

LIBRO IN ASSAGGIO

L'ISTINTO MATEMATICO

KEITH DEVLIN

L'ISTINTO MATEMATICO LA MENTE DEI NEONATI

Nel 1992 una giovane ricercatrice americana di nome Karen Wynn fece un annuncio destinato a sbalordire gli psicologi infantili di tutto il mondo. Sosteneva di aver accertato che i bambini di quattro mesi sono in grado di eseguire semplici operazioni di addizione e sottrazione. In seguito, altri sperimentatori mostrarono che operazioni del genere sono alla portata dei neonati con due soli giorni di vita!

Come era arrivata Wynn al suo risultato? Dopotutto, a quattro mesi i bambini non sanno ancora parlare. Come possiamo dunque scoprire se capiscono che $1 + 1 = 2$, tanto per prendere una delle operazioni che Wynn riteneva sapessero fare? E, comunque, come era riuscita a porre la domanda in modo tale che i bambini comprendessero quello che stava chiedendo loro?

Prima di raccontare come Wynn fosse riuscita a risolvere questi problemi, devo chiarire esattamente che cosa sosteneva di avere scoperto. Tanto per cominciare, non riteneva che i suoi soggetti possedessero un concetto consapevole di numero. Come fanno tutti i genitori, ai bambini piccoli i numeri 1, 2, 3, ecc. vanno insegnati e, prima che ciò possa accadere, essi devono aver imparato a utilizzare il linguaggio. Cosa che un bambino di quattro mesi non sa fare. Ecco che cosa sosteneva invece Wynn:

1. I bambini che aveva studiato potevano distinguere fra un oggetto, una coppia di oggetti e un insieme di più di due oggetti.
2. Sapevano che, aggiungendo l'uno all'altro due oggetti separati, l'insieme risultante contiene esattamente due oggetti, e non uno o tre.
3. Sapevano che prendendo, per esempio, due oggetti e togliendone uno, ne resta esattamente uno; non si rimane senza oggetti o con due oggetti.

Per descrivere queste capacità un adulto direbbe che:

1. I bambini esaminati conoscevano la differenza fra i numeri 1 e 2 e la differenza fra 2 e qualsiasi numero maggiore di 2.
2. Sapevano anche che, per esempio, $1 + 1 = 2$ e che $1 + 1$ non è uguale a 1 o 3.
3. Sapevano anche che, per esempio, $2 - 1 = 1$ e che $2 - 1$ non è uguale a 0 o 2.

Evidentemente, per esprimere tali capacità in questo modo è necessario essere in grado di comprendere i numeri, perlomeno i numeri 0, 1, 2 e 3. Ora, tutte le evidenze scientifiche in nostro possesso sul modo in cui il cervello umano tratta i numeri ci indicano che la nostra capacità di operare con i numeri viene solo dopo che ciascuno di noi ha imparato le parole che indicano i numeri "uno", "due", "tre" e così via. (Alcuni lavori con gli scimpanzé e con altri primati mostrano che, a questo scopo, imparare i simboli per i numeri "1", "2", "3" funziona altrettanto bene. Il punto è che, per l'acquisizione del concetto di numero, sembra necessario possedere prima una parola o un simbolo che si riferisca a tale concetto.)

A rigore, dunque, la tesi di Wynn riguardava in realtà il concetto di numerosità -termine con il quale intendo il senso del numero, e in particolare il senso della grandezza di un insieme -e non quello di "numeri". Wynn affermava che i bambini molto piccoli possiedono un senso

affidabile della grandezza di un piccolo insieme di oggetti. Ma ciò non diminuì la sorpresa provocata dal suo annuncio. Dopotutto, chiunque sa che i bambini di quattro mesi non sono in grado di usare le parole che indicano i numeri. La maggior parte degli esperti ipotizzava che un senso del concetto di numerosità si sviluppasse solo dopo che il bambino aveva imparato a contare. Wynn, invece, sosteneva che viene prima la consapevolezza del numero. Di conseguenza, o nasciamo con questo senso del numero o lo acquisiamo automaticamente, al massimo, entro qualche settimana dalla nascita. (Come vedremo, ricerche successive hanno mostrato che, se non siamo nati con il senso del numero, lo acquisiamo, al massimo, entro pochi giorni dalla nascita.)

Ecco che cosa ha fatto Wynn per arrivare alla sua scoperta. Per inciso, il suo esperimento è stato ripetuto con successo molte volte da psicologi diversi in tutto il mondo, per cui non c'è più alcun dubbio sulla validità delle sue scoperte.

Il trucco è usare il fatto che persino i bambini molto piccoli si formano presto una idea di "come stanno le cose". Se un neonato vede qualcosa che va diversamente da come si aspetterebbe, vi presterà attenzione, cercando di capire quello che vede. Filmando il bambino, e in particolare i suoi occhi, a mano a mano che gli vengono presentate diverse scene, e valutando successivamente per quanto tempo esamina ciascuna scena, il ricercatore può determinare se ciò che sta accadendo sia diverso dalle aspettative del bambino. Per esempio, se gli viene mostrata una serie di frutti poggiati su piattini, e poi gli viene mostrata una mela sospesa a mezz'aria senza alcun evidente mezzo di sostegno, il bambino fisserà per un tempo misurabilmente più lungo il frutto sospeso rispetto alla frutta sui piattini.

Wynn faceva sedere i suoi piccoli soggetti davanti a un teatrino di burattini e accendeva una telecamera nascosta (figura 1.1). All'inizio, il teatrino era vuoto. La mano dello sperimentatore spuntava da un lato e collocava un burattino sulla scena. Poi veniva fatto salire uno schermo che nascondeva il burattino. La mano dello sperimentatore riappariva con un secondo burattino, che veniva collocato dietro lo schermo. A questo punto, lo schermo veniva abbassato per mostrare i due burattini. Il bambino osservava attentamente tutta la scena.

La psicologa ripeteva la procedura parecchie volte di seguito. In alcune di queste ripetizioni, però, quando veniva abbassato lo schermo, c'era un solo burattino sulla scena. In altri casi, abbassando lo schermo i burattini diventavano tre: lo sperimentatore aveva semplicemente corretto la scena senza farsi vedere dal neonato. Ogni volta che, abbassando lo schermo, veniva mostrato un burattino, o tre, il bambino osservava più a lungo la scena rispetto a quando comparivano i due burattini abituali. Avendo osservato che venivano collocati due burattini su una scena inizialmente vuota, uno dopo l'altro, il piccolo, evidentemente, si aspettava di vedere due burattini. Quando l'esito della procedura contraddiceva le sue aspettative, rimaneva perplesso. In media, il bambino osservava un buon secondo in più la scena con un risultato sbagliato rispetto alle volte in cui gli veniva presentata la scena con il risultato giusto. L'esperimento mostrava che il bambino "sapeva" che $1 + 1 = 2$ e che le somme $1 + 1 = 1$ e $1 + 1 = 3$ sono entrambe sbagliate. Esperimenti analoghi mostravano anche come sapesse che $1 + 2 = 3$.

Wynn ottenne risultati analoghi quando modificò la procedura per controllare la capacità del bambino di comprendere la sottrazione. Per esempio, al bambino venivano inizialmente presentati due burattini sulla scena. Lo schermo veniva fatto salire per nascondere i burattini e, a quel punto, compariva la mano dello sperimentatore che portava via uno dei burattini. Scendeva lo schermo, e si vedevano due burattini, uno o nessuno. Il bambino fissava più a lungo la scena -fino a tre secondi in più, in alcuni casi -quando vedeva due burattini o nessun burattino rispetto a quando vedeva che era rimasto esattamente un burattino. "Sapeva" che $2 - 1 = 1$ e che le sottrazioni $2 - 1 = 0$ e $2 - 1 = 2$ sono entrambe sbagliate. Sapeva anche che $3 - 1 = 2$ e che $3 - 2 = 1$.

Come si è detto, gli psicologi rimasero sbalorditi quando Wynn annunciò i suoi risultati e molti ricercatori piuttosto scettici idearono in tutto il mondo varianti della procedura per determinare

se le sue conclusioni fossero corrette o no. In particolare, volevano controllare se Wynn avesse buone ragioni per concludere che il fatto che i soggetti osservavano più a lungo i risultati sbagliati fosse dovuto davvero al senso della grandezza di un insieme (la numerosità) e non ad altri fattori.

Una possibilità era che a causare i diversi intervalli di attenzione dei bambini non fosse il numero degli oggetti, ma qualche caratteristica della loro disposizione fisica. Per controllare questa possibilità, Etienne Koechlin, uno psicologo francese, ripeté l'esperimento di Wynn, ma i burattini, questa volta, erano collocati su una piattaforma girevole che ruotava lentamente. Il movimento costante dei burattini faceva sì che il bambino non potesse formarsi un'immagine fissa della scena e non potesse prevedere la disposizione degli oggetti che si aspettava di vedere sul palco una volta che lo schermo fosse stato abbassato. I risultati di Koechlin furono identici a quelli di Wynn. Il bimbo osservava più a lungo quando gli veniva mostrato un risultato aritmeticamente scorretto rispetto a quando vedeva un risultato corretto. Così, l'esperimento di Koechlin eliminò qualsiasi possibilità che il bambino stesse reagendo a una disposizione fisica piuttosto che alla quantità di oggetti.

Lo psicologo statunitense Tony Simon effettuò un'ulteriore variazione della procedura di Wynn. Oltre a confermare le conclusioni originali di Wynn sulla numerosità, Simon scoprì un altro aspetto affascinante del modo in cui i bambini vedono il loro mondo.

Nel suo esperimento, a volte Simon sostituiva gli oggetti quando erano dietro lo schermo: per esempio, scambiava due burattini rossi con due blu, o un burattino rosso e uno blu con una o due palline gialle. I bambini non mostravano alcuna sorpresa vedendo che, una volta abbassato lo schermo, un burattino blu era diventato rosso o si era trasformato in una pallina, sempre che l'aritmetica/asse corretta. Sembra dunque che i neonati non battano ciglio se gli oggetti cambiano colore o si trasformano in altri oggetti, ma che rimangano interdetti vedendo due oggetti che diventano uno, o un oggetto che si trasforma in due.

In altre parole, non solo i bambini molto piccoli possiedono un senso del numero, ma la loro aspettativa che il numero non possa cambiare sembra ancora più radicata dell'aspettativa che non cambino colore, forma o aspetto. In un'altra variante dell'esperimento di Wynn, ideata per studiare questa particolare visione del mondo, un bambino veniva messo a sedere davanti a uno schermo dietro al quale apparivano alternativamente una pallina rossa e un sonaglio blu. Purché non vedesse mai i due oggetti insieme, quando si abbassava lo schermo il bambino sembrava contento di vederne uno solo. Sembrava cioè accettare che gli oggetti potessero cambiare aspetto da un momento all'altro. Questo vale per i bambini fino a un anno. Solo quando un bambino ha un anno o più, la comparsa successiva da dietro lo schermo di due oggetti che appaiono diversi fa nascere l'aspettativa che lì ci siano in realtà due oggetti diversi.

Vorrei fosse chiaro che il senso del numero osservato nei bambini da Wynn e dai successivi sperimentatori era strettamente limitato a insiemi di uno, due e tre oggetti. Per esempio, i bambini di meno di un anno sembrano incapaci di distinguere quattro oggetti da cinque. Senonché, come hanno mostrato i vari esperimenti, per insiemi fino a tre oggetti un bimbo di quattro mesi ha un senso della numerosità ben sviluppato e una comprensione elementare dell'addizione e della sottrazione. Ma quand'è, esattamente, che li acquisisce? Forse li possiede dalla nascita?

Un esperimento condotto dagli psicologi statunitensi Sue Ellen Antell e Daniel Keating ha mostrato che la capacità di distinguere fra un oggetto e un insieme costituito da due oggetti, e fra due oggetti e un insieme costituito da tre, è presente nei bambini fin quasi dalla nascita. Antell e Keating adottarono una procedura sperimentale utilizzata per la prima volta da un altro psicologo statunitense, Prentice Starkey. Come negli esperimenti di Wynn, la procedura di Starkey utilizzava gli intervalli di attenzione dei bambini per comprendere che cosa trovassero sorprendente. I soggetti venivano videoregistrati, così da poter misurare accuratamente la quantità di tempo in cui osservavano attentamente un determinato avvenimento.

Nell'esperimento di Antell e Keating, a un neonato di soli pochi giorni venivano mostrate diapositive proiettate su uno schermo. Nella prima diapositiva si vedevano due punti, l'uno accanto all'altro. Appena compariva la diapositiva, il bambino la fissava per un po'. Dopodiché perdeva interesse e guardava altrove. In quel momento, la diapositiva veniva sostituita con un'altra che mostrava una disposizione leggermente diversa dei due punti. Il bambino dava una rapida occhiata, ma presto perdeva nuovamente interesse. La diapositiva veniva ancora cambiata, mostrando i due punti in una nuova disposizione. Ancora il bambino tornava a dare uno sguardo rapido, ma di nuovo perdeva presto interesse. A ogni nuova ripetizione della procedura, il suo interesse durava sempre meno. Poi, improvvisamente, compariva una diapositiva che mostrava non due, ma tre punti. Immediatamente l'interesse del bambino si ridestava e lui osservava la diapositiva per un periodo di tempo misurabilmente più lungo (da 1,9 a 2,5 secondi nella stessa sessione dell'esperimento). Evidentemente, il soggetto era in grado di riconoscere il mutato numero di pallini. Lo stesso succedeva quando l'esperimento iniziava mostrando ai bambini tre pallini e il loro numero veniva ridotto improvvisamente a due.

Ripetendo la procedura molte volte, con i punti disposti secondo diverse configurazioni e mostrati in successioni differenti, gli sperimentatori eliminarono ogni possibilità che a catturare l'attenzione dei neonati fosse un qualche cambiamento nella presentazione dei punti e non il cambiamento nel loro numero. Quindi, l'evidenza scientifica era chiara: già a pochi giorni di vita, i bambini possiedono il senso del numero.

Un altro esperimento, condotto dalla psicologa francese Ranka Bijeljic, ha mostrato che il senso del numero, nei neonati, non si limita a insiememente che il bambino vede. Questi è infatti capace di distinguere anche fra due o tre suoni ascoltati in successione. Bijeljic utilizzò un metodo diverso per misurare gli intervalli di attenzione. Poiché i bambini venivano studiati per i suoni, non avrebbe avuto molto senso videoregistrare le loro facce e misurare la durata del loro sguardo (non c'era nulla di particolare da guardare). Bijeljic, invece, per controllare il loro interesse usò il riflesso di suzione dei neonati. A ogni bambino veniva data una tettarella artificiale da succhiare. La tettarella era collegata a uno strumento sensibile alla pressione che misurava il grado di suzione del bambino in ogni istante, e inviava i dati a un computer. Quando l'interesse del bambino cresceva, questi succhiava energicamente la tettarella; quando l'interesse scemava, iniziava a succhiare di meno.

IL sensore controllava anche un dispositivo che generava suoni preregistrati, parole senza significato formate da due o tre sillabe, come "aki" o "bugaloo". Un tipico esperimento si svolgeva in questo modo: il bambino non impiegava molto a scoprire che, quando succhiava la tettarella, si produceva un suono. Una volta fatta questa scoperta, iniziava a succhiare energicamente, producendo un suono dopo l'altro. L'apparato era congegnato in modo tale che le parole senza significato prodotte all'inizio avessero tutte lo stesso numero di sillabe: due o tre. Dopo un po', l'interesse del bambino scemava e la sua suzione rallentava. Quando il computer rilevava questo calo, iniziava a produrre parole senza significato con un numero diverso di sillabe (da due a tre o viceversa). Non appena ciò accadeva, il bambino ricominciava a succhiare più energicamente, producendo altre parole con questo nuovo suono. Ancora una volta, dopo aver ascoltato per un po' questo nuovo genere di parole, l'interesse del bambino calava e la sua suzione si faceva meno vigorosa, e ancora una volta il computer cambiava il numero di sillabe, destando nuovamente l'interesse del bimbo. Poiché il passaggio da una parola all'altra suscitava interesse non quando il numero di sillabe rimaneva invariato, ma solo quando cambiava, si concluse che il soggetto reagiva al numero di sillabe e non ad altre caratteristiche dei suoni.

Ma c'è dell'altro. La ricerca di Antell e Keating indica che tutti noi, quando avevamo solo quattro giorni, eravamo già in grado di distinguere fra insiememente di due e tre oggetti che vedevamo. I risultati di Bijeljic mostrano che sapevamo anche distinguere fra due o tre suoni che sentivamo. Ora, diventando adulti, abbiamo sviluppato quel senso di numerosità a un livello più astratto: abbiamo un senso astratto dell'esser-due e dell'esser-tre che trascende

ogni particolare insieme di cose esistenti nel mondo. Per esempio, sappiamo riconoscere un'analogia fra un insieme di due mele, di due punti su una pagina, di due elefanti in una gabbia, di due colpi di tamburo e di due aerei nel cielo. L'esser-due che tutti questi insiemi hanno in comune è un senso del numero altamente astratto. A dire il vero, il nostro senso astratto dell'esser-due, esser-tre, ecc. è ciò da cui prende avvio la matematica. Quando abbiamo acquisito questo profondo senso del numero?

Di certo, il nostro senso dell'esser-due e dell'esser-tre risale a quando avevamo sei-otto mesi. Questo è stato mostrato da Prentice Starkey, colui che per primo progettò il test utilizzato da Antell e Keating.

In un esperimento ingegnoso Starkey faceva sedere i suoi soggetti -bambini dai sei agli otto mesi d'età -di fronte a due proiettori di diapositive disposti fianco a fianco. Videoregistrava poi le loro facce per determinare quale proiettore li interessasse di più in ogni istante.

I due proiettori mostravano contemporaneamente immagini di un insieme di due o tre oggetti, disposti a caso.

[...]

Aggiornata il lunedì 22 settembre 2008
Edizione Mondolibri S.p.A., Milano
www.mondolibri.it