

## La candela

“Il terzo giorno aveva già imparato che ogni bullone va col suo dado, e non si sbagliava quasi più: il mezzo pollice col mezzo pollice, il tre ottavi col tre ottavi e così via. Però non ha mai capito bene che tutti i filetti sono destri. Neanche dopo non l’ha mai capito; provava così, come viene viene, e quando gli andava bene e il dado si invitava, allora saltava su e giù, batteva le mani per terra, faceva dei versi e sembrava contento.”

L’avete riconosciuto? È il racconto “L’aiutante” da *La chiave a stella*, di Primo Levi. Di questo bellissimo libro ripareremo certamente in altre occasioni. Qui il protagonista del racconto è uno “scimmiotto” (forse un cercopiteco, stando alla sommaria descrizione: “uno di quelli con la pelliccia intorno alla testa e la faccia da cane”) che si sta cimentando con i ferri del mestiere del narratore Faussone, al momento impegnato a montare un “derrick” per l’estrazione del petrolio, in un’imprecisata parte dell’Africa.

È tipico di Levi l’introdurre in modo apparentemente banale questioni assai profonde: qui abbiamo da un lato la differenza fra destra e sinistra nella tecnica; dall’altro la difficoltà per un animale, anche evoluto, a distinguere. Per quanto ne so, non è ancora chiaro se e quali animali, oltre l’uomo, ne siano capaci; ed è un bel problema decidere quali strutture e quali funzioni cerebrali siano necessarie o sufficienti allo scopo.

Lo scimmiotto non arriva a capire che “tutti i filetti sono destri,” e questo ci riporta al nostro tema. Non c’è nessuna ragione di principio perché tutti i filetti debbano essere destri, e del resto non è proprio vero: in qualche caso si usano anche vite sinistre. Provate a chiedere ai vostri allievi se conoscono un oggetto di uso assai comune in cui è presente una vite sinistra; come aiuto dirò che quando usano quell’oggetto, la vite sinistra se la trovano vicino al piede destro. . .

A proposito: che cosa vuol dire esattamente “vite destra”? Risposta facile: “è una vite che avanza ruotando in senso orario.” E che cos’è il senso orario? Risposta ancora più facile: “quello in cui girano le lancette dell’orologio” (meno male che gli orologi a lancette sono tornati di moda, se no come avremmo fatto a definirlo?) Tutto fin troppo ovvio, direte voi; perché ci stai perdendo tempo? Ecco qua: in che verso ruota la Terra? Per favore non mi rispondete “da Ovest verso Est,” perché allora io chiedo di definire Est e Ovest, e non la finiamo più: vorrei solo sapere se il senso di rotazione della Terra è orario o antiorario. . .

La domanda è maliziosa, perché molto spesso si risponde “antiorario” senza riflettere che dipende da dove si guarda: poiché noi viviamo nell’emisfero settentrionale, ci riesce naturale pensare di guardare la Terra da sopra il Polo Nord, e infatti tutti i mappamondi sono costruiti col Polo Nord in alto, ben visibile,

e quello Sud in basso, seminascosto. Però gli australiani, gli argentini, ecc. non sarebbero mica d'accordo: per loro la Terra ruota in senso orario! Lo stesso errore si fa anche parlando del sistema solare: si dice che il moto orbitale dei pianeti è antiorario, come se fosse obbligatorio guardarlo dal Dragone (*Draco*) e vietato mettersi al posto del Pesce Dorato (*Dorado*). Altra domanda maliziosa: perché ho tirato in ballo queste insolite costellazioni?

Di conseguenza anche la definizione di vite destra non è del tutto precisa come l'ho data: avrei dovuto dire: “è una vite che avanza verso un osservatore che la veda ruotare in senso *antiorario*” oppure “che si allontana quando la vediamo ruotare in senso *orario*.”

Se tra chi legge qualcuno sta pensando che sono un incorreggibile pignolo, forse ha ragione; ma lo invito a riflettere alle seguenti questioni. La prima è facilissima da porre, non altrettanto da risolvere: perché uno specchio inverte destra e sinistra, e non alto e basso? La seconda è un ricordo autobiografico di Ernst Mach, il quale confessava di essere assai turbato, da ragazzo, dal fatto che un ago magnetico disposto parallelamente a un conduttore (diretto S-N) deviasse da una parte quando nel filo passava corrente: perché mai a destra e non a sinistra? si chiedeva il giovane Mach; dov'è la ragione sufficiente per la scelta? Siccome mi avete dato del pignolo, la risposta non ve la do.

Quanto alle viti che sono tutte destre, come dice Faussone, la cosa importante per noi è che i meccanismi costruiti dall'uomo funzionerebbero altrettanto bene se fossero stati fatti in modo speculare: immaginate un orologio con tutti gli ingranaggi che girano in senso opposto, e così pure le lancette... Sarebbe scomodo da leggere, ma non sarebbe meno preciso di uno fatto al modo solito. Più esattamente: due meccanismi che fossero l'uno l'esatta replica speculare dell'altro non sarebbero distinguibili in base al loro comportamento.

Ho usato impropriamente il termine “meccanismo,” perché in realtà la stessa cosa accadrebbe se si trattasse di apparati elettronici oppure ottici. In sostanza sto dicendo in termini divulgativi quello che un fisico esprime così: “le leggi della meccanica e dell'elettromagnetismo sono invarianti per inversioni spaziali.” Per ragioni su cui non posso trattenermi, i fisici dicono anche, più brevemente, che “la parità si conserva.”

Si può esprimere la stessa idea sfruttando un tema fantascientifico: la comunicazione con intelligenze extraterrestri. Se riuscissimo un giorno a stabilire un contatto a distanza, certamente cominceremmo a trasmetterci informazioni sulle rispettive culture; ma incontreremmo una grave difficoltà non appena tentassimo di definire destra e sinistra. Non voglio dire che sarebbe difficile spiegare la distinzione (che anzi sarebbe certo già nota anche agli alieni); bensì che non sapremmo come essere certi che noi e loro siamo d'accordo su che cosa è destra e che cosa è sinistra.

Non potremmo ricorrere a esempi naturali o artificiali, perché potrebbe darsi benissimo, vista l'invarianza delle leggi fisiche per inversioni, che il loro

mondo fosse speculare al nostro. Stando così le cose, il solo modo per risolvere il problema sarebbe di scambiarsi un oggetto destro o sinistro, come il bullone di Faussonne. Questo sarebbe molto più facile di quanto si può credere a prima vista: dato che la comunicazione avverrebbe per mezzo di onde elettromagnetiche, basterebbe usare la polarizzazione circolare. Ma a scopo di esercizio intellettuale supporremo che ciò non sia permesso.

Fino a circa quarant'anni fa tutto lasciava credere che l'invarianza per inversioni spaziali fosse una legge universale della fisica; il che è quanto dire che senza lo scambio di oggetti materiali non ci sarebbe stata nessuna speranza di spiegare ai nostri amici di un altro mondo che cosa intendiamo per destra o sinistra. Poi è successo qualcosa . . . di cui parleremo un'altra volta, perché per il momento non influisce sul discorso che voglio fare.

Lasciamo quindi la fisica delle interazioni fondamentali, per riavvicinarci alla biologia, attraverso la chimica organica; e per cominciare, ripercorriamo di volata la storia della scoperta di Pasteur. Agli inizi dell'800 si scopre l'attività ottica di molti solidi e soluzioni (Arago, Biot). Sono note due forme dell'acido tartarico: quello tartarico propriamente detto, che è otticamente attivo, e quello racemico, inattivo; i due acidi hanno la stessa formula grezza e la stessa struttura, ma proprietà diverse (solubilità, punto di fusione).

Pasteur esamina i cristalli dei sali di questi acidi, e si accorge che i tartrati sono chirali, mentre i racemati sono simmetrici. Infine trova che un particolare racemato (di sodio e ammonio) a temperatura sufficientemente bassa anziché formare cristalli simmetrici dà luogo a una miscela di due forme cristalline: una metà identiche a quelle del tartrato di sodio e ammonio, l'altra metà speculari alle prime, e mai viste in precedenza. Nasce così il concetto di enantiomeria, che è un'applicazione, al caso particolare del legame chimico, del principio generale d'invarianza di cui parlavamo sopra: se esiste una molecola (o un cristallo) a struttura chirale, esiste anche la forma speculare, *con identiche proprietà fisiche e chimiche* (a parte l'attività ottica, ovviamente).

Una precisazione, anche se forse ovvia: attività ottica e chiralità vanno spesso insieme, ma non sono la stessa cosa. Una molecola attiva è certamente chirale, ma non è detto che una molecola chirale sia per forza attiva otticamente. Però c'è un principio metodologico da considerare, che si può esprimere così: "quello che non è proibito è permesso." Secondo questo principio l'attività ottica è la regola, a meno che non sia proibita dall'esistenza di una simmetria. In parole povere: se la luce attraversa una sostanza chirale, verrà certamente influenzata nel senso di ruotare il piano di polarizzazione da una parte o dall'altra. Ma se la sostanza ha molecole simmetriche, la luce non potrà ruotare né a destra né a sinistra, perché la destra equivale alla sinistra: la sostanza non potrà avere attività ottica. (Peccato che questo semplice ragionamento non funzioni nel caso dell'ago magnetico!)

Per quello che mi propongo di dire, a me interessano le molecole chirali, e sappiamo che queste non sono mai molto semplici (tutto è relativo: molte sono semplicissime per un chimico organico). Tra le più semplici che conosco, esempi importanti sono acido lattico e gliceraldeide, la seconda essendo anche la base della classificazione L e D di Fischer–Rosanoff: v. l'articolo di Montagnoli sul n. 1 del 1993. Succede poi che tutte le molecole d'importanza biologica sono chirali: mono- e polisaccaridi, aminoacidi (glicina esclusa) e proteine, nucleotidi, RNA e DNA, ecc. ecc.

E così siamo arrivati al nocciolo del nostro discorso: è un fatto che negli organismi viventi sono presenti solo molecole di una data chiralità, e non di quella opposta. Le conseguenze sono a volte strane, a volte solo curiose, ma anche drammatiche. Ad esempio, da un articolo su *Scientific American* (gennaio 1990) ho appreso che un enantiomero del limonene odora di limone, e l'altro di arancio; dalla stessa fonte imparo anche che il disastro della talidomide aveva una causa chirale: un enantiomero era un onesto tranquillante, l'altro produceva focomelia.

Per inserire un tema più leggero, ecco una perla che ho trovato in un romanzo: “Quel governo aveva messo in circolazione voci autorevoli secondo le quali era stato realizzato finalmente lo ‘zucchero levogiro,’ una forma di zucchero naturale privo di calorie.” Suppongo che lo “zucchero levogiro“ (L-glucosio?) sia inutile per il nostro metabolismo, e forse non è neppure dolce (attendo da voi informazioni in proposito); ma quello che mi piace di più è che sia “privo di calorie.” Qui ci sarebbe parecchio da dire sul modo come argomenti scientifici, di termodinamica in questo caso, arrivano all'uomo della strada, scrittori di successo inclusi, negli USA come in Italia.

È forse appena il caso di accennare che la chiralità a livello molecolare non ha niente a che vedere con quella dell'organismo nel suo complesso, di cui parlavo la volta scorsa: tanto le sogliole, che sono dissimmetriche, quanto la chocciola *Liguus pœyanus*, che presenta le due forme speculari, sono fatte con gli stessi aminoacidi L.

Il problema che voglio ora toccare vi è certo ben noto: perché c'è questa asimmetria? Per quanto sappiamo dalle leggi fisiche (invarianza per inversioni spaziali) e chimiche (equivalenza chimica dei due enantiomeri) tutto lascia credere che le forme opposte potrebbero dar luogo a organismi altrettanto vitali, purché immersi in un ambiente anch'esso speculare, che gli fornisca il giusto nutrimento. Se ammettiamo che la vita abbia avuto origine da un mondo inizialmente “racemico,” in cui eventuali molecole chirali, anche inorganiche, dovevano essere presenti in uguali quantità, come si è arrivati alla situazione attuale?

Per oggi basta così: il seguito a una prossima puntata. Resta valido quanto ho detto alla fine della puntata precedente: ogni correzione degli errori che posso aver fatto è benvenuta. Spero solo che non siano troppi. . .