

*“Accada quel che deve accadere;
io voglio vedere il **seme** da cui provengo,
anche se è umile. [...] Son stato generato
così, non potrei diventare altro; dunque
voglio andare fino in fondo nel conoscere
la mia **origine**.”*

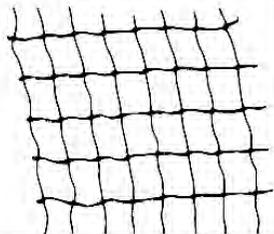
(Sofocle, Edipo Re, 1076 sgg.)

I confini di Babele.

Riflessi(oni) tra linguaggio e cervello

Andrea Moro
Scuola Superiore Universitaria IUSS Pavia

Ne.T.S.



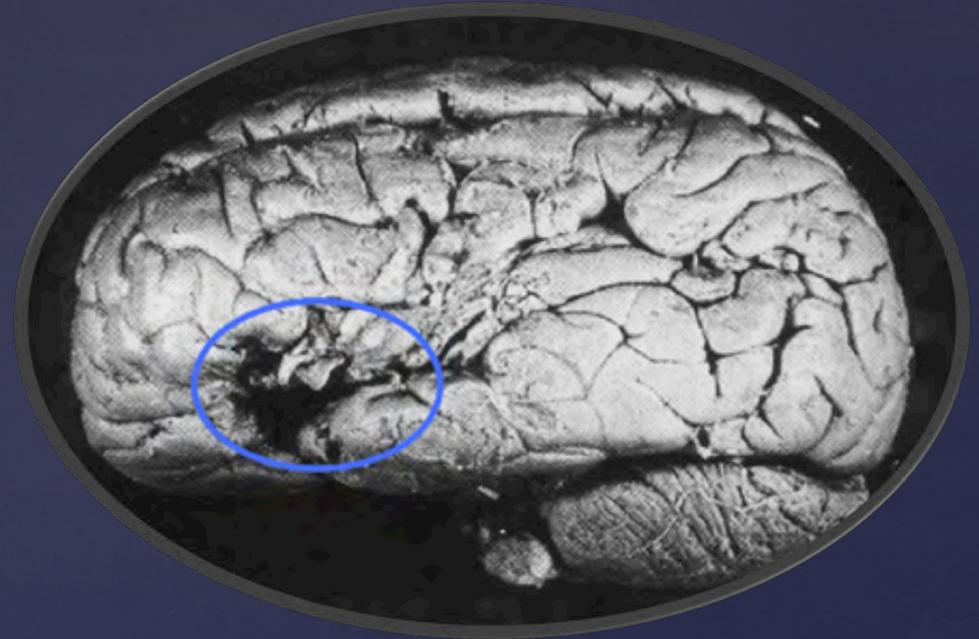
IUSS Center for Neurocognition and Theoretical Syntax



La grande sfida

Che il **linguaggio** dipenda dal cervello è noto almeno dalla metà dell'ottocento.

La domanda nuova è se anche **i tipi di regole** della grammatica dipendono dal cervello.



Il cervello di Tantan

Biologia e ideologia

*“Una ricerca biologica sul **linguaggio** appare necessariamente paradossale dal momento che viene così ampiamente ammesso che le **lingue** consistono di convenzioni culturali di natura arbitraria.”*

(Eric Lenneberg, 1967)

Un'aspettativa mancata

“C’era al laboratorio la convinzione generale e irresistibile che con le nuove conoscenze di cibernetica e con le recenti tecniche della teoria dell’informazione si era arrivati all’ultimo cunicolo verso una comprensione completa della complessità della comunicazione nell’animale e nella macchina”

(Yehoshua Bar Hillel, 1970)

La svolta: complessità, uniformità e apprendimento

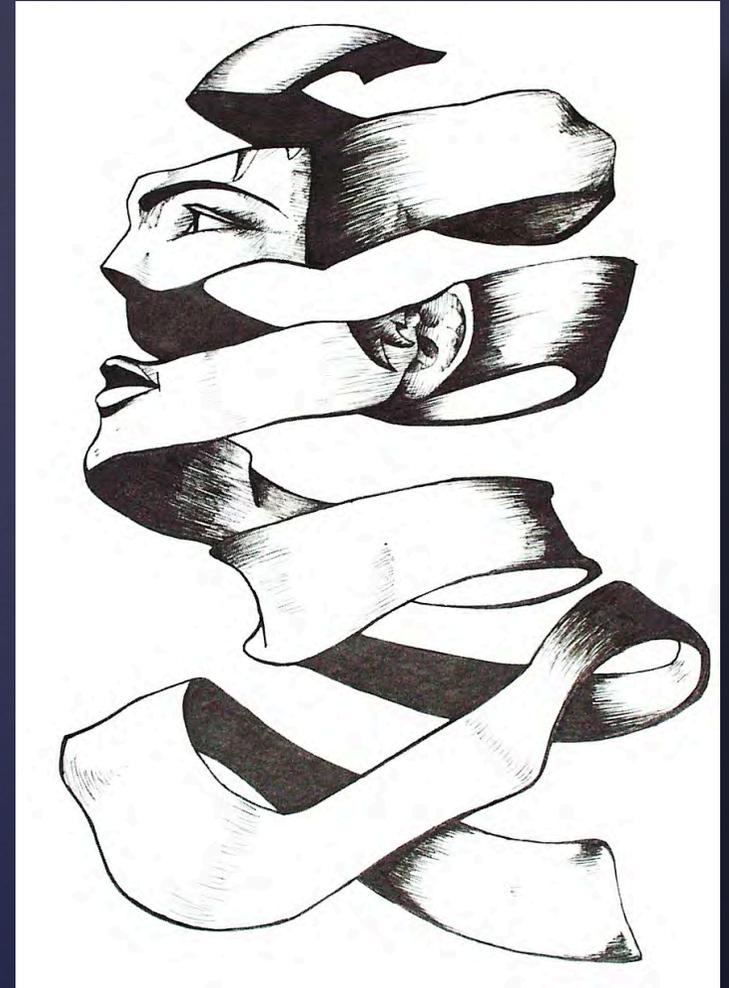
*“Il fatto che tutti i bambini normali acquisiscano delle grammatiche sostanzialmente comparabili, di grande complessità e con notevole rapidità suggerisce che **gli esseri umani siano in qualche modo progettati in modo speciale.**”*

(Noam Chomsky, 1959)

La sintassi ovvero umano, solo umano

“I sistemi di comunicazione di tutti gli altri animali si basano su un numero limitato e fisso di insieme di messaggi discreti, quasi esclusivamente circoscritti al qui e ora”

(Stephen Anderson, 2008)



Un esperimento decisivo: le scimmie

Can an Ape Create a Sentence?

H. S. Terrace; L. A. Petitto; R. J. Sanders; T. G. Bever

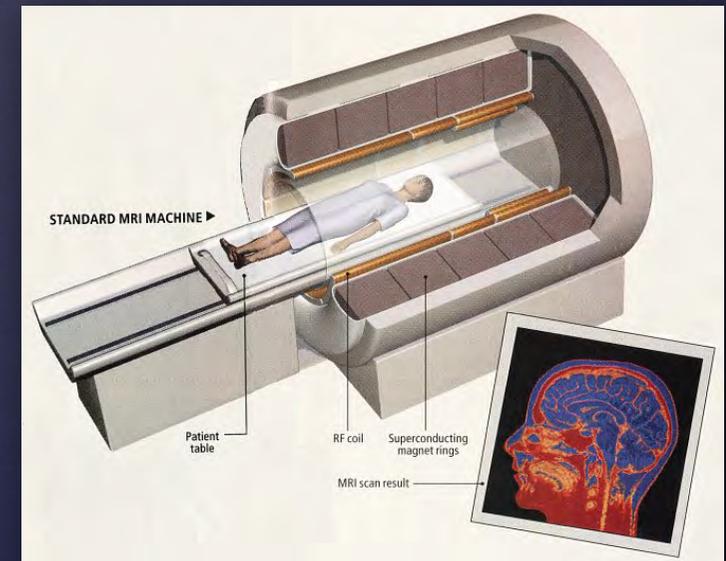
Science, New Series, Vol. 206, No. 4421 (Nov. 23, 1979), 891-902.

*“I sistemi di comunicazione di **tutti gli altri animali** si basano su un numero limitato e fisso di insieme di messaggi discreti”*

(Stephen Anderson, 2008)

Oltre la patologia: la rivoluzione delle neuroimmagini

- È ora possibile valutare indirettamente l'attività cerebrale in soggetti sani tramite la misura del consumo di energia associato al flusso ematico.
- Non esistono dati diretti: si può solo procedere tramite confronti tra attività diverse o momenti diversi di una stessa attività.



Il passo preliminare: la ricerca della sintassi “pura” nel cervello

- il gulco gianigeva la brala
- nafantavano gli oprammi
- il lappento non tonce mai
- quella molmeca non alinava la frida
- il triaggo fabbisce ogni lustasio
- si tasalano molte barne
- tutti i gorpotti sono stati gasporati

Errori “selettivi” come rivelatori

il gulco gianitzgreva la brala

fonologici

il gulco gianigevano la brala

morfosintattici

gulco il gianigeva brala la

sintattici

Esiste una rete dedicata alla sintassi

Syntax and the Brain: Disentangling Grammar by Selective Anomalies

A. Moro,^{*}† M. Tettamanti,[‡] D. Perani,^{*,§¹} C. Donati,¹ S. F. Cappa,^{*} and F. Fazio^{‡,§||}

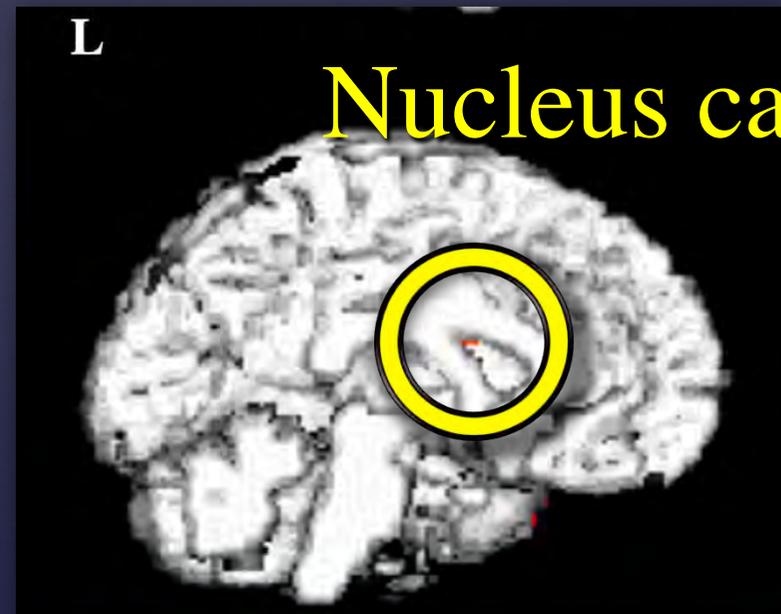
^{}Università "Vita-Salute" San Raffaele, Via Olgettina 60, 20132 Milano, Italy; †Università degli studi di Bologna; ‡Istituto Scientifico San Raffaele HSR; §Istituto di Neuroscienze e Bioimmagini-C.N.R., Milano; ¹Università di Urbino; and ||Università Statale di Milano-Bicocca*

Received May 30, 2000; published online November 3, 2000

Broca's area



Nucleus caudatus



Prove e conferme ulteriori

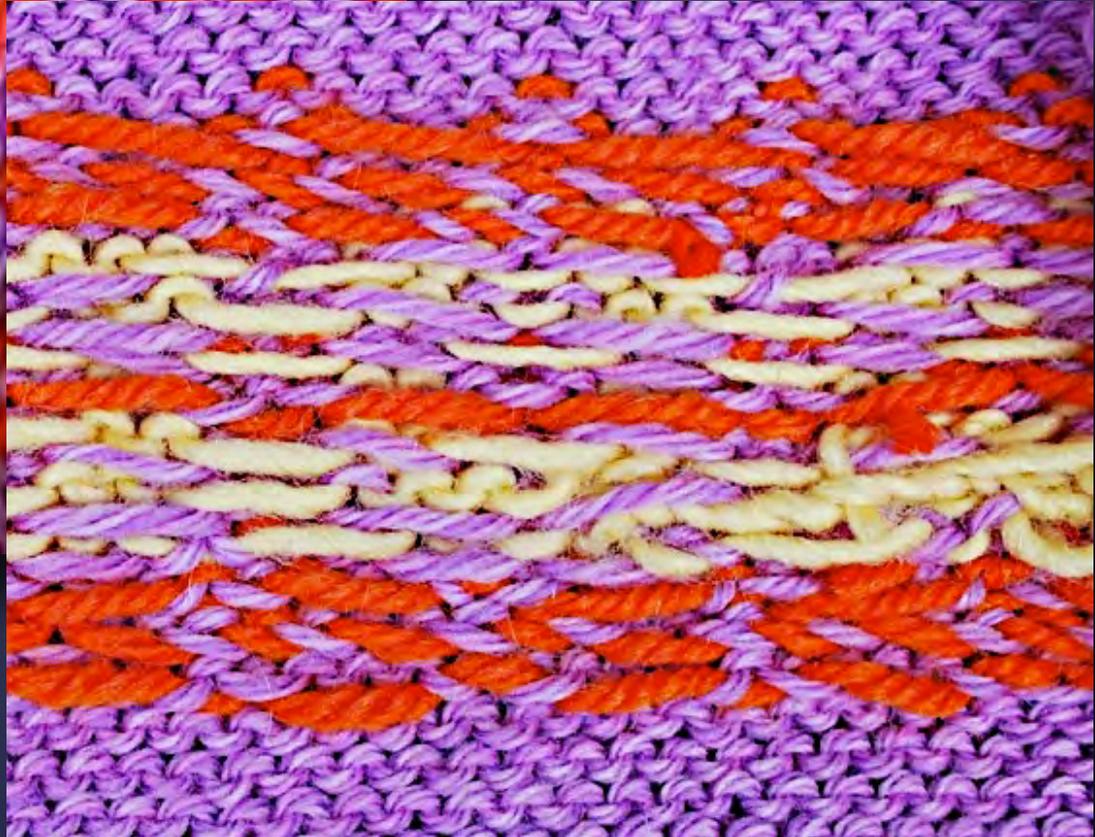
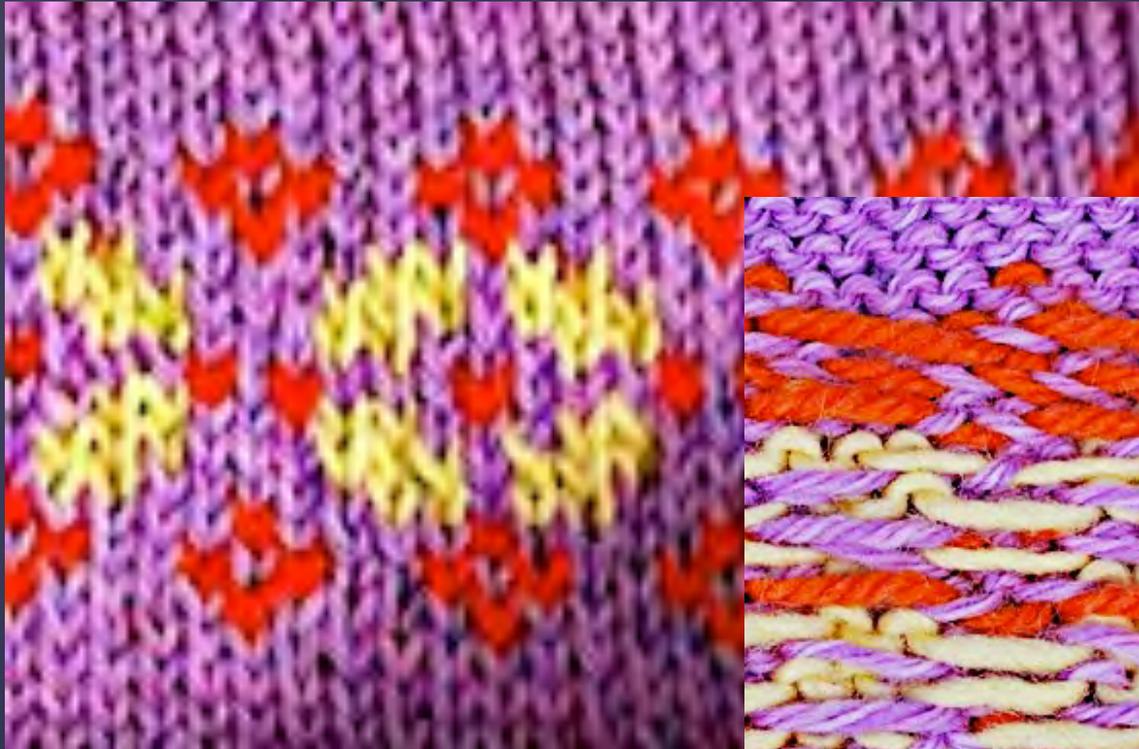
The boundaries of language and thought: neural basis of inference making

Martin M. Monti^{* †} Lawrence M. Parsons[‡], and Daniel N. Osherson[†]

^{*}Cognition and Brain Sciences Unit, Medical Research Council, 15 Chaucer Rd, Cambridge CB2 7EF, UK, [†]Department of Psychology, Princeton University, Green Hall, Princeton NJ 08540, USA, and [‡]Department of Psychology, University of Sheffield, Sheffield S10 2TN, UK

(Monti et al., *PNAS*, 2009)

La trama nascosta

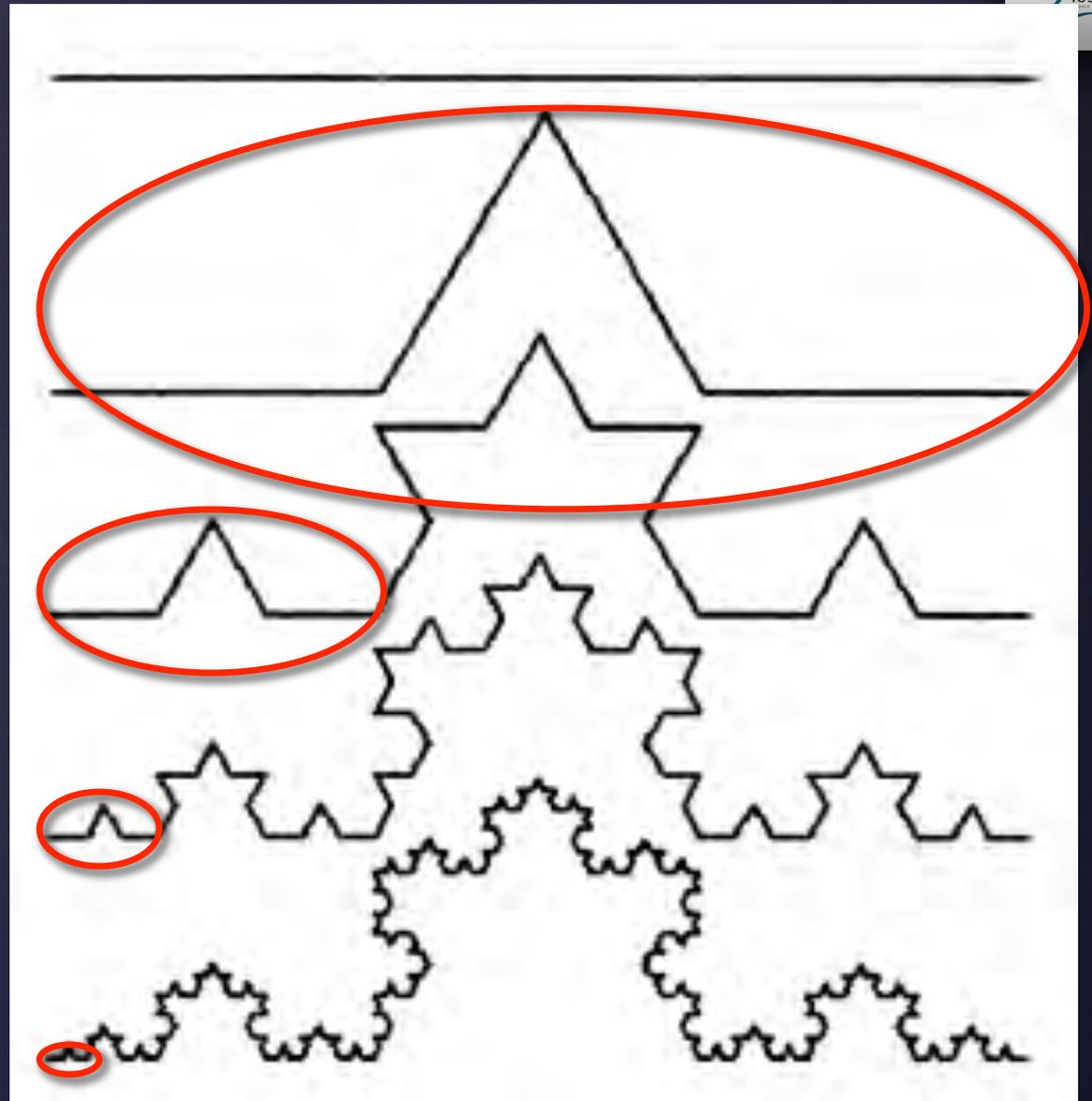


Abbreviare in scatolando

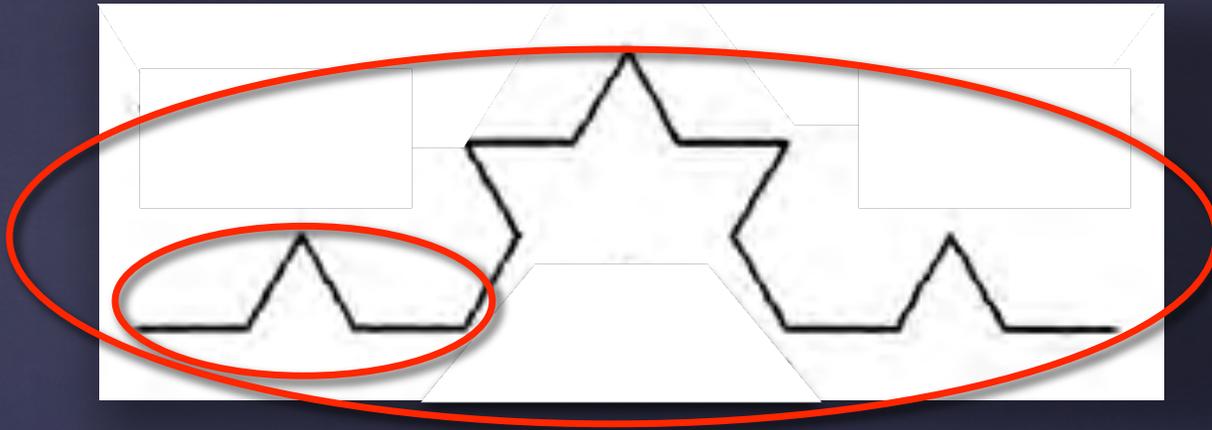
Andrea ama Bach e Andrea vive a New York

Andrea che ama Bach vive a New York

Autosimilarità
ovvero quando
una parte ha la
struttura del tutto



Somiglianze inaspettate



Andrea che ama Bach vive a New York

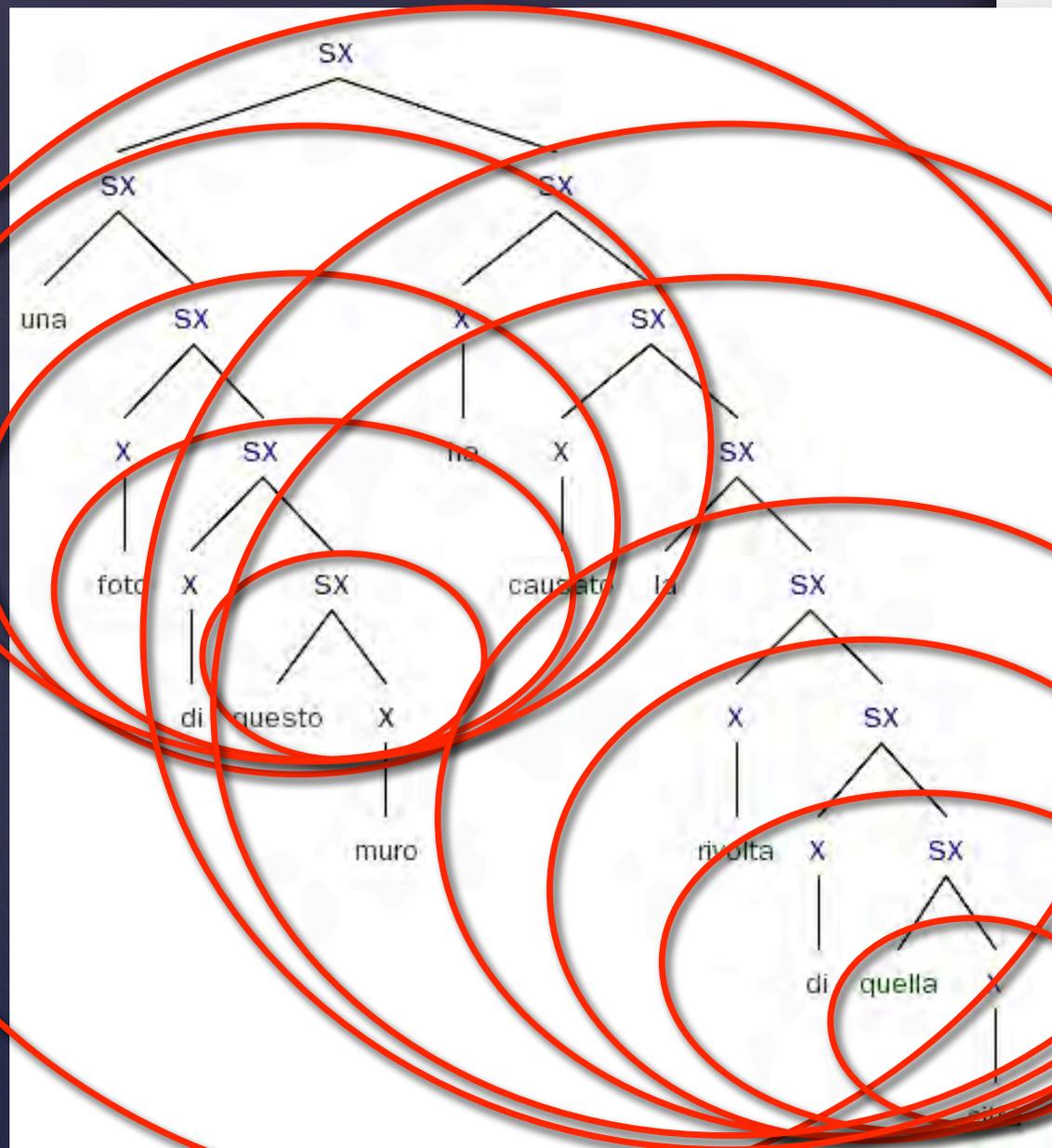
Un contrasto lineare

Giovanni corre

* *Giovanni corrono*

Coloro i quali amano Giovanni corrono

La natura
ricorsiva della
sintassi umana
ovvero quando
una parte ha
la struttura
del tutto.



Un principio generale

Nessuna regola può basarsi **solo** sulla posizione delle parole nella sequenza.

Esempio di regola impossibile

Una frase diventa negativa se inserisco **no**
sempre come **seconda** parola

Giovanni scrisse un libro

Giovanni **non** scrisse un libro

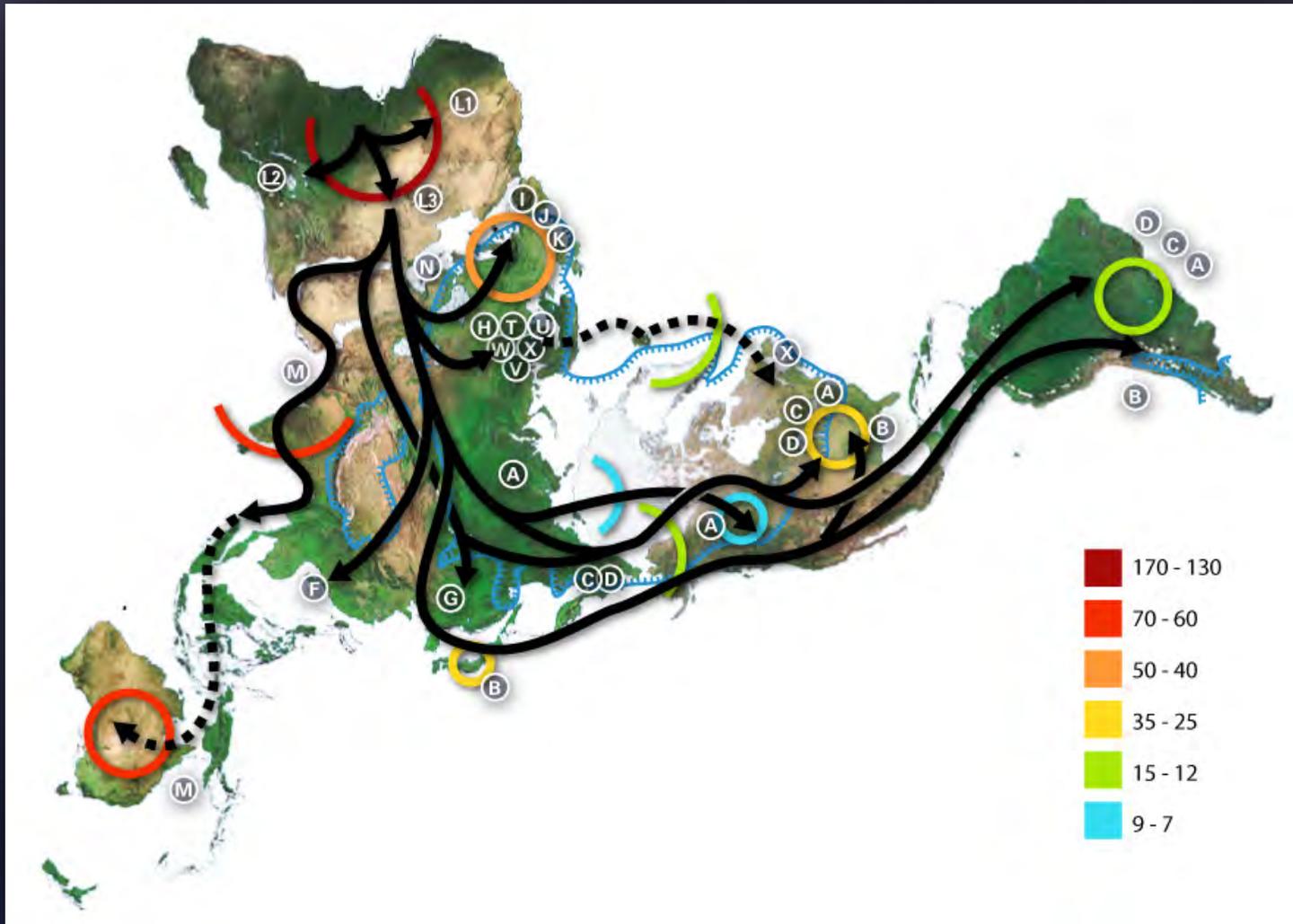
Mio fratello scrisse un libro

Mio **non** fratello scrisse un libro

I confini di Babele

Perché nelle lingue umane troviamo solo alcuni tipi di regole?

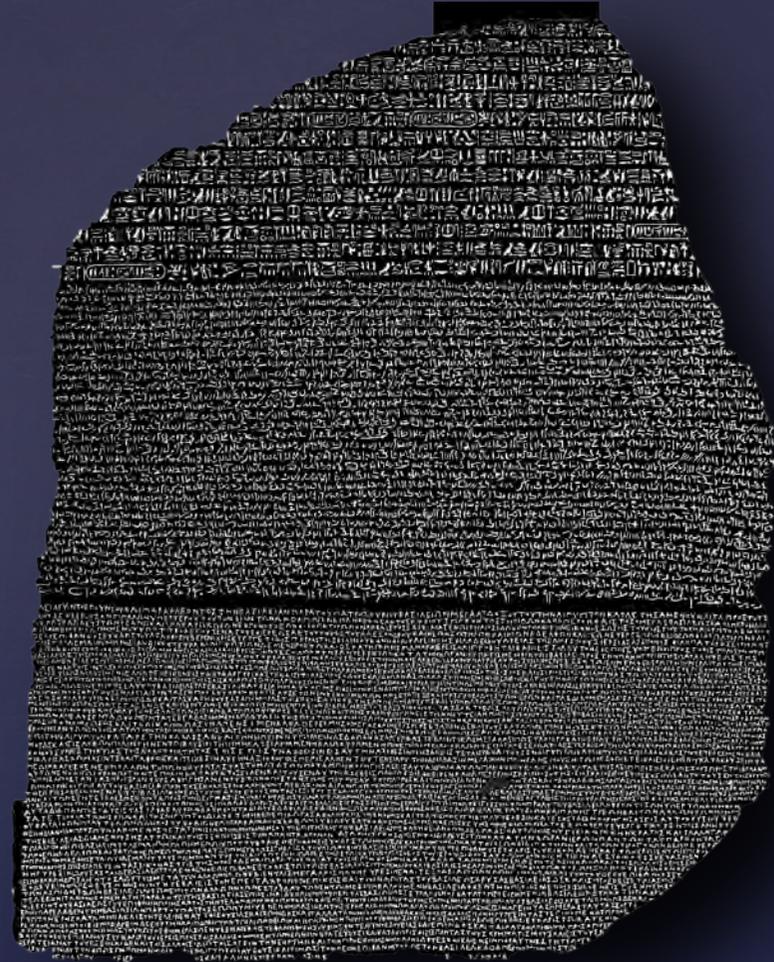
La monogenesi della specie e delle lingue



La comune origine non è l'unica spiegazione per l'esistenza dei confini di babele.

Ritorno a Babele

Sapendo che la sintassi
attiva un circuito
dedicato possiamo
verificare la reazione
a “lingue impossibili”.



Il cervello e le lingue impossibili

A un gruppo di soggetti esposti solo alla lingua tedesca sono state impartite lezioni di italiano e giapponese che nascondevano **regole impossibili**.

L'esperimento misurava **la reazione del cervello** nell'area di Broca durante l'apprendimento delle regole possibili e di quelle impossibili.

(Nature Neuroscience 2003; cfr. Kandel 2012⁵)

2001

Neural Correlates for the Acquisition of Natural Language Syntax

Marco Tettamanti,^{*†1} Hatem Alkadhi,[†] Andrea Moro,[‡] Daniela Perani,^{‡§}
Sovros Kollias.[†] and Dorothea Weniger[†]

CORTEX 45 (2009) 825-838

**Scientific Institute San Raffaele, Mil.
Milan, Italy;*



ELSEVIER

available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cortex



nature
neuroscience

Research report

Syntax without language: Neurobiological evidence for cross-domain syntactic computations

Marco Tettamanti^{a,b,c,d,*}, Irene Rotondi^e, Daniela Perani^{a,b,c,d,e}, Giuseppe Scotti^{a,c,e},
Ferruccio Fazio^{b,f,g}, Stefano F. Cappa^{a,c,e} and Andrea Moro^{a,c,e}

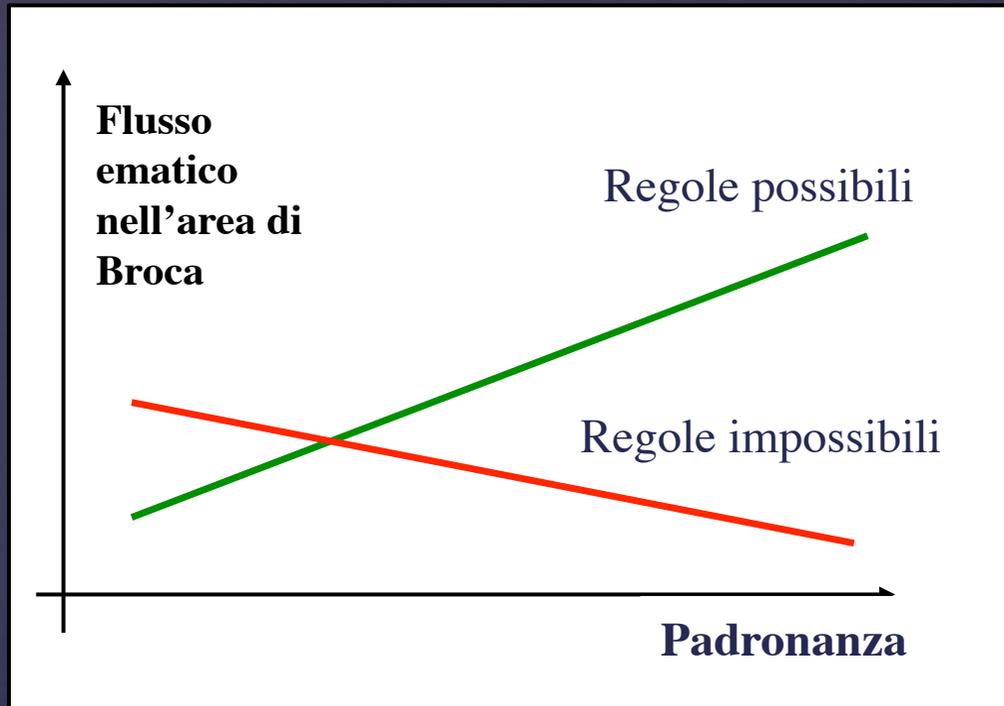
Broca's area and the language instinct

Mariacristina Musso¹, Andrea Moro², Volkmar Glauche¹, Michel Rijntjes¹, Jürgen Reichenbach³,
Christian Büchel¹ & Cornelius Weiller¹

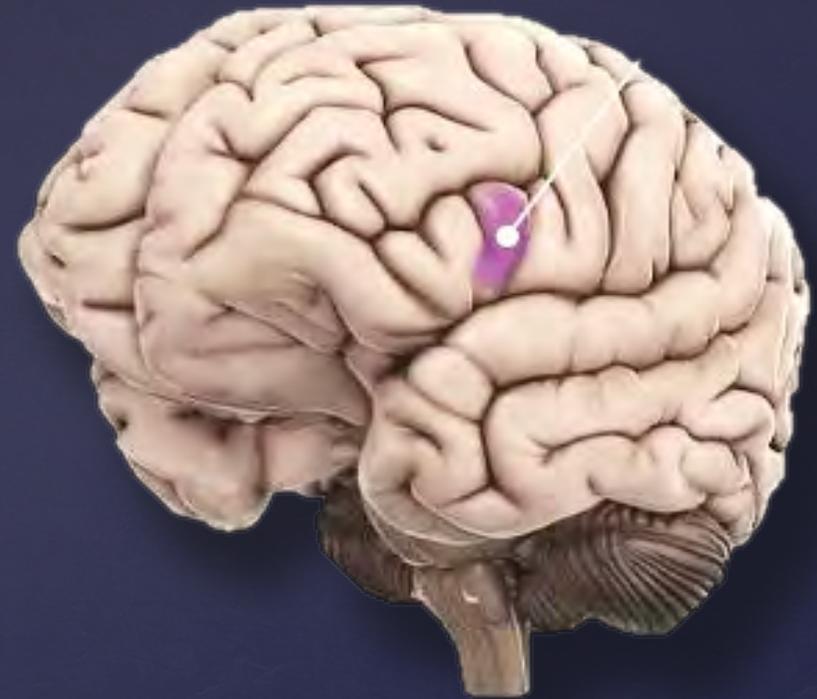
2003

2009

Una chiara dissociazione



Area di Broca



Il flusso ematico nell'area di Broca **augmenta** all'aumentare della padronanza delle regole possibili e **diminuisce** all'aumentare di quelle impossibili.

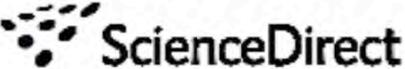
Conseguenze: (ir)rilevanza del sistema mirror

CORTEX 44 (2011) 1-13



ELSEVIER

available at www.sciencedirect.com



journal homepage: www.elsevier.com/locate/cortex



La sintassi come emancipazione del sistema motorio

Mirror neurons and the evolution of language

Michael C. Corballis

Department of Psychology, University of Auckland, Private Bag 92019, Auckland 1142, New Zealand

ARTICLE INFO

Article history:

Accepted 25 February 2009

Available online 1 April 2009

Keywords:

Mirror neurons

Language

Speech

Evolution

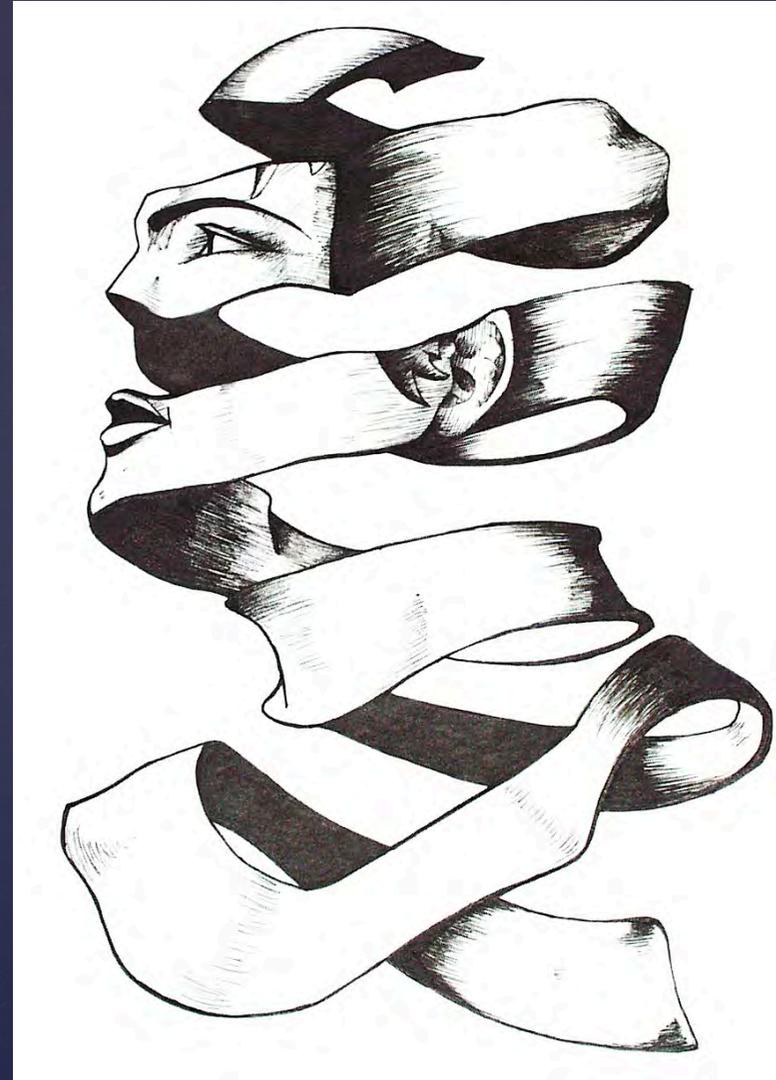
Gesture

ABSTRACT

The mirror system provided a natural platform for the subsequent evolution of language. In nonhuman primates, the system provides for the understanding of biological action, and possibly for imitation, both prerequisites for language. I argue that language evolved from manual gestures, initially as a system of pantomime, but with gestures gradually “conventionalizing” to assume more symbolic form. The evolution of episodic memory and mental time travel, probably beginning with the genus *Homo* during the Pleistocene, created pressure for the system to “grammaticalize,” involving the increased vocabulary necessary to refer to episodes separated in time and place from the present, constructions such as tense to refer to time itself, and the generativity to construct future (and fictional) episodes. In parallel with grammaticalization, the language medium gradually incorporated facial and then vocal elements, culminating in autonomous speech (albeit accompanied still by manual gesture) in our own species, *Homo sapiens*.

© 2009 Elsevier Inc. All rights reserved.

Perché esiste
la sintassi?



Senza una ragione logica.

pensano che Giovanni voglia sentire **Pietro**
prima di incontrare **Andrea** ?

Chi pensano che Giovanni voglia sentire
__ prima di incontrare Andrea?

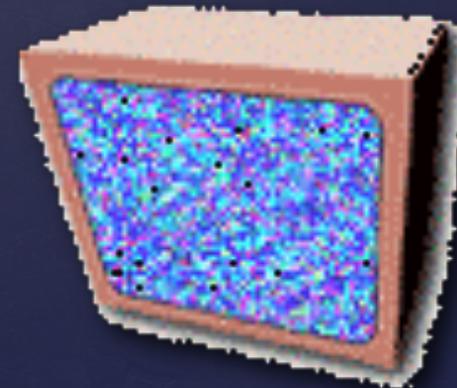
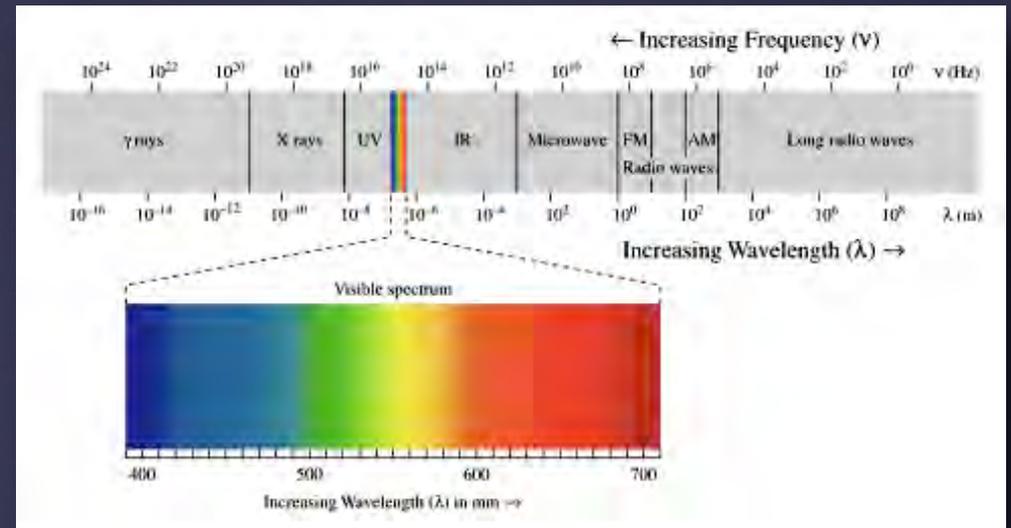
* Chi pensano che Giovanni voglia sentire
Andrea prima di incontrare __ ?

Chi pensano che Giovanni creda che Maria
dica che Andrea desidera incontrare __ ?

Grammatiche e colori

L'occhio umano è sensibile solo ad una ristretta gamma di onde elettromagnetiche

Non è implausibile pensare che una maggior potenza potrebbe portare ad un sovraccarico.



Un filtro per le grammatiche

Il motivo per cui il cervello è sensibile solo ad alcune grammatiche potrebbe essere simile al motivo per cui l'occhio non vede tutte le radiazioni elettromagnetiche: troppa informazione porterebbe al caos totale. Il motivo per cui il cervello è sensibile solo ad alcune grammatiche potrebbe essere simile al motivo per cui l'occhio non vede tutte le radiazioni elettromagnetiche: troppa informazione porterebbe al caos totale.

A closer look at the turtle's eyes

Andrea Moro¹

Institute for Advanced Study IUSS, Pavia, Italy

There are works in science that become important not only for the relevance of the empirical and theoretical findings they originally provide but also because they come at a special moment and help the scientific community to disentangle the debate when things start to get involuted and research paths tend to go in circles. The work presented by Pallier et al. in PNAS (1) certainly meets this special requirement: quantitative neuropsychological data are offered to support the hypothesis that words are combined into hierarchical structures (i.e., constituents) rather than being linearly organized. To arrive at such a conclusion, the authors provide evidence that a set of brain regions responds monotonically to the hierarchical constituent structure of sentences, thus shedding light on the cortical implementation of a central aspect of lan-

guage [the sentence "The turtle loves Beatrice] is surprising]. Of course, recursion can be potentially iterated ad infinitum, pace extragrammatical restrictions on parsing and memory limits. After more than 50 years, clearly, this work [and the enormous amount of research it yielded (4, 5)] cannot be ignored and can be considered the precursor to the new wave of studies on the relationship between language and the brain. The landmark results presented by Pallier et al. (1) can also be thought of as a way to give

Recursion makes such a thing as rigid dependency impossible in natural languages.

ably have a hierarchical architecture but certainly not a recursive one (6). Now, recursion has several interesting effects on language structure: it provides a formal mechanism to capture the fact that sentences do not have an upper bound length limit (much as there is no such thing as the biggest number, there is no such thing as the longest sentence) and, crucially, it makes it impossible for a syntactic rule affecting two (or more) words to be based on the position of the words in the linear sequence where they occur; call these conceivable rules "rigid dependencies." In fact, because by definition one could always recursively insert new material between two dependent words, their relative position in the sequence can indefinitely change, and it becomes irrelevant; in other words, recursion makes such a thing as rigid dependency impossible in natural languages.



F

Andrea Moro

 **Parlo** 

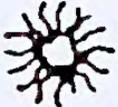
dunque sono

    **R**

A D E L P H I

    **Z**

        **Q**

grazie

