

# Filogenesi e percezione: categorizzazione psicofisiologica di specie animali e oggetti

I CONTRIBUTI

Sara Invitto, Silvia Sammarco,  
Nadia Durante, Arianna Mignozzi

Department of Biological and Environmental Sciences and Technologies  
University of Salento

ABSTRACT

In the literature of neuropsychological and neuroimaging techniques have been highlighted functional dissociations in brain activity during the processing of stimuli belonging to different semantic categories, such as animals, objects, tools, faces, places. The purpose of the present study was to gather information about the processing of stimuli from different domains, in order to observe the emergence of conceptual knowledge and linguistic categorization linked to a perceptual path. Were recorded Event Related Potentials (ERP), especially N200 and P300 waves; subjects in the sample have performed a task of perceptual recognition of 56 images of animals, objects, and colored backgrounds. The animals, presented in different trials were grouped according to the phylogenetic scale in Pisces (F), Reptiles (R), mammals (M). Pictures of animals more “distant” from the phylogenetic point of view have activated the cortical processing differently than images of animals “neighbors”, regardless of familiarity with the stimulus presented. The right hemisphere seems to be more sensitive to differences related to visual stimuli phylogenetically more “distant” and are processed more slowly.

**Keywords:** ERP, perceptual Categorization, phylogenetic scale

## Introduzione

Il presente lavoro si propone di investigare come il percepito “naturale” elicitì livelli diversi di attivazione corticale (cognitiva) e sottocorticale (emozionale) e come differenti stimoli possano essere legati a memoria implicita e ad attivazioni sottocorticali, in maniera proporzionale alla scala filogenetica.

L'intelligenza naturalistica è una manifestazione di intelligenza umana, secondo la classificazione operata da Howard Gardner nella sua *Multiple Intelligences Theory*. Essa è definita come l'abilità di entrare in connessione profonda con gli esseri viventi non umani e di apprezzare l'effetto che questa relazione ha su di noi e sull'ambiente esterno (Gardner, 1999). Questa forma di intelligenza richiede un'abilità sensoria sviluppata con la quale si percepiscono gli organismi viventi, una capacità di ragionamento logico che ci permette di distinguerli e di classificarli in base ad alcuni parametri logici, una particolare sensibilità emotiva verso ciò che è “naturale” e infine una certa sapienza esistenziale che ci consente di legare insieme tutte queste qualità sulla base di esperienze d'ordine spirituale (Gardner, 1999). Se la biofilia, come è stato detto, è un complesso di regole di apprendimento filogeneticamente adattative, essa potrebbe costituire la base fisiologica e il potenziale psichico dal quale far emergere l'intelligenza naturalistica.

Tuttavia, come osserva Richard Louv, se i bambini non hanno un adeguato rapporto con la natura, la biofilia non viene stimolata e l'intelligenza naturalistica si atrofizza, provocando danni nello sviluppo fisico e psichico dei bambini che Louv definisce complessivamente come “nature deficit disorder” (Louv, 2005; Charles & Louv, 2009). È necessario quindi che la pedagogia dell'intelligenza naturalistica ritrovi la sua vocazione originaria, educando le persone a riconoscere le peculiarità dello stato vivente della materia (Buiatti & Buiatti, 2001), nelle sue manifestazioni di autopoiesi (Maturana & Varela, 1980) di neg-entropia (Schroedinger, 1942) e di processo mentale (Bateson, 1980). La vita è un fenomeno naturale diverso e unico rispetto a tutto il resto (Capra, 1996; Buiatti & Buiatti, 2008). Diventa quindi necessario poter disporre di una cornice teorica a cui riferire il singolo particolare e che renda ragione, per esempio, tanto della tassonomia del vivente, quanto dei grandi cicli biogeochimici così come del sentimento di affiliazione che si prova per la Natura.

Secondo Caramazza (Caramazza et al., 2003), che propone un modello specifico del dominio di rappresentazione della conoscenza concettuale, i circuiti neurali dedicati alla elaborazione di particolari categorie semantiche sono neuroanatomicamente e funzionalmente separati. Questi sistemi specifici potrebbero essere originariamente sviluppati per l'identificazione rapida ed efficiente di oggetti provenienti da particolari categorie con un vantaggio di sopravvivenza e riflettono un'organizzazione categoriale innata del cervello. Il modello propone che i sistemi di rappresentazione dominio-specifici, cui si accede da stimoli verbali e visivi, siano archivio di informazioni concettualmente legate ad una particolare categoria. Secondo questo punto di vista un danno ad un sistema semantico ostacola tutte le informazioni semantiche relative ad una categoria (visivo, funzionale, ecc.). D'altra parte, Tyler e Moss (2001) hanno proposto un modello in cui categorie semantiche e di dominio non sono esplicitamente rappresentate, ma sono proprietà emergenti della struttura. Il contenuto dipenderà da modelli specifici di attivazione cerebrale in risposta a stimoli con caratteristiche percettive e funzionali specifiche. Ad esempio, caratteristiche distintive o in comune determinano il grado di segregazione o di sovrapposizione nel locus di attivazione del cervello. Pertanto, i siti di attivazione in risposta a "leone" e "canarino" sarebbero simili non perché le parole appartengono allo stesso dominio, ma perché condividono proprietà percettive (gambe, occhi, volti, ecc.).

D'altra parte, in letteratura si possono riscontrare numerose incongruenze circa questa chiara separazione neuroanatomica di circuiti neurali dedicati.

A questo proposito, Gerlach (2007), ha effettuato ha effettuato, attraverso uno studio con PET, il livello di categorizzazione di immagini naturali, artificiali o non reali. Nella prima condizione i soggetti dovevano decidere se le immagini rappresentate fossero artefatti o oggetti naturali, nella seconda condizione, i soggetti dovevano decidere se le immagini rappresentassero oggetti reali o non reali. I risultati indicano un'attivazione del giro fusiforme sia per l'elaborazione delle proprietà strutturali degli oggetti, sia per l'analisi delle proprietà funzionali degli oggetti. Pertanto, possiamo ipotizzare che la categorizzazione ed il riconoscimento non sono processi totalmente segregati.

In sintesi, non c'è un accordo generale sul modo in cui la conoscenza concettuale è costruita nel nostro cervello.

D'altra parte, facendo riferimento ad Ellis e Young (1988), si può postulare l'esistenza di una 'categorizzazione emozionale' degli stimoli che trova senso all'interno di una visione neuroevoluzionistica della questione: secondo un principio neuro evoluzionistico, l'eredità delle specie passa per l'anatomia, che riveste, in senso verticale, un percorso filogenetico-funzionale.

In questo senso la cognizione e i processi percettivi passano attraverso uno stato di conoscenza implicita: riflessi, percezione primitiva (innata), pattern comportamentali e comportamento sociale complesso.

I primi modelli, prettamente speculativi e osservazionali, (non legati a tecniche di visualizzazione cerebrale funzionale) che hanno affrontato questo tipo di problematica da un lato evoluzionistico si sono posti il problema se la conoscenza cerebrale fosse innata, ereditata o empiricamente acquisita. Secondo Darwin *viviamo vite animali in forma umana*, e questo in parte ci riporta all'ipotesi che possiamo comprendere attività mentali che si sono perse nel passato e che in qualche modo possiamo percepire, su differenti livelli di coscienza, alcune attività sensoriali, percettive ed affettive (oltre che comportamenti sociali complessi) che non appartengono alla nostra specie ma che in qualche modo possono essere iscritte nella nostra *memoria storica* e nel nostro DNA.

È generalmente accettato che i processi emozionali abbiano molti attributi, tra cui, aspetti ormonali, cognitivo-attentivi, affettivo-sensoriali e percettivo-motorio-espressivi. Una definizione generale di emozione dovrebbe includere tutte queste caratteristiche, in parte formulate in termini neuroconcettuali (Panksepp).

Una funzione neurobiologica naturale del cervello è quella di generare una serie di stati affettivi a valenza positiva e negativa, di vari gradi e tipi di eccitazione, che guidano ed aiutano gli organismi nelle attività vitali. Gli affetti di base possono direttamente riflettere alcuni tipi di antichi sistemi neuro-dinamici che permeano la qualità dei nostri (attuali) movimenti, azioni, ed attività alto-corticali ed incidere sul riconoscimento/categorizzazione di stimoli naturali.

La valenza affettiva di un oggetto è quindi il dato che guida in qualche modo il funzionamento mentale. In questa concettualizzazione le emozioni non sono solo un nome dato a una sensazione fisica, ma diventano un costituente fondamentale del pensiero stesso, un parametro in grado di plasmare e dirigere tutti i processi che avvengono nella mente, compresi quelli tipici del pensiero "razionale".

Ipotesi della nostra ricerca è stata quindi, quella di valutare se diverse categorizzazioni, naturali e non, attivino differenzialmente i moduli percettivi e se, attraverso queste differenze, si possa correlare una scala filogenetica.

## 1. Materiali e Metodi

Soggetti: il campione di riferimento è stato reclutato tra soggetti universitari volontari.

In un totale di 20 partecipanti, 6 maschi, 14 femmine, di età compresa tra i 18-24 anni, studenti universitari, G destri, F mancini, con visione normale e senza danni neurologici. Tutti i soggetti hanno fornito un consenso informato scritto.

### Stimoli e procedure

Le immagini sono state selezionate attraverso un repertorio di immagini neutre (quadrati colorati su sfondo chiaro) e immagini target (pesci, rettili, mammiferi e oggetti). Tutti gli stimoli avevano una dimensione di 240 x 210 pixel, e sono stati visualizzati centralmente su uno sfondo grigio chiaro e ad uno stesso livello di luminosità sul monitor del computer.

Il compito odd-ball è stato somministrato tramite il software E-prime 2.0, un'applicazione di Psychology software tools, Inc. Gli stimoli totali erano 56 di cui 10 target denominati "Mammiferi"; 10, denominati "Pesci"; 10, denominati "Rettili"; 10, denominati "Oggetti"; 16 sfondo-colore. Il task sperimentale era composto da 4 trials; ogni trial, composto da un solo tipo di target alternati in modo random a sfondo-colore, ha avuto la durata di 6000 secondi, con durata stimolo di 2000 ms e durata interstimolo di 1000 ms.

I partecipanti sono stati istruiti a stare dritti con 75 cm c.a. tra il bordo anteriore della sedia e il piano dello schermo del computer e a premere un mouse ogni qualvolta vedessero un'immagine sullo schermo.

### *Condizioni di registrazione*

Le registrazioni sono state effettuate tramite l'uso di un montaggio standard internazionale a 16 elettrodi/canali:

- l'attività elettroencefalografica è stata registrata dai canali Fz, Cz, Pz, Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T7, T8, O1, O2 mediante il dispositivo BrainAmp con il software BrainVisionRecorder (©2010 ProductsGmbH), durante lo svolgimento di un compito go-nogo. L'elettrodo per valutare l'attività elettro-oculare (EOG), è stato applicato sopra l'occhio sinistro.
- La banda rilevata a 0,2-50 Hz, l'EEG campionato a 256 Hz per 1000 ms, con 100 ms di base prestimolo.
- Infine, analizzato e filtrato tramite il software BrainVision Analyzer (©2010 Brain ProductsGmbH).

### *Analisi ERP*

L'analisi degli ERP è stata effettuata con il programma Brain Vision Analyzer 2.0 ed estrapolata secondo la procedura del Peak Detection.

### *Analisi statistica*

Sui dati sono state effettuate analisi descrittive e analisi inferenziali. Per l'analisi statistica dei dati è stato utilizzato il software IBM® SPSS® Statistics 2.0 per effettuare un'Anova univariata sulla base del peak detection ricavato tramite il software Analyzer di Brain Vision, considerando le ampiezze e le latenze delle onde, la posizione degli elettrodi, la localizzazione emisferica, e i differenti trials.

Il livello di significatività scelto è stato di  $\alpha \leq 0,05$ .

## 2. Risultati

### N200

Dall'ANOVA su Ampiezza e Latenza, mettendo a fattore la Posizione emergono risultati significativi su Ampiezza Parietale  $F(6,156)=29,891$   $p=0,00$  e Latenza Parietale  $F(3,190)=6679,125$   $p=0,039$ ; ed in Ampiezza nella regione Occipitale  $F(7,069)=28,808$   $p=0,001$ .

Dal Post hoc (Bonferroni Test) sulle significatività emerse dall'ANOVA sui trials corrispondenti alle categorie di stimoli (Pesci, Rettili, Mammiferi, Oggetti), emerge una significatività nella regione Parietale in Ampiezza per la categoria stimolo-Rettili versus Pesci, Parietale in Latenza per la categoria stimolo-Rettili versus Pesci; ed una significatività in Ampiezza nella regione Occipitale sempre per la categoria stimolo-Rettili versus Mammiferi.

Dall'ANOVA su Ampiezza e Latenza, mettendo a fattore la Laterizzazione si nota una significatività per la regione Parietale Sinistra in Ampiezza  $F(3,981)=20,410$   $p=0,035$ ; per la Parietale Destra in Ampiezza  $F(3,976)=15,089$   $p=0,035$  e per l'Occipitale Destra in Ampiezza  $F(4,924)=15,974$   $p=0,019$ .

Dal Post hoc (Bonferroni test), sulle significatività emerse dall'ANOVA sui trials corrispondenti alle categorie presentate si può notare una significatività in Ampiezza nella regione Parietale Sinistra per la categoria stimolo-Rettili; in Ampiezza nella regione Parietale Destra per la categoria Rettili; ed in Ampiezza nella regione Occipitale Destra per la categoria stimolo-Rettili ( $\alpha \leq 0,05$ ).

### P300

Dall'ANOVA su Ampiezza e Latenza, mettendo a fattore la Posizione, emergono risultati significativi su Ampiezza Frontale  $F(3,402)=15,21$   $p=0,020$ .

Dal Post hoc (Bonferroni test) sulle significatività emerse dall'ANOVA sui trials corrispondenti alle immagini delle diverse categorie di stimoli presentate (Pesci, Rettili, Mammiferi, Oggetti), emerge una significatività nella regione Frontale in Ampiezza per tutte e 4 le categorie, Pesci, Rettili, Mammiferi, Oggetti.

Da una successiva analisi della varianza per Ampiezza e Latenza mettendo a fattore la Lateralizzazione, si nota una significatività per la regione Frontale Sinistra in Ampiezza per tutte e 4 le categorie  $F(3,27) = 18,192$   $p = 0,030$  ( $\alpha \leq 0,05$ ).

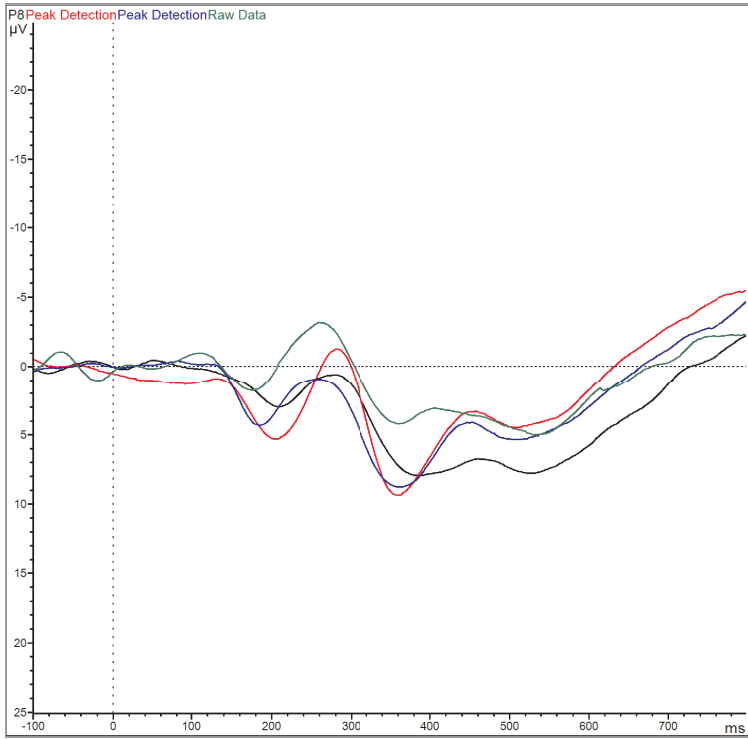
### **Potenziali tardivi**

Dall'ANOVA su singoli canali (16 Channel) per Ampiezza e Latenza, emerge una significatività in Latenza Frontale Fp2  $F(5,191) = 5994,2$   $p = 0,016$ . Dal Post hoc (Bonferroni Test) sulla significatività emersa dall'ANOVA sui trials corrispondenti alle diverse categorie di stimoli presentate (Pesci, Rettili, Mammiferi, Oggetti), emerge una significatività in Latenza Frontale per la categoria Pesci versus Oggetti.

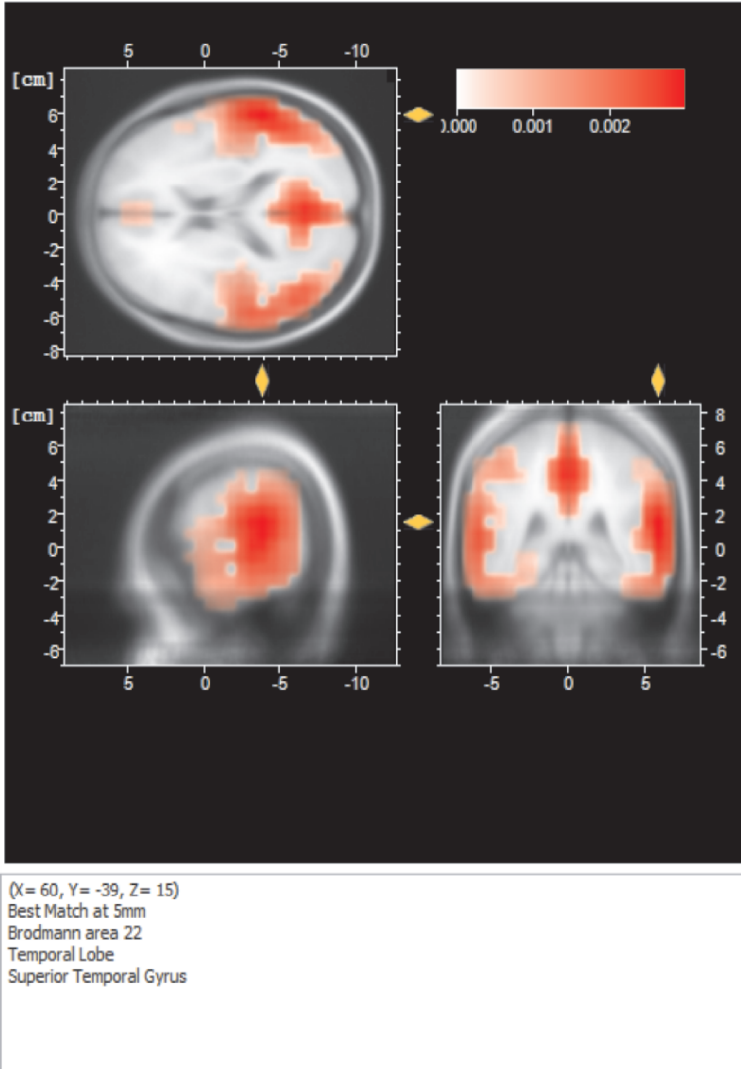
Da una successiva analisi della varianza per Ampiezza e Latenza mettendo a fattore la Lateralizzazione si nota una significatività in Latenza nella regione Frontale Destra  $F(3,63) = 1096,29$   $p = 0,020$ .

Dal Post hoc (Bonferroni Test) sulle significatività emerse dall'ANOVA sui trials corrispondenti alle immagini delle diverse categorie di stimoli presentate (Pesci, Rettili, Mammiferi, Oggetti), emerge una significatività nella regione Frontale Destra in Latenza per le categorie Pesci versus Rettili; Oggetti versus Mammiferi.





**Fig.1** - Matching ERP linea nera pesci; linea rossa rettili, linea blu: mammiferi; linea verde oggetti



**Fig.2** - Loreta Mammiferi

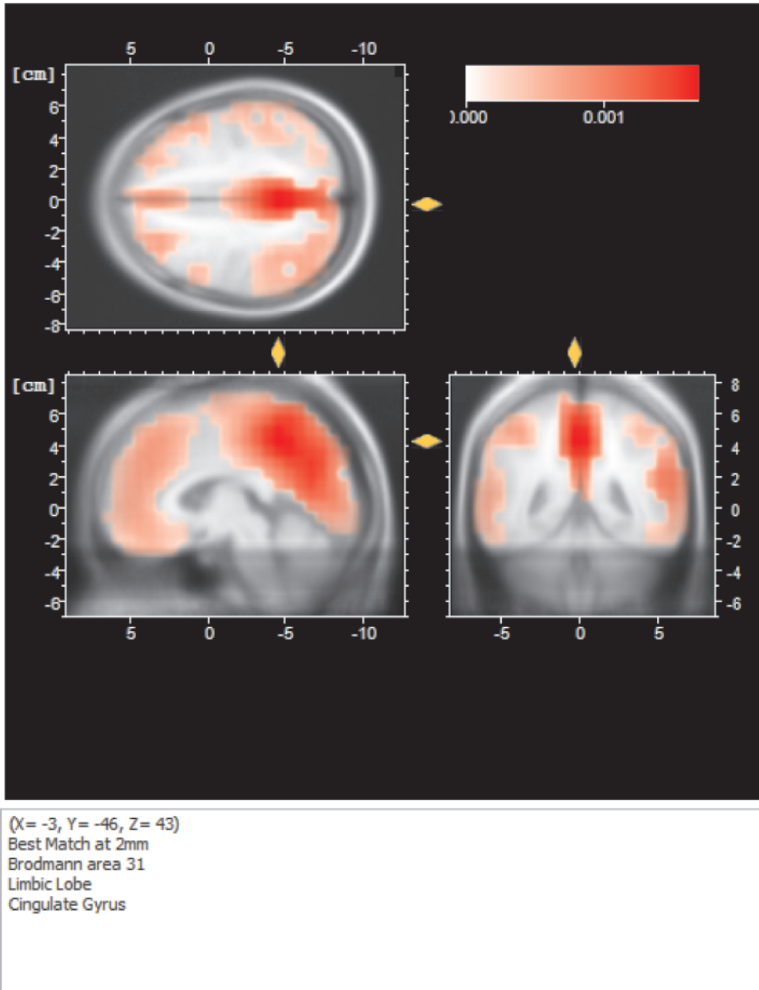
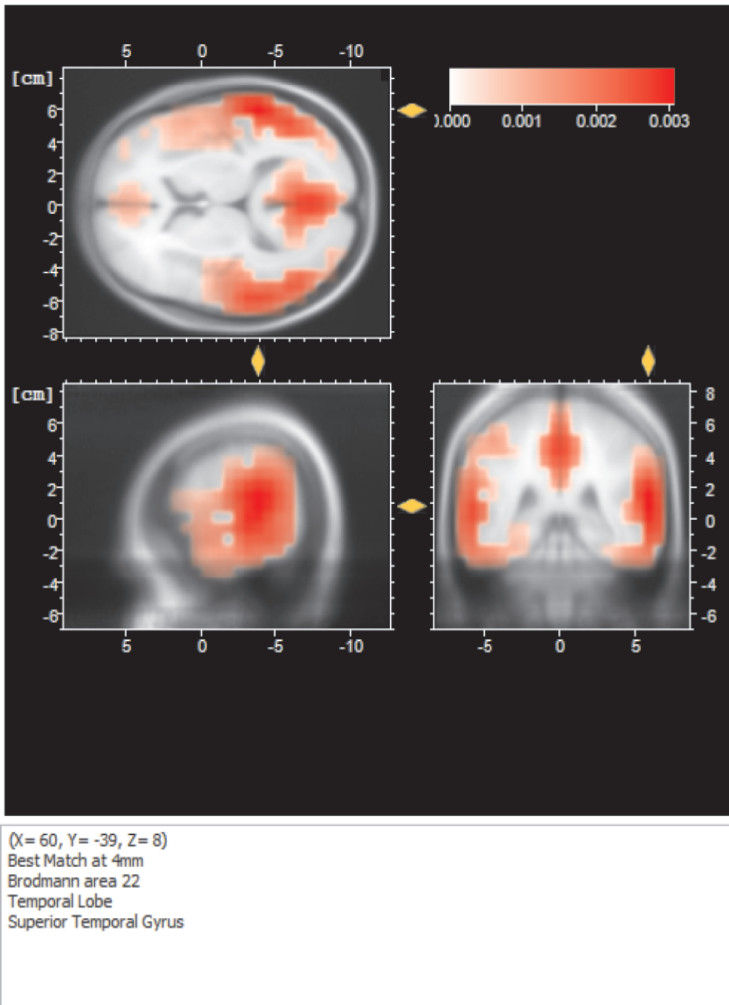


Fig.3 - Loreta Oggetti



**Fig.4** - Loreta Pesci

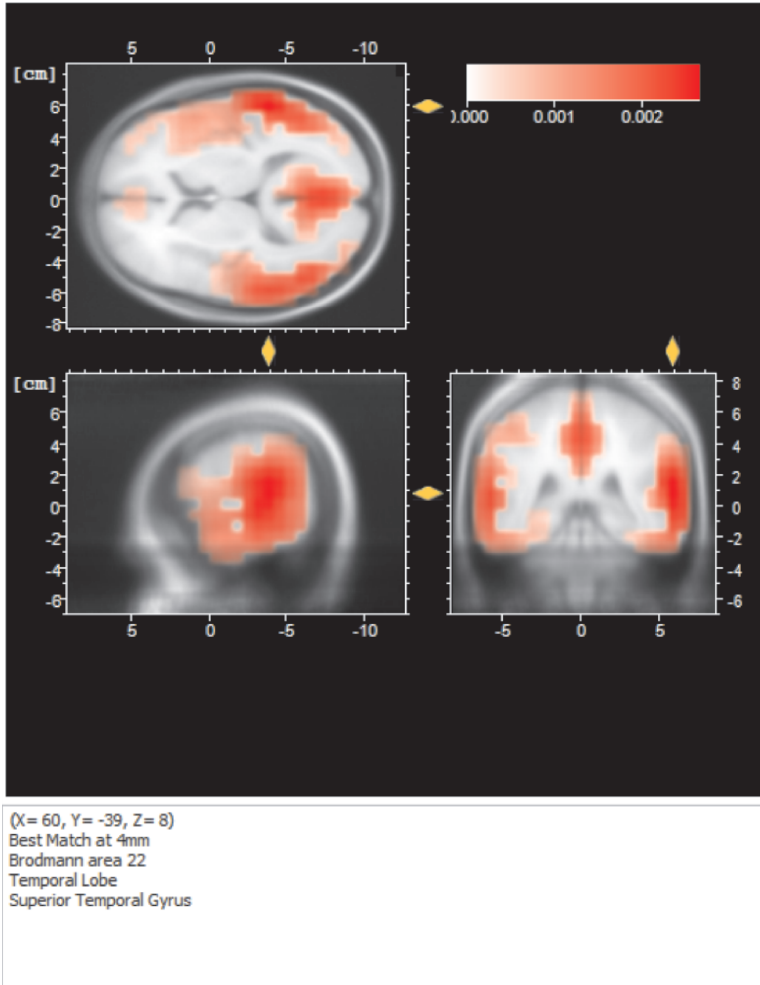


Fig.5 - Loreta Rettali

## Conclusioni

L'obiettivo di questo lavoro era costruire uno studio sui differenti livelli di attivazione in funzione di categorizzazioni specie-specifiche.

Lo studio è stato condotto attraverso l'analisi delle componenti ERP, elicitate da immagini di animali appartenenti a classi filogenetiche differenti, con lo scopo di valutare se ci fosse un differente livello di elaborazione affettivo-cognitiva in funzione, appunto, della loro appartenenza a livelli evolutivi diversi, e se, e come, questa elaborazione potesse provenire da differenti distretti cerebrali anch'essi corrispondenti alla stratificazione filogenetica proporzionale alla scala evolutiva.

In funzione dei risultati ottenuti possiamo notare un andamento costante nell'aumento della Latenza e diminuzione dell'Ampiezza nelle componenti dei potenziali evento correlati, sia di tipo precoce, che di tipo attentivo e cognitivo in una scala di riferimento che segue un andamento filogenetico. Cioè i più lontani dal punto di vista filogenetico, come i Pesci ed i Rettili, vengono processati con dei tempi di latenza maggiori e con ampiezze minori rispetto a Mammiferi od Oggetti che, invece, seguono un andamento cognitivo "normale".

Per la classe Rettili è da notare un effetto importante a livello dei Potenziali Precoci, in letteratura segnalati come segnali di un'attivazione sostanzialmente di natura emozionale, sottocorticale.

La categoria stimolo-Pesci presenta un ritardo di Latenza e un'attivazione maggiore (ampiezza) della Lateralizzazione a Destra, ciò può indicare un'analisi più lenta e più globale dello stimolo.

Il processo percettivo sembra seguire un trend filogenetico che provoca una lateralizzazione superiore destra per gli stimoli evolutivamente più antichi.

In questo caso, come accennato nelle premesse, data la funzione neurobiologica del cervello di generare stati affettivi a valenza positiva e negativa, di vari gradi e tipi di eccitazione, che guidano ed aiutano gli organismi nelle attività vitali e che modulano i processi percettivi, possiamo ipotizzare che alcuni tipi di antichi sistemi neurodinamici che permeano la qualità delle nostre attività corticali possono incidere sul riconoscimento/categorizzazione di stimoli naturali.

## Bibliografia

- Batty M., Taylor M.J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17, 613–620.
- Britton J.C., Taylor S.F., Sudheimer K.D., Liberzon I. (2006). Facial expressions and complex IAPS pictures common and differential networks. *Neuroimage*, 31, 906–919.
- Caramazza A., Hillis A.E., Rapp B.C., Romani C. (1990). The multiple semantics hypothesis: multiple confusions? *Cogn Neuropsychol*, 7, 161–189.
- Caramazza A., Mahon B.Z. (2006). The organization of conceptual knowledge in the brain: the future's past and some future directions. *Cogn Neuropsychol*, 23, 13–38.
- Caramazza A., Mahon B.Z. (2003). The organization of conceptual knowledge: the evidence from category-specific semantic deficits. *Trends Cogn Sci.*, 7, 354–361.
- Caramazza A., Shelton J.R. (1998). Domain specific knowledge systems in the brain: the animate-inanimate distinction. *J Cogn Neurosci.*, 10, 1–34.
- Caramazza A. (1992). Is cognitive neuropsychology possible? *J Cogn Neurosci*, 4, 80–95.
- Caramazza A. (1986). On drawing inferences about the structure of normal cognitive systems from the analysis of patterns of impaired performance: the case for single-patient studies. *Brain Cogn.*, 5, 41–66.
- Caramazza A. (1998). The interpretation of semantic category-specific deficits: What do they reveal about the organization of conceptual knowledge in the brain? *Neurocase.*, 4, 265–272.
- Codispoti M., Ferrari V., Bradley M.M. (2007). Repetition and event-related potentials: distinguish in early and late processes in affective picture perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 577–586.
- Ellis A.W., Young A.W. (1988). *Human Cognitive Neuropsychology*. Hove (UK): Erlbaum.
- Ellis H.D., Lewis M.B. (2001). Capgras delusion: a window on face recognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 149–156.
- Gerlach C.A. (2007). review of functional imaging studies on category specificity. *J Cogn Neurosci.*, 19, 296–314.
- LeDoux J.E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155–184.
- Malafouris L. (2008). Between brains, bodies and things: technoethic awareness and the extended self. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London; Series B* 363, 1993–2002.
- Maratos E.J., Rugg M.D. (2001). Electrophysiological correlates of the re-

- trieval of emotional and non-emotional context. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 877–891.
- Morris J.S., Öhman A., Dolan R.J. (1999). A subcortical pathway to the right amygdale mediating “unseen” fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96, 1680–1685.
- Panksepp J. “A critical role for “affective neuroscience” in resolving what is basic about basic emotions.”. *Psychological review*, 99 (3), 554–560.
- Rugg M.D., Coles M.G.H. (1995). (Eds.). *Electrophysiology of Mind: Event-related Brain Potentials and Cognition*. New York: Oxford University Press.
- Schupp H., Flaisch T., Stockburger J., Junghöfer M., Anders S., Ende M., Junghöfer M., Kissler J., Wildgruber D. Emotion and attention: event-related brain potential studies. *Progress in Brain Research*.
- Smith A.P., Dolan R.J., Rugg M.D. (2004). Event-related potential correlates of the retrieval of emotional and non emotional context. *J Cogn Neurosci.*, 16, 760–775.
- Tyler L.K., Moss H.E. (2001). Towards a distributed account of conceptual knowledge. *Trends Cogn Sci.*, 5, 244–252.
- Tyler L.K., Moss H.E. (2001). Towards a distributed account of conceptual knowledge. *Trends Cogn Sci.*, 5, 244–252.
- Warrington E.K., McCarthy R. (1987). Categories of knowledge. *Brain*, 110, 1273–1296.
- Warrington E.K., Shallice T. (1984). Category specific semantic impairment. *Brain*, 107, 829–854.