

IL PROCESSAMENTO IN TEMPO REALE DELLE FRASI COMPLESSE
Cristiano Chesì

1. Introduzione

Questa riflessione parte da una domanda apparentemente molto semplice: come mai risulta difficile capire certe frasi? La risposta a questa domanda purtroppo non potrà essere altrettanto semplice: si dovrà prima di tutto tentare di specificare in modo chiaro come la complessità di un enunciato possa essere misurata in modo oggettivo, quindi come questa misura possa essere correlata con una difficoltà quantificabile (ad esempio un rallentamento nei tempi di lettura) legata al processamento di queste frasi.

Il tema della complessità è sempre stato di estremo interesse per la ricerca in linguistica formale, guadagnando recentemente una prospettiva centrale all'interno del così detto “Programma Minimalista” (Chomsky 1995). Tale programma ha avuto come primario obiettivo quello di semplificare l'inventario di elementi da usare per spiegare in modo preciso come funziona una grammatica adatta a descrivere un linguaggio umano.

In questo lavoro cercherò prima di tutto di presentare alcuni aspetti cruciali del programma minimalista, quindi illustrerò brevemente alcuni risultati di esperimenti che mostrano come il processamento in tempo reale di certe frasi che produciamo e cerchiamo di comprendere tenda ad essere più o meno complesso, infine tenterò di riconciliare l'aspetto formale e quello empirico dello studio di queste frasi in un'unica teoria grammaticale volta a spiegare come mai certi aspetti di queste strutture ci risultino così ostici.

2. Una rappresentazione «minimalista» del problema

Varie idee, talvolta addirittura contraddittorie, si sono susseguite nel corso degli ultimi 20 anni all'interno del “Programma Minimalista” (Chomsky 1995). Alla luce delle recenti evoluzioni di questo approccio, possiamo delineare un minimo comun denominatore all'interno del Programma identificabile con la necessità di avere un lessico e almeno un'operazione ricorsiva di base che permetta di combinare produttivamente gli elementi lessicali in strutture frasali complete.

Il lessico è una componente di base della grammatica che custodisce le singole parole della nostra lingua. Assumiamo per semplicità di non considerare nessuna analisi morfologica o distinzione tra radici e suffissi all'interno di un lessico minimale: in pratica sia “mangia” che “mangiare” saranno due entrate lessicali distinte del nostro lessico¹. Ad esse devono essere associate, sempre nel lessico, informazioni sulla pronuncia delle parole e sul loro significato. Alle singole parole devono inoltre essere associati quei tratti che permettono di combinare tra loro gli elementi lessicali in sintagmi e frasi. Questi tratti possono essere considerati come i bordi sagomati nei tasselli di un puzzle: due parole che stanno bene in sequenza hanno “sagomature” compatibili (e.g. “Gianni mangia”) mentre altre producono sequenze agrammaticali (e.g. “*Gianni mela”²).

La principale operazione che permette di combinare questi elementi lessicali in sequenze, sfruttando i loro tratti si chiama *Merge* e, semplicemente, permette di costruire l'insieme di due elementi lessicali (“una” e “mela” diventa [una mela]). L'operazione di merge si dice ricorsiva, poiché può applicarsi ricorsivamente ai risultati di altre operazioni di merge precedentemente avvenute:

¹ Questa idea nota come “lista completa” (“full listing hypothesis” in Inglese. Jurafsky e Martin 2008:35) non è psicolinguisticamente molto sostenibile, ma è computazionalmente corretta e semplifica di molto il ragionamento che vogliamo fare in questa sede. Assumere una derivazione morfologica parallela all'archiviazione lessicale non invalida la logica dell'argomentazione qua riportata.

² L'asterisco ad inizio frase viene solitamente utilizzato per indicare una frase agrammaticale come appunto “*Gianni mela” oppure “*Gianni mangiano”. Diversi gradi di grammaticalità/accettabilità sono espressi solitamente utilizzando altri diacritici quali il punto interrogativo: “?”quali esercizi non sai chi ha risolto?”.

- (1) a. [mangia [una mela]]
 b. [Gianni [mangia [una mela]]]

In ogni seria teoria grammaticale c'è bisogno di almeno un meccanismo ricorsivo che permetta di fare un uso infinito (frasi sempre nuove) di mezzi finiti (elementi lessicali). Tale necessità è giustificata dal fatto che qualunque lingua naturale annovera un numero infinito di frasi possibili e solo un numero finito di elementi lessicali³.

Vista in termini più precisi (formali), l'operazione di merge è legittima se e solo se un tratto di selezione (categoriale) viene soddisfatto. Adottando l'approccio di Stabler (1997) alla formalizzazione delle idee minimaliste, possiamo assumere che ogni elemento lessicale ha dei tratti categoriali (parte del discorso, in inglese Part of Speech, POS), quali determinante (D), nome (N), verbo (V):

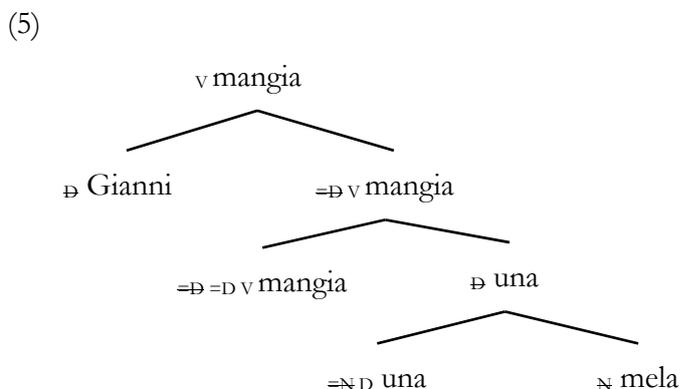
- (2) [D Gianni], [N mela], [D una], [V mangia]

Questi tratti “di base” sono a loro volta selezionabili: il tratto =N indica che l'elemento che lo possiede deve combinarsi con un elemento di tipo N affinché il risultato del merge sia soddisfacente. I tratti vengono cancellati dopo essere stati combinati via merge, onde evitare che nuove operazioni di merge utilizzino gli stessi tratti:

- (3) Lessico: [D Gianni], [N mela], [=N D una], [=D =D V mangia]
 (4) I merge: [D [=N D una] [N mela]]
 II merge: [V [=D =D V mangia] [D [=N D una] [N mela]]]
 III merge: [V [D Gianni] [V [=D =D V mangia] [D [=N D una] [N mela]]]]

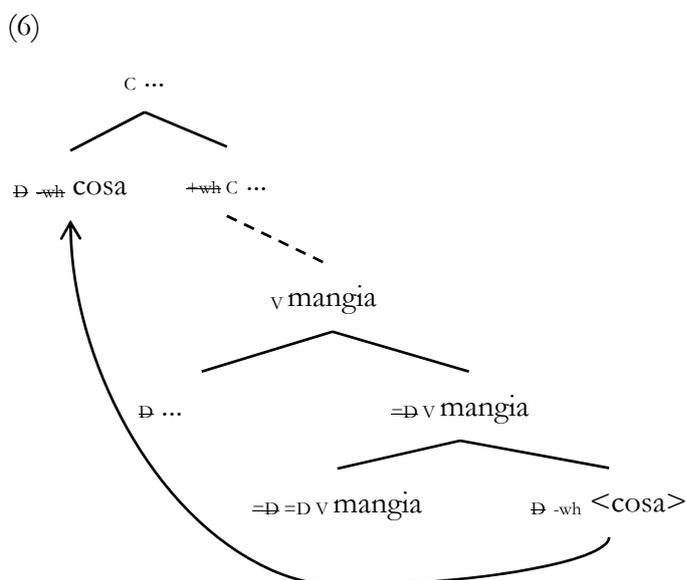
In questo modo, un verbo che assegna due ruoli tematici (paziente: “una mela” e agente “Gianni”) avrà due tratti di tipo “D” (determinante) e li cancellerà nell'ordine prestabilito, assegnando due distinti ruoli tematici a due distinti sintagmi nominali (indicati in questo formalismo come elementi di tipo “D”).

La relazione tra gli elementi lessicali combinati via merge può essere espressa tanto in termini insiemistici, quanto in termini di dominanza e costituenza se si assume che l'elemento che seleziona domina (“proietta (sopra)”, in termini tecnici) l'elemento selezionato; in questo caso la derivazione in (4) corrisponderà all'albero sintattico in (5) (che altro non è se non la storia della derivazione narrata dal basso verso l'altro, bottom-up, attraverso le varie operazioni di merge). Le foglie dell'albero (le etichette più in basso, sotto cui non esistono rami), lette da sinistra a destra restituiscono invece la frase generata (appunto: “Gianni mangia una mela”)



³ Sebbene esista la possibilità di coniare neologismi, un'aggiunta di un elemento ad una lista finita, restituisce comunque una lista finita

All'interno del Programma Minimalista si assume che esista una variante “non-locale” dell'operazione di Merge, una variante cioè che permetta di far entrare in relazione sintagmi o elementi lessicali in posizioni non adiacenti. Facciamo un esempio: “Cosa mangia?” è una domanda il cui sintagma nominale [D cosa] ha lo stesso ruolo del sintagma nominale [D una mela] della frase in (5): sono il paziente del predicato “mangiare”. Per render conto di questa simmetria, si assume che il sintagma [D cosa] sia interpretato come paziente (e riceva dal verbo il ruolo di oggetto diretto) esattamente come [D una mela]. La posizione periferica sinistra di [D cosa] è determinata da un altro tratto (un tratto interrogativo “-wh” associato all'elemento lessicale “cosa”: [D_{-wh} cosa]) che viene richiamato più in alto nella struttura da un altro elemento lessicale chiamato Complementatore (C). Tale complementatore può essere foneticamente nullo, così come il soggetto in lingue come l'Italiano. Per ottenere il corretto ordine degli elementi all'interno di una frase, si deve assumere che il complementatore nelle frasi interrogative sia dotato di un tratto “+wh” che induce l'operazione responsabile del riordinamento degli elementi: come nel merge locale, il merge non locale (detto *Internal Merge* o *Movimento*) recupera un elemento dotato di tratto “-wh” già presente nella struttura fin lì costruita e lo solleva fino ad una posizione adiacente a C in cui verrà effettivamente pronunciato. Come risultato dell'operazione, i tratti “+wh” e “-wh” vengono cancellati per evitare di essere utilizzati per nuove operazioni di spostamento. La parte rilevante della derivazione è descritta in (6)⁴.



Da un punto di vista puramente formale questa visione della grammatica ci permette di avere una teoria descrittivamente adeguata⁵: le frasi generabili sono effettivamente frasi che riteniamo ben formate in Italiano e la struttura ad esse assegnata è coerente con l'interpretazione che un parlante nativo associa alla frase in esame. Da un punto di vista psicolinguistico, invece, potremmo non essere pienamente soddisfatti: uno scollamento sostanziale è presente quando la teoria grammaticale prevede che l'ordine in cui le parole sono introdotte nella derivazione sintattica sia “mela, una, mangia, Gianni” mentre l'ordine con cui noi parlanti nativi quelle parole effettivamente le processiamo in una frase (sia generandole che comprendendole) è “Gianni mangia una mela”.

Ricordiamoci che il nostro obiettivo era quello di catturare l'oggettiva difficoltà nel processamento di frasi particolarmente ostiche per i parlanti nativi attraverso la nostra grammatica. Vediamo quindi adesso come potremmo ragionare in questo senso e a quali indizi di difficoltà di processamento potremmo individuare data una derivazione sintattica come quella fin qua descritta.

⁴ La copia non pronunciata dell'elemento mosso (cioè quella più in basso) viene indicata tra parentesi angolate (i.e. <cosa>)

⁵ Il lettore interessato a questioni formali ed empiriche sulla reale adeguatezza di questo modello è rinviato alla lettura di altri saggi necessariamente più tecnici (e.g. Chesì 2015)

3. Alcune frasi difficili: frasi relative incassate e frasi scisse

Alcune frasi possono risultare difficili da comprendere per varie ragioni: prima di tutto potrebbero esserci parole che non si conoscono o che sono infrequenti o non-familiari. Ad esempio “Gianni ha mangiato una mela ieri” è più “facile” per molti parlanti italiani di “Gianni ha mangiato un litchi ieri”; questa difficoltà è evidente guardando i tempi di lettura⁶. Un rallentamento nella regione di “un litchi” vs. “una mela” è legato alla più bassa frequenza di “litchi” (dato facilmente recuperabile ispezionando corpora dell’italiano), bassa familiarità (poche persone conoscono il frutto cinese chiamato litchi) che rendono questo elemento difficilmente accessibile nel lessico mentale (se non addirittura assente) e la sua difficoltà articolatoria tra gli altri fattori (“litchi” si pronuncia /l i t c i/, non /l i t k i/ come le regole di lettura dell’italiano porterebbero a pensare, inoltre il suono / t c / non è affatto comune nella nostra lingua).

Un ulteriore livello di complessità è dato dall’ambiguità delle parole di una frase e dalle molteplici interpretazioni che a quella frase si possono dare in virtù dell’ambiguità delle parole stesse: “la vecchia legge la regola” è più “difficile” di “la vecchia rilegge la regola” poiché nel primo caso sussiste un’ambiguità lessicale in ogni elemento della frase che conduce a rianalizzare la frase per scovare la seconda delle due distinte interpretazioni (“una signora anziana legge una normativa” oppure “una vecchia normativa regola qualcosa”) mentre nella seconda frase questa possibilità non sussiste e solo un’interpretazione è possibile in virtù della non ambiguità del verbo “rileggere”. Nel primo caso, utilizzando strumenti di analisi dei movimenti oculari (eye-tracking) si possono osservare regressioni: il lettore torna indietro e rilegge più volte vari segmenti della frase mostrata per intero sullo schermo prima di informare lo sperimentatore che ha compreso i due sensi della frase.

In questo lavoro non prenderemo in considerazione questi fattori che di sicuro contribuiscono alla difficoltà percepita di un enunciato. Quello che ci interessa andare ad investigare è il contributo in termini di complessità di precisi e misurabili fattori strutturali, che, tenuti costanti tutti gli altri fattori (quali la frequenza e familiarità delle parole, così come l’ambiguità delle parole e delle strutture) rendono più o meno facile il recupero del significato di un enunciato.

Le strutture maggiormente utilizzate in questo senso per valutare la difficoltà percepita da un parlante nativo sono le frasi relative del tipo “il signore che ha mangiato la mela è Gianni” e le frasi scisse: “è Gianni che ha mangiato la mela”. Questo perché in esse vengono utilizzate sia operazioni di costruzione della struttura locale (Merge) che operazioni di movimento e quindi di ricostruzione di una dipendenza non locale.

È in effetti interessante notare che in una grammatica formale, come quella minimalista, se è possibile applicare un’operazione una volta, dovrebbe essere legittimo poterla applicare sempre se il contesto rimane lo stesso. In particolare se abbiamo un sintagma nominale “un signore” e possiamo modificarlo con una frase relativa “che aveva salutato un amico” ottenendo “[un signore [che un amico aveva salutato]] è caduto dalla bici” allora dovrebbe essere sempre possibile modificare un sintagma nominale del tipo “un signore” con una frase relativa. Ciò è apparentemente vero in certi contesti

(7) e venne [il cane [che morse [il gatto [che rincorse [il topo [che mio padre comprò]]]]]]

⁶ Un esempio di esperimento di rilevazione dei tempi di lettura è il self-paced reading (lettura auto-regolata): al soggetto viene chiesto di leggere un pezzetto di frase su uno schermo, quindi di premere un tasto per leggerne un altro pezzo; ad esempio:

- i. Gianni _ _ _ _ .
- ii. _ _ _ _ ha mangiato _ _ _ _ .
- iii. _ _ _ _ un litchi _ _ . oppure _ _ _ _ una banana _ _ .
- iv. _ _ _ _ ieri .

Un rallentamento nel segmento iii. nella condizione “un litchi” (vs. “una banana”) mostra che la diversa parola ha richiesto un tempo di processamento più lungo.

ma non in altri

(8) ??[un signore [che un amico [che mio padre conosce] aveva salutato] è caduto dalla bici].

La seconda frase è assolutamente incomprensibile per la maggior parte dei parlanti dell’Italiano. Eppure l’aggiunta di una frase relativa, potenzialmente ottenuta attraverso un’operazione di Merge, risulta possibile nel primo caso e “difficile” nel secondo.

Bever (Bever 1970) e altri hanno notato che se in questa struttura si cambiano alcune parole la difficoltà del processamento si riduce:

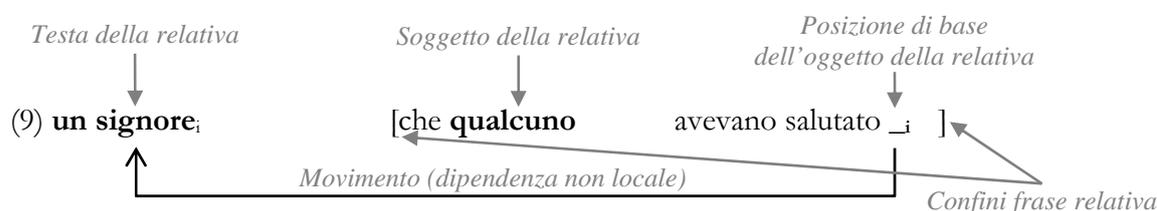
(9) [un signore [che **qualcuno** [che **io** conosco], aveva salutato]] è caduto dalla bici].

In pratica più i sintagmi nominali (“un signore”, “qualcuno” e “io”) sono diversi, migliore è la comprensione della frase. Bisogna notare che la struttura “profonda” della frase in (9) è la seguente⁷:

(9) [**un signore**_i [che **qualcuno** [che **io** conosco _{-j}], avevano salutato _{-i}]] è caduto dalla bici].

In pratica, l’oggetto diretto di “conosco” è “qualcuno” mentre l’oggetto diretto di “salutato” è “un signore”. Queste dipendenze scavalcano rispettivamente il pronome soggetto di “conosco” (“io”) e il soggetto di “salutato” (“qualcuno”). Poiché solo “un amico” e “mio padre” nella frase in (8) sono stati rimpiazzati da “io” e “qualcuno” in (9) il miglioramento nella comprensione delle frasi deve essere legato alla differenza tra queste coppie di elementi.

Per facilitare la comprensione degli aspetti più tecnici, si utilizzeranno alcuni termini specifici che ci permetteranno di far riferimento alle posizioni coinvolte in questo tipo di strutture come indicato sotto:



Vediamo ora nel dettaglio l’evidenza empirica che mostra una differenza di difficoltà nella percezione di queste frasi.

3.1. Evidenza empirica

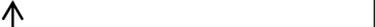
Gordon, Hendrick & Johnson (2001) utilizzando la tecnica del self-paced reading (vedere nota 6), mostrano come certi tipi di relative siano più complesse di altre. In particolare le relative del tipo (10).a (relative soggetto, poiché la “testa della relativa”, “the banker”, occupa la posizione di soggetto del predicato “praised” nella frase relativa) vengono lette più rapidamente delle relative del tipo (10).b (relative oggetto, poiché “the banker”, occupa la posizione di oggetto del predicato “praised”):

- (10) a. **The banker** [that _ praised **the barber**] climbed the mountain
il banchiere che ha lodato il barbiere ha scalato la montagna
 b. **The banker** [that **the barber** praised _] climbed the mountain
il banchiere che il barbiere ha lodato ha scalato la montagna

⁷ In pratica, la lineetta bassa indica la posizione in cui un elemento non pronunciato deve essere interpretato come tema del predicato; il pedice indica il sintagma nominale a cui si riferisce.

Questo rallentamento è evidente nelle parole critiche “praised” in (10).a vs. “barber” (10).b e “praised” in (10).a vs. “barber” (10).b e (entrambi I segmenti critici vengono letti 300 ms più lentamente nella condizione oggetto rispetto a quella soggetto). Anche nell’accuratezza delle risposte alle domande di comprensione delle suddette frasi si nota una significativa differenza, con le relative soggetto più semplici da capire (93% delle risposte alle domande che i lettori forniscono sono corrette) delle relative oggetto (87% di accuratezza).

L’interpretazione di questa asimmetria è stata principalmente ricondotta al fatto che solo nella relative oggetto il soggetto della frase relativa viene “scavalcato” dalla dipendenza non locale come mostrato di seguito:

- (10) b. **The banker** [that *the barber* praised _] climbed the mountain
- 

Ipotizzando che questa dipendenza non locale sia stata generata utilizzando l’operazione di movimento e quindi dei tratti particolari per “spostare” la testa della relativa nella sua posizione periferica, possiamo intuire che questi tratti debbano giocare un ruolo cruciale nello spiegare la facilitazione descritta dall’esempio in (9).

In effetti, in un secondo esperimento, Gordon e colleghi mostrano come un pronome di seconda persona (“you”) in posizione di soggetto della relativa effettivamente riduca la complessità della relativa oggetto, in pratica rendendola indistinguibile dalla relativa soggetto:

- (10) c. **The banker** [that *you* praised _] climbed the mountain
il banchiere che tu hai lodato ha scalato la montagna
d. **The banker** [that _ praised *you*] climbed the mountain
il banchiere che hai lodato tu ha scalato la montagna

Il segmento verbale della relativa “praised” è letto molto più rapidamente nella condizione (10).c (quando il soggetto della relativa oggetto è un pronome) rispetto alla condizione (10).b (quando il soggetto è una descrizione definita), mentre i tempi di lettura delle parole critiche “you” e “praised” non differiscono significativamente nelle condizioni (10).c e (10).d, cioè quando la struttura è una relativa soggetto e il pronome è l’oggetto diretto del predicato “praised”; in questo caso in effetti non si osserva nessuno scavalco.

Risultati del tutto paragonabili sono stati ottenuti da Gordon e colleghi utilizzando un nome proprio al posto del pronome, sempre in posizione di soggetto della frase relativa:

- (10) c. **The banker** [that *Ben* praised _] climbed the mountain
il banchiere che Ben hai lodato ha scalato la montagna
d. **The banker** [that _ praised *Ben*] climbed the mountain
il banchiere che hai lodato Ben ha scalato la montagna

Per capire se fondamentale è solo il ruolo del soggetto oppure anche il ruolo della testa della relativa a rendere più o meno semplice la comprensione di queste frasi, Gordon e colleghi utilizzano una tipologia di frasi simili alle relative fin qui mostrate: le frasi scisse (cleft sentences, in inglese):

- (11)
- a. It was **the banker** that **the lawyer** saw _ in the parking lot
 - b. It was **the banker** that **Bill** saw _ in the parking lot
 - c. It was **John** that **the lawyer** saw _ in the parking lot
 - d. It was **John** that **Bill** saw _ in the parking lot
- era il banchiere/John che l'avvocato/Bill ha visto nel parcheggio*

Le frasi scisse permettono di utilizzare come testa della struttura relativa sia descrizioni definite (“il banchiere”, “l'avvocato”) che nomi (“John”, “Bill”) e potenzialmente pronomi (vedere esperimento successivo), permettendo tutte le possibili combinazioni di elementi. In effetti, i nomi propri e i pronomi possono essere teste nelle frasi scisse ma non nelle relative restrittive⁸.

A questo punto è interessante osservare che di nuovo la differenza tra relativa soggetto e oggetto ricompare: in particolare, si osserva un significativo rallentamento (di circa 250 ms) del verbo della relativa (“saw”) nelle strutture relative oggetto in cui la testa e il soggetto sono entrambi descrizioni definite ((11).a) o entrambi nomi propri ((11).d). Il rallentamento nel processamento del verbo della relativa è evidente anche nei casi di mismatch ((11).b e (11).c), ma la differenza tra relativa soggetto e oggetto è espressa in appena 100ms di rallentamento e, generalmente, in questi secondi casi, il verbo è letto 150 ms più velocemente che nei casi di matching descritti precedentemente.

In conclusione, il ruolo della testa della relativa sembra sia importante, ma lo è in dipendenza dalla tipologia del soggetto della relativa: due sintagmi nominali dello stesso tipo producono gli effetti di rallentamento più forti in conseguenza di una difficoltà maggiore percepita dai lettori.

Un'ulteriore conferma di questo risultato è dato dall'esperimento di Warren e Gibson (2005), ultimo che descriveremo, che mette a confronto tutte le possibili combinazioni di sintagmi nominali nelle due posizioni: descrizioni definite, nomi propri e pronomi.

- (12)
- a. It was **the banker** that **the lawyer** **avoided** _ at the party
 - b. It was **the banker** that **Dan** **avoided** _ at the party
 - c. It was **the banker** that **we** **avoided** _ at the party
 - d. It was **Patricia** that **the lawyer** **avoided** _ at the party
 - e. It was **Patricia** that **Dan** **avoided** _ at the party
 - f. It was **Patricia** that **we** **avoided** _ at the party
 - g. It was **you** that **the lawyer** **avoided** _ at the party
 - h. It was **you** that **Dan** **avoided** _ at the party
 - i. It was **you** that **we** **avoided** _ at the party
- era/i il banchiere/Patricia/tu che l'avvocato/Dan/noi ha/abbiamo evitato alla festa*

I risultati grezzi dei tempi di lettura del verbo “avoided” sono riportati in tabella (13) (grazie a Tessa Warren per aver condiviso questi risultati):

⁸ “Gianni che tutti conoscono” non è una frase relativa restrittiva (cioè non significa esattamente “tra tutti gli individui di nome Gianni, quello a cui mi riferiscono è quello che tutti conoscono”) ma una relativa appositiva (cioè “esiste un individuo chiamato Gianni e tutti lo conoscono”). Per una descrizione precisa della tipologia di frasi relative e per le varie ipotesi di struttura, fare riferimento a Bianchi 2002.

- (13) Tempi di lettura e errore standard in millisecondi (D=descrizioni definite, N= nomi propri, P = pronomi; e.g. D-D = (12).a; D-N= (12).b; P-P = (12).i etc.)

Condizione	D-D	D-N	D-P	N-D	N-N	N-P	P-D	P-N	P-P
Tempi lettura (ms)	365	319	306	348	347	291	348	311	291
Err. Stand. (ms)	-19	-12	-14	-18	-21	-14	-18	-15	-13

3.2. Interpretazione dei risultati dei tempi di lettura

Molte teorie psicolinguistiche si sono susseguite, tentando di spiegare asimmetrie simili a quelle dei tempi di lettura riportati in (13). In pratica, una teoria psicolinguisticamente interessante dovrebbe riuscire a spiegare come mai il verbo viene letto più lentamente (e la frase viene compresa con maggiore difficoltà), ad esempio, nei casi D-D (“era il banchiere che l’avvocato ha evitato alla festa”, (12).a) e N-N (“era Patricia che Dan ha evitato alla festa”, (12).e), mentre i tempi di lettura e la difficoltà percepita sono molto minori nel caso P-P (“eri tu che noi abbiamo evitato alla festa”, (12).i).

Due sono le principali interpretazioni dei dati descritti nel capitolo precedente, entrambe facenti cruciale riferimento ad una limitazione d’uso della “memoria di lavoro”: da un lato, si propone l’idea di un costo di integrazione di nuovo materiale referenziale (Linguistic Integration Cost, Gibson 1998:12-13) legato all’interpretazione di nuovi referenti nominali che, secondo una gerarchia di “accessibilità”, produrrebbero uno sforzo, per quanto riguarda l’aggiornamento in memoria di descrizioni definite, maggiore di quello richiesto dai nomi propri, che è maggiore, a sua volta, di quello richiesto dai pronomi referenziali (io e tu). Questa idea spiegherebbe come mai le condizioni in cui si trovano una descrizione definita e un nome proprio siano più semplici di quella in cui si presentano due descrizioni definite, ma non spiega come mai anche con due nomi propri il costo di processamento sia paragonabile a quello che si incontra con due descrizioni definite.

Gordon e colleghi, invece, riadattando un vecchio modello di interferenza nella memoria di lavoro (Crowder 1976) suggeriscono che quel che conta è la similarità tra i due sintagmi coinvolti nella dipendenza, spiegando così che nel caso di matching (nome-nome o descrizione definita – descrizione definita) si ottengono i risultati peggiori in termini di complessità (difficoltà percepita maggiore), mentre quando i due sintagmi nominali sono differenti, i tempi di lettura nella regione critica del verbo della relativa migliorano.

Un raffinamento dell’idea di Gordon e colleghi utilizza l’operazione di movimento descritta nel capitolo 2: tale operazione era responsabile della creazione di dipendenze non locali come quella tra la testa di una frase scissa e la posizione oggetto a questa collegata: Friedmann, Belletti e Rizzi (2009), sfruttando la teoria della località, formulata inizialmente in Rizzi (1990) e riadattata al caso del processamento linguistico degli afasici da Grillo (2008), vede da un punto di vista puramente descrittivo la relazione tra una posizione di base (Y) e la posizione in cui un elemento viene mosso (X). Tale relazione è tanto più difficile quanto più simile è, se è presente un elemento Z, strutturalmente compatibile per soddisfare la relazione che l’elemento X è chiamato a soddisfare:



In pratica, l’elemento X “the banker” si muove perché marcato durante l’introduzione nella derivazione da un tratto –R ([_R the banker]) che verrà richiamato dal complementatore con il fine di spostare l’elemento nella sua posizione più alta (a sinistra nella frase pronunciata).

Ricordiamoci che in una derivazione minimalista standard, prima si crea, via merge, il costituente strutturalmente più basso, cioè il predicato con l'oggetto diretto ([saw [the banker]]); quindi si aggiunge il soggetto ([the lawyer [saw [the banker]]]), sempre via merge, il complementatore, dotato di un tratto che richiama l'oggetto diretto in posizione di testa della relativa, scavalcando il soggetto con l'operazione di movimento descritta graficamente in (11) ([_{-R} the banker] [_{+R} that] [the lawyer [saw [_{-R} ~~the banker~~]]]).

L'idea originale di Friedmann e colleghi è di utilizzare questi tratti che scatenano il movimento per prevedere il grado di difficoltà della relazione non-locale da stabilire. In pratica, si possono presentare quattro casi determinati dai tratti associati agli elementi X, Y e Z in gioco:

- (14) *identità* - i tratti in Y e in Z sono gli stessi: Z che è strutturalmente più vicino a X e X ricerca esattamente i tratti presenti sia in Z che in Y per il movimento; Z deve quindi soddisfare la dipendenza, pena l'agrammaticalità della frase (è questo in soldoni il principio di località, Rizzi 1990) (e.g. *Cosa credi chi ha visto?)

disgiunzione - i tratti in Y e in Z sono diversi: X richiede i tratti di Y per soddisfare la relazione di movimento e Z può quindi tranquillamente essere scavalcato senza produrre una frase agrammaticale (e.g. Cosa credi che Gianni abbia visto?)

inclusione - Y è più ricco di Z e i tratti che X richiede sono parzialmente soddisfatti da Z e completamente soddisfatti da Y; in questo caso Y e X possono stabilire una relazione di movimento, ma tale relazione sarà più complessa da processare della relazione precedente (caso di disgiunzione) (e.g. è Gianni che il maestro ha visto?)

inclusione inversa - Z è più ricco di Y e i tratti che X richiede sono parzialmente soddisfatti da Y e completamente soddisfatti da Z; in questo caso Z e X devono stabilire una relazione di movimento; se X e Y provassero a stabilire una relazione, la frase sarebbe agrammaticale come nel caso dell'identità (e.g. Cosa credi quale studente abbia visto?)

Associando i tratti appropriati alla testa e al soggetto della relativa potremmo essere in grado di ottenere una prima metrica di complessità: seguendo Friedmann e colleghi, ipotizziamo che i sintagmi nominali costituiti da una descrizione definita (tipo “il banchiere”) abbiano un tratto determinante (D) che è selezionato dal predicato e un tratto di restrizione lessicale N (i.e. [_{D N} il banchiere]). Ipotizziamo poi che i sintagmi nominali espressi attraverso un nome proprio abbiano lo stesso numero di tratti, ma che la restrizione lessicale N sia particolare in quanto permetta la legittimazione attraverso un solo elemento (un nome proprio appunto) di un tratto di determinazione e la specificazione della restrizione lessicale (i.e. [_{D N_{prop}} Gianni]); infine assumiamo che i pronomi siano dotati di tratto determinante, ma non di restrizione lessicale (i.e. [_D noi]).

Poiché la testa della relativa è mossa in virtù di un tratto “-R” associato all'oggetto diretto, questa operazione legittima lo scavalco del soggetto della relativa senza incorrere nel caso di identità descritto in (14). Ricadendo però in un caso di inclusione, sempre secondo la definizione data in (14), siamo in grado di prevedere, secondo Friedmann e colleghi, che i casi in cui i tratti condivisi sono di più presenteranno le maggiori difficoltà (in pratica, i casi D-D e N-N), mentre i casi in cui i tratti condivisi tra la testa e il soggetto sono meno, la frase risulterà più semplice (ogni volta che si presenta un pronome).

Riassumendo le previsioni che la teoria della località (L) riesce a fare, abbiamo:

(15) Previsioni di complessità utilizzando la teoria della località basata su tratti:

Condizione	D-D	D-N	D-P	N-D	N-N	N-P	P-D	P-N	P-P
Tempi lettura (ms)	365	319	306	348	347	291	348	311	291
Previsione teoria L	difficile	?	facile	?	difficile	facile	facile	facile	facile

Per facilitare la lettura della tabella sono stati inseriti dei colori che facilitano l'individuazione dei tempi di lettura più lenti (grigio scuro) e di quelli più rapidi (bianco). Come si riesce facilmente a notare, la teoria qua descritta riesce a prevedere correttamente alcune difficoltà e alcuni casi “semplici”, ma senza fornire nessuna apprezzabile gradualità della difficoltà percepita, né, soprattutto, del perché il rallentamento dei tempi di lettura si riscontra esattamente nel segmento del verbo della frase relativa.

4. Una rivisitazione processing-friendly delle Grammatiche Minimaliste (MG)

Finora abbiamo visto che esiste una teoria grammaticale semplice per spiegare la costruzione di una frase, la teoria minimalista, in grado di render conto sia della costruzione dei sintagmi adiacenti, che della creazione di dipendenze non locali, quali quella che si richiede nelle frasi scisse, in cui un elemento, la testa della relativa, è “mosso” dalla posizione tematica di base (subito dopo il verbo, nel caso dell'oggetto diretto) scavalcando la posizione del soggetto. Questo approccio ci fornisce una teoria elegante e semplice per capire come l'ordine delle parole a la loro interpretazione compositiva viene a formarsi. Abbinato ad una teoria della località basata sui tratti, riusciamo anche ad intuire come mai alcune frasi possano risultare più complesse di altre. Rimane adesso da capire se un piccolo raffinamento di questa teoria potrebbe permetterci di ottenere una maggiore gradualità nel giudizio di complessità, ovvero potrebbe dirci precisamente quanto una frase è più o meno difficile di un'altra e dove questa particolare difficoltà si presenterà. Un passo in questa direzione viene fatto da quelle grammatiche che “rovesciano” la costruzione della struttura: in pratica, si assume che le parole all'interno di frase siano generate all'incirca nell'ordine in cui poi vengono lette e pronunciate, cioè da sinistra a destra, anziché da destra a sinistra come previsto dall'approccio Minimalista standard⁹. Questa idea parrebbe l'uovo di Colombo, ma una proposta in tal senso per la prima volta si ritrova nella tesi Colin Phillips del 1996 ed è stata largamente ignorata dal filone di ricerca principale. Il lavoro di Phillips, tra gli altri, ha ispirato il modello grammaticale descritto in Chesi (2004, 2012, 2015) che qua rapidamente utilizzeremo.

Del modello Minimalista standard, viene mantenuta l'idea del lessico (una lista di parole con associati tratti), le operazioni di Merge e Movimento e il fatto che tali operazioni si basino sui tratti associati alle parole nel lessico. Come nel Merge minimalista, il Merge nel nuovo modello, usa il tratto =X per esprimere un requisito di selezione che solo un costituente portatore del tratto X potrà soddisfare; la differenza rispetto al modello standard è che prima (in senso strettamente temporale) si dovrà valutare l'elemento portatore del tratto =X, quindi si cercherà di soddisfare questa “aspettativa” che è venuta a crearsi con un elemento di tipo X, dove X può essere uno solo o anche un insieme di tratti. Le aspettative possono in effetti essere abbastanza complesse: un predicato verbale potrà selezionare un sintagma nominale (=DP) con i tratti D (determinazione) e N (restrizione lessicale) espressi, mentre un nome potrà richiedere una specificazione di una qualche restrizione (frase relativa, =R) che ha una struttura frasale completa (ovvero un adeguato complementatore, C, un soggetto, S, e un predicato, V, con specificazione temporale esplicita, T, cioè, stando alla grammatica dell'italiano, questa lista ordinata di tratti: R = [C S T V]).

⁹ Questo approccio viene solitamente chiamato “Top-Down” dall'alto al basso (Chesi 2012) per distinguerlo dall'approccio standard che invece costruisce la struttura dal basso all'alto (e, conseguentemente, da destra a sinistra in lingue come l'italiano o l'inglese).

Il movimento, invece, in questo nuovo modello, utilizza esplicitamente l’idea della memoria di lavoro e vi inserisce i sintagmi nominali che non hanno ancora ricevuto un ruolo tematico; se incontriamo quindi un soggetto in posizione pre-verbale (es. “Gianni corre”), l’ordine di processamento degli elementi porterà a concludere che prima Gianni viene inserito nella derivazione per soddisfare qualche tratto particolare (ad esempio un requisito che richiede che un soggetto sia espresso per ogni frase di senso compiuto), quindi viene inserito nella memoria di lavoro finché “corre” non viene processato e quindi cancellato dalla memoria e re-integrato nella struttura come agente del verbo “correre”. Si assume inoltre che la memoria funzioni come una pila di oggetti, cioè se più elementi vengono inseriti in memoria, il primo da riutilizzare sarà l’ultimo che vi è stato inserito. Prendendo la parte rilevante della struttura delle frasi in questione, ad esempio la frase scissa “era Gianni che tu hai visto” possiamo derivare la struttura partendo dal lessico e dai tratti ad esso associati come indicato sotto **Errore**. **L’origine riferimento non è stata trovata.**¹⁰:

(16) Lex: [D_{N_{pr}} =_R Gianni] [D tu] [C che] [T hai] [_{cop} =DP(_{no_{tem}_rol}) era] [V =DP =DP visto]

Derivazione:

1. [_{cop} =DP(_{no_{tem}_rol}) era DP [D_N ...]]

la copula viene inserita nella derivazione e l’aspettativa per un DP a cui non assegna ruolo tematico viene proiettata

2. [_{cop} era DP [D_{N_{prop}} =_R Gianni]] M = ([D_{N_{prop}} Gianni])

“Gianni” soddisfa i requisiti di selezione, ma non avendo il ruolo tematico assegnato, viene inserito nella memoria di lavoro (M), suggerendo che una dipendenza non locale dovrà essere stabilita con un predicato appropriato

3. [_{cop} era DP [D_{N_{prop}} =_R Gianni R [C S T V ...]]]

la restrizione viene espansa con la sequenza di tratti C(omplementatore), S(oggetto), T(empo) e V(erbo) lessicale

4. [_{cop} era DP [D_{N_{prop}} =_R Gianni R [C che [S [D tu] T hai [V =DP =DP visto]]]]]

M = ([D_{N_{prop}} Gianni], [D tu])

in ordine, [C che], [D tu] [T hai] e [V =DP =DP visto] vengono inseriti nella derivazione; “tu” può soddisfare il requisito di soggetto del predicato, ma in questa posizione, prima cioè di aver inserito “visto” non riceve nessun ruolo tematico, quindi viene inserito come “Gianni” nella memoria di lavoro

5. [_{cop} era DP [D_{N_{prop}} =_R Gianni R [C che [S [D tu] T hai [V =DP =DP visto DP [...] [V DP [...]]]]]]]]

M = ([D_{N_{prop}} Gianni], [D tu])

I due ruoli tematici indicati dalla sequenza di tratti =DP =DP sul verbo lessicale vengono proiettati nella struttura

6. [_{cop} era DP [D_{N_{prop}} =_R Gianni R [C che [S [D tu] T hai [V =DP =DP visto DP [D tu] [V DP [D_{N_{prop}} Gianni]]]]]]]]]

secondo l’operazione di movimento, per soddisfare i requisiti tematici del verbo si vanno a pescare, in ordine inverso rispetto a quello con cui vi sono stati inseriti, i sintagmi nominali nella memoria di lavoro; quindi prima “tu”, poi “Gianni”, soddisfacendo così correttamente i ruoli di agente e paziente assegnati dal verbo proprio come previsto nella teoria standard.

¹⁰ La derivazione indicata è estremamente semplificata per i fini di questo articolo. Si ricorda che =_R corrisponde all’espansione dei seguenti tratti [C S T V] e che “S” è un tratto che richiede l’inserimento di un sintagma nominale (potenzialmente anche foneticamente nullo). Il lettore interessato è invitato ad approfondire i vari aspetti tecnici in Chesi 2015)

I vantaggi di questo approccio sono notevoli: da un lato si ha una derivazione che corrisponde esattamente all’ordine in cui le parole vengono lette e pronunciate; dall’altro si fa esplicito riferimento alla memoria di lavoro e si può notare (passi 4-6 in (16)) che tale memoria è popolata contemporaneamente dai due elementi che quindi potranno in qualche modo interferire generando la difficoltà che vorremmo spiegare.

In effetti sappiamo che l’interferenza nella memoria di lavoro è una delle principali limitazioni all’accesso delle informazioni (Anderson e Neely 1996; Crowder 1976; vedere Nairne 2002 per una panoramica sul tema). Inoltre sappiamo che il momento più critico è rappresentato dal recupero dell’informazione, con pochissimi effetti in fase di archiviazione e mantenimento dell’informazione nella memoria di lavoro (Dillon e Bittner 1975; Gardiner e colleghi 1972; Tehan e Humphreys 1996).

Volendo quindi attribuire al verbo il ruolo principale di elemento scatenante la fase del recupero, e volendo utilizzare i tratti che questo porta come indizi per selezionare un elemento in memoria piuttosto che un altro (seguendo l’intuizione del modello cue-based, Van Dyke & McElree 2006) possiamo formulare una precisa metrica basata sui seguenti tratti a disposizione degli elementi lessicali in gioco:

- (17) Descrizioni definite: [D, num, N]
 Nomi propri: [D, num, N_{prop}]
 Pronomi personali: [D, case, pers, num]

In pratica i tratti di numero (num, cioè plurale o singolare) sono specificati in tutti e tre le tipologie di elementi, quelli di caso solo sui pronomi (io vs. me), così come i tratti marcati di persona (prima o seconda; la terza persona viene solitamente considerata come una forma di default); infine la restrizione lessicale N è diversa per quanto concerne nomi comuni (N appunto) e nomi propri (N_{prop}) questo perché i due elementi si comportano in modo diverso (in particolare i nomi propri possono costituire un sintagma nominale completo senza la necessità di essere introdotti da un determinante). La restrizione lessicale è invece assente nei pronomi personali.

Sapendo di richiedere al lettore un piccolo sforzo, presenterò adesso una esplicita metrica di complessità (Feature Retrieval Cost) che si basa appunto sul recupero degli elementi in memoria in base ai tratti a disposizione: in parole semplici, il recupero di un elemento sarà più facile quando maggiori saranno i tratti che lo contraddistinguono e che sono indicati dal verbo; più difficile sarà il recupero quando in memoria ci saranno più elementi tutti ugualmente compatibili con i tratti che il verbo richiede.

$$(18) \quad C_{\text{FRC}}(x) = \prod_{i=1}^{m_x} \frac{(1+nF_i)^{m_i}}{(1+dF_i)}$$

In termini più precisi, il costo del recupero di un elemento in memoria, giunti alla parola X, sarà proporzionale al prodotto dei costi del recupero dei singoli elementi in memoria e questi costi cresceranno in modo esponenziale in base al numero degli elementi in memoria (m_i) e al numero dei tratti non distinti che dovranno essere recuperati (nF_i); tale costo decrescerà in base al numero di tratti distinti che il verbo esplicitamente richiede (dF_i).

In pratica quindi, nel caso D–D (“it was [D, num_sing, N the lawyer] who [D, num_sing, N the businessman] avoided...”) il costo sarà particolarmente alto:

$$C_{\text{FRC}}(\text{avoided}) = 16$$

Ovvero $16 \cdot 1$, poiché 16 sarà il costo del recupero del sintagma soggetto ([+D, +num_sing, N the businessman] visto che $nF=3$, cioè [D, num_sing, N], $m=2$, poiché due elementi sono in memoria in quel momento, e $dF=0$ poiché nessun tratto espresso dal verbo distingue “the lawyer” da “the

businessman”); mentre il costo per il recupero dell’oggetto diretto “the lawyer” è 1, poiché $nF=0$, $m=1$ e $dF=0$.

Stesso esatto costo nel caso N-N (“it was [D, num_sing, N_prop Patricia] who [D, num_sing, N_prop Daan] avoided...”) visto che entrambe le restrizioni lessicali saranno di tipo N_{prop} (ovvero indistinguibili l’una dall’altra).

Nel caso dei pronomi, invece, (“it was [D, num_sing, per_II, case you] who [D, num_pl, per_I, case_nom we] avoided...”) il costo sarà molto minore:

$$C_{FRC}(\text{avoided}) = 2$$

Cioè $2 \cdot 1$, poiché 2 sarà il costo del recupero del pronome soggetto ([D, num_pl, per_I, case_nom we] visto che $nF=1$, cioè [D], $m=2$, poiché due elementi sono in memoria in quel momento, e $dF=1$ poiché il caso nominativo di “we” è selezionato dal verbo); il costo per il recupero dell’oggetto diretto sarà sempre 1 (poiché $nF=0$, $m=1$ e $dF=0$).

Così facendo possiamo assegnare un valore ad ogni condizione, ad esempio D-N (“it was [D, num_sing, N the lawyer] who [D, num_sing, N_prop Dan] avoided...”) ottenendo costi intermedi:

$$C_{FRC}(\text{avoided}) = 12,25$$

Ovvero $12,25 \cdot 1$, poiché 12,25 sarà il costo del recupero del sintagma soggetto ([+D, +num_sing, N_prop Dan] visto che $nF=2,5$, cioè 2 per [D, num_sing] + 0,5 per la differenza tra [N] e [N_prop], $m=2$, poiché due elementi sono in memoria in quel momento, e $dF=0$ poiché nessun tratto espresso dal verbo distingue “the lawyer” da “Dan”).

Oppure P-D (“it was [D, num_sing, per_II, case you] who [D, num_sing, N the lawyer] avoided...”):

$$C_{FRC}(\text{avoided}) = 9$$

Con 9 che sarà il costo del recupero del sintagma soggetto [D, num_sing, N the lawyer], visto che $nF=2$, cioè 2 per [D, num_sing] e [N_prop], $m=2$, poiché due elementi sono in memoria in quel momento, e $dF=0$ poiché nessun tratto espresso dal verbo distingue “the lawyer” da “you”).

In conclusione, a tutte le combinazioni possiamo adesso dare un costo preciso che può essere valutato proporzionalmente al rallentamento dei tempi di lettura (costi più alti dovrebbero corrispondere a tempi più alti di lettura):

- (19) Comparazione previsioni di complessità utilizzando la teoria della località basata su tratti e la nuova metrica basata sul recupero in memoria di lavoro (FRC, Feature Retrieval Cost):

Condizione	D-D	D-N	D-P	N-D	N-N	N-P	P-D	P-N	P-P
Tempi lettura (ms)	365	319	306	348	347	291	348	311	291
Previsione teoria L	difficile	?	facile	?	difficile	facile	facile	facile	facile
Previsione FRC	16	12,25	4,5	12,25	16	4,5	9	9	1

Nella maggior parte dei casi, queste previsioni sembrano andare nella direzione giusta, crucialmente migliorando le aspettative di tutte le teorie fin qui discusse.

5. Conclusioni

In questo breve articolo ho cercato di illustrare il processamento di alcune frasi in cui minime variazioni dei sintagmi nominali producono apprezzabili differenze in termini di difficoltà percepita. È stato mostrato come per poter render conto di queste differenze occorra una teoria grammaticale esplicita e una derivazione precisa della struttura frasale che permetta di prevedere il corretto ordine delle parole e l’impatto, in termini di processamento in tempo reale, delle singole operazioni di costruzione della struttura: la teoria minimalista e l’applicazione dell’idea della località in termini di tratti coinvolti nelle dipendenze non-locali ha permesso di inquadrare

precisamente l'ipotesi della “similarità” proposta da Gordon e colleghi. Alcune varianti della teoria standard si sono comunque rese necessarie per migliorare le previsioni: si è dovuto invertire la direzionalità della costruzione della struttura frasale, partendo dall'alto (complementatore), anziché dal basso (oggetto diretto). Così facendo, siamo stati in grado di prevedere quando le problematicità di un enunciato si presenterà (i.e. sul verbo della struttura relativa) e quali elementi causeranno maggiore difficoltà (i.e. sintagmi nominali coinvolti nelle dipendenze non-locali che presentano una forte similarità di tratti).

Sebbene l'approccio Top-down non sia ad oggi la versione più accreditata della teoria minimalista, i vantaggi che dalla sua adozione si traggono ci lasciano in questo contesto decisamente soddisfatti.

Riferimenti bibliografici

- Anderson, M. C., & Neely, J. H. (1996). Interference and inhibition in memory retrieval. In E. L. Bjork & R. A. Bjork (Eds.). *Handbook of perception and memory, Memory* (Vol. 10, pp. 237–313). San Diego: Academic Press.
- Bianchi, V. (2002). Headed relative clauses in generative syntax. Part I. *Glott International*, 6(7), 197-204.
- Chesi C. (2004) *Phases and Cartography in Linguistic Computation: toward a Cognitively Motivated Computational Model of Linguistic Competence*. Siena: Ph.D. Thesis
- Chesi C. (2012) *Competence & Computation*. Padova: Unipress.
- Chesi C. (2015) On directionality of phrase structure building. *Journal of Psycholinguistic Research*. 44(1): 1-50
- Chomsky N. (1995) *The Minimalist Program*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Crowder, R. G. (1976). *Principles of learning and memory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dillon, R. F., & Bittner, L. A. (1975). Analysis of retrieval cues and release from proactive inhibition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 616–622.
- Friedmann, Belletti & Rizzi (2009) Relativized relatives: Types of intervention in the acquisition of A-bar dependencies. *Lingua*. 119.1: 67-88.
- Gardiner, J. M., Craik, F. I. M., & Birstwistle, J. (1972). Retrieval cues and release from proactive inhibition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 778–783.
- Jurafsky D., J. H. Martin (2008). *Speech and Language processing: An introduction to natural language processing. Computational Linguistics and Speech Recognition*. II edition. Prentice Hall, NJ, USA.
- Nairne, J. S. (2002). The myth of the encoding-retrieval match. *Memory*, 1(5/6), 389–395.
- Tehan, G., & Humphreys, M. S. (1996). Cuing effects in short-term recall. *Memory and Cognition*, 24, 719–732.
- Van Dyke & Mc Elree (2006) Retrieval interference in sentence processing. *Journal of Memory and Language*. 55(2): 157-166.
- Warren & Gibson (2005) Effects of NP type in reading cleft sentences in English. *Language and Cognitive Processes*. 20: 751-767