

---

# Neuroni Specchio, Sistema Motorio ed Empatia

Una base biologica comune per l'imitazione  
l'empatia e le inferenze predittive

---



Dott Bruno Pacciardi  
Università di Pisa

# I Neuroni Specchio: una storia italiana

Una storia tutta italiana che inizia in un laboratorio di Parma

I neuroni specchio sono stati scoperti in maniera casuale nel 1992

Rilevati prima nel cervello delle scimmie e in seguito anche nel cervello umano

Ricevono il loro curioso nome ed una ampia risonanza mediatica solo quattro anni dopo

# I Neuroni Specchio: una storia italiana

L'équipe del Dott. Rizzolatti identifica nella corteccia premotoria delle scimmie Macaca Nemestrina un peculiare sistema di neuroni

La corteccia premotoria nel cervello si occupa di pianificare ed eseguire i movimenti

La caratteristica di questi neuroni è che si attivano non solo quando l'animale esegue un'azione, ma anche quando l'animale osserva un'azione simile eseguita da un altro

# Inizia la risonanza mediatica

Per i NS è stato ipotizzato un ruolo in moltissime funzioni mentali (imitazione ed elaborazione del linguaggio, riconoscimento delle emozioni, lettura delle intenzioni, acquisizione ed evoluzione del linguaggio, comunicazione)

e persino un ruolo nella fisiopatologia di disturbi psichici in cui la comprensione del comportamento altrui e l'empatia appaiono deficitarie (autismo, schizofrenia, S. di Down)

*(Gallese & Sinigaglia, 2011) (Iacoboni et al. 1999) (Rizzolatti & Arbib, 1998) (Enticott et al. 2008) (Iacoboni et al. 2005) (Theoret & Pascual-Leone, 2002) (Arbib, 2005) (Rizzolatti et al., 1996) (Dapretto et al. 2006) (Nishitani et al. 2004) (Williams et al., 2001) (Arbib & Mundhenk, 2005) (Virji-Babul et al. 2008)*

# Inizia la risonanza mediatica

Il sistema dei NS ha ricevuto una vasta ed anomala attenzione mediatica con definizioni roboanti come "cellule che leggono la mente", "i neuroni che hanno plasmato la civiltà" e sono stati indicati come una grande "rivoluzione" nella comprensione del comportamento sociale ...in realtà gli studi scientifici successivi hanno enormemente ridimensionato il loro ruolo

*(Blakesee, 2006) (Ramachandran, 2009) (Iacoboni, 2008)*

# Neurobiologia dei Neuroni Specchio:

Neuroni Specchio sono stati identificati in varie aree del cervello umano

Una meta-analisi di studi di brain imaging (Fmri) nell'uomo ha identificato una rete centrale di aree cerebrali (giro frontale inferiore, corteccia premotoria dorsale e ventrale, parte inferiore e superiore del lobulo parietale) che si attiva nei compiti legati al meccanismo-specchio (osservazione visiva ed esecuzione di azioni)

*(Molenberghs P, Cunnington R, Mattingley JB. Brain regions with mirror properties: a meta-analysis of 125 human fMRI studies. Neurosci Biobehav Rev. 2012 Jan;36(1):341-9)*

# Neurobiologia dei Neuroni Specchio:

Questi neuroni sarebbero la base biologica del motivo per cui riusciamo a ripetere un'azione che abbiamo osservato (i.e. "imitazione")

Allo stesso tempo possono aiutarci a capire e interpretare i movimenti altrui

Per il nostro cervello è come se stessimo compiendo noi quella stessa azione: funzionando, appunto, come uno specchio

# Neurobiologia dei Neuroni Specchio:

Alcuni studi mostrano che specifiche lesioni a livello della rete dei neuroni specchio prima descritta (in particolare lesioni del giro frontale inferiore) interferiscono con i processi imitativi

Dato che il sistema si attiva durante i compiti correlati e che un danno al sistema interferisce con i medesimi, possiamo ragionevolmente ritenere i NS alla base dei meccanismi di imitazione



# Neurobiologia dei Neuroni Specchio:

Altri autori hanno trovato che aree cerebrali coinvolte nell'elaborazione somato sensoriale, uditiva ed emotiva completano la rete a seconda delle modalità sensoriali coinvolte

Le aree aggiuntive che si attivano variano con la modalità del compito (es. visiva, uditiva, somato sensoriale, emotiva)

Questi dati indicano che l'attività dei NS si estende ben oltre le azioni, per includere anche la condivisione di emozioni e sensazioni degli altri

# Neurobiologia dei Neuroni Specchio:

Questi neuroni non sono soltanto implicati nei meccanismi di imitazione, ma attraverso la loro attivazione e l'interazione con aree cerebrali coinvolte in attività complesse che permettono la condivisione di emozioni e sensazioni rappresenterebbero la base biologica dei meccanismi di empatia e di immedesimazione negli altri

# Fermiamoci un attimo:

Abbiamo visto che i meccanismi imitativi ed empatici hanno una comune base neurobiologica, il sistema dei neuroni specchio...

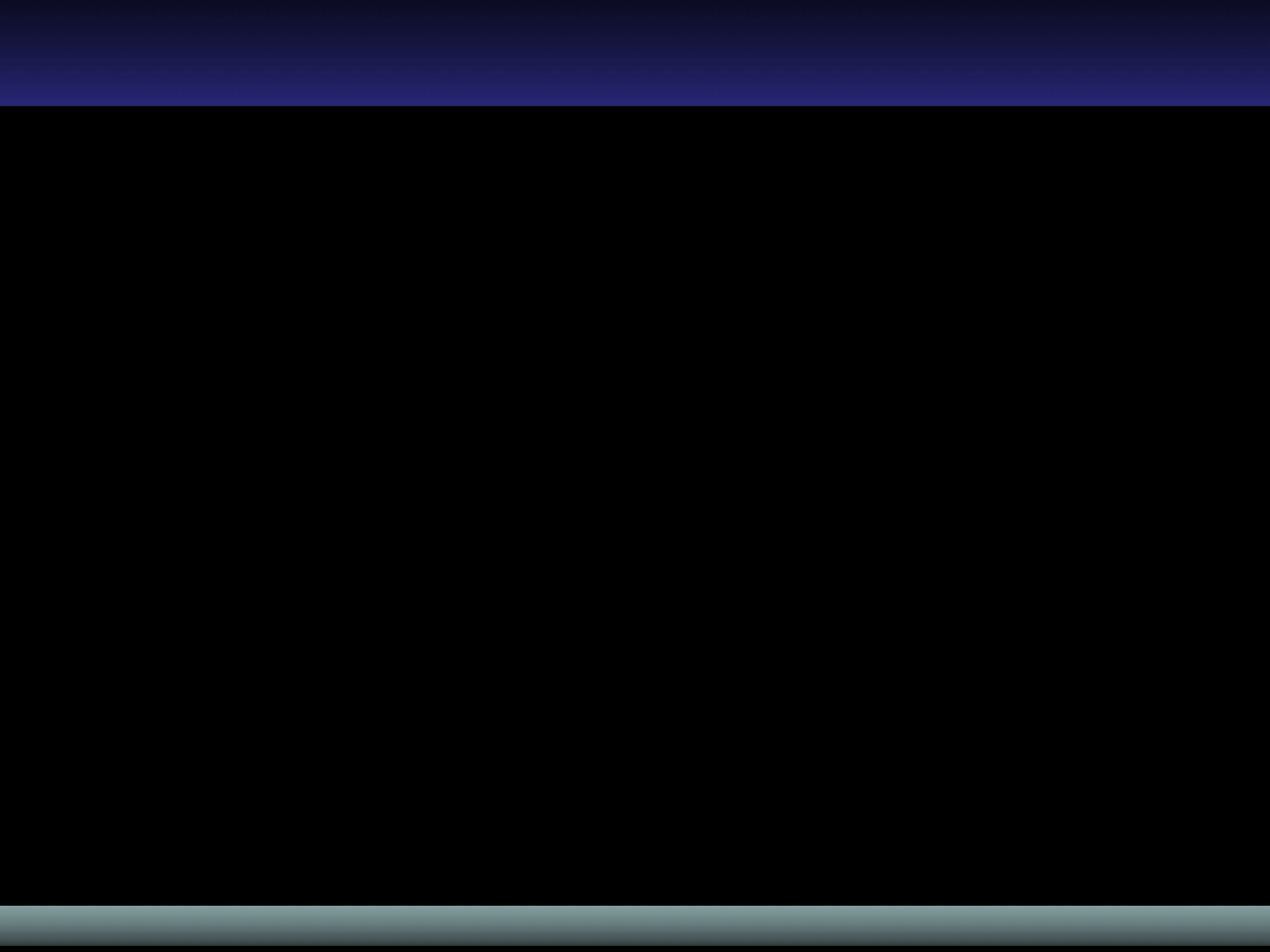
... ma a che cosa serve per una guida alpina ?

.. serve perché da questo punto in poi la questione passa da teorici castelli in aria per biologi a brutali realtà urlanti appese ad una corda tesa quando alcuni meccanismi mentali (empatici e decisionali) si inceppano

# Imitazione, empatia ed inferenze predittive

In questo lavoro vedremo come l'imitazione rappresenti la base per l'analisi di schemi motori complessi come quelli necessari per arrampicare su roccia o ghiaccio, per sciare o muoversi su terreno tecnico in ambiente

Vedremo poi come imitazione ed empatia siano alla base di processi analitici che possono portare ad inferenze predittive potenzialmente utili ad una guida per la gestione del cliente



# Funzioni dei Neuroni Specchio

Fin dalla loro scoperta la ricerca si è subito orientata verso la relazione del sistema dei neuroni specchio con funzioni come apprendimento, imitazione ed empatia

Per capire il loro ruolo e più precisamente per comprendere come questo possa essere interessante per una guida alpina dobbiamo partire dal concetto di "imitazione"

# Neuroni Specchio ed Imitazione

L'uomo è la specie imitativa per eccellenza

Le scimmie ed i camaleonti sono dei modesti dilettanti al confronto

Noi passiamo la vita a imitare, apprendiamo fin da bambini attraverso l'imitazione ed anche in seguito tendiamo a ripetere i pattern di comportamento dei soggetti a cui siamo esposti

In alcuni contesti siamo portati a peculiari processi di identificazione (i. e. "empatia") con alcune delle persone che imitiamo (vedi oltre)

# Neuroni Specchio ed Imitazione

Gli esseri umani mostrano una robusta imitazione automatica quando osservano movimenti altrui ..

-Il riso e lo sbadiglio innescano in maniera potente, largamente involontaria e non facilmente coercibile una imitazione

-l'inchino o l'offerta di una mano da stringere attivano automaticamente meccanismi motori complessi di risposta

...anche vedere qualcun altro scalare innesca meccanismi motori e neurovegetativi complessi



# Neuroni Specchio ed Imitazione

Nello Scalatore (evoluto) l'osservazione di qualcuno che scala innesca una serie di reazioni automatiche spiccate, non facilmente coercibili ed in larga misura involontarie.

Le mani iniziano a sudare, alcuni gruppi muscolari si contraggono ed il cervello inizia a processare varie strategie.

Per il sistema dei NS è come se anche l'osservatore stesse scalando una via di roccia

# Neuroni Specchio ed Imitazione

Il nostro cervello vede il movimento di un altro in azione, i NS si attivano e per il nostro cervello è “come se fossimo noi ad eseguire quell’azione sul piano motorio”

Questo sistema permette di rilevare ed analizzare similitudini e differenze tra quella azione e la nostra azione

L’analisi delle differenze ha delle implicazioni che, elaborate a livello cognitivo, portano ad inferenze predittive complesse sul piano motorio (vedi oltre)

# Neuroni Specchio ed Imitazione

Ad esempio:

Se vedo scalare una persona e vedo fare un lancio al momento in cui il soggetto inizia la sequenza dei movimenti il mio cervello sa già se lui terrà la presa o meno

L'analisi del segnale dei neuroni specchio (inizio del lancio) ha delle implicazioni che immediatamente portano ad inferenze predittive complesse sul piano motorio (risultato del lancio)

# Neuroni Specchio ed Empatia

# Neuroni Specchio ed Empatia

Per meglio comprendere le implicazioni del funzionamento dei neuroni specchio è necessario a questo punto introdurre un altro concetto che è quello di “Empatia”

L'empatia è la capacità di comprendere quello che provano gli altri, i loro sentimenti, le loro emozioni, e in un certo senso di dividerle, e si basa su un processo di simulazione interna degli stati emotivi altrui

*(Davis, 1994)*

# Neuroni Specchio ed Empatia

Le capacità empatiche conferiscono vantaggi evolutivi, come relazioni sociali, vantaggio riproduttivo grazie alla maggiore collaborazione, maggiori cure genitoriali e capacità di educazione dei figli, nonché formazione di gruppi sociali e comunità organizzate

Possono anche facilitare dinamiche sociali favorevoli come compassione, altruismo e migliori relazioni interpersonali

*(Decety, Norman, Berntson e Cacioppo, 2012)*

*(Baron-Cohen, Lombardo e Tager-Flusberg, 2013)*

# L' Empatia nel lavoro della guida

L'empatia dovrebbe avere un ruolo significativo nella relazione guida - cliente ....un esempio ?

Se non vi mettete nei panni di un cliente difficilmente riuscirete a calibrare una gita adeguata a lui

Per quanto forti fisicamente e tecnicamente dovrete comunque effettuare uno sforzo non solo di immedesimazione, ma anche di empatia

Il cliente non è voi e sarà essenziale capire quanto e come egli sarà simile o dissimile ed in quali contesti

# L' Empatia nel lavoro della guida

...per programmare una gita magari vi chiederete:

Come si muoverà in quel terreno?

Avrà paura?

Mi darà retta?

Se avremo problemi come reagirà'?

Farà come gli dico in caso di guai?

Per rispondere ad alcune di queste domande andiamo a vedere come funziona l'empatia...



# Neuroni Specchio ed Empatia

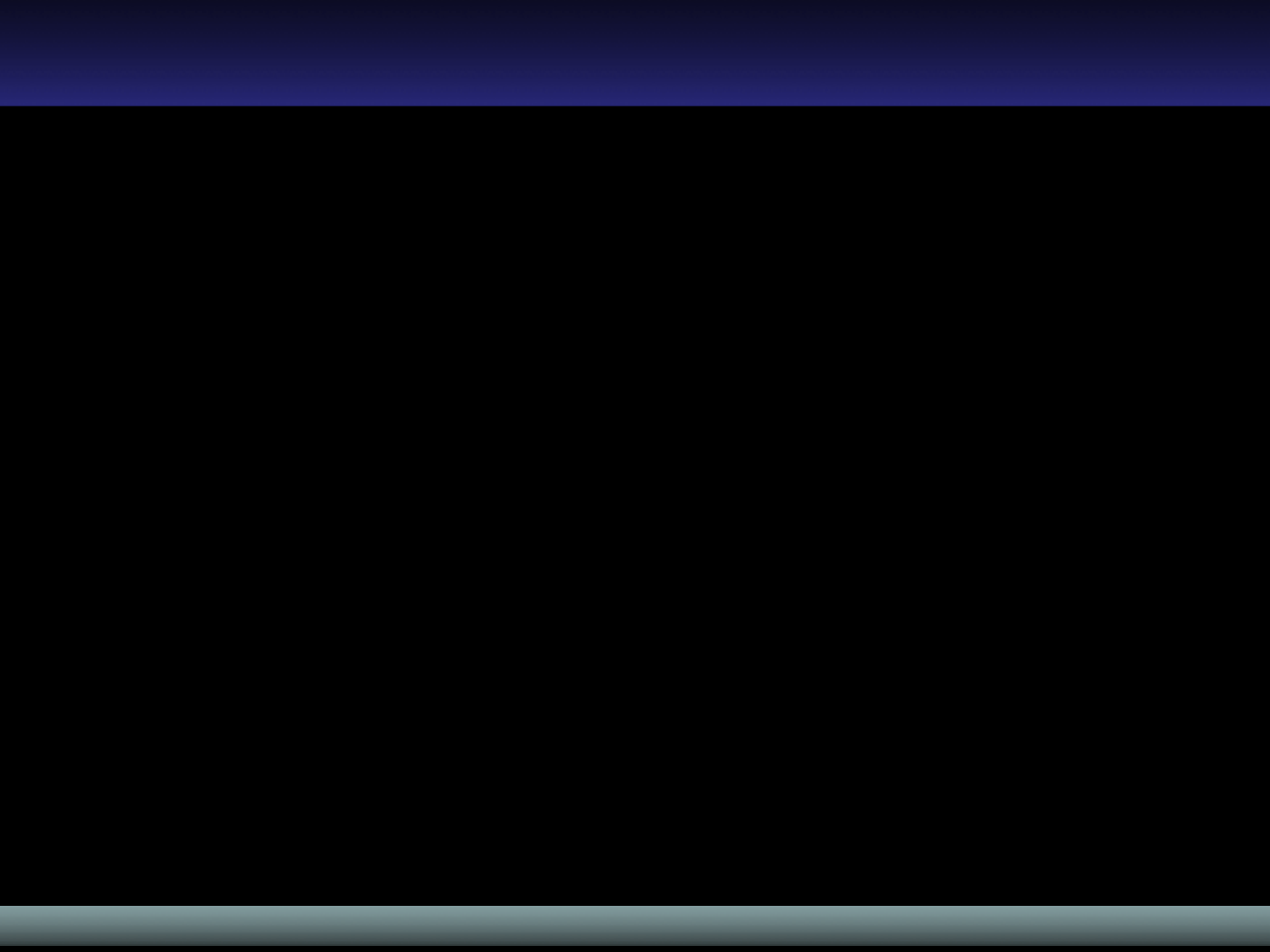
La ricerca nel campo delle neuroscienze ha identificato il sistema dei neuroni specchio come un substrato neuronale cruciale per l'empatia

L'empatia non è un singolo processo ma si tratta invece di un costrutto complesso di natura multidimensionale, costituito da una serie di processi sottostanti che facilitano collettivamente l'esperienza dell'empatia

*(Davis, 1994; Preston & de Waal, 2003)*

# Neuroni Specchio ed Empatia

L'empatia comprende  
aspetti motori (mimetismo o imitazione),  
aspetti emotivi (risonanza emotiva o contagio  
emotivo)  
ed aspetti cognitivi (teorizzazione sulla mente altrui  
o presa di prospettiva sull'altro)  
.... l'insieme di queste componenti permette  
esperienze empatiche complesse come le inferenze  
predittive che ci interessano per questo lavoro



# Neuroni Specchio ed Empatia Motoria

L'empatia motoria può essere definita come il mimetismo automatico e la sincronizzazione del linguaggio espressivo del corpo, come le espressioni facciali, il riso o lo sbadiglio durante l'osservazione di un altro

Questo processo si verifica prevalentemente a livello subconscio o automatico ed è considerato un comportamento primitivo di ordine inferiore che è evidente all'inizio dello sviluppo

*(Dimberg, 1990) (Brook & Kosson, 2013)*

# Neuroni Specchio ed Empatia Motoria

L'empatia motoria può essere misurata ad es. valutando l'attività muscolare facciale del soggetto mentre osserva gli altri



# Neuroni Specchio ed Empatia Motoria

Nell'ambito di alcune attività motorie complesse (sci, arrampicata) possiamo ipotizzare che l'empatia motoria giochi un ruolo determinante nell'apprendimento, nell'ottimizzazione ma anche nella previsione degli esiti di atti motori complessi

L'E.M. permette all'osservatore di vedere subito se il gesto è finalizzato oppure no e può persino metterlo in grado di prevederne l'esito

# Neuroni Specchio ed Empatia Motoria

Possiamo ipotizzare che una guida vedendo scalare/sciare un cliente riesca attraverso processi imitativo-empatici a definire se il movimento sarà efficace ed eventualmente in quale ambiente potrebbe esserlo oppure no  
Se vedo il cliente sciare in pista posso immaginare come sarebbe per lui sciare in un canale o sul ripido

# Neuroni Specchio ed Empatia Motoria

In questo senso diviene forse un po' più chiaro per il ruolo della guida l'importanza di poter veder arrampicare e sciare il cliente su terreni "preparatori" alla gita prevista

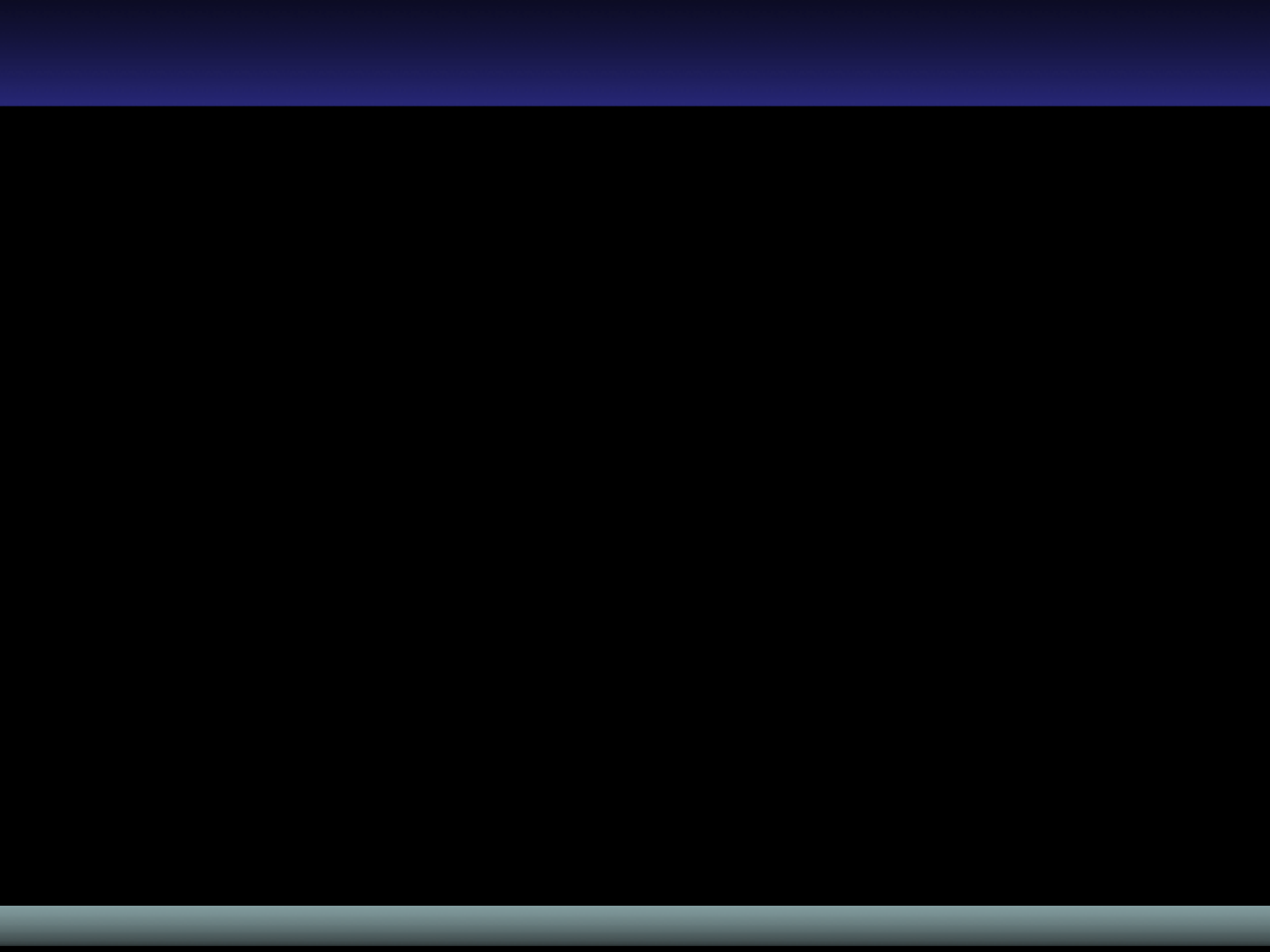
Non è trascurabile per questo scopo che la guida ed il cliente siano accomunati da vissuti, linguaggio ed obiettivi, altrimenti il meccanismo empatico funzionerebbe di meno (..vedi oltre)



# Neuroni Specchio ed Empatia Motoria

Sebbene l'empatia motoria fornisca una porta attraverso la quale possiamo comprendere i pensieri e i sentimenti degli altri e possa offrire una solida base per sviluppare l'empatia emotiva e quella cognitiva, da sola non sarà sufficiente per raggiungere la piena capacità di empatizzare

Dobbiamo quindi introdurre il concetto di empatia emotiva...



# Neuroni Specchio ed Empatia Emotiva

L'empatia emotiva può essere definita come  
la capacità di rilevare e risuonare  
immediatamente con lo stato emotivo di  
un'altra persona

l'empatia emotiva ci mette in contatto con lo  
stato emotivo dell'altro, laddove invece  
l'empatia motoria si focalizza sul mimetismo  
delle sue espressioni motorie

*(Decety & Jackson, 2004)*

# Neuroni Specchio ed Empatia Emotiva

La tendenza di un osservatore a sperimentare uno stato emotivo psico-fisiologico identico a quello di un altro osservato è il risultato di una simile programmazione biologica dei rispettivi sistemi nervosi autonomi

Questo "collegamento fisiologico" osservatore/osservato si verifica grazie alla comunanza dell'esperienza emotiva e della "mappatura" dei modelli fisiologici di attività su stati emotivi o affetti

(Basch, 1983; Levenson & Ruef, 1992).

# Neuroni Specchio ed Empatia Emotiva

Cogliere e riconoscere lo stato emotivo di una persona può portare a cambiamenti fisiologici all'interno dell'osservatore congruenti con lo stato emotivo dell'altro osservato.

Questa capacità di sperimentare uno stato psico-fisiologico sincrono dopo l'osservazione aiuta gli individui a convergere emotivamente ed aiuta la capacità di comprendere l'altro

# Neuroni Specchio ed Empatia Emotiva

Il grado di condivisione emotiva tra l'osservatore e l'osservato varia lungo un continuum che in larga parte dipende dalle rappresentazioni interne esistenti all'interno dell'osservatore (elementi in comune)

Tali elementi possono essere precedenti esperienze, somiglianze e familiarità con l'altro osservato, etc.

....(ad es. chi va a vedere Honnold al cinema)

*(Preston & de Waal, 2003)*

# Neuroni Specchio ed Empatia Emotiva

....tra le persone che sono andate a vedere Honnold al cinema solo gli scalatori erano emotivamente coinvolti durante alcune sequenze

La partecipazione di chi non aveva esperienze in comune con il soggetto osservato era nettamente diversa

I non scalatori erano coinvolti soprattutto sul piano cognitivo, mentre negli scalatori scattava un'empatia nettamente più emotiva

# Neuroni Specchio ed Empatia Emotiva

L'empatia emotiva di uno scalatore verso un bravo tennista che sta perdendo un set impegnativo è molto differente da quella verso Honnold in "Free Solo"

L'empatia provata dai non scalatori durante il film può invece essere qualcosa di paragonabile

Mentalmente capiscono il rischio ed empatizzano cognitivamente; ma lo scalatore ha una attivazione specifica del S.N.A. con la morsa allo stomaco, le mani sudate ed i muscoli tesi



# Neuroni Specchio ed Empatia Emotiva

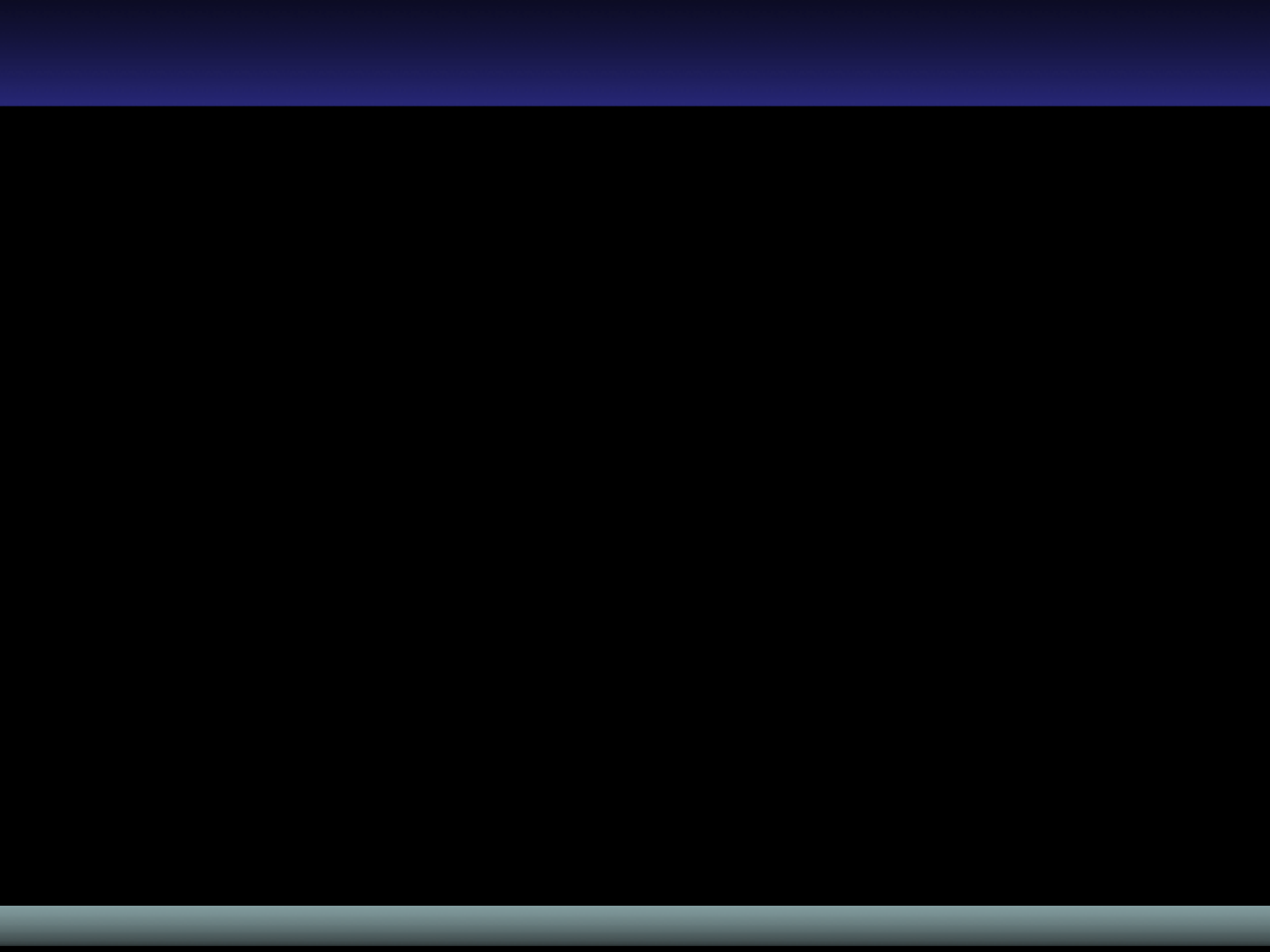
L'empatia emotiva

(“..boia deh in che via si è cacciato Honnold, sto male per lui a vederlo..”)

È distinta dall'empatia motoria, da cui tuttavia riceve informazioni

(“..guarda li come scala fluido, come respira e tiene il ritmo; non sta stringendo tanto.. è sul duro ma ha margine..” )

L'osservatore contrarre i muscoli, è in allarme ma empaticamente sente che Honnold è molto impegnato ma non è al limite..”



# Neuroni Specchio ed Empatia Cognitiva

Adeguate risposte empatiche richiedono però qualcosa di più che simulare e sperimentare stati emotivi simili a quelli di un altro osservato (es. "Sento quello che senti")

Esse richiedono anche una capacità di assunzione di prospettiva di tipo cognitivo (es. "Capisco cosa ti senti")

Questo ci porta sul piano della empatia cognitiva...

# Neuroni Specchio ed Empatia Cognitiva

L'empatia cognitiva può essere definita come la capacità di comprendere i pensieri, i sentimenti, le convinzioni e le intenzioni degli altri

Questo include la comprensione del mondo mentale ed emotivo di un'altra persona, ed è stato descritto come:

la capacità di mettersi nei panni di un altro (cioè, "assumerne la prospettiva")

# Neuroni Specchio ed Empatia Cognitiva

- L'empatia cognitiva è facilitata da informazioni acquisite tramite processi empatici motori ed emotivi
- Questa interazione funzionale tra le componenti dell'empatia permette all'osservatore una forte comprensione del mondo mentale dell'osservato
- In alcune circostanze la comprensione è tale da permettere inferenze predittive sul comportamento dell'osservato...

# Neuroni Specchio ed Empatia Cognitiva

L'empatia cognitiva si basa su modelli interni acquisiti attraverso l'interazione tra input sensoriali (cioè, comportamento osservato e informazioni motorie/fisiche osservate) e conoscenze o esperienze precedenti (cioè, rappresentazioni interne immagazzinate attraverso esperienze sociali)

# Neuroni Specchio ed Empatia Cognitiva

Maggiore l'esperienza della guida, più facile il flusso degli input sensoriali ed il suo confronto con un campionario più ampio di esperienze; di conseguenza l'empatia cognitiva è più efficace. Alla guida con esperienza basta una osservazione minima perché il campionario di informazioni motorie ed esperienze osservate è tale da permettere una buona empatia cognitiva con un flusso minimo di input sensoriali (veder scalare, sciare e camminare il cliente)

# Neuroni Specchio ed Empatia Cognitiva

Le relazioni bidirezionali tra stati mentali/emotivi e comportamenti motori determinano la capacità di fare inferenze sulle esperienze interne degli altri attraverso una sorta di "mappa" di associazioni presumibilmente sviluppata tra l'azione fisica e le corrispondenti esperienze mentali ed emotive

*(Meltzoff & Decety, 2003)*



# Empatia ed Inferenze Predittive:

Partendo dai meccanismi imitativi e di risonanza una guida può utilizzare l'empatia emotiva, motoria e cognitiva per giungere ad una buona comprensione dei meccanismi fisici e mentali del cliente

Questa forma evoluta di empatizzazione può consentire inferenze predittive sul possibile comportamento del cliente in alcuni contesti ambientali

Ad esempio....

# Esempi: Empatia ed Inferenze Predittive

Una guida riflette:

”.. Alessio scala bene in falesia, ma quando aumenta l'esposizione l'ho visto rigido anche da secondo (e. motoria/emotiva). Quando la via si raddrizza e c'è da tirare qualche presa probabilmente perde lucidità (e. cognitiva). Magari su qualche multipitch si potrebbe incasinare (inferenza predittiva). In verdon lo porto l'anno prossimo e prima gli propongo altro..”

# Esempi: Empatia ed Inferenze Predittive

Due cordate accanto, guide con clienti  
"... terreno tecnico, il collega X potrebbe farlo bendato, il suo cliente sembra scalare bene ma mi sembra ci sia qualcosa che non va: X scala rigido (E. Motoria) e non mi sembra tranquillo (E. Emotiva); forse è preoccupato per il suo cliente nella parte successiva della via (E. Cognitiva). Faccio sosta e lo aspetto per capire se tutto ok prima che ci siano guai (inferenza predittiva)..."

# Esempi: Empatia ed Inferenze Predittive

Il mio cliente Luigi in gita scialpinistica accelera quando altri aumentano il ritmo (e. motoria), probabilmente è molto competitivo, (e. Emotiva) ma rallenta se pensa che qualcuno abbia problemi (e. Motoria).

Probabilmente aiuterebbe un compagno in difficoltà se non si sente troppo sotto pressione nell'ambito del gruppo (e. Cognitiva ed inferenza predittiva)

Posso proporgli una gita lunga e facile...

# CONCLUSIONI

# CONCLUSIONI

Nel 2011 i neuroni specchio erano ovunque. Sono stati trasmessi programmi dalla CNN e dalla BBC. Più di 200 articoli sono stati pubblicati su riviste specializzate ed anche su Time e sul New York Times.

Le ipotesi sul loro ruolo spaziavano dalla lettura della mente alla fisiopatologia dei disturbi mentali. L'interesse per i neuroni specchio ha raggiunto il picco 2 anni dopo, nel 2013, per poi iniziare a diminuire...

# CONCLUSIONI

I risultati degli studi successivi hanno molto ridimensionato le prime sensazionalistiche aspettative. Si è visto che i neuroni specchio non sono "cellule che leggono la mente", non spiegano "cosa rende gli esseri umani sociali" e non sono in grado di "fare per la psicologia ciò che il DNA fatto per la biologia". Gli studi però mostrano il loro ruolo nell'interpretazione degli aspetti motori e li indicano come basi neurologiche dell'imitazione e dell'empatia

*(Meltzoff & Decety, 2003)*

# CONCLUSIONI

Il nostro cervello vede il movimento di un altro, i N.S. si attivano e per il cervello è “come se fossimo noi ad eseguire quell’azione

Questo sistema permette di rilevare ed analizzare similitudini e differenze tra quella azione e la nostra azione

L’analisi dei processi imitativi ed empatici porta informazioni che, elaborate a livello cognitivo, possono consentire inferenze predittive complesse sull’altro



# CONCLUSIONI

Se vedo fare un lancio quando il soggetto inizia il movimento l'analisi dei NS porta ad inferenza predittiva sul risultato del lancio

Se vedo un cliente in azione l'analisi dei NS attiva processi con aspetti motori (mimetismo o imitazione), aspetti emotivi (risonanza emotiva o contagio emotivo) ed aspetti cognitivi (teorizzazione sulla mente altrui o presa di prospettiva sull'altro) che portano ad inferenze predittive sul comportamento dell'osservato

# CONCLUSIONI

In pratica lo stesso meccanismo per cui quando vedo lanciare capisco subito se lo scalatore terrà la presa o meno può permettere di capire, vedendo il cliente in azione, se questi potrà essere efficace o meno in determinati contesti ambientali

# CONCLUSIONI

Probabilmente lo studio di questo sistema  
e delle sue implicazioni per le attività dell'uomo  
è soltanto all'inizio

I neuroni specchio  
devono ancora adempiere  
la loro vera promessa

*(Heyes C, Catmur C. "What Happened to Mirror Neurons?"  
Perspect Psychol Sci. 2022 Jan;17(1):153-168)*

---

Slides disponibili sul sito internet

[www.neurofarmacologia.net](http://www.neurofarmacologia.net)



Dr Bruno Pacciardi  
Università di Pisa