

Lo Sviluppo Cognitivo nel Ciclo di Vita

STP A.A. 2016-2017

040PS – M-PSI/04

Cinzia Chiandetti, PhD

Modulo I MUSICA E LINGUAGGIO



Apprendimento prenatale

- Quanto abbiamo visto fino qui, si riferisce soprattutto a comportamenti spontanei (modellati dal dialogo geni/ambiente)
- Dobbiamo però considerare nel dettaglio il ruolo dell'apprendimento nel modellare il comportamento e le preferenze
- Vedremo quindi varie forme di apprendimento e partiamo da due domande semplici e cruciali
 1. il feto può apprendere?
 2. trasferisce quanto appreso in utero nel periodo perinatale?

Apprendimento prenatale

- Negli ultimi due mesi di gestazione
 - 15-20 accoppiamenti (US + CS) sono sufficienti a stabilire condizionamento della risposta al punto che la sola presentazione dello CS elicitava la risposta
 - L'apprendimento condizionato mostra tutti i fenomeni associati (estinzione, recupero spontaneo, memoria fino a 3 settimane successive)
- Sia valutando la risposta di movimento del feto
- Sia confrontandola con il resoconto della madre (che percepisce il movimento)

Apprendimento prenatale

- La voce della mamma
 - Arriva al feto con intensità maggiore rispetto ad altri suoni esterni
 - Passa anche attraverso le ossa e i tessuti
- Alle prime ore dopo la nascita, i neonati preferiscono il suono della voce materna rispetto a quello di altre donne
- Melodie o ritmi “uditi” in fasi prenatali, hanno effetti tranquillizzanti nel periodo postnatale
- La voce materna è anche molto utile come stabilizzante per i nati pretermine (meta-analisi)

Sviluppo del linguaggio

Fetal rhythm-based language discrimination: a biomagnetometry study

Utako Minai^a, Kathleen Gustafson^b, Robert Fiorentino^a, Allard Jongman^a
and Joan Sereno^a

- Un mese prima della nascita, i nascituri americani sanno distinguere tra qualcuno che parla in Inglese e qualcuno che parla Giapponese
- Lo sviluppo linguistico inizia prestissimo
 - I bimbi di pochi giorni sono sensibili alle differenze ritmiche tra le lingue
 - In studi precedenti si erano registrate misure comportamentali (tasso di suzione quando cambiava il linguaggio)
- Ma visto che i feti sentono quando sono nel ventre, e anche se i suoni sono attenuati certe caratteristiche ritmiche sono preservate, i ricercatori si sono chiesti se l'apprendimento iniziasse prima della nascita

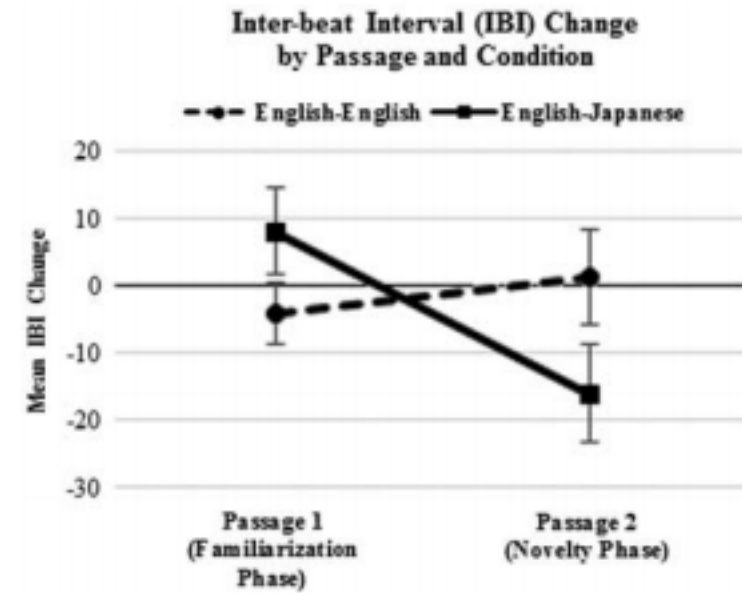
Sviluppo del linguaggio prenatale

- Uno studio precedente sembrava suggerirlo ma non aveva impiegato il magnetocardiogramma (MCG) che garantisce misure più precise del cambio di ritmo cardiaco di altre strumentazioni come gli ultrasuoni; inoltre le frasi, nel lavoro precedente, erano presentate da due persone diverse
- 24 donne all'ottavo mese di gravidanza sono state esaminate usando il MCG mentre venivano presentate le frasi nelle due lingue pronunciate dalla stessa persona
 - La parlata Inglese ha una struttura ritmica dinamica (un po' come un codice Morse), mentre quella Giapponese ha una struttura ritmica molto più regolare

Sviluppo del linguaggio prenatale



Fig. 1



Mean IBI-change across passage and condition. IBI, interbeat interval.

Sviluppo del linguaggio prenatale

- Il battito cardiaco fetale è cambiato quando i feti hanno ascoltato il linguaggio sconosciuto e ritmicamente diverso dopo aver sentito il passaggio in Inglese
- Lo stesso cambiamento non è stato registrato quando è stato letto un secondo passaggio in Inglese
- I feti si sintonizzano sul linguaggio che acquisiranno sulla base dei segnali ricevuti in utero. Questa sensibilità prenatale alle proprietà ritmiche del linguaggio fornisce ai bimbi uno dei primissimi mattoncini per l'acquisizione del linguaggio

Ninnananne nel pancione

- Un neonato può riconoscere una ninnananna udita prima di nascere per molti mesi dopo la nascita, forse a supporto dello sviluppo linguistico successivo
- 24 donne durante l'ultimo trimestre di gravidanza
 - Metà hanno cantato "Twinkle Twinkle Little Star" 5 giorni alla settimana
 - I cervelli dei loro bambini hanno reagito in maniera più forte alla melodia familiare sia subito sia 4 mesi dopo la nascita rispetto ai controlli

Ninnananne nel pancione

- La novità dello studio risiede nell'aver indagato quanto a lungo queste memorie si protraggono
 - Studiare le risposte nel cervello fetale in questo contesto aiuta anche a far luce sui meccanismi di memoria che non sono ben noti per questa fase dello sviluppo
- Per quanto sappiamo oggi, la codifica di parlato e cantato sono in parte fondati su meccanismi comuni
 - Pertanto ascoltare una canzone può favorire anche lo sviluppo linguistico
 - ben poco si sa su altri aspetti, come ad esempio i possibili effetti nocivi di un posto di lavoro rumoroso durante l'ultimo trimestre di gestazione
 - I risultati sono significativi nell'ottica della riabilitazione che fa leva su cambiamenti cerebrali che persistono nel lungo termine

Sviluppo fonologico e musicale



0-1 Mesi



- Distingue lingue diverse in base alla prosodia
- “p” ≠ “b”, “pa” ≠ “ta”
- Produce suoni vegetativi, pianti, gorgheggi
- Distingue musiche familiari in base alla linea melodica
- Preferisce la madre quando canta
- Produce suoni vegetativi, pianti, gorgheggi

Sviluppo fonologico e musicale



2-5 Mesi



- Distingue cambi di intonazione
- Riconosce una sillaba all'interno di parole
- Vocalizzazioni, proto-conversazioni
- Vocalizzazioni
- Il bambino si inserisce tra i turni cantati del genitore (proto-conversazioni)
- Inizia discriminazione schemi ritmici

Sviluppo fonologico e musicale



6-9 Mesi



- Localizzazione fonte sonora
- “bada ” ≠ “baga ”
- Lallazione canonica (ma-ma-ma)
- Sequenze CV ripetute (ma-ba, ma-ba)
- Primo ritmo linguistico
- Prosodia
- SPECIALIZZAZIONE FONETICA IN BASE ALLA LINGUA MADRE
- Lallazioni cantate
- Percepisce e riconosce altezze, durate, timbri
- Discrimina ritmi e contorni melodici.
- Riconosce melodie trasposte
- Preferisce la consonanza
- SPECIALIZZAZIONE MUSICALE IN BASE ALLA CULTURA

Sviluppo fonologico e musicale



10-13 Mesi



- Affina le capacità percettivo-fonetiche, lallazione variata (bada, bata)
- Prime parole
- Interazione sviluppo fonologico con sviluppo grammaticale e lessicale
- Distingue la musica della propria cultura
- è ancora sensibile all'esposizione di culture diverse

Sviluppo fonologico e musicale



14-17 Mesi



- Uso referenziale delle parole
- Aumento del vocabolario.
- Esplora le sonorità degli oggetti
- Combina i suoni secondo le regole di ripetizione e alternanza,
- Introduce parole nei canti spontanei
- Inizio danza

Numero di parole o turni nella conversazione?

- Un famoso studio del 1995, aveva mostrato che I bambini di famiglie abbienti dono circa 30 milioni di parole in più durante I primi 3 anni di vita dei bambini meno abbienti. L'effetto, noto come "30-million-word gap" correla con differenze significative nelle prove di vocabolario, sviluppo linguistico e comprensione del testo
- Qualche mese fa, un nuovo studio ha dimostrato che la conversazione tra un adulto e un bambino modifica il cervello del bambino, e questa conversazione bidirezionale è più critica per lo sviluppo linguistico del numero di parole.
- Lo studio:
 - Bambini tra i 4 e i 6 anni di età, la differenza nel numero di turni nella conversazione spiegavano meglio le differenze nella fisiologia cerebrale e le abilità linguistiche riscontrate tra i diversi bambini. Indipendentemente dall'entrata economica dei genitori o dalla loro educazione
- I genitori quindi possono influenzare considerevolmente lo sviluppo linguistico e cerebrale dei più piccoli semplicemente iniziando e sostenendo con loro conversazioni
- Non parlare al bambino, ma parlare CON il bambino

Numero di parole o turni nella conversazione?

- I ricercatori hanno usato un sistema chiamato Language Environment Analysis (LENA) per registrare ogni parola pronunciata o udita dal bambino
- Per due giorni sono stati registrati da quando si svegliavano la mattina a quando andavano a letto la sera
- Un programma poi analizzava le registrazioni sulla base di tre parametri
 - Numero delle parole pronunciate
 - Numero delle parole udite
 - Numero di volte in cui il bambino prendeva il turno nella conversazione
- **RISULTATI:** La correlazione era più forte tra numero di turni e capacità linguistiche che tra numero di parole udite e punteggi in test di abilità verbali e tra numero di parole udite e attività nell'area di Broca
- Indipendentemente dallo status economico delle famiglie

Numero di parole o turni nella conversazione?

- Usando la risonanza magnetica funzionale (fMRI), i ricercatori hanno identificato differenze nelle risposte cerebrali al linguaggio che correlavano con il numero di turni nella conversazione
 - Nei bimbi che ne avevano affrontati di più, l'area di Broca era più attiva anche quando ascoltavano storie. Inoltre, l'attivazione era predittiva di come avrebbero svolto i test della valutazione del linguaggio
- Prima dimostrazione che la conversazione in famiglia è associata allo sviluppo dei bambini
- La conversazione parentale influenza la biologia della crescita cerebrale

Numero di parole o turni nella conversazione?

- Implicazioni

- Resiste ancora la nozione del divario sulla base del numero di parole con l'idea che basti che ne ascoltino, magari passivamente dalla tv, affinché le cose migliorino
- La conversazione attiva invece fornisce molte più opportunità di partecipare le proprie abilità linguistiche, compresa la comprensione di cosa gli altri stanno dicendo per rispondere nel modo appropriato
- Anche gli scambi nelle conversazioni possono essere più frequenti nelle famiglie a status economico superiore, ma il risultato mostra che i bambini meno fortunati hanno gli stessi benefici dalla conversazione a turni.

Mamme predisposte a rispondere al pianto

- Il pianto è
 - la prima forma di comunicazione per l'infante rispetto a chi si prenderà cura di lui/lei
 - lo strumento più potente che ha per assicurarsi le cure
- Ma come reagiscono gli adulti che se ne occupano? Le risposte sono innate o apprese?
- 684 nuove mamme e i loro bambini sono state arruolate in 11 paesi diversi e hanno accettato di avere una telecamera nelle loro camere
- Ogni volta che un bambino piangeva, veniva registrato cosa faceva la madre nei successivi 5 secondi
 - Lo prendeva su? Lo accarezzava, gli dava baci? Gli parlava? Lo distraeva con un giocattolo?
- Entro i primi 5 secondi la risposta predominante era prenderlo su e, tenendolo, parlargli.
- Il grado di uniformità è stato sorprendente: dal Kenya e Cameroon al Brasile e Argentina, al Giappone e Sud Corea, le mamme sono state allevate con usanze diverse, eppure . . .

Mamme predisposte a rispondere al pianto

- Le regioni cerebrali che si attivavano in risposta ai pianti (fMRI) nelle mamme Italiane, Americane e Cinesi rispetto a quando udivano altri suoni (lallazione, un pianto di un adulto)
- Risultati paragonabili a quelli comportamentali: Ascoltare il proprio bimbo piangere aumentava l'attività dell'area supplementare motoria (associata con l'intenzione a muoversi o parlare) e delle regioni frontali inferiori (che concorrono all'intenzione a parlare)
- Le stesse in tutte le mamme del mondo

Mamme predisposte a rispondere al pianto

- Questo si estende uniformemente a vari “parenti evolutivi”
 - Ci sono logicamente variazioni specie-specifiche ma ci sono anche pattern di comportamento riproducibili in primati, roditori e alcune specie di uccelli in risposta ai vocalizzi della propria prole
- Come per altri mammiferi, ci sono molte risposte predeterminate e inscritte anche nell’uomo. Le regioni cerebrali che rispondono al pianto rispetto ad altri tipi di suoni sono in supporto a quest’idea
- Sono altri comportamenti vocali che coinvolgono pianificazione e interpretazione in cui si vedono variazioni culturali

Mamme predisposte a rispondere al pianto

- La risposta innata mostra che i due sistemi (pianto+risposta) si sono sviluppati ed evoluti insieme assicurando la sopravvivenza della specie
- Quello che manca in questo studio sono i papà!
- Conosciamo comunque già alcune differenze:
 - Se un bimbo piange, l'attenzione della madre è più rapidamente catturata di quella dei padri.
 - C'è una tendenza ampia, che attraversa 100 società, che prevede che le cure dai bambini siano affidate alla madre o alla nonna o alle sorelle maggiori rispetto ai ruoli corrispondenti maschili
 - Quanto presto queste risposte appaiono? Da studiare in esperimenti futuri...

Pianto melodico

- Analizzato il pianto di 30 bambini Francesi e 30 bambini Tedeschi
 - Melodia e intensità di contorno
- I Francesi producono pianti con un contorno melodico crescente, mentre i Tedeschi discendente
- C'è influenza del contorno melodico (prosodia) del parlato dell'area culturale
 - Che verosimilmente agisce tramite l'apprendimento vocale che si fonda su radici di predisposizione biologica

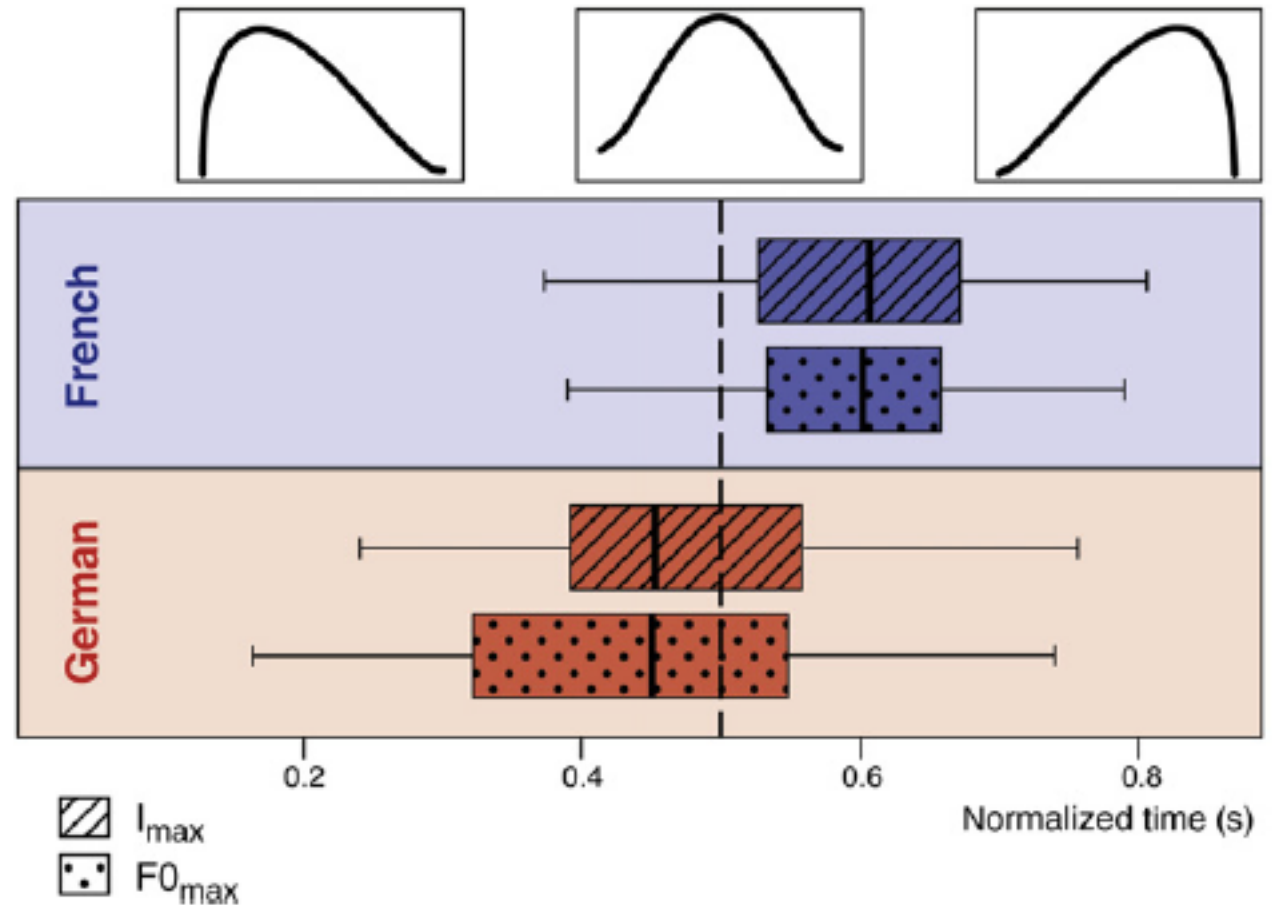
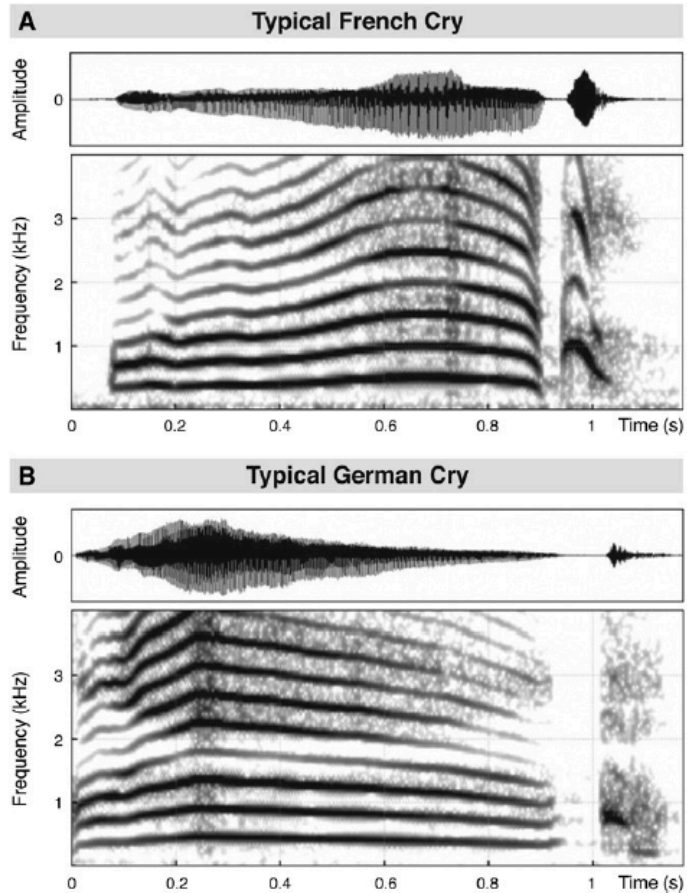
Contorno melodico

- Musicista può suscitare in noi emozioni con certi accorgimenti
- Questi accorgimenti possono essere usati anche nel linguaggio
 - Struttura musicale del linguaggio parlato
 - La prosodia (contorno d'intonazione) influenza il comportamento dei più piccoli (un tono secco blocca l'azione; una frase con tono ascendente incita mentre discendente calma e tranquillizza)
- Gli stessi accorgimenti funzionano nei comandi agli animali (almeno quelli domestici)

Contorno melodico

- Queste caratteristiche si configurano quindi per essere degli universali linguistico-musicali
- Potremmo pertanto chiederci se la comprensione di queste caratteristiche acustiche sia bidirezionale (gli animali non-umani ci capiscono e noi capiamo loro) come abbiamo visto per le emozioni primarie quando veicolate da stimoli visivi (come la postura)
- Alle volte non comprendiamo consapevolmente il reale significato dei vocalizzi di altre specie, ma le risposte cerebrali mostrano una differenziale attivazione di aree specificamente coinvolte nella codifica di stimoli positivi e negativi (Corteccia uditiva bilaterale e Corteccia orbito frontale destra per vocalizzi negativi; Corteccia frontale inferiore, bilaterale per vocalizzi positivi)

Pianto melodico



Contorno melodico

- Darwin aveva ipotizzato che l'espressione vocale delle emozioni potesse risalire ai nostri primi antenati terrestri. Se quest'ipotesi è vera, dovremmo aspettarci di trovare universali comuni a tutte le specie almeno nei vocalizzi emozionali

PROCEEDINGS B

rspb.royalsocietypublishing.org

Research



Cite this article: Filippi P *et al.* 2017 Humans recognize emotional arousal in vocalizations across all classes of terrestrial vertebrates: evidence for acoustic universals. *Proc. R. Soc. B* **284**: 20170990.

<http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.0990>

Humans recognize emotional arousal in vocalizations across all classes of terrestrial vertebrates: evidence for acoustic universals

Piera Filippi^{1,2,3,4}, Jenna V. Congdon⁵, John Hoang⁵, Daniel L. Bowling⁶, Stephan A. Reber⁶, Andrius Pašukonis⁶, Marisa Hoeschele⁶, Sebastian Ocklenburg⁷, Bart de Boer¹, Christopher B. Sturdy^{5,9}, Albert Newen^{2,8} and Onur Güntürkün^{2,7}

¹Artificial Intelligence Laboratory, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

²Center for Mind, Brain and Cognitive Evolution, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum, Germany

Contorno melodico

- Filippi et al. dimostrano che siamo in grado di percepire correttamente l'arousal emotivo delle classi di specie più disparate (dal panda gigante all'alligatore americano, dall'elefante al maiale) con un'accuratezza significativamente diversa dal caso

PROCEEDINGS B

rspb.royalsocietypublishing.org

Research



Cite this article: Filippi P *et al.* 2017 Humans recognize emotional arousal in vocalizations across all classes of terrestrial vertebrates: evidence for acoustic universals. *Proc. R. Soc. B* **284**: 20170990.

<http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.0990>

Humans recognize emotional arousal in vocalizations across all classes of terrestrial vertebrates: evidence for acoustic universals

Piera Filippi^{1,2,3,4}, Jenna V. Congdon⁵, John Hoang⁵, Daniel L. Bowling⁶, Stephan A. Reber⁶, Andrius Pašukonis⁶, Marisa Hoeschele⁶, Sebastian Ocklenburg⁷, Bart de Boer¹, Christopher B. Sturdy^{5,9}, Albert Newen^{2,8} and Onur Güntürkün^{2,7}

¹Artificial Intelligence Laboratory, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

²Center for Mind, Brain and Cognitive Evolution, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum, Germany

Universali musicali

- Sequenze armoniche associate con interazioni positive
- Struttura dissonante relata a paura, difesa, aggressione

- Toni puri associati a stati positivi
- Toni stridenti, graffianti, a stati negativi

- Staccato associato ad arousing
- Note più lunghe calmanti

- Tempo del cuore a riposo o respiro calmante
- Tutti gli aspetti ritmici

Universali musicali

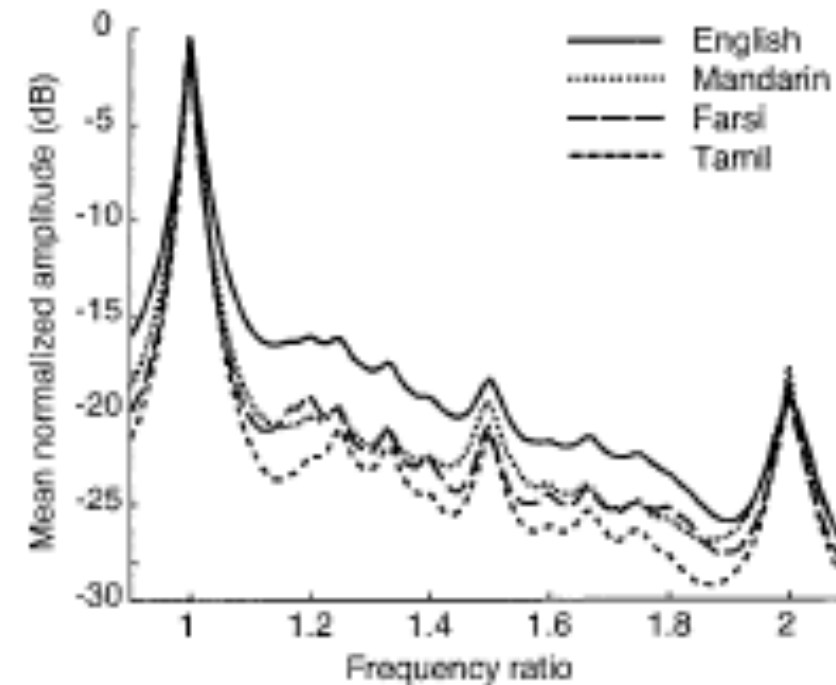
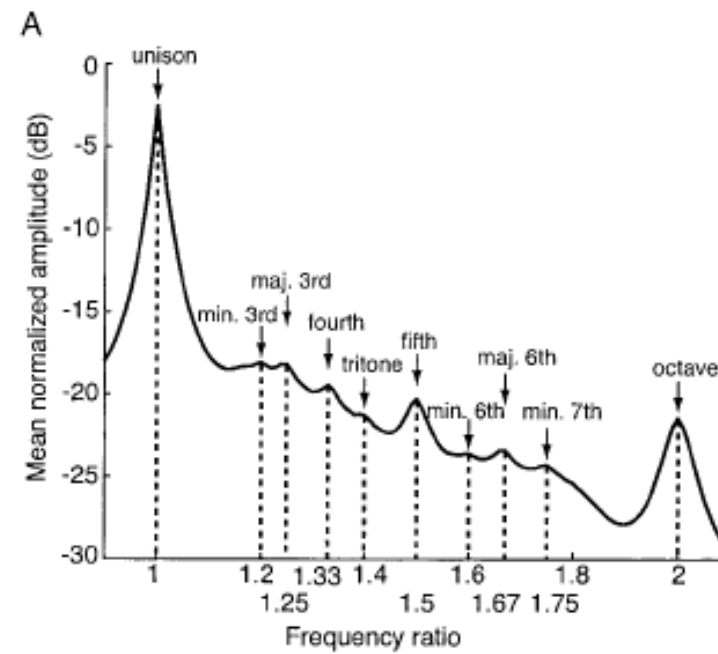
- I suoni musicali che sentiamo quotidianamente non sono mai puri, ma sono costituiti da più frequenze in cui al suono fondamentale (o frequenza fondamentale) se ne aggiungono altri più acuti e meno intensi: queste sono le armoniche, che hanno una importanza decisiva nella determinazione del timbro
 - Se tutti i suoni che percepiamo in natura fossero composti soltanto da una fondamentale e da armoniche superiori aventi frequenze pari a multipli interi della fondamentale stessa, il paesaggio sonoro da noi percepito risulterebbe impoverito di molti aspetti interessanti
- Quando una frequenza superiore alla fondamentale non è un multiplo intero, viene detta inarmonica. Le componenti inarmoniche sono elementi fondamentali nella percezione del timbro di strumenti quali il pianoforte o le percussioni. Un esempio comune di suono caratterizzato da una forte inarmonicità, è quello delle campane.

Universali musicali


- L'analisi di migliaia di estratti del parlato ha dimostrato che ci sono picchi comparabili alle distanze tra le note principali della scala a 12 toni (sistema alla base di quasi tutta la musica)
- *The mysteries of music have a biologically principled explanation, Dale Purves*
- Sentiamo queste relazioni tra toni perché sono fondamentali nella nostra interpretazione del parlato
- The frequency peaks are caused when a sound wave from the vocal cords is shaped by resonances of the throat and oral cavity.
- The structure of music is rooted in our long exposure to the human voice over evolutionary time.

Universali musicali

- Armonici del parlato combaciano con quelli della scala cromatica
 - Parlato positivo mima la scala maggiore
 - negativo quella minore



Consonanza

- genericamente: intervallo consonante è somma di due suoni che risulta gradevole; intervallo dissonante è stridente e fa pensare a incompletezza
- Pitagora: rapporto numerico che descrive l'intervallo
- Galileo Galilei: struttura dell'apparato uditivo – il “fastidio” della dissonanza deriva dalla mancata sincronizzazione nelle percussioni della membrana timpanica sollecitata da due suoni con frequenze non commensurabili; mentre i rapporti semplici definirebbero la consonanza (2/3: ogni 3 dell'una e 2 dell'altra il timpano è percosso da entrambe insieme)
- Helmholtz: sensazione continua vs intermittente che deriva dai “battimenti” 

- *[...] la teoria classica dell'armonia riflette proprietà fisiologiche ed anatomiche del sistema uditivo e dei sistemi cognitivi associati; valendo in modo identico per tutte le specie animali e tutte le popolazioni del mondo.*
Frova
- Le strutture che permettono di percepire i suoni sono molto più antiche di noi
- Una certa parte dei nostri gusti dipende più dalla biologia che dall'ambiente

Indifference to dissonance in native Amazonians reveals cultural variation in music perception

Josh H. McDermott¹, Alan F. Schultz², Eduardo A. Undurraga^{3,4} & Ricardo A. Godoy³

- In questo studio, le preferenze di nativi Tsimané sono confrontate a quelle di popolazioni che vivono nella capitale della Bolivia o negli Stati Uniti (in un continuum di esposizione alla consonanza tipica della musica occidentale)
- Chiedono di valutare degli intervalli musicali su una scala likert a 4 punti e trovano un apprezzamento graduale della consonanza che va da zero degli Tsimané a 1 degli Americani in supporto dell'idea di modellamento culturale delle preferenze acustiche



Critiche

THE NATURE AND NURTURE OF MUSICAL CONSONANCE

DANIEL L. BOWLING, MARISA HOESCHELE
University of Vienna, Vienna, Austria

KAMRAAN Z. GILL
CBLPath, Inc.

W. TECUMSEH FITCH
University of Vienna, Vienna, Austria

- È indubbio che la cultura e l'esposizione modificano le preferenze, ma il lavoro presenta delle criticità:
- Gli stimoli erano ristretti ad un piccolo range di consonanze (evitando le più consonanti)
- Hanno anche evitato di usare i più dissonanti (si riduce il contrasto)
- Valutazioni soggettive su una scala a 4 punti ha una limitata sensibilità, affidabilità, e validità (Preston & Colman, 2000), e dipende da differenze culturali nella sua interpretazione e uso (Chen, Lee, & Stevenson, 1995)

Critiche

- Sono state rilevate differenze tra Americane e Tsimanè insieme a somiglianze che non sono state discusse
 - ad esempio, sebbene gli Tsimanè non hanno preferito la 5^a perfetta alla 7^a (in contrasto con gli Americani), come gli Americani hanno preferito la 5^a perfetta alla 2^a minore
- Le scale usate spontaneamente dagli Tsimanè sono governate dalla stessa tonalità di altre tradizioni (scala pentatonica) (McDermott et al., 2016), che comprende intervalli massimamente consonanti e sono tra i più comuni tra tutte le culture
- Lo studio non misura la quantità di esposizione alla musica occidentale dei diversi gruppi di partecipanti in alcun modo

Critiche

THE NATURE AND NURTURE OF MUSICAL CONSONANCE

The crucial fact not discussed by McDermott et al. (2016) is the remarkable similarity of tonal organization across musical cultures. Not only does music universally use tones (periodically repeating sounds perceived as having pitch) as a basis for expression (Brown & Jordania, 2013), but major European, African, Indian, Middle-Eastern, and East-Asian traditions all make specific use of many of the same intervals, as well as some of the same scales (Blacking, 1967, 1970; Burns, 1999; Capwell, 1986; Chen, 1996; Jairazbhoy, 1971; Kwabena Nketia, 1975; Nettl, 1986a, 1986b; Pian, 1977; Racy, 2003; Sambamoorthy, 1958, 1960; Wong, 1986; Wright, 1978, Zonis, 1973).

DANIEL L. BOWLING, MARISA HOESCHELE
University of Vienna, Vienna, Austria

KAMRAAN Z. GILL
CBLPath, Inc.

W. TECUMSEH FITCH
University of Vienna, Vienna, Austria

Critiche

- Comparabile organizzazione tonale delle più disparate culture musicali
- Intervalli musicali più usati sono l'ottava, la quinta perfetta e la quarta, sono anche considerati i più consonanti da ascoltatori di diverse culture: cosa impressionante se si considera che il nostro sistema uditivo ci consente di discriminare centinaia di intervalli
- Flauti preistorici: suonano consonanze quindi c'è una resistenza delle consonanze attraverso i millenni
- Studi su bimbi e altre specie...



- **neonati di sei mesi** prolungata attenzione visiva per l'altoparlante che emetteva gli accordi consonanti.

(Crowder, Reznick e Rosenkrantz, 1991)

- **neonati di quattro mesi** tempi di fissazione maggiori e ridotta attività motoria quando udivano la melodia consonante.

(Zentner e Kagan, 1998)

- **neonati di due mesi** preferiscono l'ascolto della melodia consonante e non mostrano più interesse dopo l'ascolto della melodia dissonante.

(Trainor *et al.* 2002)



- **neonati di sei mesi** maggior sensibilità ai cambiamenti negli accordi applicati a sequenze di intervalli consonanti piuttosto che dissonanti.

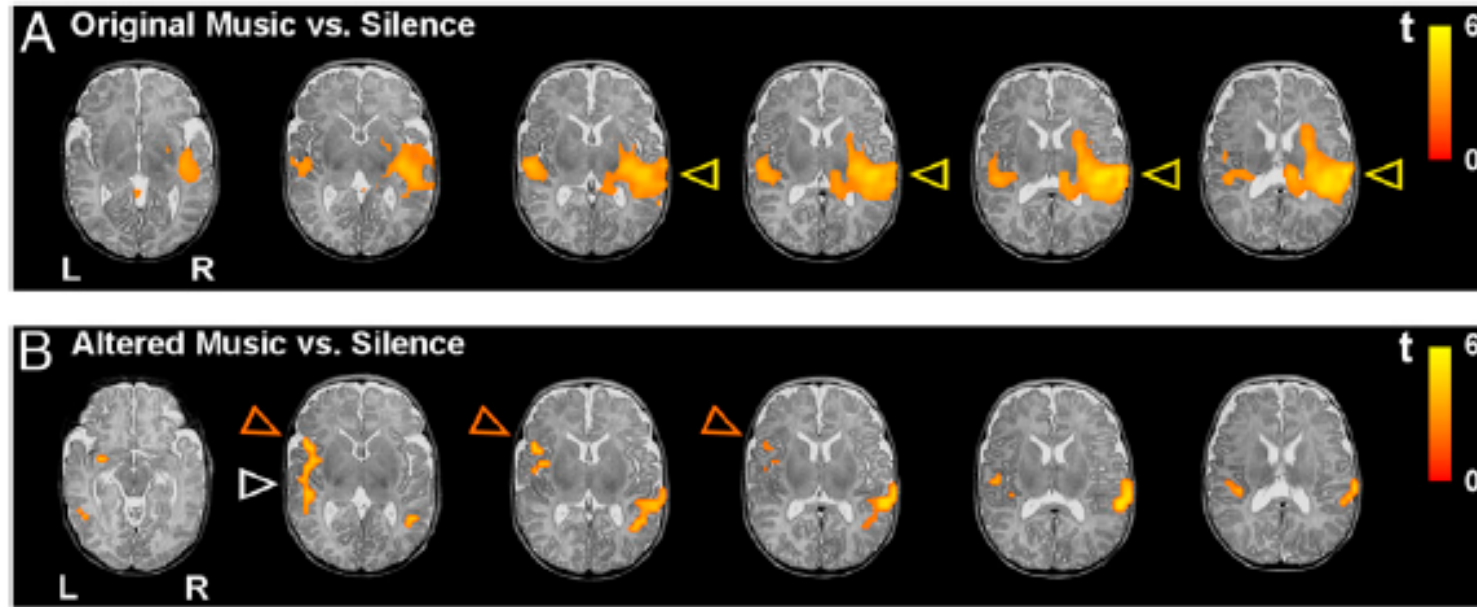
(Schellenberg & Trehub, 1996)

- **neonati di due giorni** si comportano in modo simile pur essendo nati da genitori sordi.

(Masataka, 2006)



Neonati tra 1 e 3 giorni di vita usando la risonanza magnetica



stessa elaborazione musicale degli adulti: **emisfero destro** reagisce in modo più marcato;

ad alterazione della musica (improvviso cambio di tonalità, dissonanza) si attiva la **corteccia frontale inferiore sinistra**, area coinvolta nell'elaborazione della sintassi musicale negli adulti, assieme al **sistema limbico**, sede della risposta emotiva.

- Varie specie di primati mostrano sensibilità ad aspetti tonali chiave
(Wright, Rivera, Hulse, Shyan, & Neiworth, 2000)
- E risposte neuronali estese alle relazioni armoniche che definiscono la consonanza
(Feng & Wang, 2017; Fishman et al., 2001; Wang, 2013; Wright et al., 2000)
- La preferenza misurata a livello comportamentale mostra un quadro frammentario
(Koda et al., 2013; McDermott & Hauser, 2004; but see Sugimoto et al., 2010)

Consonanza

- Le cose stanno diversamente sulla linea degli uccelli
- Discriminano tra intervalli consonanti e dissonanti
- Generalizzano il concetto a nuovi intervalli mai uditi prima

Consonanza

- Le cose stanno diversamente sulla linea degli uccelli
- I pulcini appena nati sono attratti da un oggetto che emette melodie con intervalli consonanti

(Chiandetti & Vallortigara, 2011; Baiocchi & Chiandetti, 2016)

- Molte specie producono canti che includono per la maggior parte intervalli composti da rapporti semplici che il più delle volte combaciano con i nostri intervalli consonanti (la precisione correla con il successo riproduttivo)

(Doolittle & Brumm, 2012; Doolittle, Gringas, Endres, & Fitch, 2014; Richner, 2016)

Consonanza

- Gli uirapuru hanno brani musicali specie-specifici a maggioranza di intervalli consonanti
- I tordi del Nord America presentano brani le cui note, quando ordinate, mostrano una successione di ipertoni 3,4,5 e 6
- Le zanzare convergono nella danza di corteggiamento nell'unisono
- Provando a comporre musica per gatti e tamarini, partendo da vocalizzi specie-specifici, si ottengono risposte congruenti (calmanti da brani calmi e agitate da brani eccitanti) sfruttando gli stessi universali musicali di cui abbiamo parlato, tra cui le consonanze (per creare gli stimoli positivi)

Consonanza

- Tutti questi risultati mostrano che la risposta alla consonanza si può sviluppare in assenza di esposizione alla musica
- E verosimilmente ha un ruolo biologico legato alla risposta alle strutture armoniche della comunicazione vocale
 - Costituisce un mattone alla base del riconoscimento degli agenti
 - Per diversificare enti animati da altri suoni della natura
- A partire da questa funzione biologica di base, nella nostra specie sono poi fiorite abilità e creatività musicali