ISSN: 2036-6728

RIFL rivista italiana filosofia del linguaggio

Corpo e linguaggio, 2/2010

Mani, gomito, quattro.

Corpo, numeri e il contare transitivo

doi: **10.4396/20100403**
link: **http://dx.medra.org/10.4396/20100403**

Mario Graziano
Dipartimento di Scienze Cognitive e della Formazione
Università degli studi di Messina
m-graziano@live.it

0. Introduzione

I bambini imparano a dire "uno", "due", "tre" ecc., in seguito al conteggio, con cui ogni oggetto è, in un certo qual modo, etichettato. Così, i bambini si appropriano della serie dei numeri naturali a guisa di una filastrocca che esprime, con una necessaria meccanicità, lo scorrere del tempo: il 3 è quel numero che precede il 4 e segue il 2. Tuttavia, ai bambini occorre molto più tempo per capire che l'ultima parola di tale sequenza temporale può anche avere un altro significato: vale a dire quello di numero cardinale che indica quanti oggetti ci sono in un insieme. Prima dell'età di 3 anni, la maggior parte dei bambini non capisce questo principio. Quando si chiede loro "quanti sono?", essi rispondono sistematicamente con un numero diverso da quello che hanno enunciato come ultimo nel conteggio. Riprendendo l'osservazione fatta dalla psicologa Karen Fuson "La situazione descritta da un numero non ha nulla di evidente" (Fuson 1988: 3). Secondo il neuroscienziato Slanislas Dehaene (1997) sebbene i bambini acquisiscono la maggior parte della loro conoscenza numerica sottoforma di linguaggio, quest'ultimo non sembra influenzare l'apprendimento dei numeri naturali nel modo in cui ci si potrebbe aspettare. Dehaene ha infatti avanzato l'ipotesi (condivisa da moltissimi altri scienziati cognitivi) secondo cui gli esseri umani vengano al mondo dotati di due sistemi di rappresentazione numerica: il primo "innato-approssimativo" e un secondo influenzato dalla cultura e "linguaggio-dipendente" che è alla base

delle nostre conoscenze esatte. Questa ipotesi viene supportata da numerosi dati sperimentali che mettono in evidenza che esiste un'importante conoscenza numerica ancor prima della fase linguistica. Alcuni esperimenti mostrano, infatti, che nella prima infanzia - non essendo i bambini al corrente di alcuna conoscenza dei numeri o dei sistemi di calcolo così come previsto dalla loro cultura - sono tuttavia capaci di rappresentarsi mentalmente i vari numeri ed hanno procedure che permettono loro di trattare queste rappresentazioni numeriche per ottenere più informazione (Xu e Carey 1996). I bambini messi al cospetto di sofisticati dispositivi che propongono di risolvere problemi semplici di addizione e di sottrazione, reagiscono con sorpresa quando il risultato sembra a loro essere "falso". Le capacità innate in questione sono estremamente semplici e non riguardano certo la matematica astratta di cui abbiamo a volte terrore, ma ciò non significa che siano meno importanti. Esse forniscono probabilmente la base sulla quale vengono ulteriormente costruite attitudini numeriche più sofisticate, il cui sviluppo elaborato richiede evidentemente un contributo socioculturale enorme, che per la maggior parte è veicolato sicuramente sottoforma linguistica. In definitiva**,** sarà dunque la competenza linguistica a permettere di oltrepassare le rappresentazioni non verbali originali. Senza il linguaggio, infatti, molte strategie risultano impraticabili: è il caso di tutte le strategie che implicano la memoria del lavoro verbale e, in particolare, nel campo della cognizione numerica, del conteggio e del calcolo mentale.

Alcuni autori hanno identificato nella *ricorsività* la componente fondamentale dello sviluppo della cognizione numerica della specie umana (Hauser *et al*. 2002). Infatti, la facoltà di costruire delle ricorsività sembra non essere condivisa con gli animali: mentre i bambini, intorno ai tre anni, arrivano a comprendere la struttura ripetitiva degli interi, gli scimpanzé, al contrario, sembrerebbe che non arrivino mai a scoprirla. Durante il loro terzo anno di vita, infatti, i bambini imparano a riconoscere le numerosità 1, 2 poi 3; quando arrivano a comprendere la numerosità 4, in quel momento scoprono la struttura della lista degli interi e divengono di fatto capaci di riconoscere tutte le numerosità. Gli scimpanzé, al contrario, riescono ad apprendere e utilizzare le cifre arabe fino a 9, ma ogni volta l'apprendimento di una

nuova cifra richiede un numero considerevole di prove, senza che questi ne traggono beneficio per i loro apprendimenti ulteriori (Matsuzawa 1985).

Spiegare empiricamente la questione della relazione tra l'aritmetica ed il linguaggio è quindi particolarmente difficile. Forse, un aiuto in tal senso potrebbe derivarci dallo studio di alcuni popoli che posseggono una cultura impoverita di simboli scritti e parlati per i numeri. Se, infatti, ci "accontentiamo" di studiare i bambini occidentali sarà difficile valutare dove cominciano e si arrestano i ruoli dell'apprendimento culturale (in particolare la familiarizzazione progressiva dei nomi dei numeri) e i fattori innati indipendenti dall'ambiente. Al contrario, lo studio del linguaggio di alcuni popoli "primitivi" ci permette di separare questi due fattori: queste lingue, che sono spesso in via di sparizione rappresentano infatti una occasione rara per stabilire l'ampiezza e i limiti della capacità aritmetiche non-verbali. Come vedremo, alcuni popoli, in assenza di un lessico ricco per i nomi dei numeri, hanno messo in atto dei sistemi davvero ingegnosi per computare. In particolare, abbiamo riportato alcuni studi effettuati da etnografi, linguisti e scienziati cognitivi, presso alcune popolazioni non occidentali, in cui il lessico dei numeri presenta la particolarità d'essere fortemente ristretto e di fare leva su alcune strategie alternative per le pratiche di conteggio quali, ad esempio, l'utilizzo delle parti del corpo. Questi studi ci permetteranno di specificare il ruolo del linguaggio nello sviluppo della competenza numerica e, più precisamente, il ruolo del lessico numerico da una parte e la pratica del conteggio dall'altra.

1. Il sistema numerico dei popoli "civilizzati"

Nella nostra società, la numerazione, orale o scritta, mobilita un sistema linguistico-verbale in cui intervengono un lessico e delle regole di combinazione. I sistemi numerici, infatti, sono dei sistemi convenzionali che riposano su due grandi principi: (1) la lessicalizzazione che è un processo elementare che associa a una cardinalità

una precisa denominazione; (2) l'utilizzo di una sintassi con delle regole combinatorie (additive e moltiplicative) che permettono di elaborare all'infinito delle denominazioni complesse che non corrispondono a nessuna cardinalità. Nonostante qualche irrilevante divergenza locale, un gran numero di lingue attuali ha adottato, nei propri sistemi numerici, il sistema decimale in cui ciascuno degli interi naturali possiede un nome e, reciprocamente, in cui i nomi dei numeri sono non ambigui.

Alcuni autori, in primis Noam Chomsky, tuttavia, hanno identificato nella ricorsività la componente fondamentale dello sviluppo dei sistemi numerici (Hauser *et al*. 2002). La ricorsività è una procedura che si richiama ad una struttura formata a partire da una struttura dello stesso tipo: nel linguaggio, esempi di frasi con struttura ricorsiva, sono quelle che contengono delle subordinate concatenate (ad esempio, il libro [che Pietro [che è un mio amico] mi ha dato]). Così come il linguaggio è *ricorsivo* a livello sintattico (ad esempio, la regola seguente sui gruppi nominali che descrive l'aggiunta di un aggettivo: GRUPPO NOMINALE = AGGETTIVO + GRUPPO NOMINALE, dove si può ripetere l'aggiunta tutte le volte che si vuole ma il risultato sarà sempre un gruppo nominale valido), allo stesso modo si possono costruire, attraverso lo stesso principio, gli insiemi dei numeri naturali (ad un intero N si associa N+1). In matematica, infatti, certe funzioni sono costruite in maniera ricorsiva : è il caso, ad esempio, di alcuni successioni, in cui il termine U_n è definito a partire dal termine precedente U_{n-1}. Fra le strutture ricorsive, si trova una classe di strutture che sono più semplici delle altre: sono quelle che si ottengono per ripetizione. Ripetere una procedura consiste nell'applicarla molte volte successivamente. Gli interi naturali sono un esempio di strutture ottenute per ripetizione: infatti, si possono percorrere tutti i numeri aggiungendo successivamente al primo una unità.

In alcune lingue, per la costruzione dei nomi di numeri si utilizza il principio della ricorsività, secondo il quale i nomi dei grandi numeri contengono spesso i nomi dei numeri più piccoli. L'esempio più indicativo è quello fornito dalle lingue asiatiche: in cinese, ad esempio, tutti i numeri si formano, senza alcuna eccezione, a partire dalla stessa regola. I nomi che corrispondono ai nove primi numeri (*yi, èr,*

san, si, wu, liù, qi, ba, jiu), si combinano attraverso moltiplicatori 10 (*shi*), 100 (*bai*), 1000 (*qian*) e 10000 (*wàn*), secondo una decomposizione rigorosa a base 10. Secondo questa regola, 327 si legge dunque *san bai èr shi qi*. Dato che i numeri sono potenzialmente infiniti, l'esigenza di poterli esprimere in modo univoco, ma deduttivo, è difatti quindi universalmente condiviso.

L'invenzione che ha aumentato l'efficacia della notazione numerica, è stata la determinazione del principio del valore posizionale. Una notazione numerica obbedisce al principio del valore della posizione quando la quantità che un numero rappresenta varia in base alla posizione che occupa nel numero. Di conseguenza, tre numeri uguali che formano, ad esempio, il numero 222, si riferiscono a differenti ordini di grandezza: due centinaia, due decine e due unità. In una notazione con il valore della posizione c'è un numero privilegiato chiamato base. È proprio il concetto di base, già presente nel sistema babilonese, a stabilire un'efficace regola combinatoria. In altri termini, la base è quel numero a partire dal quale i nomi si ripetono seguendo le norme che regolano la loro combinazione. A fianco del sistema in base 10 sopravvive nella misurazione del tempo e degli angoli il sistema a base 60. Anche la base 20, anticamente usata dai Maya e dagli Aztechi, si è parzialmente mantenuta nei tempi moderni in alcuni sistemi di conteggio, come in danese, in francese e in tedesco, in cui alcune decine sono espresse come multipli di venti (ad esempio, *quatre-vingts*, ossia "quattro venti", che in francese corrisponde a 80). Pertanto, indipendentemente dalla base scelta, in quasi tutte le lingue i vocaboli numerici base si possono combinare in modo ricorsivo secondo precise regole sintattiche per costruire in modo preciso e non ambiguo ogni possibile numero immaginabile.

2. Le capacità numeriche dei popoli "primitivi"

Non tutti i popoli che abitano il pianeta posseggono un lessico numerico ampio quanto quello dei popoli civilizzati: presso alcuni popoli esiste infatti un lessico matematico minimo, che comprende le parole nella maggior parte dei casi soltanto per "uno", "due", "molto". È il caso, ad esempio, dei Walpiris (Australia), dove i termini "uno" e "due" forniscono le combinazioni che permettono di denominare degli insiemi di conteggio fino a 4 elementi (Dehaene 1997). Lo stesso avviene in certe tribù del distretto di Torres (nord dell'Australia), dove gli indigeni impiegano le parole "*urapun*" e "*okosa*" per "uno" e "due" e le espressioni "*okosa-urapun"* (cioè 2+1) e "*urapun-urapun* (2+2) per "tre" e "quattro". Oltre, utilizzano "*ras*" che significa "molto" (Ifrah, 1994). Le stesse caratteristiche si possono trovare presso alcuni popoli dell' Africa come i Bochimani (Africa australe), gli Zulù e i Pigmei (Africa centrale) e in alcuni popoli dell'America del sud come i Botucodus (Brasile) e i Vedda (Stri Lanka). Da queste osservazioni alcuni studiosi hanno ipotizzato che i primi tre numeri godono di uno *status* linguistico particolare. Il linguista James R. Hurford (1987), ad esempio, ha notato che, dal punto di vista linguistico, "uno", "due" e "tre" sono spesso i soli numeri che possono essere flessi. In latino, ad esempio, il vocabolo che indica "due" segue le concordanza sia di genere che di caso (*duo, duae, duo*, ecc.). Inoltre, come viene notato da Slanislas Dehaene (1997), l'etimologia dei primi tre vocaboli numerici sembra essere molto antica e nello stesso tempo indicativa del fatto che egli indoeuropei conoscessero i soli numeri per "1", "1 e altro" (2) e "molto" : infatti, la radice indoeuropea della parola "tre" è simile alla parola francese *trés* (molto), alla parola inglese *through* (attraverso) o all'italiano "troppo", indice di come questo termine rappresentasse sempre il più grande numero denominabile. Anche i primi tre numeri ordinali hanno una forma particolare. In inglese, ad esempio, la maggior parte degli ordinali termina con *th* (*fourth, fifth*, ecc.), ma le parole *first, second e third* hanno una loro forma autonoma. In francese, allo stesso modo, *premier* e *second* non seguono la regola che permette di formare *troisieme, quatrieme, dixieme*, etc.

La transizione verso sistemi di numerazione maggiori del limite "tre" sembra aver implicato il conteggio delle parti del corpo. Anche in questo caso sembra rilevante sottolineare che il termine inglese *digit* (cifra), così come la parola

"digitale" deriva dal latino *digitus* (dito). Analogamente i termini inglesi per i numeri 4 (*four*) e 5 (*five*) derivano dalla radice di *finger* (dito). Nella lingua indonesiana, allo stesso modo, il termine *lima* (5) significa anche mano, così come in molte lingue slave in cui il termine che esprime "cinque" è molto simile alla parola "pugno" (Girelli 2006). L'importanza delle dita nelle pratiche di conteggio viene, inoltre, evidenziata dalle ricerche condotte da David C. Geary (1994) sulle strategie che acquisiscono i bambini durante il loro sviluppo: inizialmente i bambini usano una procedura detta *counting all*, tendono cioè a contare sulle dita gli addendi sollevando una alle volte le dita (per eseguire 4+3 sollevano quattro dita, poi tre, poi contano il totale). Alla fine del primo anno di scuola si usa invece la strategia del *counting on*, in virtù della quale il bambino inizia a contare dall'addendo maggiore e aggiunge quello minore, un'unità alla volta. La strategia più evoluta consiste nel guardare le dita senza contarle al fine di recuperare la risposta. Il conteggio sulle dita in aritmetica sembra, quindi, essere una tappa importante nello sviluppo della cognizione numerica, tanto che Fayol, Borrouillet e Marinthe (Fayol *et al*. 1998) hanno mostrato, su un campione di 200 bambini, che il livello di maestria nell'utilizzo delle dita nel conteggio che presentano i bambini a 5 anni è un indice delle loro prestazioni in aritmetica a 8 anni migliore rispetto, ad esempio, al QI. Secondo gli autori questo avviene perchè tutti i bambini scoprono spontaneamente che le loro dita possono essere poste in una corrispondenza uno-a-uno con ogni serie di elementi. L'evidente vantaggio di questo meccanismo di conteggio è che i simboli richiesti sono sempre presenti alzando le dita della mano.

Esistono numerose varianti nel mondo di questa elementare tecnica digitale: lo svolgimento si può effettuare da destra a sinistra o da sinistra a destra, si comincia a contare a partire dal pollice, dal mignolo o a partire dall' indice come fanno i musulmani dell' Africa del nord. Non è dunque sorprendente trovare questa pratica in numerose civiltà: ogni falange rappresenta una unità e si conta su ciascuna delle due mani aggiungendo un dito all' altro. La numerazione manuale diventa allora molto rapidamente un codice elaborato: grazie all' aiuto dei gesti effettuati su una mano o su tutte e due, alcuni sistemi permettono di figurare i numeri da 1 a 9999. Il nostro sistema numerico attuale a base 10 sembra anch' esso derivare dal numero

delle dita delle due mani, anche se i vantaggi che deriverebbero dalla base 10 non sarebbero né più i pratici né dei più matematici. Infatti, un buon sistema numerico deve possedere una base che comporta un massimo di divisori, e la base dieci è multiplo solo di 2 e di 5, mentre la scelta di una base vicina, come ad esempio la base 12, permetterebbe divisori come 2, 3, 4, e 6. I Sumeri e dopo di loro gli Assiro-babilonesi, usarono la base 12 nelle misure temporali e geometriche (ad esempio, nella divisione del giorno). La base 12 ha permesso anche la costituzione della base 60, base che ci serve ancora oggi per misurare il tempo (in ore, in minuti ed in secondi) o gli archi e gli angoli (in gradi). L' origine della base 60 sembra essere il risultato d' una combinazione naturale della base dodici con il calcolo digitale elementare di base cinque (12 x 5 = 60). La base 12 richiede quindi l'utilizzo delle dita di una sola mano. Questo metodo resta al giorno d'oggi ancora praticato in Oriente in India e nell' Indocina oltre ad essere praticamente il metodo più utilizzato nelle transizioni commerciali poichè esso permette di calcolare abbastanza facilmente la metà, il terzo, il quarto ed anche il sesto.

L'utilizzo delle dita, dell'intera mano e in alcuni casi dell'intero corpo consente ancor oggi ad alcuni popoli, con un sistema di numerazione povero, di concepire le numerosità più disparate. È il caso, ad esempio, dei Kilenge della Papua Nuova Guinea, i quali utilizzano il termine mano per indicare 5, due mani per 10, due mani e un piede per 15, e il termine "uomo" per il numero 20. Combinando poi questi termini insieme a vocaboli distintivi per i numeri da 1 a 4, i Kilenge possono contare oltre il 20 (35 = un uomo due mani e un piede). Molti dei gruppi aborigeni che popolano gli altipiani della Papua Nuova Guinea adottano, infatti, sistemi di conteggio che prevedono la denominazione delle parti del corpo secondo un preciso ordine. Nelle isole Murray dello stretto di Torres (Dehaene 1997), ad esempio, gli indigeni iniziano a contare indicando il mignolo della mano destra (1), fino al pollice (5), poi si passa al polso (6), il gomito (7), la spalla (8), il torso (9). A questo punto si passa al braccio sinistro seguendo la stessa progressione. Una volta arrivati al mignolo della mano sinistra (17) seguono una traiettoria simile partendo dal dito piccolo del piede sinistro (18) fino ad arrivare al dito piccolo del piede destro (33) passando per le caviglie (23, 28), ginocchia (24, 27) e le anche (25, 26). In maniera

ISSN: 2036-6728
RIFL rivista italiana filosofia del linguaggio
Corpo e linguaggio, 2/2010

analoga, il popolo degli Yupno della Nuova Guinea conta indicando parti del corpo. Il conteggio parte dalla mano sinistra e prosegue sulla mano destra, piede sinistro, piede destro per proseguire sul volto (orecchie, occhi, narici e naso), e terminare passando dai capezzoli, testicolo sinistro, testicolo destro e, infine, pene (Wassmann e Dasen 1994).

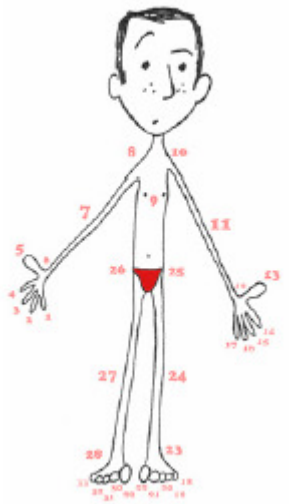

Fig 1 La denominazione attraverso le parti del corpo (Dehaene 1997)

Come classificare questi sistemi numerici? Per molto tempo si è pensato che il possedere una serie di numerali così povera, circoscritta al massimo a quattro parole-numero, fosse indice di una capacità limitata e di un'assenza di interesse per la quantificazione e la numerazione. In questi sistemi semplici, o più poveri, vi era alla base l'idea di una relazione immediata con la natura, con gli oggetti, caratteristico di tutti quei sistemi più semplici che si relazionano con la numerosità. Il calcolo in queste società senza scrittura, avrebbe la caratteristica principale quindi di essere immerso nel concreto. Giorgio Ifrah (1994) illustra perfettamente questa concezione quando afferma, nella sua monumentale storia universale delle cifre, che le popolazioni "primitive" contemporanee considerano

il numero come qualcosa di sentito, percepito, appreso allo stesso modo di come si percepisce un odore, un colore, un rumore. Le loro capacità di comprensione dei numeri astratti si limiterebbe dunque a ciò che le loro disposizioni naturali permettono di riconoscere ad un "solo colpo d'occhio" (Ifrah 1994). Questo spiegherebbe, secondo l'autore, perchè molti popoli sono rimasti fermi alla famosa successione: "uno, due, tre, molti". Nella misura in cui l'uomo impara a servirsi sempre più del suo linguaggio, i suoni si sostituiscono alle immagini per le quali sono stati creati, ed i modelli concreti iniziali assumono la forma astratta dei "nomi dei numeri".

Se nell'opera di Ifrah l'idea del passaggio dal concreto all' astratto e allo stesso modo dalla percezione sensibile al linguaggio elaborato sembra, nella loro semplicità, poggiare sul buon senso, resta evidente tuttavia una confusione di fondo che è necessario dissipare. Se si vuole parlare di "primitivismo" (usiamo questo termine semplicemente per comodità) occorre prima di tutto evidenziare che gli "attuali" primitivi, o per meglio dire i membri delle società senza scrittura che popolano ancora oggi una piccola parte del pianeta, possono certamente offrirci un modello comparativo per ragionare sulle capacità dei " primi primitivi" (i membri delle società preistorica sui quali non possiamo avere alcuna prova diretta) ma non possono mai in ogni caso essere confusi con loro. È tuttavia questa confusione che sottende in parte l'argomento semplicistico generalmente presentato in alcuni studi etnografici e nella stessa opera di Ifrah. Fortunatamente, la maggior parte delle ricerche recenti in antropologia vanno oltre la descrizione di sistemi di numerazione a volte rudimentali e poco efficace dei calcoli quotidiani per interessarsi ad impieghi dei numeri che si situano sul piano simbolico e che rivelano allora una grande ricchezza e una certa complessità.

Interessanti da questo punto di vista sono, ad esempio, le ricerche condotte da Daniel De Coppet (1968) nelle isole Salomone, in cui l'autore mostrava come alcune estensioni, quali la foresta, il cielo ed il mare, non venissero misurate. Al contrario, presso questo popolo esiste una unità di lunghezza, "la bracciata" (che và dalla estremità del pollice della mano destra alla estremità del pollice della mano sinistra) che serve a misurare le lunghezze rettilinee verticali e orizzontali

dello spazio umano (case, giardino, reti di pesca) e che serve soprattutto da unità di misura delle perle che presso questo popolo ha valore di moneta e che come tale fungono da oggetto di scambio negli eventi importanti della vita degli individui, della stirpe o del villaggio. La bracciata di moneta si suddivide in ventiquattro lunghezze, orientate da destra a sinistra, che prendono in prestito i loro nomi dai dettagli anatomici o dagli ornamenti che decorano le braccia degli uomini. Nella stessa direzione vanno gli studi di Maurizio Gnerre (1981) presso il popolo dei Shuar (Jivaros) del Sudamerica. I Jivaros fanno corrispondere dei nomi soltanto ai primi quattro numeri, il quinto numero viene nominato dicendo "io ho finito la mano". Per nominare i numeri dopo il cinque, alla parola viene aggiunto il gesto: le dita della mano sinistra vengono "afferrate" enunciando "un dito", "due dita", "l'altra mano". L'operazione può continuare con i piedi fino a raggiungere "io ho finito con i due piedi", frase che termina la serie esprimibile con le parole ed equivale a "venti". L'espressione di una quantità misurabile non si ferma tuttavia a venti: infatti, qualsiasi Jivaros che vuole esprimere un multiplo di dieci, batterà l'una contro l'altra le due mani chiuse tante volte quanto è necessario aggiungere il numero delle dita richiesto per l'espressione delle unità addizionali. Dopo le venti decine la quantità non viene più enunciata tramite l'uso di gesti, ma gli indigeni utilizzano l'espressione "una moltitudine" o "come le formiche". Tuttavia, gli oggetti da contare non superano quasi mai il limite delle quindici decine: infatti, in un territorio in cui i canestri, i vasi di terracotta, i tubi di bambù e i tronchi cavi sono anche utilizzati per il trasporto e per la conservazione delle derrate e dei beni, la questione della misura, della conservazione della quantità, della superficie e del volume non si pone negli stessi termini in cui si pone nella nostra società e le stesse occasioni del contare, nel senso in cui lo intendiamo noi, sono rare.

Una numerazione parlata povera accompagnata da una numerazione figurata-gestuale è stata riscontrata da Jadran Mimica (1988) presso i Iqwaya (tribù della Papua Nuova Guinea). Presso questo popolo, infatti, solo i primi quattro numeri sono designati da dei termini specifici ma anche in questo caso vengono utilizzate le dita della mano e dei piedi, per esprimere la successione degli altri numeri che,

in questo modo, possono raggiungere cifre elevate. Il sistema prevede infatti una base 20 (rappresentata da tutte le dita del corpo umano) con 5 come base ausiliaria (rappresentata dalle dita di una mano): la totalità delle dita rappresenta il numero 20 e equivale ad un "uomo". Allo stesso modo ciascun dito è lui stesso identificato come un individuo umano (quindi ciascun dito può dunque simboleggiare il 20 e quindi tutto il corpo umano 400). Da queste osservazioni, ne consegue che possono essere raggiunti numeri elevati perseguendo un computo che funziona per "applicazione dell'insieme delle dita su ciascuno di essi". Ciò implica tra l'altro che non è necessaria la presenza fisica di un altro individuo ad ogni duplicazione e che il conteggio, se è concreto per il suo carattere figurativo-gestuale per colui che lo enuncia percorrendo la successione delle sue dita, è astratto nella misura in cui qualsiasi nuova potenza della base si riferisca ad un nuovo individuo umano virtuale o assente.

I primi nomi dei numeri, simboli arbitrari per delle quantità, sono certamente apparsi come un'astrazione di questi metodi. Essendo ogni quantità associata in maniera non ambigua ad una stessa parte del corpo, l' evocazione del nome di questa parte è sufficiente a designare la quantità. In questo senso, " gomito" o " spalla" prendono un senso numerico (7, 8), queste parole finiscono per evocare direttamente la quantità alla quale sono associati, e non ci sarà bisogno di riprodurre il seguito dei gesti per raggiungere tale quantità. Essi prendono in tal modo un senso astratto, anche se il loro senso resta concreto, in quanto evocavano realmente una parte del corpo. Di conseguenza, evolvono indipendentemente per i due sensi che sono loro associati (parte del corpo e quantità), e ci si trova a volte con due parole differenti, una per il corpo e l' altra per la quantità, ma che derivano dalla stessa radice. Così, a volte, i nomi di numeri conservano molto chiaramente la traccia di un vecchio procedimento di calcolo. Nei Bugilai della Nuova Guinea, ad esempio, i primi 10 numeri si dicono nella maniera seguente: *Tarangesa* (mano sinistra piccolo dito), *Meta kina* (dito seguente), *Guigimeta kina* (dito di mezzo), *Topea* (indice), *Manda* (pollice), *Gaben* (polso), *Trankgimbe* (gomito), *Podei* (spalla), *Ngama* (seno sinistro), *Dala* (seno destro). Negli indiani Lengua del Chaco, nel Paraguay, e presso i Zunis, i nomi di numeri riflettono

chiaramente la loro etimologia, al punto che gli indigeni non usano più il metodo del conteggio gestuale dai quali essi derivano. I metodi descritti pongono ancora dei limiti al conteggio, poiché non permettono di oltrepassare le quantità oltre il limite di 30. Sebbene il corpo limiti la quantità di numeri che si possono contare, questi sistemi primitivi di conteggio rispettano principi basilari nella conoscenza numerica. Infatti, mantenere un ordine fisso nel conteggio, denominando parti del corpo, implica che ogni termine della sequenza rappresenta una certa numerosità che è maggiore di quella che la precede e minore di quella successiva. Inoltre, questi sistemi di conteggio riflettono la necessità di scegliere una numero base e l'espressione quindi di numeri più grandi con combinazioni di somme e prodotti. Riprendendo il sistema dei Kilenge, ad esempio, il numero 85 corrisponde a "tre uomini, una mano e un piede".

Interessanti, per quanto riguarda le numerazioni scritte, sono state le osservazioni di Geneviève Guitel (1975), il quale sostiene che quasi tutti i sistemi teoricamente possibili sono stati sperimentati dalle società umane; tuttavia, sono stati presi in considerazione soltanto un numero molto limitato di basi nell'ambito di un insieme a priori infinito. Ciò dipenderebbe dal fatto che il computo rimane una tecnica condizionata allo stesso tempo dalla molteplicità da numerare e dalla possibilità del linguaggio parlato, figurato e scritto (da qui la frequenza delle basi 5, 10, 20, 60 e 100). Dello stesso avviso è David Lancy (1983) che nell'ambito del progetto *Indigenous Mathematics Project,* classifica i sistemi di numerazione di 225 lingue locali distinguendone fra loro 4 tipi. Il tipo I racchiude i sistemi di conteggio sulle parti del corpo, esso rappresenta il 12 % del totale delle lingue studiate. Il tipo II comprende i sistemi nei quali gli oggetti, come pietre e bastoncini, servono da "contatori". La base è generalmente situata tra 2 e 5 ed essi rappresentano il 15% del totale delle lingue considerate. Il tipo III unisce le basi 5 e 20 e a volte la base 10 (la numerazione Iqwaya entra in questo quadro in cui le basi intermedie corrispondono alle mani e ai piedi e la base 20 ad "un uomo"). Tale sistema rappresenta il 40% del totale delle lingue studiate. Il tipo IV rappresenta, invece, un sistema decimale libero da riferimenti corporali. Raccoglie

i casi che presentano la particolarità di avere una origine relativamente recente, segnalando di fatto l'adozione a gradi diversi del sistema decimale "occidentale".

In questi ultimi anni, le ricerche più importanti sulla cognizione numerica dei popoli "primitivi" sono state effettuate da parte di una *equipe* di studiosi diretta da Dehaene, sui Mundurucuru, una popolazione che vive in un territorio autonomo dello stato di Para (Brasile), la cui lingua appartenente alla famiglia Tupi e che possiede nomi soltanto per i numeri che vanno da 1 a 5 (Pica *et al*. 2004; Dehaene *et al*. 2009). Gli autori hanno raccolto dei dati molto interessanti dopo aver sottoposto una cinquantina di nativi a dei test scientifici piuttosto sofisticati. I risultati mostrano che i Mundurucuru posseggono delle espressioni fisse per i numeri 1-5. Queste espressioni sono lunghe e spesso hanno tante sillabe quante sono le quantità corrispondenti. Le parole per "tre" e "quattro" sono polimorfemiche: *ebapug* = 2+1; *ebadipdip* = 2+1+1: questo rifletterebbe forse un sistema anteriore in base 2, comune alle lingue della famiglia Tupi. Al di là del 5, vennero riscontrate risposte poco coerenti: i partecipanti si rifacevano a quantificatori approssimativi, quali "poco" (*adesu*), "molto" (*ade*) o "una certa quantità" (*buru maku*). I Mundurucuru usano, inoltre, varie altre espressioni come "più di una mano", "due mani", "alcuni alluci" ed anche lunghi sintagmi come ad esempio " tutte le dita delle mani", "ancora qualcuno in più". Ad eccezione di 1 e 2, tutti i numerali vengono impiegati in rapporto ad una vasta gamma di quantità approssimative, piuttosto che in rapporto ad un numero preciso. Per esempio, la parola per il "cinque", che si può tradurre come una "mano", un "pugno", viene impiegata per 5, ma anche per 6, 7, 8 o 9. Questo schema di risposte si può paragonare all'uso del numero arrotondato nelle lingue occidentali (quando diciamo "10 persone" mentre ce ne sono in realtà 8 o 12). In questo modo, i Mundurucuru sembrano differire dagli occidentali solo per la caratteristica di utilizzare in maniera approssimativa dei numeri nell'intervallo 3-5, là dove i numeri occidentali si riferiscono abitualmente a delle quantità precise.

3. Conclusioni

L'insieme degli studi che abbiamo riportato mettono in evidenza il fatto che la matematica inizia con interrogativi e problemi che hanno a che fare con aspetti combinatori e simbolici dell'esperienza umana. Come affermato da Saunders Mac Lane, alcuni di questi aspetti risultano essere sistematici e intrinseci tanto da diventare la materia della matematica elementare. Da questo punto di partenza la matematica, in seguito, si sviluppa fino a diventare l'analisi deduttiva di un gran numero di strutture formali molto diverse tra loro ma reciprocamente collegate. In altre parole, la matematica ha origine da una varietà di attività umane, ne estrae un numero di nozioni generiche, non arbitrarie e, successivamente, formalizza tali nozioni e le loro molteplici relazioni (Mac Lane 1981). Tuttavia, siamo soliti affermare che un bambino sa contare solo quando ha imparato a pronunciare nel giusto ordine i nomi dei primi numeri naturali, senza che dietro questi suoni declamatori ci sia un riferimento diretto a degli oggetti specifici. Questo modo di contare che si chiama "contare intransitivo", si riferisce ad una operazione acontestuale, di natura essenzialmente linguistica che non si esprime solo a livello fonematico, vale a dire a livello di suoni pronunciati, bensì si può esprimere trascrivendo le stringhe di lettere o le cifre. Il contare intransitivo comporta la possibilità teorica di un'enumerazione infinita. Infatti, imparando a contare in modo intransitivo, impariamo virtualmente a generare un numero infinito di parole e, per ognuna di esse, le operazioni aritmetiche ci permettono di formare un catalogo inesauribile di sinonimi. Tuttavia, in matematica esiste un altro modo di contare, vale a dire il "contare transitivo" che esprime invece il processo per misurare insieme finiti, il contare oggetti discreti. Come viene evidenziato da Mario Piazza "…si sceglie di contare un insieme I di oggetti, ma, a rigore, non si conta I: si contano gli oggetti in I; la cardinalità dell'insieme è espressa dal numero assegnato all'ultimo oggetto considerato, dove "ultimo" può riferirsi a qualsiasi oggetto dell'insieme che sia contato dopo gli altri. Il linguaggio,

pertanto, non è una condizione necessaria per il contare transitivo. Dato un insieme di *n* elementi, ci sono *n* (*n* fattoriale) possibili modi di contare i suoi elementi (modo di contare: l'ordine arbitrario in cui si raggiungono tutti i termini della serie)" (Piazza 2000: 9). Come operazione contestuale, il contare transitivo presuppone, pertanto, il riferimento diretto a oggetti o in generale a unità differenziabili. In definitiva, è dunque solo il contare intransitivo che ci dà la possibilità teorica di un'enumerazione infinita, mostrando in tal modo il ruolo insostituibile che giocano parole e segni numerici nel sistema dei rapporti tra ciò che è osservabile e ciò che è riferibile come quantità.

Queste osservazioni e gli studi che abbiamo riportato su alcune popolazioni il cui lessico è limitato, portano dunque nuove prove all'ipotesi dell'esistenza di un "senso dei numeri", facoltà anteriore al linguaggio, condivisa universalmente dagli uomini, quale che sia la civiltà a cui appartengono. Questo tipo di competenza numerica sembra essere totalmente indipendente dal linguaggio nella misura in cui si trova non soltanto nei popoli di cui abbiamo parlato ma anche nei lattanti della specie umana e in numerose specie animali (Dehaene 1997). La sua esistenza non era stata esplicitamente ravvisata da Chomshy, che del resto si è poco interessato alle origini della competenza aritmetica della specie umana. Tuttavia, gli studi che abbiamo riportato suggeriscono ugualmente che la capacità di manipolare dei grandi numeri esatti esiste soltanto in alcune culture, fra cui la nostra, che posseggono un vasto lessico di nomi dei numeri così come delle regole sintattiche per combinarle e generarne una infinità. È proprio il fatto che siamo capaci di operare con sistemi che sono sia discreti che infiniti a differenziare la specie umana dagli animali, gli adulti dai bambini, gli adulti "civilizzati" da quelli "primitivi".

Bibliografia

DE COPPET, D. (1968). *Pour une étude des échanges cérémoniels en Mélanésie*. L'Homme, 4, 45-57.

DEHAENE, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.

DEHAENE, S., IZARD, V., PICA, P., SPELKE, E. (2009). *Response to Comment on Log or Linear? Distinct intuitions of the Number Scale in Western and Amazonian Indigene Cultures*. Science, 323:38c.

FAYOL, M., BARROUILLET, P., MARINTHE, C. (1998). *Predicting arithmetic achievement from neuropsychological performance : A longitudinal study*. Cognition, 68: 63-70.

GEARY, D.C. (1994), *Children's mathematical development: research and practical applications*. Washington, DC, APA.

FUSON, K. C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. *Springer-Verlag*, Berlin.

GIRELLI, L. (2006). *Noi e i numeri*. Bologna: Il Mulino.

GNERRE, M. (1981). *Dite, parole e numeri. Note sulla crescita de la serie di numerali in shuar*. La Ricerca Folclorica, 4, 43-49.

GUITEL, G. (1975). *Histoire comparée des numérations écrites*. Paris,: Flammarion.

HAUSER, M. D., CHOMSKY, N., FITCH, W. T. (2002). *The faculty of language : what is it, who has it, and how did it evolve ?* Science, 298: 1569-1579.

HURFORD, J. R. (1987*). Language and number : the emergence of a cognitive system*. B. Blackwell, Cambridge Mass.

IFRAH, G. (1994). *Histoire universelle des chiffres*. Paris : Robert-Laffont, 2 vol.

LANCY, D. (1983). *Cross-cultural Studies in Cognition and Mathematics*. New-York : Academic Press.

MAC LANE, S. (1981). *Mathematical models: A sketch for the philosophy of mathematics*. Amer. Math. Monthly, 88, 462-471.

MATSUZAWA, T. (1985). *Use of numbers by a chimpanzee*. Nature, 315: 57-59.

MIMICA, J. (1988). *Intimations of Infinity. The cultural Meanings of the Iqwaye Counting and Number System*. Oxford : Berg.

PIAZZA, M. (2000). *Intorno ai numeri. Oggetti, proprietà, finzioni utili*. Milano: Bruno Mondadori.

PICA, P., LEMER, C., IZARD, V., DEHAENE, S. (2004). *Exact and Approximate Arithmetic in an Amazonian Indigene Group*, Science, 306, 499-503.

WASSMANN, J., DASEN, P.R. (1994). *Yupno number system and counting*. Journal of Cross-Cultural Psychology, 25, 78-94.

XU F., S. CAREY, (1996). *Infants' metaphysics. The case of numerical identity*, Cognitive Psychology, 30,111-153.