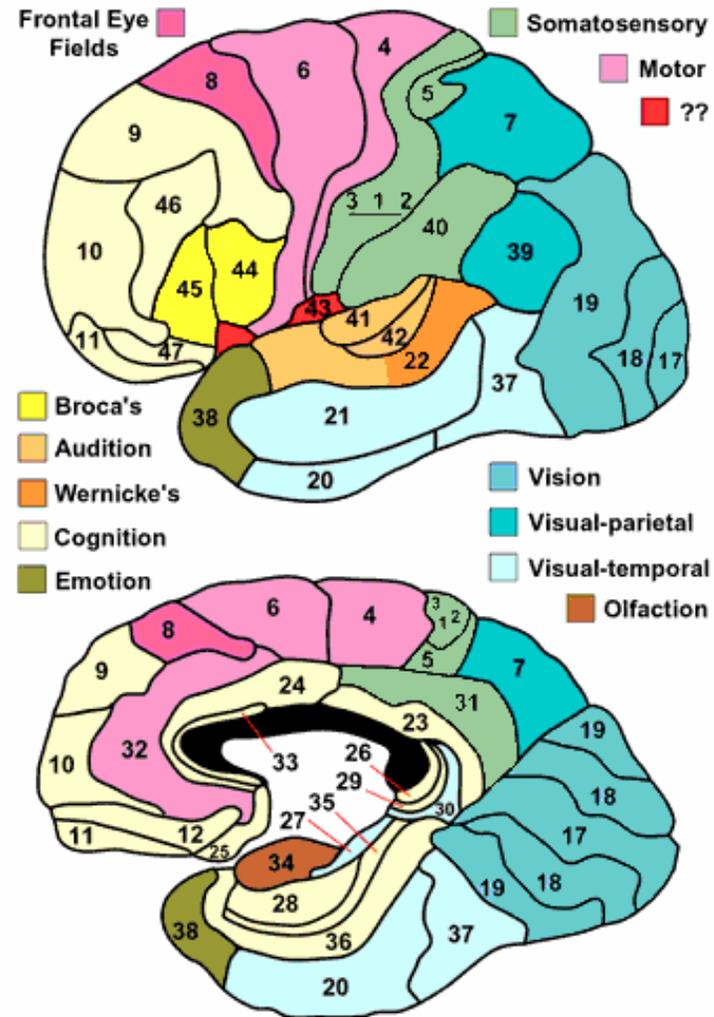
Una lesión en este área se asocia con:

- Producción gramatical fluida de pronunciación donde se olvidan sus significados.
- Parafasias (palabras inapropiadas)
- Neologismos (palabras inventadas)
- Dificultad de comprensión del lenguaje ante frases complejas.

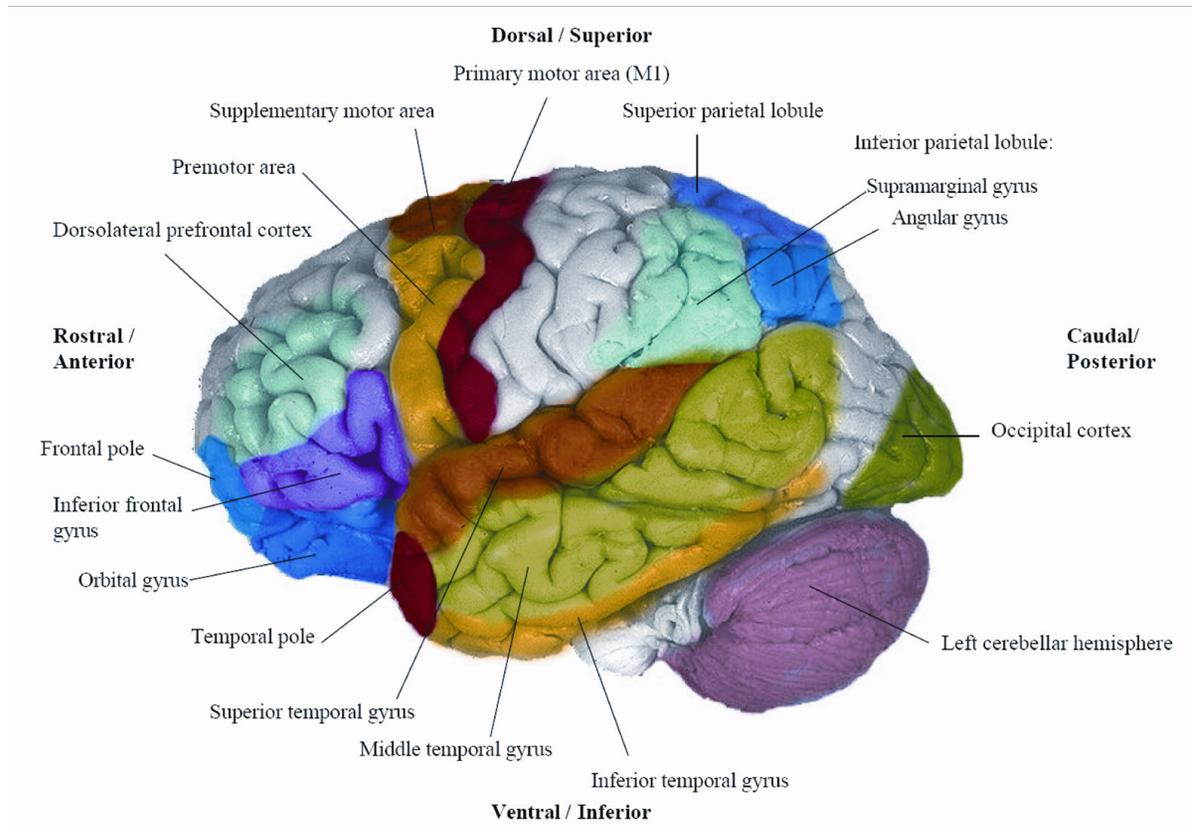
Ejemplos en Wickens, p. 269; Harley, p. 377, etc.



Broadmann areas



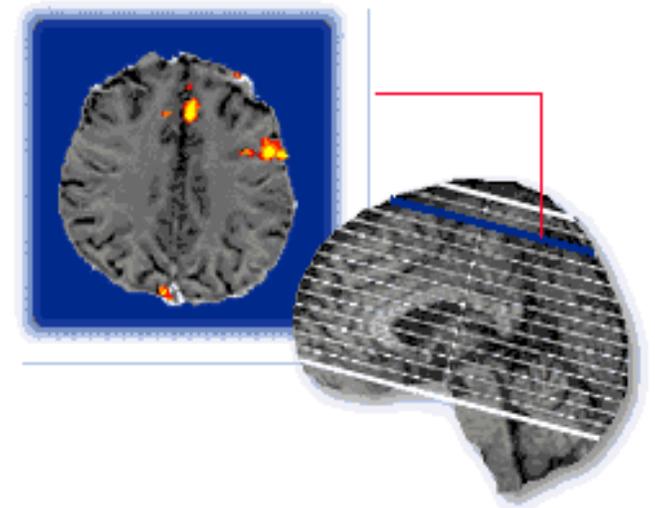
Jonides Brain Lateral 2



Procesamiento “neurológico” de la comprensión e inferencias fMRI

(UAM & Center for Cognitive Brain Imaging, Carnegie Mellon University)

- 1.- ¿Cómo se representa la comprensión en el cerebro? ¿y las inferencias?
- 2.- ¿Cuál es su sustrato “corpóreo”? ¿Se ubican en las mismas áreas del lenguaje? (¿sólo en el hemisferio izquierdo?)
- 3.- Las inferencias causales se conciben como procesos que implican diferente dirección. ¿Poseen correlatos neuronales diferentes?
- 4.- ¿Qué implicaciones tiene sobre el lenguaje y la adquisición de conocimiento?



León, J.A. Escudero, Prat, Ch. & Just, M. (under review). Cortical networks in implicit language comprehension. An fMRI study. *Brain and Language*.

León, J.A., Escudero, I., Mason, R., Prat, Ch. & Just, M. (in press). Neural activity of the backward and forward causal inferences. An fMRI study. *Neuroimage*

Proyecto PR2005-0052 *Resonancia magnética funcional (fMRI) en el estudio de la comprensión del discurso.*

Proyecto SEJ2006-9916 *Bases cognitivas y neurológicas de las inferencias causales en los procesos de comprensión*

fmRI

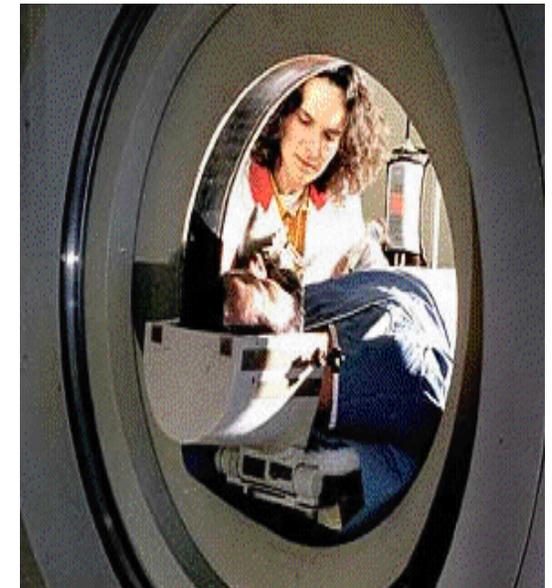
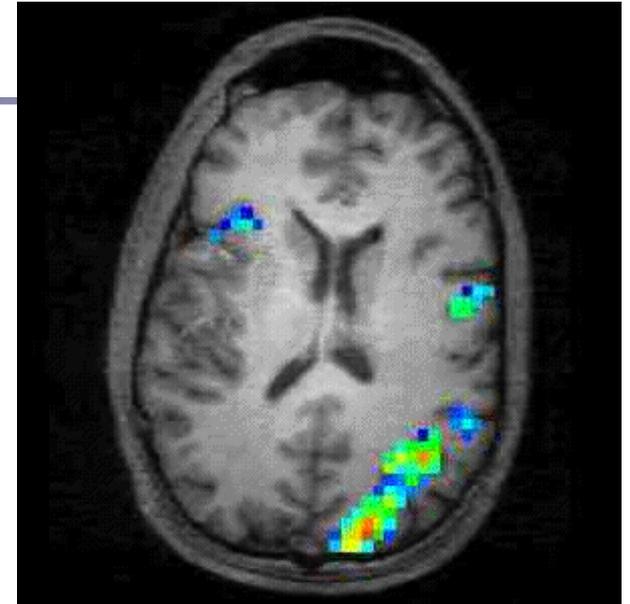
Mide la actividad metabólica/cambios en el flujo sanguíneo en la zona donde el cerebro *-trabaja-* y correlaciona con la actividad cerebral.

Los investigadores tratan de identificar las diferentes áreas de la actividad cerebral durante diversas tareas específicas.

Problemas:

Los procesos implicados en la comprensión del lenguaje son muy rápidos y se producen en breves periodos de tiempo (milisegundos)

El flujo sanguíneo tarda mas tiempo (segundos).



Nucleos corticales relacionados con las inferencias causales

León, J.A., Escudero, I., Mason, R., Prat, Ch. & Just, M. (in press).. *Neuroimage*

- La actividad inferencial se produce de manera **bilateral en el área de Broca y su homóloga** en el hemisferio izquierdo.
 - Se confirman los datos cronométricos en el sentido de que la activación de las causales antecedentes se producen con anterioridad a las predictivas.
 - Ambas regiones estan asociadas con procesos **semánticos y sintácticos** dando apoyo a otras funciones lingüísticas generales.
 - Estudios previos señalan que la activacion de las inferencias están relacionadas con la **selección semantica relacionada con estas inferencias**(Jung-Beeman, 2005; Marr, 2004;Rapp et al., 2004; Thompson-Schill, d'Esposito & Kan, 1999).
 - El papel del área de Broca y su homologa puede incluir también la evaluación de **juicios causales** (Satpute, 2005).

Nucleos corticales relacionados con las inferencias causales

(2) León, J.A., Escudero, I., Mason, R., Prat, Ch. & Just, M. (in press).. *Neuroimage*

- Hay otras áreas cerebrales también relacionadas con la activación de estas inferencias:
 - Area bilateral de la zona frontal media que relaciona con el control de los **estados mentales de los protagonistas** de las historias leídas (teoría de la mente).
- Area de Wernicke y su homóloga del hemisferio derecho, ambas implicadas en los procesos de **integración** del texto y de la **activación semántica más automática**, coincidiendo con otros autores (Jung-Beeman, 2005; Mar, 2004).

Para saber mas.....

- León, J.A. (Coord.) (2003). *Conocimiento y Discurso. Claves para inferir y comprender*. Madrid: Pirámide (235 pp.) (ISBN 84-368-1761-3).
- León, J. A. (2004). *Adquisición de Conocimiento y comprensión: Origen, evolución y método*. Madrid: Biblioteca Nueva (310 pp.) (ISBN: 950-701-334-2).
- León, J.A. y Peñalba, G. (2002). Understanding causality and temporal sequence in scientific discourse. En J.C. Otero, J.A. León, y A.C Graesser (Eds.), *The Psychology of the scientific text* (pp. 155-178) Mahwah, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Singer, M., y León, J.A. (2007). Psychological studies of higher language processes: Behavioral and empirical approaches. En Franz Schmalhofer y Charles A. Perfetti (Eds.), *Higher level language processes in the brain: Inference and Comprehension processes* (pp. 19-35). Mahwah, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- León, J.A. y Escudero, I. (2002). La memoria de trabajo y el procesamiento de inferencias en la comprensión del discurso. En M.D. Sainz, J. Fuentes, J. Baqués y J. Sáiz (Coords.), *Psicología de la memoria: Aportaciones recientes* (pp. 25-34). Barcelona: Avesta.
- Escudero, I. y León, J.A. (2007). Procesos inferenciales en la comprensión del discurso escrito. Influencia de la estructura del texto en los procesos de comprensión. *Revista Signos: Estudios de Lengua y Literatura*, 40 (64), 311-336.