

Anna Borghi, Roberto Nicoletti

In stampa su *Giornale Italiano di Psicologia (GIP)*

**SE LEGGO “CAPPELLO” MI MUOVO VERSO L’ALTO:
MOVIMENTO E COMPRENSIONE DI PAROLE E FRASI**

Riassunto. La rassegna riporta una serie di studi comportamentali a favore dell’idea che i concetti mediati da parole si fondano sulla percezione e sull’azione, cioè riattivano l’esperienza sensomotoria legata agli oggetti cui si riferiscono. Gli studi trattati nella prima parte riguardano il significato delle parole, nella seconda parte la comprensione di frasi. Le evidenze riportate, che dimostrano la stretta interazione tra linguaggio, concetti e sistema motorio, sono difficilmente spiegabili da una teoria proposizionale, astratta e amodale dei concetti e forniscono invece sostegno ad una teoria “embodied” dell’organizzazione della conoscenza. La comprensione di parole e frasi darebbe quindi avvio ad una simulazione interna delle azioni descritte dalle stesse parole o frasi.

INTRODUZIONE

Questa rassegna tratta del rapporto tra i concetti mediati da parole o da frasi e il sistema motorio. Quando classifichiamo gli oggetti che ci circondano distinguendoli in gruppi, formiamo delle categorie come ad esempio quella degli animali o delle piante. I concetti, che sono le unità minimali della nostra conoscenza (Murphy, 2002), rappresentano gli aspetti cognitivi delle categorie, sono dati cioè dalle informazioni che abbiamo in memoria in relazione alle categorie. In questa rassegna tratteremo prevalentemente dei concetti di oggetti, ovvero di come sono immagazzinate nella nostra memoria le conoscenze relative a oggetti, come le tazze, le sedie o gli alberi, mentre non ci soffermeremo sui cosiddetti concetti “astratti” come ad esempio libertà o fantasia. Inoltre, tratteremo esclusivamente dei concetti mediati da parole o da frasi.

Il quadro teorico cui questo lavoro fa riferimento muove dall’assunto che vi sia una profonda unitarietà tra percezione, azione e cognizione (Thelen e Smith, 1994), e dalla convinzione che non sia possibile studiare i processi percettivi in maniera indipendente dal tipo di azione che si sta compiendo o che ci si prefigge di compiere, né che sia possibile studiare i processi cognitivi indipendentemente da quelli senso-motori. Questa posizione, che si è affermata negli ultimi anni, presenta una visione della cognizione come “embodied”, legata cioè al corpo e alle esperienze sensomotorie. A partire da questa visione, sono stati proposti modelli in base ai quali i concetti si fondano sull’esperienza sensomotoria e, più precisamente, consistono nella riattivazione del pattern di attivazione neurale che si ha quando si percepiscono i loro referenti e si interagisce con essi (Barsalou, 1999; Gallese e Lakoff, 2005; Glenberg, 1997; MacWhinney, 1999; Pecher e Zwaan, 2005). Come dovrebbe risultare chiaro da quanto detto, rispetto ai modelli tradizionali non si pone tanto in questione la natura simbolica della conoscenza quanto il cosiddetto “formato” dei simboli. Barsalou (1999) parla esplicitamente di “simboli” percettivi, proprio

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* in quanto grazie ai simboli vengono preservate le caratteristiche di produttività e capacità combinatoria tipiche del pensiero umano. A differenza dei modelli tradizionali, però, non si assume che l'esperienza sensomotoria venga “tradotta” in simboli arbitrari, né si parla di una “rappresentazione” che abbia un formato diverso da una rappresentazione neurale (Barsalou, Simmons, Barbey e Wilson, 2003; per modelli computazionali sul “language grounding”, vale a dire sul fatto che il linguaggio si fondi sui processi sensomotori, si vedano Cangelosi, Bugmann e Borisyuk, 2005; Parisi, Borghi, Di Ferdinando e Tsiotas, 2005; Steels, 2003).

Diversi studi recenti dimostrano inoltre che la visione degli oggetti attiva le cosiddette “affordances” (Gibson, 1979; per una rassegna su concetti e affordances si veda Borghi, 2005). Secondo la nozione di affordance, gli oggetti (almeno quelli che sono stati progettati in maniera adeguata) possiedono caratteristiche che suggeriscono il corretto modo di utilizzo e invitano all'azione. Obiettivo di questa rassegna è di riportare risultati a favore dell'idea secondo la quale non solo gli oggetti ma anche le parole che mediano i concetti si fondano sulla percezione e sull'azione, cioè riattivano l'esperienza sensomotoria legata agli oggetti cui si riferiscono (Prinz, 2004). Nella prima parte della rassegna ci soffermeremo sui risultati ottenuti sul significato delle parole trattate singolarmente: analizzeremo il rapporto tra parole e le figure, esamineremo le differenze tra nomi e verbi, il rapporto tra parole con valenza emotiva e parole astratte e movimento, prenderemo in esame studi con le parole realizzati utilizzando paradigmi di compatibilità. Nella seconda parte affronteremo invece i risultati ottenuti nei compiti di comprensione di frasi: mostreremo che il processo di comprensione di frasi comporta la simulazione delle caratteristiche degli oggetti, delle loro affordances, del loro movimento e ci occuperemo della comprensione di frasi con compiti che prevedono risposte motorie, oculari e manuali

LA TEORIA “EMBODIED” E LE PAROLE: UNA VIA DIRETTA ALL'AZIONE?

Parole e figure: rapporto con l'azione

Secondo un modello molto noto, due distinte vie possono condurre all'azione: una via diretta dalla visione all'azione, mediata dal sistema dorsale, e una via indiretta visione-semanticazione, mediata dal sistema ventrale (Milner e Goodale, 1995; Rumiati e Humphreys, 1998). Da questo modello possono seguire due predizioni, una "forte" e l'altra più moderata. Secondo la prima, se l'attivazione dell'informazione motoria è legata direttamente alle affordances degli oggetti, i risultati che si ottengono con stimoli figurativi non dovrebbero essere ritrovati con stimoli verbali dato che l'elaborazione dei primi non comporta l'accesso all'informazione semantica. In pratica, attiveremmo informazione su come manipolare una ciliegia senza riconoscere che si tratta di una ciliegia, rispondendo semplicemente alle sue caratteristiche strutturali. La seconda predizione, più moderata, è che le figure attivino informazione legata all'azione e alla manipolazione degli oggetti in modo più diretto rispetto alle parole (Phillips, Humphreys, Noppeney e Price, 2002).

Va comunque sottolineato, però, che anche qualora si dimostrasse che le figure sono più legate all'azione delle parole, questo non porterebbe necessariamente ad escludere che anche le parole attivino informazione motoria, come messo in luce da recenti studi.

In un lavoro di Boronat, Buxbaum, Coslett, Tang, Saffran, Kimberg e Detre (2005) i partecipanti, sottoposti alla risonanza magnetica, dovevano decidere, date coppie di figure o di parole che denotavano oggetti, se si trattava di oggetti che erano manipolati nello stesso modo (ad esempio, sia il computer che il pianoforte hanno una tastiera su cui si agisce) o che possedevano la stessa funzione (ad esempio, sia un fiammifero che un accendino servono ad accendersi una sigaretta). I risultati hanno dimostrato che le aree di attivazione per gli stimoli verbali e quelli figurativi erano in larga parte simili: sia con le figure che con le parole si attivavano vaste regioni della corteccia frontale e prefrontale sinistra dorso-e-ventrolaterale, oltre al lobo parietale inferiore sinistro. Questo suggerisce che non solo le figure, ma anche le parole attivano regioni corticali tipicamente associate con i processi di elaborazione sensomotoria, e in particolare il lobo parietale inferiore sinistro, una regione legata alla prassi e alla manipolazione di oggetti.

Sia l'ipotesi secondo la quale anche le parole rimandano ai processi senso-motori ed attivano informazione legata all'azione, sia quella per cui le figure attiveranno informazione motoria più

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* direttamente delle parole, sono confermate da un recente studio comportamentale di Saffran, Coslett e Keener (2003) nel quale ai partecipanti era richiesto di produrre associazioni verbali a figure e parole che indicavano oggetti manipolabili o non manipolabili. I risultati hanno messo in luce che con le figure veniva prodotta una percentuale di verbi più elevata che con le parole, e con le parole relative ad oggetti manipolabili venivano prodotti più verbi che con le parole riferite a oggetti non manipolabili. Un esempio molto chiaro del fatto che le parole attivano informazione multimodale è dato da uno studio di Pecher, Zeelenberg e Barsalou (2003). Venivano presentate coppie di parole e si richiedeva di verificare se la seconda denotava una proprietà della prima. I risultati mostrano che per verificare una proprietà uditiva (es. frullatore-rumoroso) si è più lenti se si è appena verificata una proprietà in una modalità diversa (es. mirtilli-aspri) che nella stessa modalità (es. foglie-fruscianti). Questo fenomeno, ampiamente dimostrato in compiti percettivi sequenziali, conferma che i concetti sono fondati sulla percezione e attivano informazioni relative a diverse modalità sensoriali.

Gli studi illustrati suggeriscono che anche le parole rimandano a informazioni legate alla percezione, all'azione e alla manipolabilità o meno degli oggetti che designano, anche se gli effetti sono più marcati con le figure. Questo porta a ritenere che l'attivazione automatica dell'informazione motoria non sia dovuta esclusivamente all'azione delle "affordances", e quindi al solo sistema dorsale, ma che vi sia anche un'influenza dell'informazione concettuale sugli oggetti e delle esperienze di interazione con essi. Se questo è il caso, si può supporre che vi sia anche una mediazione del sistema ventrale.

Nomi e verbi: rapporto con l'azione

Una vasta letteratura sulle basi neurali della conoscenza indaga i correlati neurali dei nomi e dei verbi. Se da un lato alcuni studi neuropsicologici mettono in luce che lesioni di aree diverse provocano l'incapacità di utilizzare l'una o l'altra categoria grammaticale (Tranel, Martin, Damasio, Grabowski, Hichwa, 2005), altri studi basati su tecniche di scansione cerebrale pongono in dubbio il fatto che aree

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* neurali diverse siano dedicate a categorie grammaticali diverse (Tyler, Russell, Fadili e Moss, 2001). Le differenze riscontrate tra le aree cerebrali attivate non sarebbero quindi da attribuirsi alla classe grammaticale, ma piuttosto alla semantica. In effetti le differenze nelle attivazioni corticali riscontrate per i verbi e i nomi associati ad azioni (come i nomi di utensili e di artefatti) sono piuttosto ridotte (Cappa e Perani, 2003), mentre esistono chiare prove che parole dotate di significati diversi attivano aree corticali diverse: un esempio è costituito dagli studi di Pulvermüller (1999; 2003) volti a testare l'ipotesi secondo la quale le parole sarebbero organizzate topograficamente in reti neuronali che riflettono i loro referenti. Se così fosse, la parola "calciare" dovrebbe attivare non soltanto i neuroni nelle aree del linguaggio legate alla percezione acustica e articolatoria della parola, ma anche altri neuroni coinvolti nella coordinazione del movimento del calciare. In uno studio neurofisiologico che ha impiegato i potenziali evocati e la risonanza magnetica funzionale, Pulvermüller, Härle e Hummel (2001) chiedevano di eseguire compiti di decisione lessicale con verbi riferiti ad azioni del volto, delle braccia e delle gambe (parlare vs. afferrare vs. camminare). I risultati confermano che le parti del corpo cui questi verbi rimandano sono riflesse nel pattern di attivazione corticale provocato dalle parole, e che si accede pressoché contemporaneamente all'informazione sulla forma della parola e all'elaborazione di attributi legati all'azione. Questo lascia pensare che le sotto-categorie dei verbi di azione legate ad azioni eseguite con parti del corpo differenti siano distinte anche dal punto di vista neurofisiologico.

Di grande interesse sono anche i lavori che indagano i diversi pattern di attivazione neurale provocati da nomi con referenti diversi, per esempio animali rispetto ad utensili. Utilizzando la tomografia a emissione di positroni (PET), Martin, Wiggs, Ungerleider e Haxby (1996) hanno dimostrato che vedere o denominare figure di utensili attiva la corteccia premotoria sinistra. Quando i partecipanti all'esperimento dovevano denominare utensili, si attivava il giro mediano temporale sinistro, area di solito attivata in compiti di produzione di nomi di azioni, e la corteccia premotoria sinistra, area attiva quando si immagina di afferrare oggetti con la mano dominante.

La corteccia premotoria sinistra si attiva anche in compiti di produzione di azioni associate a utensili, nonostante l'assenza di risposte motorie effettive, come dimostrato da Grafton, Fadiga, Arbib e

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* Rizzolatti (1997). Alcuni studi comportamentali confermano che l'informazione legata alla manipolazione di oggetti è attivata automaticamente (Borghi, Bonfiglioli, Ricciardelli, Rubichi e Nicoletti, in corso di stampa; Myung, Blumstein e Sedivy, in corso di stampa). In generale quindi, si può concludere che questi lavori confermano l'ipotesi secondo cui i concetti, o almeno i concetti di utensili, sono "pattern di azione potenziale", ovvero attivano automaticamente informazione motoria.

Effetti di compatibilità con le parole: Studi con tempi di reazione

Secondo Gibson (1979) reagiamo alle affordances degli oggetti in modo automatico. Ad esempio, quando vediamo una maniglia, il nostro sistema visivo "informa" direttamente il sistema motorio che fornisce una risposta; non è necessario che riconosciamo che si tratta di una maniglia per poter interagire con essa.

In antitesi con questa posizione, studi recenti sembrano indicare che la via dorsale venga attivata in modo esclusivo soltanto quando si tratta di riconoscere oggetti nuovi, mentre l'interazione appropriata con oggetti conosciuti presuppone il loro riconoscimento, e quindi l'influenza del sistema ventrale (Creem e Proffitt, 2001). Gli studi sull'elaborazione di parole che rimandano ad oggetti forniscono un contributo per dirimere questa controversia. In particolare, alcuni effetti di compatibilità come quelli trovati da Tucker e Ellis (1998; 2001) con immagini e con oggetti reali potrebbero non essere attribuibili esclusivamente all'attivazione del sistema dorsale ma anche alla mediazione del sistema ventrale e presupporre quindi l'accesso alla conoscenza degli oggetti. Questo è quanto ammettono Tucker e Ellis (2004) i quali hanno trovato effetti di compatibilità tra la grandezza degli oggetti e il tipo di prensione non soltanto con figure, ma anche con parole che indicano oggetti. Gli autori mostravano ai partecipanti figure e parole di oggetti afferrabili con una presa di precisione (es. nocciola, matita) o con una presa di forza (es. patata, bottiglia) e chiedevano loro di valutare se si trattasse di un oggetto naturale o di un artefatto esercitando su un joystick un tipo di pressione che ricordava una presa di precisione o di forza. La presenza di effetti di compatibilità sia con le figure che con le parole suggerisce che le associazioni tra

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia*
stimoli visivi e sistema motorio non si formano al momento dell'emissione della risposta, ma che ci troviamo invece in presenza di associazioni a lungo termine tra gli oggetti e le azioni che di solito svolgiamo con essi. La memoria a lungo termine relativa ad associazioni tra oggetti e azioni sembra quindi spiegare gli effetti di compatibilità, almeno per quanto riguarda la prensione.

I risultati dei lavori di Tucker e Ellis tuttavia, forniscono indicazioni solo in relazione alle proprietà intrinseche degli oggetti (come la grandezza) e lasciano invece aperta la questione se per le proprietà estrinseche (come l'orientamento) l'informazione motoria possa essere attivata direttamente dallo stimolo visivo senza la mediazione della conoscenza a lungo termine. Uno studio recente suggerisce però che anche per quanto riguarda l'orientamento degli oggetti, la memoria a lungo termine delle interazioni tra oggetto e azione è determinante nello spiegare l'effetto delle affordances. Borghi, Glenberg e Kaschak (2004) presentavano semplici frasi come "C'è un cavallo di fronte a te", "C'è una bambola in piedi di fronte a te". Al posto delle frasi comparivano poi delle parole; il compito consisteva nel decidere se si trattasse o meno di parole che designavano una parte dell'oggetto menzionato nella frase. Per farlo i partecipanti dovevano premere un tasto in alto o in basso. Quando dovevano premere un pulsante in una direzione compatibile con la collocazione della parte (ad esempio, premere un pulsante in alto per decidere che il nome "testa" designava una parte di un cavallo), la risposta era più veloce rispetto a quando dovevano rispondere andando in una direzione incompatibile con quella della parte (ad esempio, premere un pulsante in alto per decidere che il nome "zoccolo" rappresentava una parte del cavallo). Era quindi presente un effetto di compatibilità tra la collocazione della parte rispetto all'oggetto nel suo complesso (in alto, in basso) e la direzione da seguire per premere il tasto (verso l'alto, verso il basso). Questo studio indica che gli effetti di compatibilità legati all'orientamento degli oggetti, o più propriamente di parti di essi, non si ritrovano soltanto con le immagini di oggetti o gli oggetti reali, ma anche con le parole.

Nel complesso, le ricerche descritte portano a ritenere che, sia per quanto riguarda la prensione, influenzata da forma e grandezza degli oggetti, che il raggiungimento, influenzato dall'orientamento degli oggetti, gli effetti di compatibilità possono essere spiegati da associazioni presenti nella memoria a

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia*

lungo termine tra gli oggetti e le azioni che più tipicamente si realizzano con essi. Questo conferma la teoria sensomotoria, per cui i concetti non sono simboli arbitrari e il significato delle parole non è spiegabile in base a reti di associazioni tra parole, ma riattivano la varietà di esperienze e di modalità con cui gli oggetti sono stati esperiti. Come si è detto, la presenza di effetti di compatibilità con le parole suggerisce un coinvolgimento non solo del sistema dorsale, ma anche del sistema ventrale per generare e spiegare le cosiddette affordances. In alternativa, come suggerisce Gentilucci (2003), potrebbe essere che anche nel sistema dorsale sia codificata una qualche forma di rappresentazione dell'oggetto. Qualunque delle due ipotesi sia valida, resta il fatto che questi effetti di compatibilità sono spiegati in modo più plausibile, più che sulla base dell'attivazione di una via diretta visione-azione, ricorrendo ad associazioni visuomotorie a lungo termine che si instaurano tra gli oggetti e le azioni che di solito vengono eseguite con essi. Ciò potrebbe aver luogo secondo due diverse modalità: nella prima le parole attiverebbero informazioni percettive e visive sugli oggetti, che a loro volta richiamerebbero informazioni motorie; nella seconda le parole attiverebbero invece associazioni visuo-motorie in modo diretto.

Pur concludendo che le parole attivano informazione motoria, resta aperta la possibilità che gli effetti con le parole siano meno forti che con le figure, o quantomeno che, per aver luogo, necessitino di una forma di attivazione del sistema motorio. Nei due esperimenti descritti sopra infatti, gli effetti di compatibilità erano presenti soltanto nel caso in cui la risposta prevedeva una chiara attivazione del sistema motorio. Nello studio di Tucker e Ellis (2004) si richiedeva di rispondere esercitando un dato tipo di pressione con un joystick. Nell'esperimento di Borghi et al. (2004) l'effetto di compatibilità emergeva soltanto quando si richiedeva di muovere la mano verso l'alto o verso il basso per premere il pulsante di risposta, mentre non si manifestava quando si richiedeva semplicemente di premere un pulsante collocato in alto o in basso. (Per una estesa trattazione del rapporto tra le preposizioni spaziali, la percezione e l'azione si vedano Coventry e Garrod, 2004; Carlson e van der Zee, 2005).

Effetti di compatibilità con le parole: Studi di cinematica

Alcuni recenti lavori hanno indagato il rapporto tra linguaggio e cinematica dimostrando ad esempio che il significato delle parole “grande” o “piccolo” scritte su oggetti, pur essendo irrilevante per il compito che consisteva nell'afferrare gli oggetti, influenzava la cinematica dell'afferramento. Il significato delle parole portava infatti a modificare l'apertura della mano. Allo stesso modo, lavori che hanno utilizzato le parole “vicino” e “lontano” (Gentilucci, Benuzzi, Bertolani, Da prati e Gangitano, 2000; Gentilucci & Gangitano, 1998; Glover & Dixon, 2002), hanno confermato il risultato e hanno messo in evidenza come la cinematica del movimento fosse influenzata nelle sue fasi iniziali dalla semantica. In generale questi studi non solo contribuiscono a mettere in luce che il significato delle parole o il tipo (verbi e aggettivi) influenzano il sistema motorio, ma consentono anche di precisare quale particolare fase del movimento è influenzata dalla semantica.

Studi sul rapporto tra movimento e parole dotate di valenza emotiva dimostrano che eseguire un dato movimento mentre si apprende una parola può portare a valutare positivamente o negativamente la parola stessa. Cacioppo, Priester e Berntson (1993) hanno dimostrato che gli individui avevano un atteggiamento più positivo nei confronti di ideogrammi cinesi a loro sconosciuti se disponevano le braccia in una posizione che solitamente indica accoglienza, cioè se eseguivano un movimento di avvicinamento al corpo, piuttosto che se estendevano le braccia eseguendo così un movimento di allontanamento dal proprio corpo. In uno studio successivo Priester, Cacioppo e Petty (1996) hanno mostrato che gli effetti della flessione ed estensione delle braccia erano presenti con stimoli dati da parole nuove o dalle cosiddette “non parole”, mentre non erano presenti con parole familiari, come ad esempio “tavolo”, in quanto questo tipo di parole evidentemente erano già connotate emotivamente sulla base di esperienze precedenti. Chen e Barg (1999) hanno messo in evidenza che parole con valenza positiva o negativa, come “amore” o “odio” danno luogo a tempi di risposta più veloci in caso di congruenza tra il movimento e la valenza delle parole. Il compito consisteva nel determinare la valenza di parole avvicinando o allontanando una leva (avvicinamento/valenza positiva e allontanamento/valenza negativa oppure viceversa). Un fenomeno molto simile è stato riscontrato con un compito di generazione di nomi nel quale ai partecipanti veniva richiesto di produrre nomi di personaggi famosi eseguendo un movimento di avvicinamento o di allontanamento (Foerster e Strack, 1997). I partecipanti dovevano inoltre valutare i personaggi rievocati per gradevolezza (graditi, non graditi, neutri). I risultati mostrano che i partecipanti tendevano a produrre più nomi di persone non gradite estendendo il braccio, di persone gradite flettendolo.

Concetti astratti e movimento: L'esempio del tempo

L'esperienza del movimento e del muoversi nello spazio è cruciale per permetterci di comprendere concetti astratti, come quello di tempo. E' quello che indicano alcuni studi recenti, i cui risultati sostengono le teorie "embodied" della conoscenza, secondo cui concetti astratti come libertà, giustizia, o tempo, vengono compresi per analogia a partire da esperienze dirette e concrete, da schemi immaginativi e schemi motori (Lakoff e Johnson, 1999). In alcuni studi che si sono avvalsi di metodologie diverse, Boroditsky (2000) e Boroditsky e Ramscar (2002), mettono proprio in luce questo aspetto. In alcune condizioni sperimentali veniva posta una domanda ambigua come: "L'incontro di mercoledì prossimo è stato spostato di due giorni. In che giorno si terrà?" La risposta dipende da come si concettualizza il tempo e dalla prospettiva che si assume nel rapportarsi al tempo: chi pensa al proprio movimento nel tempo, cioè chi assume una prospettiva "ego-moving", tende a rispondere "venerdì", chi invece pensa al movimento del tempo verso di sé, assumendo così una prospettiva "time-moving", tenderà a rispondere "lunedì". In condizioni normali, i partecipanti hanno uguale probabilità di adottare una delle due prospettive. Se però viene richiesto di immaginare di sedersi su una sedia a rotelle e di muoversi verso un punto nello spazio (inducendo cioè una prospettiva "ego-moving"), allora le risposte saranno più frequentemente "venerdì", mentre se i partecipanti devono immaginare di tirare la sedia verso di sé con una corda (prospettiva "time-moving") la risposta "lunedì" diviene più frequente. Gli autori si domandano se il nostro modo di concepire il tempo in termini di movimento nello spazio possa avere influenza sulle attività quotidiane che le persone svolgono, come per esempio fare la fila in mensa per il pranzo, prendere un aereo o andare in treno. Per verificarlo, pongono la domanda ambigua riportata sopra a soggetti che si trovano nelle diverse situazioni. In aeroporto, chi è appena sceso da un aereo ha più probabilità di adottare una prospettiva "ego-moving" di chi sta semplicemente aspettando qualcuno. In treno, chi è all'inizio o alla fine di un viaggio, fattore che aumenta la consapevolezza di essere in moto, assume la prospettiva "ego-moving" con più probabilità di chi è a metà del viaggio. In mensa, le persone che sono all'inizio di una coda hanno più probabilità di assumere una prospettiva "ego-moving" di chi si trova in fondo alla fila. In sintesi, questi studi dimostrano che il nostro sistema di conoscenza temporale è

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* esplicitamente costruito sulla base della nostra esperienza di movimento, suggerendo che anche la conoscenza astratta si fonda sull'esperienza.

LA TEORIA DELLA SIMULAZIONE E LA COMPrensIONE DI FRASI

La nozione di simulazione si è diffusa ampiamente negli ultimi anni in vari settori di ricerca; un forte impulso a tale diffusione è dovuto alla nota scoperta dei neuroni specchio (per una rassegna recente si veda Rizzolatti e Craighero, 2004). Va subito chiarito che il termine “simulazione” non è qui inteso nell'accezione che lo lega alle reti neurali o all'intelligenza artificiale, ma piuttosto alla simulazione legata alla teoria della mente. All'interno di quest'ultima accezione, i processi fondati sulla simulazione sembrano sottostare alla comprensione delle azioni, intenzioni ed emozioni altrui, come anche all'attribuzione ad altri di particolari stati (si veda ad esempio Gallese e Goldman, 1998). In particolare, verrà qui descritto come questa teoria è stata applicata all'ambito degli studi psicologici sui concetti e sulla comprensione del linguaggio (Barsalou, 1999; Gibbs, 2003; Glenberg, 1997; Zwaan, 2004).

In base alla teoria della simulazione, mentre interagiamo con il mondo, immagazziniamo in memoria tracce delle nostre esperienze sensomotorie. Queste tracce si associano a parole e, nel momento in cui comprendiamo il linguaggio, vengono riattivate. Così, quando comprendiamo una frase riproduciamo mentalmente la situazione descritta, quindi se la frase descrive un'azione è come se noi compissimo un'azione simulata. Qui di seguito verranno riportati risultati che sostengono la teoria della simulazione e che sarebbero difficilmente spiegabili in base ad una teoria che chiameremo AAP, ovvero una teoria per la quale i significati, anziché essere fondati sulla percezione e l'azione, sono dati da tratti *astratti, amodali* (non fondati sulla percezione e sull'azione), e di natura *proposizionale* (caratterizzati da una relazione arbitraria tra simboli e loro referenti) (Pylyshyn, 1986). Come si vedrà, ci sono tuttavia una serie di problemi non risolti dalla teoria della simulazione. Questa teoria predice infatti che la comprensione del linguaggio porta a modulare il sistema motorio, ma non predice in quale direzione ciò

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* avvenga. Per questa ragione, come si vedrà, effetti di interferenza e di facilitazione vengono portati entrambi a sostegno della teoria della simulazione. Tra i futuri compiti di chi lavora in questo ambito rientra quello di fornire modelli più dettagliati di COME il linguaggio modula il sistema motorio, e della direzione (interferenza, facilitazione) in cui questa influenza reciproca avvenga.

Comprensione di frasi e simulazione delle caratteristiche degli oggetti legate all'azione

Alcuni lavori mettono in luce come, durante il processo di comprensione di frasi che menzionano oggetti, vengano eccitati i pattern di attivazione neurale attivi durante la percezione e l'interazione con gli oggetti stessi. Ad esempio Stanfield e Zwaan (2001) presentavano frasi come “piantò il chiodo nel muro/nel pavimento” e subito dopo i partecipanti vedevano apparire la figura di un oggetto che poteva corrispondere o meno a quello menzionato nella frase. Il compito consisteva nel decidere se si trattasse o meno dell'oggetto contenuto nella frase. L'aspetto manipolato dagli sperimentatori era l'orientamento degli items critici; ad esempio, l'immagine del chiodo poteva essere orientata orizzontalmente o verticalmente, quindi con lo stesso o con un diverso orientamento rispetto a quello rappresentato nella frase. Anche se l'orientamento era irrilevante per il compito, i partecipanti impiegavano meno tempo a riconoscere l'oggetto quando l'orientamento era quello descritto dall'azione riportata nella frase rispetto alla condizione opposta.

Richardson, Spivey, McRae e Barsalou (2003) presentavano invece acusticamente frasi astratte o concrete che implicavano un orientamento verticale (L'aereo bombardò la città) o orizzontale (Il minatore spingeva il carrello). Chiedevano poi di decidere se un oggetto presentato sullo schermo in alto, in basso, a destra o a sinistra era un cerchio oppure un quadrato. I risultati mettono in luce un chiaro effetto di interferenza: le frasi che implicano un orientamento verticale rendono più difficile la categorizzazione di stimoli visivi presentati nella parte alta e bassa dello schermo; il contrario avviene per le frasi che rimandano ad un orientamento orizzontale. Gli autori interpretano la presenza di un effetto di interferenza anziché la presenza di una facilitazione come dimostrazione di difficoltà nell'integrare lo stimolo visivo

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* nella simulazione mentale che i partecipanti hanno prodotto come conseguenza della situazione descritta nella frase. Utilizzando un paradigma sperimentale simile ai precedenti, Zwaan, Stanfield e Yaxley (2002) hanno dimostrato che la comprensione di una frase non solo implica che la simulazione degli oggetti contenga il loro orientamento, ma anche la loro forma. I partecipanti vedevano sullo schermo di un computer frasi come “Il cacciatore vide l’aquila nel cielo/nel suo nido”; alla scomparsa della frase veniva presentata una figura. Il compito consisteva nel valutare se l’oggetto raffigurato era stato o meno menzionato nella frase. L’aspetto manipolato era il tipo di figura: ad esempio l’aquila poteva essere presentata con le ali aperte o chiuse, anche se questo non era rilevante per il compito. I tempi di risposta erano più rapidi quando la frase “vide l’aquila nel cielo” era seguita dalla figura dell’aquila con le ali aperte, così come quando la frase “vide l’aquila nel suo nido” era seguita dall’immagine dell’aquila con le ali chiuse. Questo mostra che il processo di comprensione di una frase implica la simulazione implicita della forma degli oggetti. Nel complesso, questi studi suggeriscono la presenza di una stretta relazione tra informazione linguistica e informazione percettivo-motoria; dimostrano infatti che la comprensione di una frase passa attraverso la simulazione mentale di come gli oggetti menzionati possono essere disposti o quale forma hanno così da poter interagire al meglio con essi. E’ evidente che una teoria “AAP”, secondo cui il chiodo o l’aquila sarebbero rappresentati semplicemente come nodi in una rete semantica, non sarebbe invece in grado di prevedere e spiegare risultati di questo tipo.

Comprensione di frasi e simulazione delle affordances degli oggetti

La teoria della simulazione prevede che, quando comprendiamo frasi relative ad azioni con oggetti, riattiviamo le affordances degli oggetti stessi. L’ipotesi indessicale di Glenberg e Robertson (2000) spiega come ciò potrebbe accadere. Le parole e le frasi rimandano ai loro referenti (gli oggetti) o a loro rappresentazioni analogiche (ad esempio figure o simboli). Poiché gli oggetti cui le parole rimandano attivano affordances, la teoria indessicale predice che siano le affordances degli oggetti cui le parole

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* rimandano, e non le parole e le associazioni tra esse (vedi ad esempio Landauer e Dumais, 1997), a vincolare il modo in cui i concetti possono essere combinati. Per testare questa ipotesi, Glenberg e Robertson (2000) chiedevano di valutare la sensatezza di frasi come “Marisa dimenticò di portare con sé il suo cuscino in campeggio. Come sostituto del cuscino riempì un vecchio maglione di (1) foglie / (2) acqua”. Il risultato in apparenza scontato, cioè che le frasi con l’oggetto (1) erano valutate più sensate di quelle con l’oggetto (2), è facilmente spiegabile dalla teoria indessicale ma non da teorie che rappresentano i significati come relazioni associative tra simboli arbitrari, poiché le frasi non differiscono sul piano delle associazioni tra parole (né l’oggetto 1 né il 2 sono semanticamente associati all’oggetto che sostituiscono, il cuscino). A differenza dell’oggetto 2 però, l’oggetto 1 possiede le affordances adeguate per essere utilizzato come sostituto.

L’effetto delle affordances non emerge solo con compiti di valutazione, ma influenza i tempi del processo di comprensione e ha effetto sui tempi di risposta. Borghi (2004) ha dimostrato l’effetto delle affordances sulla comprensione di frasi in un compito di verifica di parti. Ai partecipanti veniva chiesto di giudicare se la parola che seguiva una frase costituiva o meno una parte dell’oggetto descritto nella frase. A parità di associazione tra le parti e le frasi che le precedevano, le parti che costituivano buone affordances per una data azione portavano a risposte più rapide. Ad esempio, per l’azione “dividere un’arancia” le fette hanno un’affordance migliore della polpa, mentre per l’azione “assaggiare un’arancia” la polpa ha un’affordance migliore delle fette. Quindi le parti che attivano un’azione congruente con quella descritta nella frase portano a risposte più veloci, indipendentemente dal tasso di associazione semantica tra la parola che designa la frase e la frase che la precede. I risultati indicano che i concetti sono variabili, nel senso che vengono attivate caratteristiche percettive diverse a seconda dell’azione che si compie e dello scopo che ci si prefigge

Comprensione di frasi e simulazione del movimento degli oggetti

Oltre ad essere sensibili alle caratteristiche riportate nei paragrafi precedenti, alcuni recenti lavori mettono in luce la sensibilità a caratteristiche percettive dinamiche degli oggetti. Per esempio, quando leggiamo o ascoltiamo frasi che descrivono un movimento di un oggetto, simuliamo mentalmente quel movimento. Questo ha importanti implicazioni teoriche in quanto suggerisce che la comprensione di frasi attiva rappresentazioni visive dinamiche, fatto che può essere rilevante per le azioni che dobbiamo compiere. Zwaan, Madden, Yaxley e Aveyard (2004) facevano ascoltare frasi che descrivevano un movimento di avvicinamento o allontanamento di un oggetto, come ad esempio “I bambini lanciarono la palla sulla sabbia verso di te” oppure “Tu lanciasti la palla sulla sabbia verso i bambini”. Dopo la presentazione della frase i partecipanti vedevano due immagini della palla in sequenza e dovevano indicare se raffiguravano o meno lo stesso oggetto. Nella prima immagine l’oggetto raffigurato poteva essere più piccolo del secondo, suggerendo così un movimento di avvicinamento, o più grande del secondo, suggerendo così un movimento di allontanamento. A conferma della teoria della simulazione, dai risultati emerge un effetto di congruenza tra il tipo di frase presentata e la sequenza di presentazione: quando la frase suggeriva un movimento di allontanamento i tempi di reazione erano più veloci quando il primo oggetto in sequenza era più grande del secondo; quando invece la frase descriveva un movimento di avvicinamento i risultati erano opposti.

Studi recenti mostrano che la teoria della simulazione vale anche quando il movimento non è reale ma fittizio. Matlock (2005) presentava frasi come “La strada corre lungo la costa”, frasi cioè che non si riferivano a movimenti reali ma a movimenti fittizi. La procedura utilizzata nei diversi esperimenti consisteva nel leggere ai partecipanti una storia che descriveva un particolare scenario, poi nel leggere frasi che potevano o meno contenere verbi relativi al movimento fittizio. Il compito richiesto era di decidere se le frasi fossero o meno legate alla storia precedente. I risultati mettono in luce che il tipo di scenario presentato influenzava l’elaborazione della frase. I partecipanti impiegavano meno tempo per elaborare la frase “Una strada corre lungo la penisola” nel caso lo scenario che precedeva il verbo implicasse l’assenza di ostacoli, una distanza minore e un movimento più veloce. I risultati vanno a sostegno della tesi di Langacker (1986) e Talmy (2000), secondo cui chi concettualizza assume una

Borgi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* prospettiva a partire dalla quale analizza la scena e simula mentalmente il movimento, e non confermano invece la visione di Jackendoff (2002) secondo la quale le frasi di movimento fittizio non comportano alcun cambiamento di stato e vengono associate ad una rappresentazione statica.

In uno studio successivo, Matlock (in corso di stampa) chiedeva di fare dei disegni che rappresentassero scene descritte da verbi di movimento fittizio, come “La strada va lungo la costa”, o da verbi che non indicavano movimento, come “La strada e’ lungo la costa”. Curiosamente, con i verbi di movimento fittizio i partecipanti tendevano a disegnare figure più allungate; inoltre disegnavano figure più allungate con i verbi di movimento fittizio che indicavano movimenti veloci rispetto a quelli che indicavano movimenti lenti (La strada si getta (jets) vs. striscia (creeps) attraverso la città). I verbi di movimento fittizio influenzano anche il tipo di prospettiva che si adotta nel pensare al tempo (Matlock, Ramscar e Boroditsky, 2005); essi influenzano inoltre un particolare tipo di “azione”, quella eseguita con i movimenti oculari. Registrando i movimenti oculari Matlock e Richardson (2004) hanno trovato che i partecipanti impiegavano più tempo a esaminare una scena statica quando udivano una frase con un movimento fittizio che una frase che descriveva una situazione statica (Le palme corrono lungo / sono a fianco all’autostrada).

Questi studi lasciano aperte alcune questioni; in particolare non é chiaro come avvenga la simulazione del movimento. I partecipanti potrebbero attivare una situazione statica e poi simulare in seguito il movimento, oppure potrebbero costruire gradualmente una rappresentazione di una scena in movimento o, ancora, piuttosto che un movimento vero e proprio potrebbero simulare un cambiamento di stato. Su questo punto rimangono ancora aperti alcuni interrogativi.

Comprensione di frasi e risposte motorie, oculari e manuali

A sostegno della teoria della simulazione, alcuni studi mostrano che la lettura di frasi relative ad azioni attiva direttamente un dato tipo di movimento. Ci soffermeremo su evidenze ottenute registrando

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia*

due tipi di movimento: i movimenti oculari e i movimenti della mano. Prove a supporto della teoria della simulazione sono fornite da Spivey e Geng (2001) i quali hanno dimostrato che quando comprendiamo una frase, o quando qualcuno ci racconta una storia, stiamo apparentemente fermi ma i nostri occhi si muovono e seguono gli oggetti e gli eventi descritti. Venivano registrati i movimenti oculari di soggetti che, posti di fronte ad uno schermo bianco, ascoltavano il racconto di una scena costruita in modo da suggerire una direzionalità. Per esempio, si chiedeva di immaginare di essere in cima ad un canyon e di vedere una persona scendere progressivamente fino a raggiungerne il fondo, oppure di trovarsi di fronte a un grattacielo di 40 piani e di vedere al 10° piano una donna stendere i panni, al 29° piano due ragazzini fumare una sigaretta seduti sulla grondaia e all'ultimo piano due persone che urlavano. I partecipanti tendevano a muovere gli occhi nella direzione degli eventi immaginati, e quindi a orientare lo sguardo dal basso verso l'alto quando sentivano la descrizione del grattacielo, dall'alto verso il basso quando sentivano il racconto relativo al canyon. Sorprendentemente, studi successivi hanno dimostrato che l'effetto si ritrovava addirittura quando i partecipanti tenevano gli occhi chiusi, quando non sapevano che si stavano registrando i loro movimenti oculari e anche quando non veniva richiesto loro di immaginare la situazione descritta nello scenario. Questi risultati indicano che i movimenti oculari non sono semplicemente azioni utili alla raccolta di informazioni, ma rappresentano il legame tramite il quale le rappresentazioni interne sono legate con i loro referenti esterni, come i luoghi e gli eventi.

Glenberg e Kaschak (2002) chiedevano di valutare la sensatezza o meno di frasi e di rispondere "sì" o "no" premendo un pulsante; per premere il pulsante i partecipanti dovevano allontanare o avvicinare la mano dal corpo. A conferma della teoria della simulazione, era presente un effetto di compatibilità tra le azioni descritte nelle frasi e i movimenti che i partecipanti dovevano compiere per rispondere. Quando una frase implicava un'azione in una direzione (es. "chiudi il cassetto" implica un movimento di allontanamento dal corpo, "apri il cassetto" di avvicinamento) i soggetti avevano difficoltà a fornire una risposta che comportava un movimento nella direzione opposta (ad esempio rispondere che "chiudi il cassetto" è una frase sensata facendo un movimento di avvicinamento al corpo per premere il pulsante). In uno studio con un paradigma sperimentale molto simile, di valutazione di sensatezza di

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia*
coppie composte da un verbo e da un nome come, ad esempio, “afferrare-bottiglia”, i partecipanti rispondevano più velocemente con la mano dominante in caso di frasi sensate che rimandavano ad azioni di prensione ed afferramento; il vantaggio della mano dominante non si ritrovava con le frasi non sensate (Borghi, in preparazione). Anche in questo caso i risultati confermano quindi la teoria della simulazione e si può concludere che leggere frasi che descrivono situazioni in cui si afferrano oggetti comporta una preattivazione dell’arto con cui solitamente si afferrano quegli oggetti.

Comprensione di frasi e simulazione: specificità dei meccanismi coinvolti

Si è visto che quando leggiamo una frase tendiamo a simulare internamente l’azione descritta. Ma quale è il livello di dettaglio di questa simulazione? Attiviamo esattamente la stessa informazione coinvolta nell’esecuzione di azioni con gli oggetti oppure no? Se così fosse, leggere una frase che comporta un’azione con le mani come, ad esempio, scrivere al computer, dovrebbe attivare i neuroni che presiedono la pianificazione dei movimenti delle dita. Un recente studio di Kaschak, Madden, Therriault, Yaxley, Aveyard, Blanchard e Zwaan (2005) sembra proprio sostenere l’ipotesi che comprendere frasi sul movimento porta ad attivare gli stessi neuroni deputati alla percezione del movimento. Venivano presentate frasi che dovevano essere giudicate sensate o meno. Le frasi sensate descrivevano un movimento in una direzione specifica, ad esempio un movimento di avvicinamento, “L’auto si avvicinò a te”, di allontanamento, “L’auto ti lasciò nella polvere”, un movimento verso l’alto, “Il razzo partì”, o verso il basso, “I confetti caddero sul corteo”. Contemporaneamente alle frasi venivano presentati degli stimoli che riproducevano il movimento nella stessa direzione indicata dalla frase o nella direzione opposta. Gli stimoli erano delle spirali per suggerire i movimenti di avvicinamento e allontanamento, e delle barre orizzontali per suggerire lo spostamento verso l’alto o verso il basso. I risultati indicano un chiaro effetto di interferenza: i partecipanti impiegavano più tempo nel giudicare sensata una frase che descriveva il movimento in una data direzione quando in concomitanza veniva loro mostrata

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia*

un'immagine che si muoveva nella stessa direzione, mentre i tempi di risposta erano più brevi se il movimento era nella direzione opposta. Lo stesso si verificava con un compito che non presupponeva l'accesso alla semantica, cioè con un compito di valutazione della grammaticalità delle frasi. Gli autori hanno spiegato l'effetto di interferenza ipotizzando che nel simulare la frase siano implicati gli stessi neuroni coinvolti nel percepire il movimento in una data direzione. Il risultato sembra in apparente contraddizione con altri studi che mostrano che la lettura di frasi sul movimento attivi il sistema motorio, provocando così una facilitazione nella risposta piuttosto che un'interferenza. Come suggeriscono Kaschak et al. (2005) tuttavia, la discrepanza nei risultati può essere dovuta alla sequenza temporale degli stimoli presentati: quando frase e stimolo percettivo vengono presentati contemporaneamente, si ha un'interferenza, mentre si ha una facilitazione quando la frase e lo stimolo percettivo sono presentati in successione consentendo un'elaborazione di tipo sequenziale.

Un altro fattore che può determinare interferenza o facilitazione consiste nella facilità di integrare gli stimoli nella simulazione creatasi leggendo la frase. Così uno stimolo figurativo dato da un'auto che si muove nella stessa direzione rispetto a quella indicata dalla frase può comportare una facilitazione, mentre uno stimolo dato da una spirale che si muove seguendo lo stesso orientamento può essere più difficilmente integrabile nella simulazione e quindi comportare un'interferenza. In linea con questi risultati, in un lavoro recentissimo Buccino, Riggio, Melli, Binkofski, Gallese e Rizzolatti (2005) hanno messo in luce come la lettura di frasi che descrivono azioni moduli il sistema motorio. Impiegando la modalità comportamentale e la stimolazione magnetica transcranica (TMS), ai partecipanti venivano fatte ascoltare frasi di 3 tipi: astratte, relative ad azioni da eseguire con le mani e relative ad azioni che si eseguono con i piedi. Il compito consisteva nel fornire una risposta motoria, con la mano o con il piede, nel caso la frase fosse concreta (es. girava la chiave, calciava la palla), nell'evitare di rispondere nel caso la frase fosse astratta (es. odiava il mare). I risultati della TMS indicano che ascoltare frasi che descrivono azioni manuali comporta un calo dell'ampiezza dei potenziali evocati muscolari (MEP) relativa ai muscoli delle mani, mentre ascoltare frasi che descrivono azioni che si eseguono con i piedi determina un decremento dell'ampiezza MEP registrata sui muscoli dei piedi. Analogamente, i risultati dello studio

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia*
comportamentale mostrano che le risposte con lo stesso effettore (ad esempio con la mano per le frasi che descrivono azioni manuali) sono più lente rispetto a quelle con l'effettore diverso rispetto a quello necessario per eseguire l'azione descritta nella frase. Il significato delle frasi comporta quindi una modulazione specifica dell'attività del sistema motorio, cioè differisce in funzione dell'effettore (mano o piede) coinvolto. In linea con i risultati di Kaschak et al. (2005), questi autori trovano un'interferenza, anziché una facilitazione.

Ulteriori risultati mostrano che la comprensione testuale è influenzata dal tipo di effettore coinvolto e che questo interagisce con le proprietà della frase, per esempio le proprietà temporali veicolate da avverbi. De Vega, Robertson, Glenberg, Kaschak, Rinck (2004) mostrano che gli avverbi non sono componenti astratte, ma sono parte integrante della costruzione “embodied” del linguaggio, in quanto invitano a considerare come gli eventi o le azioni possono essere combinati. Si supponga di leggere due frasi che coinvolgono lo stesso (tagliare la legna e dipingere una staccionata) o un diverso sistema sensomotorio (fischiare una melodia e dipingere una staccionata) e che le frasi siano descritte come simultanee o successive tramite l'uso di avverbi come “mentre” e “dopo”. La comprensione richiede tempi maggiori in presenza dell'avverbio che indica simultaneità nel caso di frasi che coinvolgono lo stesso sistema motorio, mentre non c'è differenza tra “mentre” e “dopo” in caso di frasi che interessano un diverso sistema sensomotorio.

I meccanismi sottostanti la comprensione di frasi possono essere specifici non soltanto perché portano ad attivare l'effettore necessario per svolgere l'azione, ma perché comprendere una frase comporta l'attivazione di specifiche modalità con cui un oggetto può essere afferrato o manipolato. Klatzky, Pellegrino, McCloskey e Doherty (1989) chiedevano ai partecipanti di valutare se frasi composte da un verbo e da un nome, come “mangiare una carota”, fossero o meno sensate. Le frasi erano precedute da un prime, iconico o verbale, che poteva essere neutro o informativo. Durante una fase di training che precedeva l'esperimento i partecipanti imparavano ad associare il prime ad una data postura della mano. Per esempio, il prime iconico “<” era associato ad una presa di precisione (pinch). L'elaborazione delle frasi avveniva più rapidamente se c'era congruenza tra la postura necessaria per

Borghi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* eseguire l'azione rappresentata dal prime e la frase che lo seguiva: così, la frase “mirare con una freccia” era valutata più rapidamente come sensata se preceduta dal prime che evocava una postura di precisione. L'effetto non era presente quando durante il training il prime non veniva associato ad una postura della mano ma ad un'etichetta verbale. In linea con i risultati di Klatzky et al., Bergen e Wheeler (2005) hanno trovato un effetto di compatibilità tra la postura suggerita dalla frase e quella impiegata per rispondere, la mano aperta o il pugno (es. Il cameriere portava il vassoio / L'avvocato portava la valigetta).

Nel complesso i risultati riportati confermano che la comprensione di frasi comporta la simulazione interna di un'azione e che tale azione non sembra essere generica (ad esempio l'azione di afferramento in generale), ma specifica. La simulazione sembra prevedere cioè specifiche modalità e posture con cui azioni come quelle di afferramento possono essere compiute.

CONCLUSIONI

In questa rassegna abbiamo riportato evidenze sperimentali che favoriscono un'idea della cognizione “embodied”. Da un lato infatti i dati vanno a sostegno dell'ipotesi secondo la quale i concetti mediati dalle parole rimandano all'interazione senso-motoria con gli oggetti, e dall'altro indicano che la comprensione di frasi relative ad azioni porti a simulare, cioè a riprodurre internamente, tali azioni.

Nella prima parte della rassegna abbiamo preso in esame gli studi che, pur utilizzando paradigmi diversi, dimostrano che le parole, analogamente alle figure, si fondano sulla percezione e sull'azione, cioè riattivano le esperienze sensomotorie avute con i loro referenti. Nella seconda parte abbiamo riportato diverse evidenze a favore della teoria secondo la quale, durante il processo di comprensione di frasi che rimandano ad un'azione, tendiamo a formarci una “simulazione” interna di tale azione. Sono stati descritti risultati che dimostrano che durante l'elaborazione di una frase vengono attivate automaticamente le caratteristiche percettive e le affordances degli oggetti, come la forma e il loro orientamento. Inoltre, non solo ci rappresentiamo automaticamente proprietà percettive statiche degli

Borgi e Nicoletti – Movimento e comprensione di parole e frasi. *Giornale Italiano di Psicologia* oggetti, ma anche dinamiche, e simuliamo non solo movimenti reali ma anche fittizi. Più specificamente, evidenze con compiti che prevedono un movimento (movimento oculare o di un effettore) dimostrano non solo che la comprensione di frasi modula il sistema motorio ma anche che le simulazioni che ci formiamo sono dettagliate e specificano il tipo di risposta e il tipo di effettore da coinvolgere.

Tutti questi risultati confermano una teoria “embodied” del significato. Si potrebbe obiettare che una teoria proposizionale, pur non essendo in grado di predirli, potrebbe comunque spiegarli a posteriori. Tuttavia, l’unico modo in cui una teoria AAP, secondo la quale il significato é rappresentato da tratti *astratti, amodali* e di natura *proposizionale*, potrebbe spiegare i dati riportati, é assumendo che ogni elemento sia rappresentato attraverso un insieme estremamente ampio, probabilmente infinito, di tratti. Si pensi ad esempio all’esperimento di Zwaan et. al (2002): per spiegarlo, una teoria AAP dovrebbe assumere che “aquila” venga rappresentata in modo diverso in funzione dei diversi contesti di riferimento, possibilità che, data la molteplicità dei contesti possibili, porterebbe ad una incontrollabile esplosione combinatoria. Inoltre, i dati che mostrano che la comprensione di frasi modula il sistema motorio sarebbero spiegati con grande difficoltà da una teoria AAP. L’unica spiegazione possibile consisterebbe nell’assumere che ogni elemento sia legato ad un’istruzione proposizionale che innesca l’avvio ad un’azione, come ad esempio “quando leggi la parola ‘cappello’, fai un movimento verso l’alto”. Anche in questo caso, la molteplicità delle azioni che possiamo compiere con un oggetto genererebbe un altissimo numero di possibilità e in ogni caso un sistema di questo tipo non renderebbe conto della estrema flessibilità del nostro sistema cognitivo.

Un’ultima ragione per preferire una spiegazione “embodied” del significato è da ricercarsi nel suo stretto rapporto con i dati delle neuroscienze che mostrano ad esempio che la denominazione e la lettura di parole riferite ad artefatti o a oggetti manipolabili, portano ad attivare le aree corticali premotorie (Chao e Martin, 2000; Martin et. al, 1996).

BIBLIOGRAFIA

- BARSALOU, L.W. (1999). Perceptual Symbol Systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577-609.
- BARSALOU, L.W., SIMMONS, W.K., BARBEY, A.K., WILSON, C.D. (2003). Grounding conceptual knowledge in modality-specific systems. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 84-91.
- BERGEN, B., WHEELER, K. (2005). Sentence understanding engages motor processing. *Proceedings of the Cognitive Science Society*, 27.
- BORGHI, A.M. (2004). Objects concepts and action: Extracting affordances from objects' parts. *Acta Psychologica*, 115,69-96.
- BORGHI, A.M. (2005). Object concepts and action. In D.Pecher, R.Zwaan (eds.). *Grounding cognition. The role of perception and action in memory, language, and thinking*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BORGHI, A.M., (in preparazione). Sentence comprehension and hand motion simulation.
- BORGHI, A.M., BONFIGLIOLI, C., RICCIARELLI, P., RUBICHI S., NICOLETTI, R. (in corso di stampa). Do we access object manipulability while we categorize? Evidence from reaction time studies.
- BORGHI, A.M., GLENBERG, A.M., KASCHAK, M.P. (2004). Putting words in perspective. *Memory and cognition*,32, 863-873.
- BORODITSKY, L. (2000). Metaphoric structuring: Understanding time through spatial metaphors. *Cognition*, 75, 1-28.
- BORODITSKY, L., RAMSCAR, M. (2002). The roles of body and mind in abstract thought. *Psychological Science*, 13, 185-188.
- BORONAT, C.B., BUXBAUM, L.J., COSLETT, H.B., TANG, K., SAFFRAN, E.M., KIMBERG, D.Y., DETRE, J.A. (2005). Distinctions between manipulation and function knowledge of objects: evidence from functional magnetic resonance imaging. *Cognitive Brain Research*, 23, 361-73.
- BUCCINO, G., RIGGIO, L., MELLI, G., BINKOFSKI, F., GALLESE, V., RIZZOLATTI, G. (2005). Listening to action related sentences modulates the activity of the motor system: A combined TMS and behavioral study. *Cognitive Brain Research*, 24, 355-63.
- CACIOPPO, J.T., PRIESTER, J.R., BERNTSON, G.G (1993). Rudimentary determinants of attitudes II: Arm flexion and extension have differential effects on attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 5-17.
- CANGELOSI, A., BUGMANN, G., BORISYUK, R. (2005). *Modeling language, cognition and action*. Singapore: World Scientific.
- CAPPA, S.F., PERANI, D. (2003).The neural correlates of noun and verb processing. *Journal of Neurolinguistics*, 16, 183-189.
- CARLSON, L.A., VAN DER ZEE, E. (2005). *Functional features in language and space: Insights from perception, categorization and development*. Oxford: Oxford University Press.
- CHAO, L.L., MARTIN, A. (2000). Representation of manipulable man-made objects in the dorsal stream. *NeuroImage*, 12, 478-484.
- CHEN, S., BARGH, J.A. (1999). Consequences of automatic evaluation: Immediate behavior predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25, 215-224.
- COVENTRY, K.R., GARROD, S.C. (2004). *Saying, seeing and acting: The psychological semantics of spatial prepositions*. Hove: Psychology Press.
- CREEM, S.H., PROFFITT, D.R. (2001). Grasping objects by their handles: a necessary interaction between perception and action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 218-228.
- DE VEGA, M., ROBERTSON, D.A., GLENBERG, A.M., KASCHAK, M.P., RINCK, M. (2004). On doing two things at once: Temporal constraints on action in language comprehension. *Memory and Cognition*, 32, 1033-1043.
- FOERSTER, J., STRACK, F. (1997) Motor actions in retrieval of valenced information: A motor congruence effect. *Perceptual and motor skills*, 86, 1423-26.
- GALLESE, V., GOLDMAN, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind reading. *Trends in Cognitive Science*, 2, 493-501.

- GALLESE, V., LAKOFF, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensorimotor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 21, 455-479.
- GENTILUCCI, M. (2003). Object motor representation and language. *Experimental Brain Research*, 153, 260-265.
- GENTILUCCI, M., BENUZZI, F., BERTOLANI, L., DAPRATI, E., GANGITANO, M. (2000). Language and motor control. *Experimental Brain Research*, 133, 468-490.
- GENTILUCCI, M., GANGITANO, M. (1998). Influence of automatic word reading on motor control. *European Journal of Neuroscience*, 10, 752-756.
- GIBBS, R.W. (2003). Embodied experience and linguistic meaning. *Brain and Language*, 84, 1-15.
- GIBSON, J.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- GLENBERG, A.M. (1997). What memory is for. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 1-55.
- GLENBERG, A. M., KASCHAK, M.P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 558-565.
- GLENBERG, A.M., ROBERTSON, D.A. (2000). Symbol grounding and meaning: a comparison of high dimensional and embodied theories of meaning. *Journal of Memory and Language*, 43, 379-401.
- GLOVER, S., DIXON, P. (2002). Semantics affect the planning but not control of grasping. *Experimental Brain Research*, 146, 383-387.
- GRAFTON, S.T., FADIGA, L., ARBIB, M.A., RIZZOLATTI, G. (1997). Premotor cortex activation during observation and naming of familiar tools. *Neuroimage*, 6, 231-236.
- JACKENDOFF, R. (2002). *Foundations of Language: Brain, Meaning, Grammar, Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- KASCHAK, M.P., MADDEN, C.J., THERRIAULT, D.J., YAXLEY, R.H., AVEYARD, M., BLANCHARD, A., ZWAAN, R.A. (2005). Perception of Motion Affects Language Processing. *Cognition*, 94 (3), B79-B89.
- KLATZKY, R.L, PELLEGRINO, J.W., MCCLOSKEY, B.P., DOHERTY, S. (1989). Can you squeeze a tomato? The role of motor representations in semantic sensibility judgements. *Journal of Memory and Language*, 28, 56-77.
- LAKOFF, G., JOHNSON, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to Western thought*. New York: Basic Books.
- LANDAUER, T.K., DUMAIS, S.T. (1997). A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104, 211-240.
- LANGACKER, R. (1986) *Foundations of Cognitive Grammar*. Stanford: Stanford University Press.
- MACWHINNEY, B. (1999). The emergence of language from embodiment. In B.MacWhinney (ed.). *The emergence of language*. (pp. 213-256). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- MARTIN, A., WIGGS, C.L., UNGERLEIDER, L.G., HAXBY, G.V. (1996). Neural correlates of category specific knowledge. *Nature*, 379, 649-652.
- MATLOCK, T. (2005). Fictive motion as cognitive simulation. *Memory and Cognition*, 32, 1389-1400.
- MATLOCK, T. (in corso di stampa). Depicting fictive motion in drawings. In J. Luchenbroers, (Ed.), *Cognitive Linguistics: Investigations across languages, fields, and philosophical boundaries*. Amsterdam: Benjamins.
- MATLOCK, T., RAMSCAR, M., BORODITSKY, L. (2005). The experiential link between spatial and temporal language. *Cognitive Science*, 29, 655-64.
- MATLOCK, T., RICHARDSON, D.C. (2004). Do eye movements go with fictive motion? *Proceedings of the Cognitive Science Society*, 26.
- MILNER, A.D., GOODALE, M.A. (1995). *The visual brain in action*. Oxford Psychology Series, No. 27. Oxford: Oxford University Press.
- MURPHY, G.L. (2002). *The big book of concepts*. Cambridge: MIT.
- MYUNG, J., BLUMSTEIN, S.E., SEDIVY, G.C. (in corso di stampa). Playing on the typewriter, playing on the piano: manipulation knowledge of objects. *Cognition*.
- PARISI, D., BORGHI, A.M., DI FERDINANDO, A., TSIOTAS, G. (2005). Meaning and motor actions: Behavioral and Artificial Life evidence. *Behavioral and Brain Sciences*, XXXX .

- PECHER, D., ZEELLENBERG, R., & BARSALOU, L.W. (2003). Verifying conceptual properties in different modalities produces switching costs. *Psychological Science, 14*, 119-124.
- PECHER, D., ZWAAN, R. A. (2005). *Grounding cognition. The role of perception and action in memory, language, and thinking*. Cambridge University Press.
- PHILLIPS, J. A., HUMPHREYS, G. W., NOPPENY, U., PRICE, C. J. (2002). The neural substrates of action retrieval: an examination of semantic and visual routes to action. *Visual Cognition, 9*, 662–684.
- PRIESTER, J.R., CACIOPPO, J.T., PETTY, R.E. (1996). The influence of motor processes on attitudes toward novel versus familiar semantic stimuli. *Personality and Social Psychology Bulletin, 22*, 442–447.
- PRINZ, J.J. (2004). Sensible ideas: A reply to Sarnecki and Markman and Stilwell. *Philosophical Psychology, 17*, 3, 419-430.
- PULVERMÜLLER, F. (1999). Words in the brain's language. *Behavioral and Brain Sciences, 22*, 253-336.
- PULVERMÜLLER, F. (2003). *The neuroscience of language: On brain circuits of words and serial order*. Cambridge: Cambridge University Press.
- PULVERMÜLLER, F., HÄRLE, M., HUMMEL, F. (2001). Walking or talking? Behavioral and electrophysiological correlates of action verb processing. *Brain and language, 78*, 143-168.
- PYLYSHIN, Z.W. (1986). *Computational cognition: Toward a foundation for cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- RICHARDSON, D.C., SPIVEY, M.J., MCRAE, K., BARSALOU, L.W. (2003). Spatial representations activated during real-time comprehension of verbs. *Cognitive Science, 27*, 767-780.
- RIZZOLATTI, G., CRAIGHERO, L. (2004). The mirror neuron system. *Annual Review of Neuroscience, 27*, 169-192.
- RUMIATI, R.I., HUMPHREYS, G.W. (1998). Recognition by action: Dissociating visual and semantic routes to action in normal observer. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24*, 631-647.
- SAFFRAN, E.M., COSLETT, H.B., KEENER, M.T. (2003). Differences in word associations to pictures and words. *Neuropsychologia, 41*, 1541-6.
- SPIVEY, M. J., GENG, J. J. (2001). Oculomotor mechanisms activated by imagery and memory: eye movements to absent objects. *Psychological Research, 65*, 235-241.
- STANFIELD, R.A., ZWAAN, R.A. (2001). The effect of implied orientation derived from verbal context on picture recognition. *Psychological Science, 12*, 153-156.
- STEELES, L.(2003). Evolving grounded communication for robots. *Trends in Cognitive Science, 7*, 308-312.
- TALMY, L. (2000). *Toward a cognitive semantics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- THELEN, E., SMITH, L.B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge, MA: MIT.
- TRANEL, D., MARTIN, C., DAMASIO, H., GRABOWSKI, T., HICHTWA, R. (2005). Effects of noun-verb homonymy on the neural correlates of naming concrete entities and actions. *Brain and Language, 92*, 288-299.
- TUCKER, M., ELLIS, R. (1998). On the relations between seen objects and components of potential actions. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance, 24*, 3, 830-846.
- TUCKER, M., ELLIS, R. (2001). The potentiation of grasp types during visual object categorization. *Visual Cognition, 8*, 769-800.
- TUCKER, M., ELLIS, R. (2004). Action priming by briefly presented objects. *Acta Psychologica, 116*, 185-203.
- TYLER, L.K., RUSSELL, R., FADILI, J., MOSS, H.E. (2001). The neural representation of nouns and verbs: PET studies. *Brain, 124*, 1619-1634.
- ZWAAN, R. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. In B.H. Ross (ed.), *Psychology of learning and motivation*, (vol.44, pp.35-62). New York: Academic.
- ZWAAN, R., MADDEN, C.J., YAXLEY, R.H., AVEYARD, M.E. (2004). Moving words: dynamic representations in language comprehension. *Cognitive Science, 28*, 611-619.
- ZWAAN, R.A., STANFIELD, R.A., YAXLEY, R.H. (2002). Do language comprehenders routinely represent the shapes of objects? *Psychological Science, 13*, 168-171.

Summary. The review reports evidence obtained with behavioral studies favouring the idea that concepts mediated by words are grounded in perception and action, i.e. that concepts re-enhance the sensorimotor experience with objects they refer to. The studies described in the first part concern word meaning, those described in the second part focus on sentence comprehension. The reported evidence, demonstrating the strict interaction between language, concepts, and motor system, can be hardly accounted for by a theory according to which concepts are propositional, abstract and amodal symbols. Rather, the reported evidence supports an embodied theory of knowledge organization as well as a theory according to which words and sentences comprehension induce an internal simulation of the described situations.