

UN RICORDO DI VALENTINO BRAITENBERG

Tübingen è una città accogliente. Le strade e le piazzette, le rive del Neckar, le chiese e le case della parte vecchia richiamano vicende di religione e vite di poeti. Ma si sente ancora un sano sapore campagnolo: portoni scuri di vecchie stalle, strade di ciottoli, recinti di piccoli orti con i mattoni consumati dal tempo.

Era l'autunno del 1969. Avevo una borsa di studio da spendere per un anno al Mathematisches Institut. L'Università aveva messo a disposizione per la mia piccola famiglia un alloggio sulla collina, al bordo dei campi di grano. Giù in città non conoscevo nessuno, e il mio tedesco era appena sufficiente per la sopravvivenza. Una sera ero sceso nella Altstadt e cercavo un negozio di musica, perché volevo prendere a noleggio un pianoforte. Capitai per caso nella deliziosa Jacobusplatz; sembrava deserta, ma da un'aiuola provenivano animate voci di bambini. Non potevo credere alle mie orecchie: era uno strano miscuglio di inglese, tedesco e ... napoletano! nulla di spiegabile con la presenza dei numerosi Gastarbeiter italiani. Mi avvicinai incuriosito e mi resi conto che stavano cercando di giocare al "pirolo", una sorta di baseball primitivo, un gioco difficile che avevo visto fare in Alto Adige. Solo più tardi mi spiegai quell'improbabile mistura di lingue: Carla e Zeno avevano imparato a giocare a Merano, ma l'italiano l'avevano appreso a Posillipo. Da poco i Braitenberg si erano trasferiti a Tübingen da Napoli: Valentino, tradito dall'ottusa burocrazia italiana, dopo un anonimo annuncio di disponibilità pubblicato su *Nature*, era stato chiamato a dirigere il prestigioso Max Plank Institut für Bio-Kybernetik.

Qualche settimana dopo il fortuito incontro con i bambini, per allargare il mio giro di conoscenze e per assicurarmi la sopravvivenza come musicista dilettante, misi mano alla lista dell'Amateur Chamber Music Players, una meritoria istituzione che favorisce gli incontri internazionali di musica da camera. Quando nella lista degli iscritti lessi il nome Braitenberg (violin B, viola B+), che mi sembrò quello di uno Svevo verace, chiesi un appuntamento e mi presentai con un certo timore nel suo studio in Speemanstrasse. "Parliamo italiano" mi disse subito Valentino, lasciandomi di stucco. Durante la conversazione che seguì mi accorgevo a poco a poco che questo incontro avrebbe avuto per me una grande importanza. Già l'aspetto denunciava una persona eccezionale: figura eretta, il capo un po' all'indietro di chi è consapevole della propria autorevolezza, occhi vivacissimi e sguardo magnetico, sorriso accattivante, vagamente canzonatorio. Era il modo di fare di un signore d'altri tempi, con qualche piccolo compiacimento: sniffava tabacco alla vecchia maniera, estraendolo con cura da una minuscola scatola d'argento. Nel parlare, le sue rapide frasi, mai convenzionali e spesso un po' provocatorie, erano pronunciate con voce robusta e si arrestavano di botto per attendere la reazione dell'altro. Questo suo modo di conversare - tanto lontano da chi sentenzia e si compiace della propria opinione - sollecitava l'interlocutore a fare la massima attenzione: accettare un'idea che nasceva già autorevole, oppure abbozzare - ma solo dopo averci ben pensato - un'opinione contraria? Trovai subito affascinante e insolito questo suo modo di conversare: era lo stile del ricercatore scientifico preparato, che fa tesoro della propria cultura ma ama il confronto e dà fiducia all'interlocutore, da cui spera di apprendere qualcosa di nuovo. Tutto questo mi apparve chiaro fin da quella prima conversazione, nel suo studio in Speemanstrasse. Era sera quando me ne andai; avevamo parlato quasi due ore, di matematica e di fisica, delle lingue e delle loro

grammatiche, dello stato dell'università italiana, di comuni amicizie a Roma, del cervello degli insetti e, naturalmente, di musica.

Fu infatti la musica a scandire i nostri successivi incontri. Nell'anno che seguì Valentino mi diede l'occasione e il coraggio di affrontare, lui al violino ed io al pianoforte, le più difficili sonate di Mozart e Beethoven, i trii di Schubert e di Mendelssohn e molto altro. Alcune di queste composizioni erano per me genuine scoperte; per lui piacevoli ritorni al passato. Conservo con particolare attenzione un suo regalo di compleanno, la sonata di Fauré: "il gusto è un po' decadente" - si giustificò Valentino - "ma del primo tema non ti liberi facilmente". E infatti ancora ce l'ho in orecchio. Questi frequenti incontri musicali, nella sua bella casa in città o nel nostro piccolo appartamento in periferia, crearono presto una profonda amicizia che naturalmente si estese alle nostre mogli. Qualche anno più tardi l'amicizia e la condivisione musicale coinvolse anche i nostri figli. Dopo il nostro rientro in Italia, l'amicizia fu infatti rinnovata con numerosissimi incontri a Merano, a Bolzano, a Tübingen, a Trieste; qualche volta per festeggiare un un compleanno o un matrimonio, altre volte semplicemente per stare insieme o per far musica con gli amici. A Padova, nell'Oratorio di S.Rocco, Luisa organizzò per la "Dante Alighieri" una mostra dei bei quadri di Elisabeth. A Bolzano, Valentino mi invitò più volte ai convegni di Castel Maresch; nati per vivacizzare la cultura di Bolzano, che Valentino considerava troppo conformista e provinciale, questi incontri portavano il marchio del loro organizzatore: libertà di pensiero e curiosità. Si affrontavano problemi vari, spesso antichi come il mondo: la simmetria, le scale musicali, ... Liberi da vincoli disciplinari e accademici, tutti davano sfogo alle proprie idee senza paura di scandalizzare gli specialisti. Tramite Valentino fui anche invitato a Vienna, a un convegno su "Musica e scienza", nel nome di von Karajan. Devo a Valentino e a questo congresso il mio incontro con Douglas Hofstadter, l'inizio di un'altra profonda amicizia, che ogni anno puntualmente si rinnova con una sua graditissima visita.

Negli anni '80 Margherita, ancora incerta sul suo futuro professionale, trascorse un lungo periodo padovano, di cui abbiamo un dolcissimo ricordo. Fu a casa nostra, a Padova, che i Braitenberg, sempre in occasione di incontri musicali, conobbero un'altra persona straordinaria: lo psicologo percettivista Paolo Bozzi, che più tardi avrebbe conquistato il cuore di Margherita. I miei ricordi più belli di Paolo e Valentino restano legati alla musica: solo chi ha fatto musica da camera sa che cosa significa scoprire o ritrovare assieme agli amici una geniale idea musicale, un tema semplice o una complessa modulazione. L'amicizia prende allora un sapore diverso, quasi di complicità. Paolo aveva una profonda cultura filosofica e letteraria che a me - e forse anche a Valentino - faceva difetto; ma sulla musica e sui problemi legati alla percezione ci scambiavamo idee interessanti, anche perché nel lavoro scientifico di Valentino, e talvolta anche in quello di Paolo, la matematica faceva la sua comparsa. E poichè di queste nostre chiacchiere, non delle irripetibili sensazioni musicali, sono in grado di parlare senza il timore di dire troppe sciocchezze, nelle prossime righe voglio descrivere un piccolo problema geometrico, che sorprese tanto me quanto il Paolo percettivista. Di questo problema, nato dagli esperimenti di Valentino sull'occhio delle mosche, certamente trattano con maggiore proprietà i suoi lavori scientifici. Ma per tentare di rievocare il clima delle nostre conversazioni, mi piace qui ricordarlo, un po' rielaborato e con parole mie. Dovrò partire un po' da lontano.

Tra le abilità che un essere vivente sviluppa fin dai primi giorni di vita c'è la percezione della *forma* di un oggetto. La mosca, per esempio, per essere in grado di avvistare un predatore, deve aver immagazzinato un congruo numero di immagini e averle classificate, mettendo in una stessa casella di memoria quelle che hanno una certa somiglianza. La forma del ragno, piccolo o grande, vicino o lontano, è quella di un nucleo centrale più o meno rotondo, circondato, a raggiera, da otto sottili appendici. Nell'uomo la percezione della forma si sviluppa in vari gradi: il bambino impara presto a riconoscere il viso della mamma; solo più tardi - non nei primissimi anni - distingue le forme precise, riconosce un quadrato tra i rettangoli, un cerchio tra ovali qualunque. In geometria il concetto si precisa dicendo che due figure hanno la stessa forma se sono rigorosamente *simili*, cioè se le distanze tra punti corrispondenti cambiano tutte di uno stesso *fattore di scala*. E' quello che avviene, per esempio, per due carte geografiche della stessa zona che abbiano scale diverse.

Quando la forma degli oggetti viene alterata, si parla di *deformazione*. Tra le varie deformazioni, ci vogliamo restringere a quelle *uni-direzionali*, che alterano le distanze in una certa direzione, moltiplicandole per un certo fattore k . Gli specchi cilindrici, per esempio, che si trovano in certi baracconi alle sagre di paese, aumentano le distanze in direzione orizzontale senza alterare quelle verticali: diventiamo tutti grassi.¹ In alternativa agli specchi, per realizzare praticamente una deformazione uni-direzionale possiamo servirci di un sottilissimo foglio di gomma. Ritagliamo, per esempio, una porzione rettangolare da un palloncino scoppiato. Se disegniamo su questa pellicola certe figure - un cerchio, un quadrato, un triangolo (vedi figura 1) - e poi sottoponiamo la pellicola a una trazione in una certa direzione, per esempio allontanando i bordi verticali del foglio, si vede il cerchio trasformarsi in un'ellisse, il quadrato in un rettangolo o in un parallelogramma, ecc. I tratti rettilinei, come i lati di un triangolo, si trasformano in lati rettilinei di altri triangoli. Ma certe caratteristiche della figura, per esempio gli angoli, vengono alterate.

Veniamo al problema di Valentino: può uno stiramento di questo tipo (cioè un allargamento in una certa direzione) trasformare triangoli equilateri in altri triangoli, più grandi, che siano ancora equilateri? Sembrerebbe impossibile, perché i lati e gli angoli, dopo la deformazione, non possono più essere eguali. Eppure, dice Valentino, che l'ha scoperto al microscopio, questo è quanto avviene nell'occhio della mosca. Ecco che cosa si vede: in una zona piana di pelle (la retina) si trova un gran numero di sensori ottici puntiformi. I punti sono disposti come vertici di tanti triangoli equilateri, in modo da formare un reticolo regolare. A questi sensori pervengono i raggi luminosi, focalizzati dagli occhi della mosca. La regolarità nella distribuzione dei sensori garantisce la fedeltà dell'immagine: le varie zone della retina devono comportarsi allo stesso modo. Alla stessa retina, però, pervengono segnali da due apparati visivi indipendenti: con gli occhi "frontali", che non sono mobili, la mosca guarda soltanto davanti a sé, in una zona relativamente ristretta; invece per guardarsi ai lati e alle spalle la mosca dispone di altri occhi, "laterali", che sorvegliano, seppure con minore precisione, zone molto più estese.

¹Nella geometria del piano, una deformazione di questo tipo è una trasformazione lineare rappresentabile con una matrice diagonale $\begin{bmatrix} k & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ che "ingrassa" per $k > 1$ e "dimagrisce" per $k < 1$.

Le immagini degli occhi frontali e di quelli laterali arrivano agli stessi sensori; tuttavia, nel ricevere i due tipi di immagini, la pellicola retinica si può disporre in due stati: nello stato di riposo riceve i segnali frontali; per quelli laterali la retina viene deformata da un apposito muscolo che esercita la trazione in una ben precisa direzione e di una ben precisa quantità. Osservando la retina così "stiracchiata" (è stato introdotto il termine *Procrustean shear*), i sensori si vedono ovviamente più lontani l'uno dall'altro, ma - questa è la cosa straordinaria - essi formano ancora un reticolato perfettamente regolare di triangoli equilateri! Dunque esistono deformazioni uni-direzionali che trasformano triangoli equilateri in triangoli equilateri. Se si guarda la figura 1) la cosa sembra impossibile. ² Eppure la soluzione c'è, ed è sostanzialmente unica, come si conviene: il fattore di scala è necessariamente $k = 3$, e tre sono le direzioni possibili. Riferiamoci alla figura 2) in cui sono stati cancellati i legami tra i punti, cioè i lati dei triangoli. Osservando i soli vertici della figura deformata, li vediamo di nuovo disposti secondo un reticolo di triangoli equilateri ³. In effetti, i legami tra i sensori, cioè i lati dei triangoli, non interessano la mosca, la quale, dopo lo "stiramento", si ritrova un reticolo altrettanto regolare di sensori, con cui può ancora riconoscere le forme del suo nemico. A posteriori, tutto appare abbastanza banale: la sorpresa iniziale dipende da caratteristiche psico-percettive proprie dell'uomo: evidentemente, nell'osservare un triangolo badiamo ai lati e agli angoli più che ai suoi vertici. In altre parole: le figure fatte di soli punti non sollecitano la nostra abilità nel distinguere le forme. Gli astrofili lo sanno bene: guardando il cielo stellato, non si riconoscono le costellazioni senza immaginare, tra una stella e l'altra, legami rettilinei inesistenti.

Digerita la sorpresa, incominciava la discussione: "La natura ha prodotto lo specchietto retrovisore" diceva Valentino. "Sì, il campo visivo è più vasto e il reticolo dei sensori è rimasto regolare", protestavo io, "ma resta il fatto che la mosca deve imparare a identificare il ragno piccolo e grasso con quello grande e magro". E Paolo aggiungeva il suo contributo, che tendeva a valorizzare l'aspetto dinamico, i cambiamenti delle immagini più che la loro ripetizione... A distanza di tanti anni da quelle conversazioni, non posso giurare che la mia ricostruzione sia fedele: gli specialisti mi perdoneranno. Spero però di aver dato un'idea di come una stessa questione potesse emozionare allo stesso tempo chi sperimentava con gli insetti, chi faceva della psicologia e chi credeva di avere familiarità con la geometria delle trasformazioni. Con Valentino si divertivano e si entusiasmavano tutte le persone capaci di curiosità, che subiscono tanto il fascino dei miracoli naturali quanto quello delle creazioni dell'ingegno. Tra i tanti suoi meriti, ho voluto ricordarlo per queste sue doti; a lui questa scelta forse non sarebbe dispiaciuta. Per Valentino ho ammirazione e rimpianto. Mi ritengo fortunato per averlo incontrato e sono orgoglioso che mi annoverasse tra i suoi amici.

²Un matematico che impostasse analiticamente il problema in modo un po' distratto non troverebbe soluzioni: se A, B, C sono i vertici di un triangolo equilatero, nessuna matrice $\begin{bmatrix} k & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ con $k \neq 1$ può trasformarli in vertici A', B', C' di un triangolo equilatero.

³Non c'è contraddizione: la deformazione porta il triangolo equilatero ABC in un triangolo $A'B'C'$ che effettivamente non è equilatero; però, simultaneamente, nasce un triangolo equilatero $A'B'D'$ che coinvolge un quarto punto D' diverso da C' . Il reticolo *si inclina* di 30° . La deformazione uni-direzionale ha coefficiente $k = 3$, ma l'effetto è quello di una similitudine con fattore di scala $\sqrt{3}$.

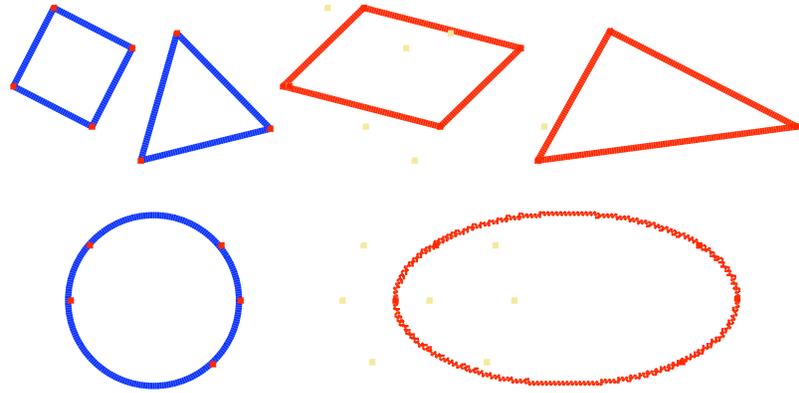


Figura 1

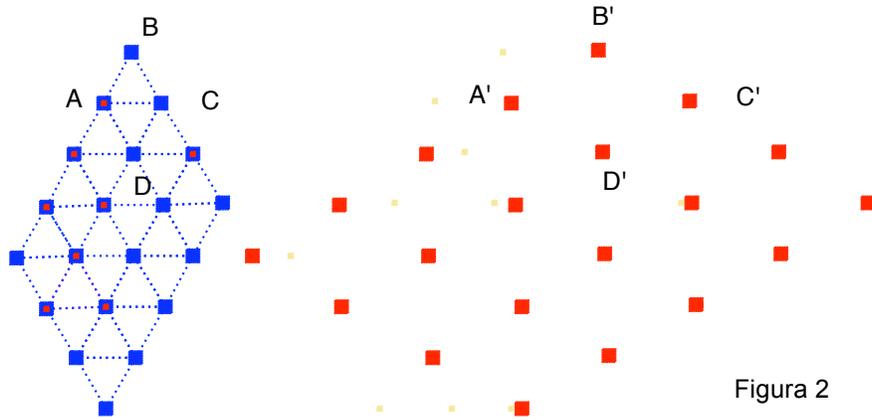
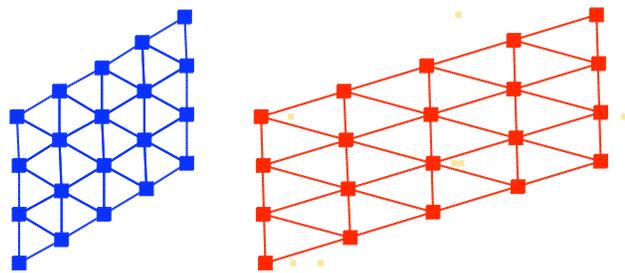


Figura 2