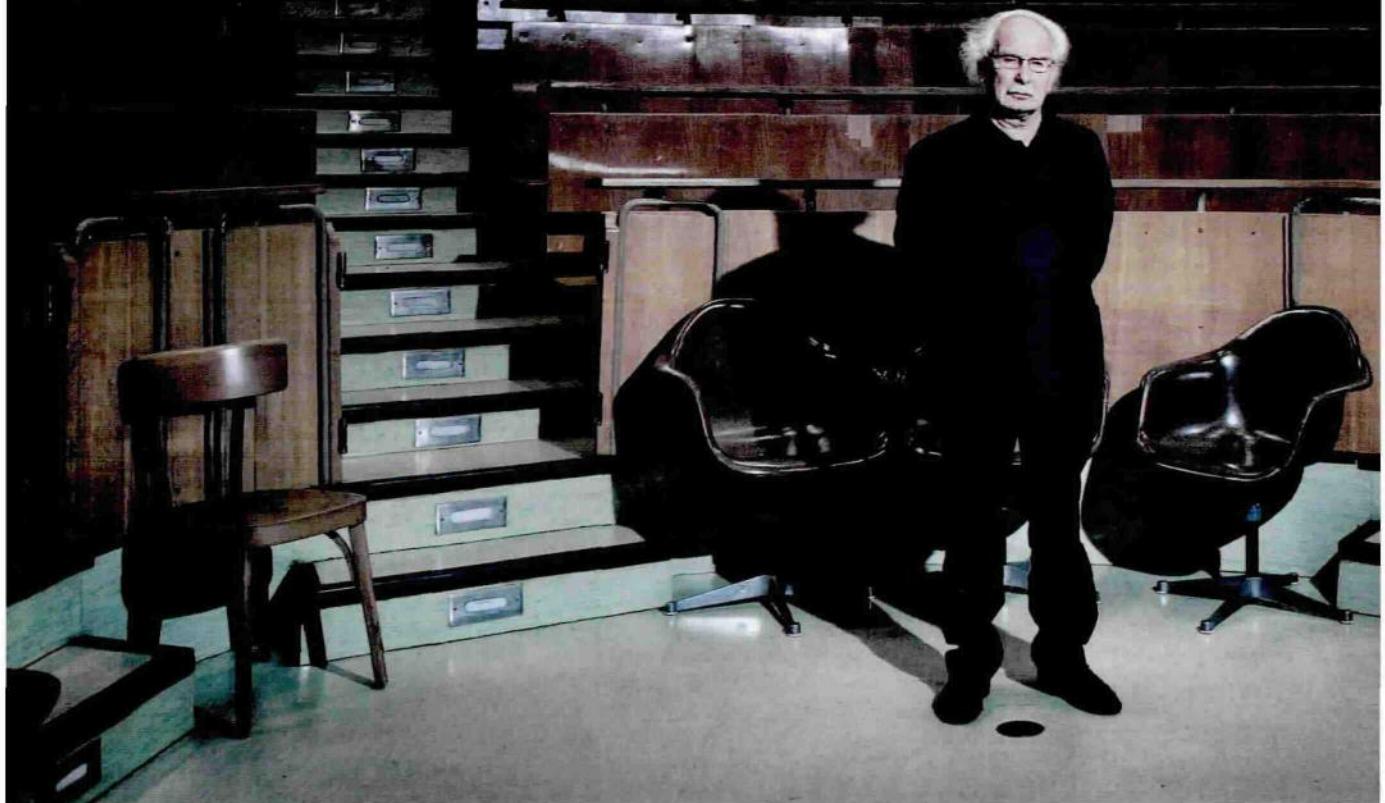


Scienze NEUROLOGIA

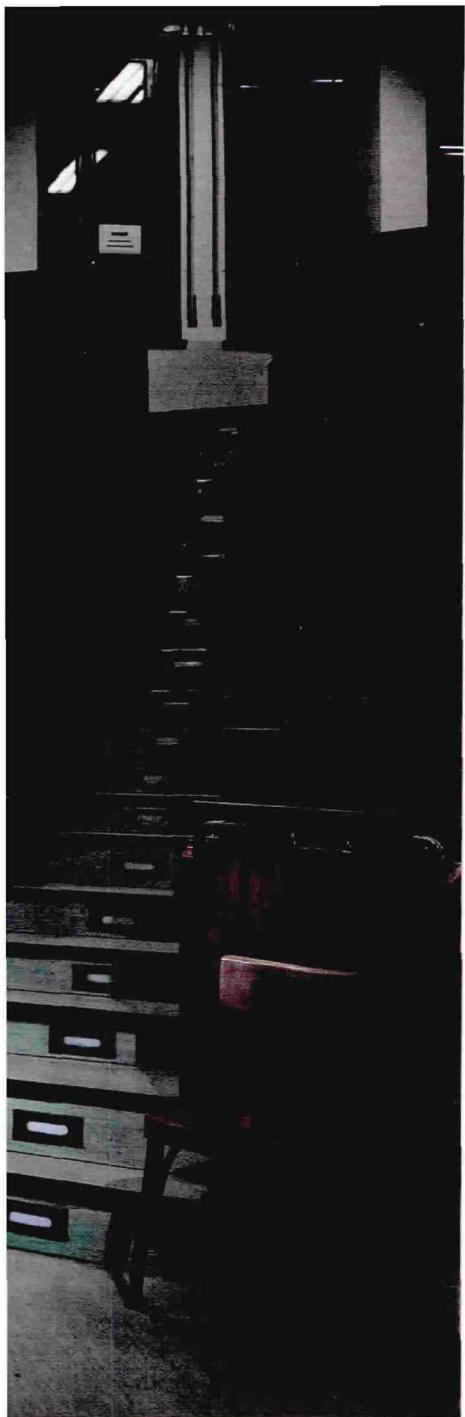
# C'è uno specchio nel... **CERVELLO**



**Strani neuroni governano l'apprendimento. Ma anche l'empatia. E rivoluzionano le teorie sulla mente. Parla lo scienziato che li ha scoperti. E che lancia un appello**

DI NICOLA NOSENKO

**C**hissà se ogni tanto si mangia le mani, quell'editor di "Nature". Vent'anni fa, sul tavolo della più importante rivista scientifica del mondo arrivava l'articolo di un gruppo di fisiologi di una piccola università italiana, Parma. Avevano trovato degli strani neuroni nel cervello dei macachi. Stavano in quella parte del cervello della scimmia che governa i movimenti, ma "sparavano" (co-



me dicono i neurofisiologi, riferendosi alla scarica di segnale elettrico che segna quando una cellula nervosa si mette in funzione) anche quando la scimmia stava ferma e vedeva muoversi un essere umano. Che cosa strana. Non abbastanza per "Nature" però, che respinse il tutto al mittente definendo la ricerca (la frase sarebbe, nel suo piccolo, passata alla storia) «priva di interesse generale».

A quella scoperta (che nel 1992 uscì poi su "Experimental Brain Research") si

Foto: M. Giacobini - Lurphoto

## Conoscere è comunicare

Che cos'è un neurone specchio? Nella definizione "classica" di Giacomo Rizzolatti è un neurone del sistema motorio che si attiva sia quando l'animale si muove, sia quando vede lo stesso movimento eseguito da un altro. Vennero scoperti attraverso elettrodi impiantati nel cervello dei macachi, che consentono di registrare l'attività elettrica di singoli neuroni senza interferire con le funzioni vitali dell'animale. La presenza di neuroni specchio nell'essere umano è stata invece studiata con tecniche per forza di cose meno precise, come l'elettroencefalografia o la fMRI (risonanza magnetica funzionale), che consentono di studiare l'attivazione di aree cerebrali, ma non di singole cellule. Con queste tecniche, comportamenti "specchio" sono stati individuati nella corteccia frontale inferiore e nel lobo parietale superiore, in particolare nella cosiddetta "area di Broca", collegata alla produzione del linguaggio. Secondo Rizzolatti, la funzione fondamentale dei neuroni specchio è di consentirci di comprendere le azioni altrui, intuendone intimamente lo scopo grazie all'attivazione delle stesse aree cerebrali che si attiverebbero se fossimo noi a compiere quell'azione. Il punto chiave è però che si tratta di neuroni motori: anche le funzioni cognitive superiori degli esseri umani si sarebbero quindi sviluppate a partire dal sistema motorio delle scimmie, e non per la comparsa di qualche nuova area cerebrale dedicata al pensiero astratto. Nel corso dell'evoluzione i neuroni specchio avrebbero permesso la comparsa di capacità tipicamente umane, come l'apprendimento per imitazione, la comunicazione e il linguaggio, che quindi non deriverebbe dai vocalizzi tipici di molte specie animali (come crede la maggioranza dei linguisti), ma si sarebbe sviluppato prima come linguaggio gestuale, trasformandosi solo dopo in linguaggio orale. Secondo Rizzolatti e altri, disfunzioni dei neuroni specchio giocherebbero poi un ruolo nell'autismo, che ha tra i sintomi tipici proprio l'incapacità di "leggere" il senso delle azioni altrui e comunicare.

Giacomo Rizzolatti, all'università di Parma

sarebbero interessati in tanti invece. Anche troppi secondo qualcuno. Neurofisiologi, psicologi, linguisti, medici, artisti. Quegli strani neuroni (battezzati "neuroni specchio" e poi trovati anche negli esseri umani) mandavano all'aria idee consolidate su come funziona la mente, come la divisione tra pensiero "alto" e funzioni nervose "basse". Sarebbero stati usati per spiegare empatia, apprendimento, linguaggio, autismo. Qualcuno, come il neuroscienziato statunitense Vilyanur Ramachandran, se ne è entusiasmato tanto da dire che sono «per la psicologia quello che il Dna è stato per la biologia». Qualcuno si è entusiasmato molto meno, attaccando a testa bassa il lavoro del gruppo di Parma. Gli uni e gli altri hanno contribuito a fare del suo leader, Giacomo Rizzolatti, uno dei nomi più noti delle neuroscienze mondiali.

E oggi uno degli scienziati più famosi del mondo ha deciso di chiedere aiuto alla sua città per portare avanti un aspetto decisivo del suo lavoro, capire il ruolo dei neuroni a specchio nel cervello dei bambini in età evolutiva, e quindi capire di più se e quanto queste strutture sono

coinvolte nella malattia autistica. Arruolare ragazzi negli studi nel nostro Paese è quasi impossibile: per proteggerli si è costruita una rete di proibizioni e burocrazie che rende impossibile il lavoro degli scienziati. E allora Rizzolatti ha deciso di fare come fanno in Scandinavia: si è rivolto direttamente ai genitori chiedendo di farsi parte attiva per lo sviluppo della scienza, portare i ragazzi a fare i test che indagano il loro comportamento. Niente di invasivo, insomma, e tutte le spiegazioni e le cautele che i genitori desiderano.

Sel'appello di Rizzolatti sarà ascoltato, questo rivoluzionario settantenne avrà sfondato un altro piccolo muro. Nato a Kiev da un medico italiano la cui famiglia siera trasferita in Ucraina nell'Ottocento, Rizzolatti diventa famoso giovanissimo, quando, nel 1965, firma su "Science" con Lamberto Maffei, altro grande neurofisiologo italiano, oggi presidente dell'Accademia dei Lincei, uno studio su come lo stimolo visivo viaggia nel sistema nervoso del gatto. E all'inizio degli anni Ottanta inizia a studiare - nei macachi - le aree del cervello che governano i movimenti. «All'epoca gli americani studiavano il sistema motorio come una mac-

## Scienze

### Imito dunque sono

I neuroni specchio sono stati indicati come la possibile spiegazione di fenomeni mentali via via sempre più complessi.

#### Riconoscimento delle intenzioni altrui

È il punto di partenza dell'ipotesi di Rizzolatti & C., per cui i neuroni specchio ci consentirebbero di intuire direttamente le intenzioni che guidano le azioni altrui, mettendo in moto gli stessi circuiti cerebrali che si azionerebbero se fossimo noi a compiere quell'azione.

#### Empatia

Oltre a intuire lo scopo di un gesto della mano, i neuroni specchio avrebbero un ruolo fondamentale anche nell'interpretare gli stati d'animo altrui, in particolare attraverso la lettura delle espressioni facciali di tristezza, gioia, rabbia. Quando vediamo qualcuno con una di quelle espressioni, nel nostro cervello si mettono in moto gli stessi

circuiti nervosi che si attiverebbero per muovere i nostri muscoli del viso, facendoci "sentire" l'emozione dell'altro.

#### Apprendimento per imitazione

È il meccanismo fondamentale con cui gli esseri umani imparano dagli altri (a cominciare dai genitori) ed è quello che ci ha consentito di sviluppare una cultura, andando oltre l'istinto. Chi non ha mai preso in mano una chitarra in vita sua può guardare le mani di un chitarrista e imitarlo. Nessun'altra specie ci riesce, e il segreto, secondo Rizzolatti e i suoi, sono i neuroni specchio.

#### Linguaggio

È il punto forse più ambizioso e contestato della teoria di Rizzolatti. Se è vero che i neuroni specchio hanno permesso ai primati di imparare a riconoscere un linguaggio gestuale, anche il nostro linguaggio verbale si sarebbe sviluppato da lì. Gli antenati delle parole

è quindi il gesto, e non i versi tipici di molte specie animali. Nell'uomo i neuroni specchio si trovano proprio nell'area di Broca, quella deputata al linguaggio.

#### Cinema, teatro, sport

Perché tifiamo per un atleta, ci identifichiamo con il protagonista di un film, sentiamo le emozioni che ci trasmette un attore su un palcoscenico? Secondo alcuni, perché quelle esperienze mettono in moto i nostri neuroni specchio, facendoci vivere letteralmente "in prima persona" quello sforzo fisico, quel gesto o quell'emozione, saltando a piè pari il pensiero astratto.

#### Autismo

È una malattia molto complessa, in cui si sommano fattori genetici e ambientali. Ma secondo Rizzolatti e i suoi, nei soggetti autistici i neuroni specchio sono spesso meno attivi del normale, cosa che potrebbe spiegare l'incapacità di "leggere" intenzioni e stati d'animo altrui e l'apparente assenza di empatia.



IL NEUROPSICOLOGO ALFONSO CARAMAZZA CHE HA CRITICATO LA TEORIA DEI NEURONI SPECCHIO

china, misurando velocità dei movimenti, o contando quanti muscoli si attivano», ricorda: «Io invece usavo un approccio etologico, studiavo situazioni della vita reale dell'animale. Cosa succede nel cervello della scimmia se le do da mangiare, o se le do una spinta».

Grazie ai primi dottorati di ricerca e a qualche acrobazia amministrativa, Rizzolatti mette assieme quel gruppo di giovani talenti che diventerà una piccola "Via Panisperna" della neurofisiologia (il riferimento è al gruppo di fisici nato attorno a Enrico Fermi negli anni Trenta). Luciano Fadiga, Vittorio Gallese, Leonardo Fogassi, i nomi che appaiono con lui sotto l'articolo del 1992 e molti altri che seguiranno. Sono giovani, entusiasti e squattrinati. Ma in quegli anni le neuroscienze stanno diventando uno dei settori più hot della scienza, e quei giovani trovano in Rizzolatti un capo diverso dagli altri. «Nel laboratorio non c'erano regole stupide, le gerarchie erano basate solo sulle capacità», ricorda Fadiga, alle cui capacità tecniche (con i computer, con i macchinari sperimentali) Rizzolatti riconosce una bella fetta di merito nella scoperta dei neuroni specchio.

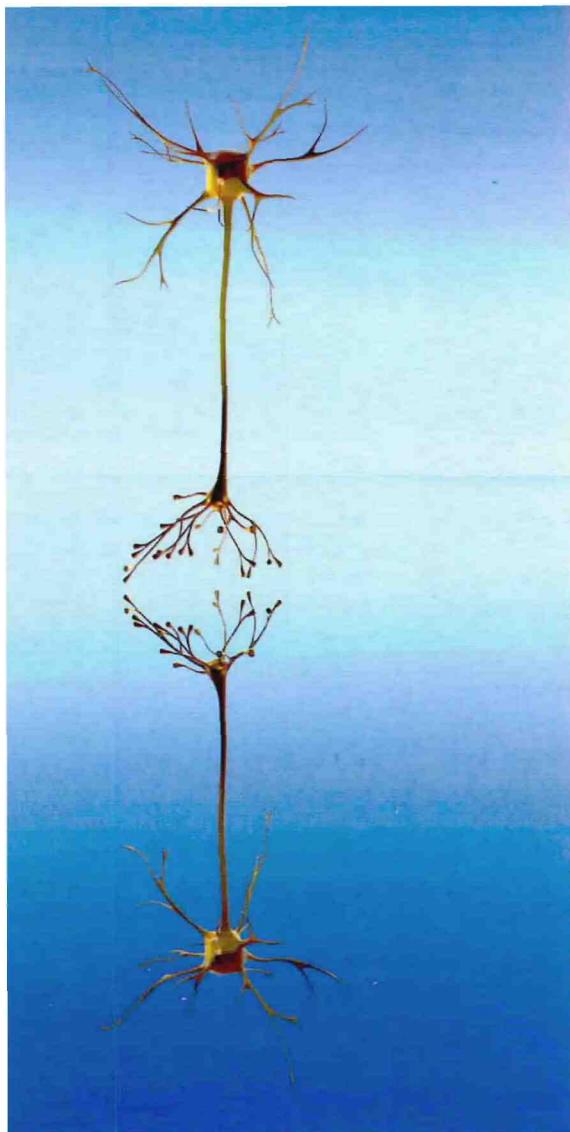
Che non nasce dal nulla. Già qualche anno prima, il gruppo di Parma aveva scoperto neuroni motori ("canonici" li

chiamano, per distinguerli da quelli specchio) che codificano i movimenti in base allo scopo. In pratica, alcuni servono ad afferrare un oggetto per portarlo alla bocca, altri ad afferrarlo per spostarlo, e così via. «Ancora oggi c'è chi mi dice che quella scoperta era persino più importante dei neuroni specchio», ricorda Rizzolatti: «Perché ha qualcosa di filosofico, dice che il sistema motorio funziona come un vocabolario». È durante questi studi che arriva "quel momento". Rizzolatti in laboratorio non c'è, quel giorno.

Fadiga e gli altri lavorano a un esperimento in cui studiano i neuroni che si attivano quando la scimmia muove una zampa per prendere una mela. In una pausa, la sorpresa: si attivano anche quando la scimmia resta ferma, ma vede qualcuno prendere la mela. Quando Rizzolatti torna, non ci crede. «Sembrava ovvio che fosse un artefatto, quelle cose che credi di vedere negli esperimenti ma in realtà non esistono. Per esempio, forse la scimmia muoveva impercettibilmente la zampa». Invece i giovani sono sicuri di essere di fronte a qualcosa di grosso. «In questo sono stati la forza trainante, hanno avuto subito il coraggio di crederci. Quando dopo molte prove mi sono convinto anch'io, a me è

toccato invece avere il coraggio di annunciare la scoperta e interpretarla. Di dire che quelli sono neuroni che servono a capire le azioni altrui».

Lo studio, nonostante il rifiuto di "Nature", crea subito interesse. Che esplode dopo il 1996, quando il gruppo scopre i primi indizi della presenza di neuroni specchio anche negli esseri umani. E non in una zona qualunque del cervello, ma nell'area associata al linguaggio. Avanza così un'ipotesi che alza la posta in gioco: che proprio quei neuroni possano



## CI PERMETTONO DI CAPIRE E APPREZZARE LE AZIONI ALTRUI. E POSSONO SPIEGARE L'ORIGINE DELLE EMOZIONI E DELLA CULTURA

spiegare lo sviluppo del linguaggio umano. Quel "codice" dei movimenti scoperto dal gruppo di Parma sarebbe diventato, nel corso dell'evoluzione, il codice della lingua.

A quel punto un sacco di gente si mette a studiare quegli strani neuroni. Rizzolatti diventa una superstar, e le riviste scientifiche si riempiono di studi che associano i neuroni specchio a tutto. Empatia (i neuroni per "mettersi nei panni degli altri"), teatro (perché ci identifichiamo con l'attore? Merito dei neuroni

specchio), porno (perché ci eccita? Idem), tifo calcistico, eccetera. «Una volta feci una presentazione a una conferenza per mettere in guardia da queste associazioni improbabili», ricorda Fadiga: «La intitolai "Neuroni specchio e patate". Doveva essere uno scherzo. Salò fuori che c'era davvero uno studio americano che associa i mirror neurons ai "couch potato", i tizi che non si alzano mai dal divano».

Tanto clamore provoca anche antipatie. «Sono stati soprattutto gli psicologi a prenderla male», spiega Rizzolatti: «Prima c'era una divisione netta, noi studiavamo l'hardware e loro il software. La nostra ricerca invece spiegava anche funzioni mentali superiori a partire da singoli neuroni. Vederci entrare in questo campo ha dato fastidio a molti». Lo scontro più duro è però con un altro neuroscienziato italiano di vaglia, Alfonso Caramazza, professore ad Harvard e Direttore del Centro Interdipartimentale Mente-Cervello dell'Università di Trento, che nel 2009 pubblica sui "Proceedings of the National Academy of Sciences" uno studio in cui mette in dubbio la stessa presenza di neuroni specchio nell'uomo, o perlomeno la loro importanza specifica per "leggere" le azioni altrui. I toni diventano subito aspri, con reciproche accuse di tirare per la giacchetta i dati degli esperimenti per procurarsi titoloni sui giornali. Tre anni dopo i rapporti non sono migliorati. «Considero importantissima la scoperta dei neuroni specchio nella scimmia», chiarisce Caramazza: «Quello che non condivido è l'interpretazione che ne danno loro. L'idea che il sistema motorio sia alla base della comprensione delle azioni, che non esista un livello cognitivo tra percezione e azione. Non ci sono abbastanza dati per sostenerlo. Non si possono spiegare fenomeni complessi come la comprensione dello scopo di un'azione, o l'autismo, usan-

do solo quel meccanismo. Ma c'è un vuoto di teorie in questo campo, e molti si sono aggrappati a questa proposta perché offre spiegazioni semplici».

Rizzolatti respinge la prima parte della critica: negare la presenza dei neuroni specchio nell'uomo. «Certo sull'uomo non si può fare quello che si fa nelle scimmie, studiare l'attività di singoli neuroni. Ma ci sono decine di esperimenti con tecniche diverse che puntano nella stessa direzione». Sul resto, ammette che «alcuni le hanno sparate un po' grosse, per esempio Marco Iacoboni che in America fa studi sugli orientamenti politici in base ai neuroni specchio. E ci hanno fatto male certe semplificazioni eccessive, come quando lo stesso Ramachandran ha scritto che l'autismo è causato da neuroni a specchio danneggiati. Le cose sono molto più complesse».

Proprio l'autismo, tuttavia, è uno dei filoni principali su cui oggi continua il lavoro di Rizzolatti, che nell'anima resta un medico e che in collaborazione con l'azienda sanitaria di Parma sta mettendo in piedi un centro per la diagnosi e lo studio di questa malattia («Ma i neuroni specchio sono solo un tassello», chiarisce). Nel frattempo, il gruppo è cresciuto molto rispetto ai tempi eroici. Gallese e Fogassi sono ancora lì e sono diventati professori, e attorno a loro c'è una nuova generazione di giovani che continuano a raffinare esperimenti e teoria sui neuroni specchio. Per esempio collaborando con l'ospedale Niguarda di Milano per nuovi sistemi di elettroencefalografia che forse permetteranno di arrivare quasi ai singoli neuroni anche negli esseri umani.

Ma quel Nobel arriverà mai? Rizzolatti sorride sornione e ammette che ogni tanto ne parla con amici che lo hanno vinto, come lo statunitense Eric Kandel. «Di Nobel per le scienze cognitive ce ne sono stati pochissimi. E poi ci vuole una lobby che ti appoggia, per chi lavora ad Harvard è più facile. Non credo ci siano molte chances», dice, e probabilmente ha ragione. Può consolarsi con cose che per chi fa scienza valgono altrettanto, come l'elezione lo scorso maggio alla National Academy of Sciences americana, dove è l'ottavo italiano a entrare. Non male, per una ricerca che a qualcuno sembrava "priva di interesse generale". ■