

## La candela

Questa volta ci occupiamo di destra e sinistra. Mi chiedete perché? Ci sono due generi di risposte: la prima è che si tratta di un argomento che mi affascina. Se non la ritenete una ragione seria, eccone un'altra: è difficile trovare un tema altrettanto interdisciplinare, che interessa matematica, fisica, chimica, mineralogia, biologia, per non parlare poi di antropologia, filosofia, ecc.

La conseguenza è che essendo così interdisciplinare, nella scuola non lo tratta nessuno (o mi sbaglio?) Perciò faremo insieme una panoramica, purtroppo senza poterla approfondire quanto vorrei. Cominciamo con l'accennare ad alcuni aspetti della questione:

- l'esistenza di un emisfero cerebrale dominante nell'uomo
- la simmetria bilaterale, almeno esterna, di gran parte degli animali
- la simmetria delle piante, di solito più complessa, e con esempi ben noti in contrario
- la chiralità delle molecole biologiche
- le forme chirali di alcuni minerali
- la simmetria delle leggi fisiche.

Volendo affrontare in classe l'argomento destra-sinistra si potrebbe cominciare col far trovare ai ragazzi oggetti di uso comune che hanno le versioni destra e sinistra, e altri che non le hanno. A dire il vero la partenza che ho indicato sarebbe forse più adatta a una scuola media, ma è meglio tardi che mai (certo non oltre il biennio). Come esempi di oggetti simmetrici potremo scoprire: sedie, bottiglie (salvo eccezioni), bicchieri, posate (qui le eccezioni sono piuttosto sottili), molti capi di vestiario. Esempi di oggetti non simmetrici (che diremo "chirali," facendo rilevare l'etimologia da  $\chi\epsilon\iota\rho$ ) con il compagno opposto: a parte le ovvie scarpe e guanti, penso alle maniglie, ma non trovo altro. Tra quelli senza compagno posso elencare quasi tutte le chiavi, le forbici, i vestiti abbottonati; e poi cavatappi, pinze (la chiralità è un po' nascosta, ma c'è), molti attrezzi. Infine, interessanti per il seguito, gli orologi e vari altri meccanismi, come ad es. giradischi, ventilatori, rubinetti, ecc.

La ragione di cercare oggetti artificiali, e non naturali, è che in genere è più facile studiarne la simmetria, perché è insita nella loro costruzione, è deliberata. A questo punto si può porre il problema: come si definisce un oggetto simmetrico? e uno chirale? Come primo approccio ci si può rifare allo specchio: un oggetto simmetrico resta uguale se lo guardiamo nello specchio; uno chirale invece si trasforma nel suo compagno (che esso esista o no nella realtà). Però questa non è ancora una definizione precisa, ed è anche pericolosa, come vedremo. Tuttavia contiene l'idea fondamentale: c'è una *trasformazione* (la riflessione rispetto

a un piano) che lascia l'oggetto "uguale a se stesso" (un matematico direbbe "congruente").

Apro una piccola parentesi: non c'è dubbio che lo studio della simmetria (non solo delle riflessioni, ma di tutte le possibili generalizzazioni) appartiene per un aspetto alla matematica: quello che è interessante è che si tratta di una "matematica qualitativa," dove numeri, formule, equazioni hanno un ruolo secondario. Tanto che forse non tutti i ragazzi accetteranno subito che di matematica si tratta. Del resto, come vedremo (e forse è già chiaro) lo studio della simmetria *non è solo matematica*.

Una volta sistemato il concetto di simmetria in questo modo, potremmo porci una domanda, tutt'altro che oziosa se vogliamo applicare l'idea al di fuori dell'ambito artificiale da cui siamo partiti. La formulo per un caso specifico: un gatto è simmetrico? (È evidente che occorre chiarire la questione, se vogliamo parlare di simmetria bilaterale degli animali.) Il problema è duplice: in primo luogo se il mio gatto è pezzato, potrebbe avere ad es. l'orecchio sinistro bianco e il destro nero: il gatto nello specchio apparirà diverso, e io potrei dire che non è il mio. Dunque il mio gatto è chirale!

Immagino che i ragazzi si divideranno: alcuni accetteranno l'evidenza e non aggiungeranno altro; ma qualcuno salterà su con l'osservazione cruciale: "ma il pelo non conta, *a parte il colore del pelo* il gatto è simmetrico!" Abbiamo così scoperto un aspetto centrale dell'indagine scientifica: studiare gli oggetti "a parte" qualcosa, "a prescindere" da qualcosa, "a meno di" qualcosa. Abbiamo cioè scoperto il *procedimento di astrazione*, che nel caso specifico i matematici chiamano "quoziente rispetto a una relazione di equivalenza." Non approfondisco: potete chiedere al collega di matematica che cosa significa, e scoprirete che si tratta di una cosa di cui facciamo uso tutti i giorni (come il Mr. Jourdain di Molière, che aveva sempre parlato in prosa senza saperlo). Ecco un aspetto della matematica che soprattutto per chi lavora in campo scientifico è di grande importanza: mette ordine nei nostri procedimenti mentali, ce ne fornisce di più generali e sistematici, e quindi più potenti e adattabili a situazioni nuove. Forse qualcuno riterrà che questo discorso sia vero per la fisica, ma non per la biologia: ecco un fine riposto del discorso di oggi.

Tornando al mio gatto, c'è un altro problema: come qualunque essere vivente, esso si muove, cambia posizione a ogni istante, e anche forma: un momento sta acciambellato in una poltrona, poco dopo inarca la schiena, poi spicca un salto oppure comincia a passeggiare pigramente. Insomma, se lo fotografo due volte di seguito lo trovo diverso, e in generale la sua fotografia è tutt'altro che simmetrica: avrà la testa piegata a destra, forse la coda arrotolata verso sinistra, una zampa sollevata da terra... Come la mettiamo con la definizione che abbiamo data? Non sarà questa la prova che la freddezza matematica non si concilia con la varietà e la mutevolezza del mondo vivente?

Poiché non voglio risolvere tutti i problemi che andrò ponendo (anche se volessi e sapessi non me lo permetterebbe lo spazio) vi esorto a stuzzicare col problema il solito collega di matematica. E non vi arrendete se cerca di svicolare, magari accampando la complessità dell'argomento, la vostra ignoranza, o altro. Forzate a uscire dal mondo iperuranio dei concetti puri, insistendo che la soluzione esiste (vi do la mia parola) ed è una soluzione del tutto rigorosa. È anche un bell'esempio del perché i matematici inventano sempre entità astruse, che a prima vista sembrano senza alcun riferimento con la realtà.

Non bisogna confondere quello che ho detto sopra a proposito dell'astrazione (il gatto simmetrico se ignoro il colore del pelo) con un altro fatto della realtà: nel mondo reale non esistono simmetrie esatte, ma solo approssimate, così come non esistono linee rette, sfere perfette, ecc. La questione ha due aspetti, che non so dire quanto siano connessi. Il primo è che fa parte del nostro modo di entrare in contatto con la realtà la tendenza a semplificare, a cogliere relazioni semplici (e in particolare simmetrie) anche dove, a essere pignoli, si vedrebbero differenze. Il secondo è che questo modo di procedere è una componente essenziale dell'indagine scientifica, in qualunque campo. Non si tratta solo di un atteggiamento dei fisici, che s'immaginano un mondo senza attriti, delle trasformazioni reversibili, e via dicendo: per fare un esempio classico della biologia, che direste del concetto di specie?

Mentre prima ho parlato di astrazione, ora parlerei di *schematizzazione*: si sostituisce all'oggetto reale un modello semplificato, più regolare e controllabile. S'intende che il progresso della conoscenza di solito richiederà di rivedere, raffinare e spesso complicare il modello; ma se non fossimo partiti da qualcosa di semplice probabilmente non avremmo capito niente. Un altro esempio biologico: le idee che si hanno oggi sui geni e sul loro rapporto col DNA sono molto più complicate di quelle che si avevano anche solo 40 anni fa, ai tempi di Crick e Watson; però senza quel primo schema un po' meccanico (il "dogma" della biologia molecolare: DNA  $\rightarrow$  mRNA  $\rightarrow$  proteine; triplette di basi  $\rightarrow$  aminoacidi) tutti i successivi sviluppi non ci sarebbero stati.

La questione delle simmetrie approssimate pone anche un altro problema, relativo alla psicologia della percezione: come va che a noi riesca possibile, e anzi naturale, vedere simmetrie anche in casi in cui gli scostamenti sono piuttosto sensibili (pensate ad es. a quanto poco siano in realtà simmetriche la maggior parte delle foglie e dei fiori)? Lascio il problema in sospeso, prima di tutto perché non saprei aggiungere niente di sensato.

Un'importante domanda sorge se ci poniamo dal punto di vista evolutivo: perché c'è quell'evidente differenza fra piante e animali, per cui le prime o non sono affatto simmetriche, o hanno simmetrie (per quanto approssimate) molto più ricche di quella bilaterale, mentre tra gli animali superiori la simmetria bilaterale è la norma? Non mi sento competente a rispondere, ma ricordo una possibile spiegazione: in un organismo sufficientemente grande (e quindi pesan-

te) la gravità crea una prima dissimmetria, fra alto e basso; se poi l'organismo è in grado di muoversi, nasce un'altra distinzione, fra avanti e dietro. In queste condizioni la sola simmetria che *può* sussistere è appunto quella rispetto a un piano. Ho detto *può*, non *deve*: resta quindi la domanda del perché tale simmetria si conservi. Esiste un vantaggio ad essere simmetrici? Per esempio quello di potersi difendere ugualmente bene da destra o da sinistra?

Sempre in tema di simmetria degli animali, sappiamo tutti che ci sono delle eccezioni. Mi vengono in mente alla rinfusa: il "corno" del narvalo, che in realtà è un dente (mi sembra sinistro); la curiosa trasformazione delle sogliole da normali pesciolini simmetrici in animali di fondo, con gli occhi da uno stesso lato (ma non so se sia sempre lo stesso lato, in tutti gli individui della stessa specie); i molluschi gasteropodi, che non solo hanno l'evidente asimmetria del guscio, ma hanno fortemente asimmetrico tutto il corpo. Un altro esempio interessante e diverso lo cito dopo; prima voglio commentare queste eccezioni.

La questione interessante, che non è possibile decidere a priori, ma solo guardando gli animali esistenti, è la seguente: queste asimmetrie potrebbero presentarsi in tre forme, se le guardiamo non nel singolo individuo, ma nella specie:

- tutti gli individui di una data specie potrebbero essere destri, oppure tutti sinistri
- potrebbe esserci una larga maggioranza di una certa chiralità, con qualche raro esemplare della chiralità opposta
- le due forme chirali potrebbero essere ugualmente frequenti.

Le mie conoscenze in materia sono troppo frammentarie, ma mi sembra che tutte le alternative si presentino in natura: che alcuni molluschi si trovino tanto destri che sinistri, mentre altri sono prevalentemente destri (o sinistri). Non so niente di narvali e sogliole, ma ho il sospetto che rientrino nel primo tipo (o forse nel secondo? qualcuno vuole illuminarmi in merito?)

Nel parlare di simmetria dell'aspetto esterno degli animali non ho dimenticato l'asimmetria degli organi interni, che è molto più diffusa. Solo che non ho spazio per trattarne; voglio invece citare un caso interessante di asimmetria esterna, che ho appreso molto di recente (dal numero di Aprile '93 di *Scientific American*): l'apparato uditivo del barbagianni (*Tyto alba*). Questo rapace notturno è in grado di dirigersi con grande esattezza sulla preda, grazie alla capacità di riconoscere la direzione di provenienza dei suoni. La discriminazione orizzontale è fatta, come si può immaginare, in base al diverso ritardo con cui il suono arriva alle due orecchie; e non ha a che fare con l'asimmetria, che invece interviene nella localizzazione in altezza.

Questa si fonda sul fatto che le due orecchie del barbagianni non sono simmetriche: l'orecchio sinistro si trova più in alto ma è orientato verso il basso, mentre quello destro, che sta più in basso, punta verso l'alto. Di conseguenza

un suono che proviene dall'alto viene percepito con maggiore intensità dall'orecchio destro, e viceversa per un suono che viene dal basso. L'elaborazione nella corteccia cerebrale fonde i due dati: quello temporale, che fornisce informazioni sulla direzione orizzontale, e quello d'intensità, che concerne invece l'altezza della sorgente. Ne risulta una precisa stima della direzione nello spazio, che permette all'uccello di piombare al buio sull'inconsapevole ma non abbastanza silenzioso topolino.

Ritornando al sommario proposto all'inizio, potrete vedere che ho toccato solo il primo capitolo, ma per ora non posso andare oltre. Vorrei chiudere questa puntata con una professione di modestia, che è anche un invito. Poiché mi sono addentrato in una materia che non è la mia, non è improbabile che abbia scritto qualcosa d'inesatto, o forse di grossolanamente sbagliato. Ho scelto di correre il rischio, perché l'alternativa era di non parlare affatto di certi argomenti, e con ciò avrei negato il mio assunto iniziale. L'invito è quindi a farmi sapere, senza alcun timore, se e dove posso aver sbagliato: garantisco che non me ne avrò a male, e sarò anzi felice d'imparare qualcosa.