

Unificazione, rappresentazione e linguaggio: l'area di Broca nei processi cognitivi complessi

Caterina Scianna

Dipartimento di Scienze Cognitive, della Formazione e degli Studi Culturali
Università di Messina
caterinascianna@gmail.com

Abstract Human language is a cognitive technology, a biological constraint that structures the entire cognition. The syntactic-semantic processes work under unification principles in which linguistic and pragmatic information, coming from world's knowledge, are treated in parallel. To understand a language means a kind of know-how, to acquire a specific competence within a social contest.

According to recent studies, Broca's area functions as the morphological interrelation of multimodal unification and involves operations of unification (merge) that concern world's knowledge, semantic information and speaker's feature. The data show that Broca's area, previously conceived as syntax's module, is indeed a processor of complex cognitive competence. Broca's area does not deal only to linguistic operation, but represents the reality, unifying linguistic (syntactic, semantic and pragmatic) and non linguistic components. Broca's area regulates cognitive control, selecting the exact representation for the execution of specific tasks. The cognitive control regulates attention and action for specific goals.

How is it possible that a linguistic area governs a central function of cognition? We propose that the multiple-functionality of Broca's area is connected with its evolutionary story: this part of the neocortex is involved in different functional networks, structures strongly related to each other, that during evolution were subjected to exaptation. The central computational components of human language originally concerned non linguistic functions, like hierarchic and motor planning, non verbal thinking and spatial reasoning. Broca's area blends pre-existent conceptual units (action, vocalization and visual representation) to create a discrete continuity of amodals cognitive structures.

Keywords: Broca's area, cognitive control, language, event-related potentials, semantic unification

0. Introduzione

In questo articolo miriamo a chiarire i rapporti anatomo-funzionali che ci sono tra l'area di Broca e i processi linguistici complessi, in un senso che si allontana da quello tradizionale sostenuto dalle neuroscienze o dalla neuropsicologia classica. Nello specifico, ci soffermiamo soltanto su una funzione particolare di quest'area. Intendiamo mostrare come questa regione del nostro cervello, a cui sono attribuite

con certezza precise funzioni sintattiche e semantiche, sia cruciale per il cosiddetto processo di unificazione, quell'operazione che unifica appunto in una rappresentazione unitaria, non soltanto informazioni sintattiche e semantiche ma anche quelle che sono le conoscenze sul mondo: ciò che vorremmo spiegare è che l'area di Broca è la regione cerebrale in cui l'informazione linguistica si integra con una gran parte di quell'informazione 'extra-linguistica' che è necessaria per ottenere delle rappresentazioni coerenti della realtà circostante. Per interpretare una frase, facciamo affidamento su conoscenze che vanno oltre quelle che riguardano la lingua che usiamo, e che includono conoscenze di fatti empirici generali o specifiche, conoscenze dei partecipanti alla conversazione e infine conoscenze di specifiche pratiche di conversazione.

Innanzitutto cominciamo con il dire che l'area di Broca è una piccola zona esclusiva del cervello umano, che ha indubbiamente un ruolo fondamentale in diversi aspetti dei processi linguistici. Precisamente, questa regione si trova nella parte posteriore del giro frontale inferiore dell'emisfero sinistro, corrisponde dunque alle aree 44 e 45 – rispettivamente parte opercolare e parte triangolare – della classificazione di Brodmann. L'area di Broca è stata identificata come l'area che permette all'uomo di parlare, l'area che regola interamente la produzione linguistica, nella seconda metà dell'Ottocento dal neurologo francese Paul Broca. Rispetto a ciò che si era compreso allora, le nostre conoscenze sul rapporto tra specifiche strutture cerebrali e funzioni complesse da queste regolate, sono cambiate notevolmente e oggi sappiamo con certezza che il ruolo che l'area di Broca svolge non è così generico, almeno per quanto riguarda gli aspetti linguistici (GRODZINSKY, AMUNTS 2006). A questa regione sono assegnati alcuni elevati compiti sintattico-semantiche (FRIEDERICI *et al.* 2003), le regolazioni dei processi gerarchici (FRIEDERICI *et al.* 2011) e del controllo cognitivo, tutte quindi operazioni specifiche di una cognizione e di un linguaggio proprie esclusivamente dell'uomo.

Ciò che intendiamo mostrare è che seppur sia certo che l'area di Broca rappresenta un nodo fondamentale del *network* linguistico (GRODZINSKY 2000), si occupa di un compito cognitivo altro: questa zona rappresenta uno spazio d'integrazione multimodale in cui – come dicevamo – viene unificata l'informazione derivante da domini diversi, che rimandano alle esperienze che un individuo ha del mondo circostante e che permettono di stabilire non soltanto il senso, ma anche il valore di verità di un enunciato (HAGOORT 2003).

1. L'unificazione semantica

L'elaborazione di una frase comporta la rapida integrazione di informazioni provenienti da domini cognitivi diversi, in un unico spazio di unificazione. Non soltanto quindi l'informazione che riguarda morfologia, sintassi e semantica delle singole parole, ma anche le conoscenze sul mondo concorrono immediatamente a determinare l'interpretazione di una frase. Inoltre, secondo quello che viene chiamato principio di immediatezza, non ci sono principi di priorità per determinati tipi di informazione: la comprensione del linguaggio, al di là del livello delle singole parole, accade in maniera incrementale, in stretta continuità temporale con l'informazione che proviene dal segnale di *input*. L'informazione disponibile, che comprende dunque anche la conoscenza del contesto, l'informazione concomitante proveniente da altre modalità, viene immediatamente usata per co-determinare l'interpretazione della frase. A dispetto della prospettiva sintattico-centrica, predominante in tutta la linguistica chomskiana (CHOMSKY 2001), non ci sono

evidenze di alcuno *status* privilegiato dell'informazione sintattica. Tutti i tipi di informazione rilevanti – sintattica, semantica, extra-linguistica – vengono messi in funzione per l'interpretazione linguistica non appena sono disponibili, senza nessuna priorità o ragioni di principio (HAGOORT 2009)¹. I processi linguistici operano sotto principi di unificazione in cui informazione linguistica e informazione proveniente dalla conoscenza del contesto frasale, del parlante e dello stato di cose nel mondo sono trattate in maniera parallela.

Quest'operazione di unificazione è ciò che viene indicato come *binding problem*: il bisogno di collegare elementi indipendenti in rappresentazioni globali coerenti. Il *binding* è un concetto sviluppato all'interno degli studi sul sistema visivo, dove una delle questioni fondamentali riguarda il cercare di comprendere come differenti informazioni visive (quali possono essere colore, forma, movimento di un oggetto), processate in parti corticali diverse all'interno della corteccia visiva, siano unite in modo tale da risultare in un percepito visivo unificato. Nel sistema linguistico, il problema del *binding* si riferisce a una situazione analoga, trasferita però nel dominio temporale: come l'informazione, che non soltanto è processata in parti differenti della corteccia ma anche a differenti scale di tempo, possa essere unificata in rappresentazioni coerenti formate da espressioni di più parole (JACKENDOFF 2002, 2007).

Questo processo di unificazione rappresenta una delle componenti funzionali centrali dei processi linguistici, il cuore della natura combinatoria del linguaggio, ed è per questo che in qualche modo è identificabile con la proprietà *merge*, quella caratteristica – secondo Chomsky (1995) – centrale del nostro linguaggio, che ci permette di combinare e ricombinare tipi differenti di informazioni e conoscenze, per ottenere delle rappresentazioni sempre nuove:

Merge/edge features gave Man a truly general language of thought [...] It significantly altered Man's conceptual structures – how humans think the world. By merging lexicalized concepts, Man was able to hold in mind concepts of concepts, representations of representations, and associations of associations. *Homo* became *Homo combinans* (BOECKX 2011: 60).

2. Il ruolo dell'area di Broca nella comprensione delle frasi

Nonostante l'area di Broca, inserita negli opportuni *networks* di aree, sia cruciale sia per l'unificazione semantica sia per quella sintattica e fonologica (HAGOORT 2013), ci limiteremo adesso, tramite uno studio che incrocia dati derivanti da potenziali evocati e fMRI (HAGOORT, BERKUM 2007), a mostrare come l'area di Broca sia cruciale per l'integrazione di informazione semantica e conoscenze del mondo, e come questi due tipi di informazioni vengano elaborate dal nostro cervello in maniera simultanea (HAGOORT 2005).

I potenziali evocati consistono in una stima delle variazioni dell'attività cerebrale concomitanti al verificarsi di specifici eventi. Il segnale ERP è una misura della differenza di carica elettrica tra due elettrodi attivi contemporaneamente e collocati in punti predefiniti dello scalpo. Si utilizzano come stimoli sperimentali delle frasi che contengono delle discordanze tra le varie informazioni linguistiche. L'alterazione del processo di comprensione, che si ha in questi casi, viene registrata e dà

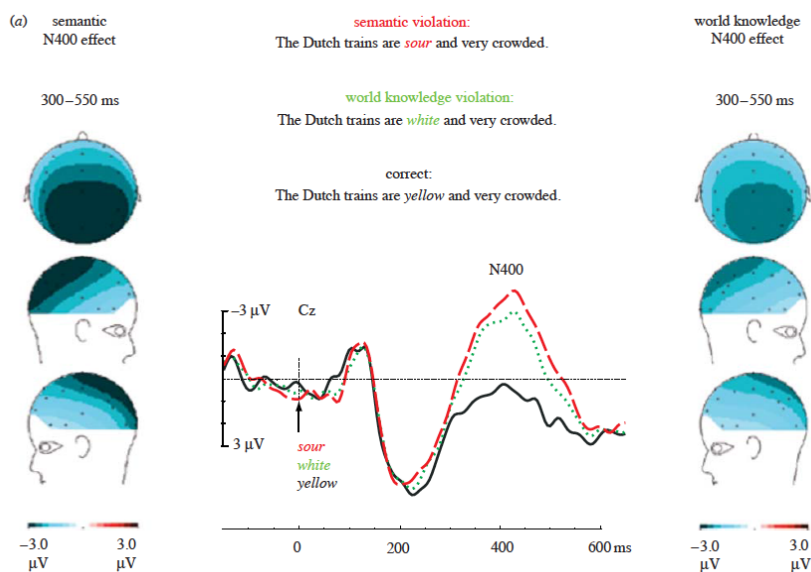
¹ Il principio di immediatezza non si applica comunque alla produzione linguistica, in cui è richiesta una specificazione concettuale che preceda la codifica fonologica e sintattica.

informazioni sul modo in cui l'architettura mentale funziona (DE VINCENZI, DI MATTEO 2004). Se il problema, come nel caso che vedremo, è di natura semantico-pragmatica, vi sono dei meccanismi neurali che cercano di rendere compatibile l'informazione anomala con il significato del resto della frase e con le conoscenze generali. La rappresentazione grafica del segnale ERP consiste in un'onda continua che si sviluppa nel tempo, costituita da una sequenza di picchi e avvallamenti. La prima parte dell'onda è contraddistinta dalle cosiddette componenti esogene (in tali componenti non ci si aspetta di trovare delle variazioni, poiché queste riflettono l'attività dei sistemi sensoriali di elaborazione iniziale dell'*input* e dipendono direttamente dalle proprietà fisiche degli stimoli che rimangono costanti tra le condizioni). La seconda parte dell'onda (da circa 150-200ms in poi) è caratterizzata invece da componenti endogene, che dipendono invece dal tipo di interazione che si verifica tra il soggetto e lo stimolo, e variano quindi in base a specifici fattori cognitivi, come l'attenzione e il tipo di elaborazione richiesta dallo stimolo.

Per riuscire a confrontare le risposte associate alle differenti condizioni sperimentali è fondamentale determinare l'ampiezza (in microvolts) e la latenza (velocità di risposta) delle componenti rispetto alla presentazione dello stimolo (in millisecondi). Se l'analisi statistica mostra una differenza significativa tra le componenti associate a componenti sperimentali diverse, allora la manipolazione sperimentale è stata efficace e in questo caso si parla di *effetto* della componente (DE VINCENZI, DI MATTEO 2004).

La presenza di anomalie nelle frasi produce effetti osservabili sulle componenti endogene (quelle che caratterizzano quindi la seconda parte dell'onda), in concomitanza con la presentazione delle parole critiche, quelle parole che rendono manifesta l'anomalia. Quando – appunto – una parola non è congruente con il resto della frase, si ha un aumento dell'ampiezza di una componente negativa nell'intervallo di tempo tra i 300-500 ms (effetto N400) dalla presentazione dello stimolo. La N400 è infatti considerata il correlato elettro-fisiologico dell'incongruenza semantica.

In questo caso (HAGOORT *et al.* 2004), a un gruppo di parlanti olandesi vengono sottoposte tre versioni della frase 'The dutch trains are *yellow/white/sour* and very crowded'. La prima versione ('The dutch trains are *yellow*') è quella che è interpretata come corretta, poiché è un fatto noto a tutti gli olandesi che i loro treni sono gialli. Nella seconda frase, il significato linguistico del colore alternativo *bianco* si applica ugualmente bene all'oggetto treno, così come il predicato *giallo*. È la conoscenza del mondo, delle caratteristiche dei treni olandesi, che rende questa versione ('The dutch trains are *white*') sbagliata. La terza versione ('The dutch trains are *sour*') contiene una violazione semantica, poiché il significato del termine *sour* (acido, aspro) si applica al gusto e al cibo, le sue caratteristiche semantiche non si applicano ai *treni*: è la conoscenza delle parole della lingua e il loro significato che permette di interpretare la frase come falsa o incoerente. Abbiamo quindi tre condizioni: corretta (linea nera), violazione di conoscenza del mondo (linea verde punteggiata), violazione semantica (linea rossa tratteggiata) (Fig. 1). Gli ERPs sono misurati alla presentazione delle parole critiche (nell'immagine sono quelle in corsivo).



(FIG. 1) Media (n=30 soggetti) di ERPs per locazione rappresentativa di elettrodo (cz) (fonte: HAGOORT *et al.* 2004).

Se l'interpretazione semantica precedesse la verifica con la conoscenza del mondo, gli effetti della violazione semantica dovrebbero aversi prima degli effetti della violazione della conoscenza del mondo. La registrazione degli ERPs mostra invece che, sia nel caso della violazione semantica sia nel caso della violazione con i fatti del mondo, l'effetto della N400 è identico sia all'inizio sia nel picco di latenza², e molto simile nell'ampiezza e nella distribuzione topografica. Ciò sarebbe evidenza del fatto che le conoscenze lessicali-semantiche e le conoscenze che riguardano la realtà vengono entrambe integrate nello stesso frame di tempo. Questi risultati lasciano quindi supporre che il senso di una proposizione e il suo valore di verità sono processati in maniera immediata e parallela. Ricordiamo che è a Frege che si deve la distinzione tra *Sinn* (senso) e *Bedeutung* (significato), tra l'interpretazione semantica di una frase e la sua corrispondenza con i fatti del mondo, il suo cosiddetto valore di verità. Con senso di un enunciato, Frege intende il pensiero espresso dall'enunciato, con significato dell'enunciato intende invece il valore di verità, la circostanza che tale pensiero sia vero o falso, il fatto cioè che la rappresentazione mentale abbia una corrispondenza con i fatti del mondo (FREGE 1892). Questi due tipi di informazioni sono processati entrambi dall'area di Broca e nello stesso *frame* di tempo. La fase in cui avviene l'interpretazione semantica non è cioè separata dalla fase in cui avviene l'integrazione con elementi non linguistici del significato. Il cervello recupera e integra significato delle parole e conoscenza del mondo allo stesso tempo, in modo concomitante (HAGOORT *et al.* 2004).

In aggiunta a ciò, i dati della fMRI mostrano una comune attivazione dell'area di Broca per entrambi i tipi di violazione: questa regione si attiva cioè sia durante la computazione del significato sia durante la verifica delle espressioni linguistiche (KOS *et al.* 2010).

² Con il termine picco si indica il punto in cui il segnale raggiunge la sua massima ampiezza. Si può trovare al di sotto o al di sopra della linea di *baseline* (il *baseline* è il voltaggio medio calcolato sui 100ms precedenti la presentazione dello stimolo, che per convenzione rappresenta il valore zero). Nel primo caso è indicato con la lettera N poiché è negativo, nel secondo caso con la lettera P perché è positivo.

L'area di Broca avrebbe quindi il compito di integrare l'informazione in entrata nel contesto del discorso, o meglio si occuperebbe di mantenere *on-line* le informazioni elaborate da circuiti specializzati del *network* del linguaggio, mentre avvengono le operazioni di unificazione tra informazioni percepite o recuperate dalla memoria in momenti differenti.

L'area di Broca è cruciale quindi per la comprensione di frasi che sono in conflitto con le conoscenze che derivano dal mondo. Ciò perché questa regione fa parte di quel *network* di aree che regolano il controllo cognitivo (NOVICK *et al.* 2005), quel processo che permette di decidere tra informazioni contraddittorie, consentendo di risolvere casi – come quello appena visto – in cui il senso globale della frase è in conflitto con la realtà (MENENTI *et al.* 2008), casi in cui siamo davanti ad ambiguità sintattica³ e frasi in cui è presente il cosiddetto effetto *garden-path*, quelle frasi in cui l'interpretazione iniziale data alla frase si rivela sbagliata e di conseguenza entrano in gioco processi di controllo cognitivo che permettono di risolvere il conflitto tra le due rappresentazioni incompatibili del significato, la rappresentazione che era stata assegnata inizialmente e quella che va riscoperta⁴.

Il controllo cognitivo, l'abilità di riuscire a scegliere la giusta rappresentazione o informazione per l'esecuzione di compiti specifici tramite modifiche appropriate nella selezione percettiva, nella scelta delle risposte e nel mantenimento *on-line* dell'informazione contestuale (YE, ZHOU 2009), è un'importante caratteristica del sistema cognitivo umano. Con controllo cognitivo ci si riferisce genericamente a quell'abilità mentale che, per esempio, permette a un pedone italiano di orientarsi a Londra: tramite il controllo cognitivo, il turista italiano riesce a tenere a freno la propria tendenza a guardare a sinistra prima di attraversare la strada. Il controllo cognitivo permette dunque di guidare l'attenzione e l'azione in base ai propri obiettivi.

Un recente studio analizza il tipo di risposte che i partecipanti forniscono, successivamente all'ascolto di frasi come 'Clean the pig with the leaf' (pulisci il maiale con la foglia), in cui il sintagma preposizionale 'with the leaf' (con la foglia) può liberamente indicare sia lo strumento con cui è svolta l'azione sia denotare una caratteristica che identifica l'oggetto su cui bisogna agire. Gli autori manipolano ripetutamente la scena che gli ascoltatori osservano mentre ascoltano la frase, in modo da variare il supporto contestuale per ogni interpretazione. In una prima condizione l'elemento 'leaf' (foglia) è trattato come se questa fosse una caratteristica dell'oggetto, usando una frase relativa piuttosto che un sintagma preposizionale: 'Clean the pig that has the leaf' (pulisci il maiale che ha la foglia). L'immagine presentata rappresenta un maiale giocattolo che tiene una foglia, seduto accanto ad una pietra. Nella seconda condizione, a livello medio di conflitto di informazioni fornite, viene introdotto il sintagma preposizionale, senza però che venga cambiato il contesto: in questo modo la scena supporta l'ambiguità del sintagma preposizionale 'with the leaf', poiché la roccia non è affatto uno strumento di pulizia e il sintagma preposizionale può essere sia strumento del verbo (in questo caso il significato è 'usa la foglia per pulire il maiale') che caratteristica dell'oggetto (il significato è invece 'pulisci il maiale che ha la foglia'). Sia nella prima sia nella seconda condizione, gli

³ Come la frase "Giovanni dice a Paolo che lui ha una forte ambizione lavorativa", in cui non è comprensibile se la forte ambizione lavorativa appartiene a Giovanni o a Paolo.

⁴ Un esempio: 'The author wrote the novel was likely to be a bestseller'. L'interpretazione iniziale è: 'The author (who) wrote the novel...' ma il senso corretto è: 'The author wrote (that) the novel was likely to be a bestseller'.

altri oggetti presenti nella scena difficilmente si prestano ad essere strumenti del verbo, non dando dunque alcun supporto per l'interpretazione del sintagma preposizionale. Nella terza condizione, che contiene il conflitto di informazione maggiore, è presentata sempre l'immagine di un maiale giocattolo che tiene una foglia, ma stavolta vicino al maialino si trova una spugna, strumento ottimale per pulire. In quest'ultimo caso, il controllo cognitivo dovrebbe essere necessario per riuscire a distogliere l'attenzione da 'with the leaf' come strumento, perché il fatto che vi sia la presenza della spugna come strumento del verbo dovrebbe rendere più facile e immediata la corretta interpretazione del sintagma preposizionale.



(FIG. 2) Condizioni 1-2-3 (fonte JANUARY *et al.* 2009).

I risultati dell'fMRI mostrano una maggiore attivazione dell'area di Broca durante la terza condizione, quindi lascerebbero dedurre che questa regione regoli quelle frasi in cui è maggiore il conflitto tra due alternative di significato: 'with the leaf' come strumento *vs* 'with the leaf' caratteristica dell'oggetto, in presenza di un potenziale strumento di pulizia, che in questo caso è la spugna (JANUARY *et al.* 2009). L'area di Broca regolerebbe quindi i processi di produzione e comprensione linguistica quando vi è il bisogno di risolvere la competizione tra caratterizzazioni incompatibili tra loro dello stimolo linguistico. Il ruolo dell'area di Broca, all'interno dei processi linguistici, è dunque lo stesso di quello giocato in compiti cognitivi complessi: quello di regolare e controllare il comportamento quando vi sono delle rappresentazioni concorrenti tra loro (NOVICK *et al.* 2010).

3. Un neuroprocessore linguistico per la cognitività

L'emergere del linguaggio e del controllo cognitivo sono entrambi risultati fondamentali dell'evoluzione umana. Con il linguaggio l'uomo riesce a creare una varietà infinita di significati, con il controllo cognitivo riesce ad organizzare pensieri e azioni secondo i propri scopi e obiettivi. Le basi neurali di linguaggio e controllo cognitivo parzialmente si sovrappongono, coinvolgendo aree frontali, parietali e strutture subcorticali del nostro cervello. All'interno di questi complessi *networks*, l'area di Broca è un neuroprocessore transmodale del *network* linguistico che si occupa però di una funzione centrale della cognizione umana, permettendo una precisa rappresentazione della realtà circostante, è un processore di capacità cognitive complesse, la cui attività – abbiamo visto – non è certamente limitata ad operazioni linguistiche.

A questo punto allora ci si chiede come sia spiegabile il ruolo multiplo dell'area di Broca nei processi linguistici e nel controllo cognitivo. Una delle ipotesi che al momento è ritenuta più valida, è quella che cerca di rintracciare un comune denominatore, una super-funzione astratta che faccia in qualche modo da ombrello

per funzioni differenti⁵. Su questa scia, si pongono degli studi di psicolinguistica che mirano a dimostrare come comprensione ma anche produzione linguistica, sotto condizioni di conflitto, siano modulate da abilità di controllo cognitivo generiche (FEDORENKO 2014; FEDORENKO, THOMPSON-SCHILL 2014), le stesse abilità cioè che permetterebbero di risolvere compiti percettivi o attenzionali non linguistici, in cui abbiamo delle rappresentazioni in conflitto tra loro.

Una prova a sostegno di questa ipotesi sarebbe individuata nello *strooptask*, un compito in cui l'*input* crea una rappresentazione interna che è incompatibile con la richiesta specifica della situazione: viene presentato il nome di un colore, ad esempio rosso, scritto con l'inchiostro blu. È quindi richiesto di nominare il colore dell'inchiostro (blu) e non di leggere la parola stessa. Gli stimoli sono quindi progettati in modo tale che i processi di riconoscimento delle parole diano luogo ad una rappresentazione che è in conflitto con il compito richiesto. La difficoltà del compito consisterebbe nel fatto che bisogna spostare l'attenzione verso le caratteristiche dello stimolo rilevanti per il compito, in modo da scavalcare la rappresentazione che si crea automaticamente e che è in questo caso irrilevante. L'attenzione dunque deve spostarsi dal livello sensorio a un livello interno di rappresentazione.

Ora, poiché risolvere lo *strooptask* non implica l'impiego di particolari meccanismi sintattici, questo caso ha portato automaticamente a pensare che l'area di Broca si occupi di meccanismi di risoluzione di conflitti generali, che permettono in tutti i casi di riuscire a scegliere la giusta rappresentazione o informazione per l'esecuzione di compiti specifici, tramite modifiche appropriate nella selezione percettiva e nel mantenimento *on-line* dell'informazione contestuale. Gli stessi meccanismi sarebbero cioè condivisi da tipi diversi di compiti, linguistici ma anche percettivi o attenzionali. Quindi il controllo cognitivo sarebbe una sorta di meta-funzione, una funzione più elevata, un interprete gerarchicamente superiore che regolerebbe – tra gli altri – anche compiti linguistici.

Quest'idea dal nostro punto di vista è abbastanza fallace, per diversi motivi. Dal punto di vista evoluzionistico, il fatto che l'area di Broca sia coinvolta in processi cognitivi non linguistici – come secondo questi studi dovrebbe essere il controllo cognitivo – potrebbe suggerire l'ipotesi che le specializzazioni linguistiche di quest'area siano un sottoinsieme appunto di funzioni cognitive più generali, probabilmente più primitive (FEDORENKO *et al.* 2012). L'uso del termine 'probabilmente' non è casuale: è dato dalla difficoltà del determinare se le funzioni non linguistiche siano un sottoprodotto, un effetto collaterale non adattivo delle funzioni linguistiche o se piuttosto siano queste ultime ad essere invece specializzazioni delle capacità cognitive generali (FITCH 2011).

Da un punto di vista anatomico, o comunque biologico, distinguere tra meccanismi neurali cognitivi generici e meccanismi neurali specifici del linguaggio è abbastanza fuorviante e improduttivo, questo vale anche se consideriamo i meccanismi genetici che hanno permesso che il linguaggio si sviluppasse nella nostra specie o i fattori evolutivi che hanno portato alla sua comparsa. Ciò perché le forze causali che sottostanno a questi meccanismi non ammettono spiegazioni semplici, in cui cioè ogni singolo risultato è associato ad una sola causa. Lo sviluppo di tali meccanismi coinvolge piuttosto cicli di cause, in cui variabili che sono inizialmente effetti, tornano ad agire sulle loro stesse cause. Si tratta cioè di una cascata di cicli causali

⁵ Negli studi di A. Friederici (2002, 2004, 2006, 2009) si sostiene ad esempio che le diverse funzioni dell'area di Broca siano da racchiudere sotto la meta funzione di cognizione gerarchica.

complessi che permettono a sistemi semplici di differenziarsi e diventare più complessi.

Lo stesso *strooptask* usato a sostegno dell'idea che ci siano capacità di controllo cognitivo non linguistiche, è in realtà un compito linguistico. Il linguaggio è infatti usato come *bias*, come distrattore. Anzi proprio lo *strooptask* dimostrerebbe come sia difficile, se non impossibile, riuscire ad identificare delle funzioni cognitive complesse che siano completamente indipendenti dalle funzioni linguistiche.

La nostra idea è che sia complicato trovare una soluzione, comprendere cioè quali aspetti della cognizione si siano evoluti prima del linguaggio e viceversa. Cognizione di livello più alto e linguaggio sono fenomeni strettamente interdipendenti, e interdipendente è stata anche la loro evoluzione. Con questo non vogliamo dire che abbracciamo una specifica teoria di co-evoluzione. Piuttosto riteniamo che meccanismi di cognizione generica, nel corso dell'evoluzione sono stati vampirizzati e modificati dal linguaggio. Il meccanismo che permette di selezionare tra informazioni in conflitto tra loro è un meccanismo implementato nella corteccia prefrontale, che è impiegato in differenti domini funzionali, ma che risulta essere a tutti gli effetti un caso di adeguatezza pragmatica. Probabilmente questo meccanismo è stato vampirizzato dal sistema linguistico, soggetto a modifiche e nella sua forma dominio-specifica collegato specificatamente all'area di Broca⁶. In conclusione possiamo affermare che il linguaggio condiziona fortemente la cognitivà umana, è il vincolo biologico attraverso cui l'essere umano rappresenta ed esprime la realtà (PENNISI, FALZONE 2010). Dal momento in cui questa facoltà si sviluppa nel *sapiens*, influenza in maniera determinante le altre funzioni cognitive elevate. Gli studi sulle funzioni regolate dall'area di Broca dimostrano che la funzione linguistica è una tecnologia cognitiva e corporea, mettono indubbiamente in primo piano il ruolo predominante di un'area linguistica nella cognitivà umana, sono un'evidente prova di come il linguaggio rappresenti la modalità cognitiva specie-specifica del *sapiens*, la modalità cioè di rappresentazione specifica attraverso cui questo conosce e interpreta il mondo che lo circonda.

Bibliografia

BOECKX, Cedric (2011), *Some reflections on Darwin's Problem in the context of Cartesian biolinguistics*, in DI SCIULLO Anna Maria, BOECKX Cedric (a cura), *The biolinguistics enterprise. New perspectives on the evolution and nature of the human language faculty*, Oxford University Press, New York, pp. 42-64.

CHOMSKY, Noam (2001), *La grammatica trasformazionale*, Torino, Bollati Boringhieri.

CHOMSKY, Noam (1995), *The Minimalist Program*, The MIT Press, Cambridge (Mass.)-London.

⁶ In questo senso l'abilità di selezionare tra rappresentazioni in conflitto può essere un buon esempio di FLB così come la intende Chomsky (HAUSER *et al.* 2002).

DE VINCENZI, M., DI MATTEO, R. (2004), *Come il cervello comprende il linguaggio*, Laterza, Roma-Bari.

FEDORENKO, Evelina (2014), «The role of domain-general cognitive control in language comprehension», in *Frontiers in psychology*, n. 5 (335), pp. 1-17.

FEDORENKO, Evelina, DUNCAN, John, KANWISHER, Nancy (2012), «Language-selective and domain-general regions lie side by side within Broca's area», in *Current biology*, n. 22, pp. 2059-2062.

FEDORENKO, Evelina, THOMPSON-SCHILL, Sharon L. (2014), «Reworking the language network», in *Trends in cognitive sciences*, n. 18 (3), pp. 120-126.

FITCH, Tecumseh W. (2011), «The evolution of syntax. An exaptationist perspective», in *Frontiers in evolutionary neuroscience*, n. 3, pp. 1-12.

FREGE, Gottlob (1892), *Über Sinn und Bedeutung*, trad. it. *Senso e Significato* in CASALEGNO, Paolo, FRASCOLLA, Pasquale, IACONA, Andrea, PAGANINI, Elisa, SANTAMBROGIO, Marco (a cura), *Filosofia del linguaggio*, Raffaello Cortina, Milano, 2003, pp. 15-41.

FRIEDERICI, Angela D. (2002), «Towards a neural basis of auditory sentence processing», in *Trends in Cognitive Sciences*, n. 6, pp. 78-84.

FRIEDERICI, Angela D. (2004), «Processing local transition versus long-distance syntactic hierarchies», in *Trends in cognitive sciences*, n. 8, pp. 245-247.

FRIEDERICI, Angela D. (2006), *The neural basis of sentence processing: Inferior frontal and temporal contributions*, in GRODZINSKY Yoseph, AMUNTS Katrin (a cura), *Broca's region*, Oxford University Press, Oxford, pp. 196-217.

FRIEDERICI, Angela D. (2009), *The brain differentiates hierarchical and probabilistic grammars*, in PIATTELLI PALMARINI, Massimo, URIAGEREKA, Juan, SALABARU, Pello (a cura), *Of Minds & language. A dialogue with Noam Chomsky in the Basque Country*, Oxford University Press, Oxford, pp. 184-194.

FRIEDERICI, Angela D., RUSCHEMEYER, Shirley-Ann, HAHNE, Anja, FIEBACH, Christian J. (2003), «The role of left inferior frontal and superior temporal cortex in sentence comprehension: localizing syntactic and semantic processes», in *Cerebral cortex*, n. 13, pp. 170-177.

FRIEDERICI Angela D., BAHLMANN Jorg, FRIEDRICH Roland, MAKUUCHI Michiru (2011), «The neural basis of recursion and complex syntactic hierarchy», in *Biolinguistics*, n. 5, pp. 87-104.

GRODZINSKY, Yoseph (2000), «The neurology of syntax: Language use without Broca's area», in *Behavioral and brain sciences*, n. 23, pp. 1-71.

GRODZINSKY, Yoseph, AMUNTS Katrin (2006), a cura di, *Broca's region*, Oxford University Press, Oxford.

HAGOORT, Peter (2003), «How the brain solves the binding problem for language: a neurocomputational model for syntactic processing», in *Neuroimage*, n. 20, pp. 18-29.

HAGOORT, Peter (2005), «On Broca, brain and binding: a new framework», in *Trends in cognitive sciences*, n. 9, pp. 416-423.

HAGOORT, Peter (2009), *Reflections on the neurobiology of syntax*, in BICKERTON Derek, SZATHMARY, Eors (a cura), *Biological foundations and origin of syntax*, The MIT Press, Cambridge-London, pp. 279-296.

HAGOORT, Peter, BERKUM, Jos (2007), «Beyond the sentence given», in *Philosophical transaction of the royal society B*, n. 362, pp. 801-811.

HAGOORT, Peter, HALD, Lea, BASTIAANSEN, Marcel, PETTERSON, Karl Magnus (2004), «Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension», in *Science*, n. 304, pp. 438-441.

HAUSER, Marc D., CHOMSKY, Noam, FITCH, Tecumseh W. (2002) «The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve?», in *Science*, n. 298, pp. 1569-1579.

JACKENDOFF, Ray (2002), *Foundations of language. Brain, meaning, grammar, evolution*, Oxford University Press, New York.

JACKENDOFF, Ray (2007), «A parallel architecture perspective on language processing», in *Brain research*, n. 1146, pp. 2-22.

JANUARY David, TRUESWELL John C., THOMPSON-SCHILL Sharon L. (2009), «Co-localization of Stroop and syntactic ambiguity resolution in Broca's area: Implications for the neural basis of sentence processing», in *Journal of cognitive neuroscience*, n. 21 (12), pp. 2434-44.

KOS, Miriam, VOSSE Theo, VAN DEN BRINK Danielle, HAGOORT Peter (2010), «About edible restaurants: conflicts between syntax and semantic as revealed by ERPs», in *Frontiers in Psychology*, n. 1, pp. 222 doi 10.3389.

MENENTI, Laura PETERSSON, Karl Magnus, SCHEERINGA, Renè, HAGOORT, Peter (2008), «When elephants fly: differential sensitivity of right and left inferior frontal gyri to discourse and world knowledge», in *Journal of cognitive neuroscience*, 21 (12), pp. 2358-2368.

NOVICK Jared M., TRUESWELL John C., THOMPSON-SCHILL Sharon L. (2005), «Cognitive control and parsing: reexamining the role of Broca's area in sentence comprehension», in *Cognitive, affective & behavioral neuroscience*, n. 5, pp. 263-281.

NOVICK Jared M., TRUESWELL John C., THOMPSON-SCHILL Sharon L. (2010), «Broca's area and language processing: Evidence for the cognitive control connection», in *Language and linguistics Compass*, n. 4 (10), pp. 906-924.

PENNISI, A., FALZONE, A. (2010), *Il prezzo del linguaggio: Evoluzione ed estinzione nelle scienze cognitive*, Il Mulino, Bologna.

YE Zheng, ZHOU Xiaolin (2009), «Executive control in language processing», in *Neuroscience and behavioral reviews*, n. 33, pp. 1168-1177.