

UMANI, DNA E LINGUE

Giovanni Destro Bisol¹

Università di Roma La Sapienza e Istituto Italiano di Antropologia

Come tutti i viventi, noi umani siamo fatti di cellule, oggetti minuscoli separati dal mondo esterno da sottilissime membrane costituite da una combinazione di grassi, proteine e carboidrati. Al loro interno, il DNA – un insieme di zucchero, fosfato e azoto – gioca un ruolo esclusivo e indispensabile: conservare e rendere disponibili le informazioni per la “costruzione” di tutte le forme di vita, dai più semplici esseri unicellulari, come i batteri, fino a quelli più sofisticati, come noi umani.

Unica tra tutte, la nostra specie, *Homo sapiens*, possiede la capacità di creare e usare le parole, sequenze di suoni o di segni attraverso i quali vengono rappresentati oggetti, concetti, azioni, emozioni e ogni sorta di idee. Sono l’asse portante delle lingue, sistemi codificati di comunicazione che hanno un ruolo cruciale nella nostra esistenza.

Al DNA sono strettamente legati i processi biochimici che avvengono nelle nostre cellule, lo sviluppo dell’organismo e il suo stato di salute. Le lingue rappresentano, invece, l’architrave e il mezzo di espressione delle culture umane. Al di là delle evidenti distanze, DNA e lingue svolgono entrambi un ruolo fondamentale nel definire chi siamo, sono elementi complementari della nostra identità. Imparare a conoscerli è fondamentale non solo per comprendere i significati della diversità, ma anche, e soprattutto, per capire quanto sia importante ciò che ci unisce come esseri umani.²

Il DNA, un vero trasformista!

Com’è fatto il DNA, al secolo acido desossiribonucleico? Come avremo modo di vedere, il nostro sembra non volersi accontentare di una sola identità. Possiamo immaginarlo, per iniziare, come una scala. Magari di un tipo un po’ particolare, ma in cui vi sarete probabilmente imbattuti. I gradini non vanno dritti, ma seguono una curva elicoidale, avvolgendosi attorno a un asse verticale, mentre i montanti, gli elementi che li collegano e sostengono la struttura, sono curvati per seguire la forma a spirale della scala stessa (figura 1). È la scala a chiocciola, un’alternativa a quella classica (rettilinea), a cui, grazie al suo minor ingombro, può essere preferita se gli spazi all’interno di un edificio sono ristretti. Le dimensioni sono, ovviamente, assai differenti: una scala a chiocciola

¹ giovanni.destrobisol@uniroma1.it

² Per chi fosse interessato ad approfondire la storia delle scoperte e i significati più ampi del DNA: Destro Bisol G./Capocasa M (2018): *Intervista impossibile al DNA*. Bologna: Il Mulino.

domestica è larga almeno un metro, quella del DNA ventimila volte meno di un capello umano! E anche i materiali cambiano: nel materiale ereditario i montanti non sono fatti di legno o acciaio, ma di un particolare zucchero (il desossiribosio) e un gruppo fosfato, mentre gli scalini sono costituiti da piccole molecole organiche contenenti atomi di azoto, le basi azotate. Queste ultime possono assumere quattro diverse “identità” chimiche: adenina (A), citosina (C), guanina (G) e timina (T).

In biologia, forma e funzione sono spesso strettamente connesse tra di loro. Ad esempio, le gambe sono più lunghe delle braccia (mediamente il 26% in più), perché in questo modo possono diventare leve più potenti per la locomozione bipede. Anche la sinuosa silhouette del DNA, oltre a sembrare un raffinato oggetto di design, permette di soddisfare due importanti esigenze funzionali di questa “supermolecola”. La prima è la miniaturizzazione. Se il DNA umano presente in ogni singola cellula, lungo circa 3 miliardi di basi azotate, costituisse un’unica struttura lineare, diventerebbe come un spaghetti sottilissimo, ma anche molto lungo: circa due metri. E questo creerebbe un bel problema: il minuscolo spazio disponibile all’interno delle cellule, il cosiddetto nucleo con un diametro di appena 6 millesimi, sarebbe del tutto insufficiente per accoglierlo tutto intero. Accade però che il materiale ereditario è organizzato in modo da ridurre al minimo l’ingombro, E per raggiungere il risultato, entrano in gioco ben tre strategie diverse. Ciascuna di esse opera in armonia con le altre per garantire che il DNA sia compattato quanto è necessario per garantire la funzione e la sopravvivenza della cellula.

In primo luogo, come abbiamo detto, la forma elicoidale del materiale ereditario consente già un risparmio di spazio significativo. In secondo luogo, il DNA è suddiviso in 23 coppie di cromosomi, minuscoli bastoncini che vengono raffigurati spesso con una forma a X allungata. Disponendosi nel nucleo della cellula, essi permettono di gestire meglio lo spazio a disposizione di quanto non possa fare un’unica struttura lineare. Come accade se, dovendo far entrare degli spaghetti troppo lunghi rispetto al contenitore, li spezziamo in tanti piccoli pezzi. Per finire, il “DNA-scala a chiocciola” può avvolgersi come un filo attorno a delle “perle” (figura 2). Queste ultime sono in realtà costituite da proteine specializzate chiamate istoni, che agiscono come “rochetti” attorno ai quali il DNA si arrotola.

La seconda esigenza funzionale è la replicazione. Il DNA deve infatti essere costantemente copiato per assolvere due compiti fondamentali: fornire il materiale genetico necessario alle nuove cellule in formazione e, nel contempo, dare il via a un processo (la sintesi proteica) che porterà alla sintesi delle proteine che costituiscono le cellule, i tessuti e gli organi del nostro corpo. Non crediate però che il DNA possa svolgere questo secondo compito da solo! Per la “traduzione” dell’informazione genetica in proteine serve la collaborazione di un parente stretto del DNA, l’acido ribonucleico (abbreviato in RNA), in cui viene trascritta l’informazione contenuta nel DNA. L’RNA viene utilizzato da minuscoli organelli (come i “ribosomi”) e strutture cellulari (come il meno noto “reticolo endoplasmatico”) per completare il lavoro. Ma questa, come direbbe un noto giallista nostrano, è un’altra storia; concentriamoci d’ora in poi solo sulla copiatura e lasciamo da parte la trascrizione.

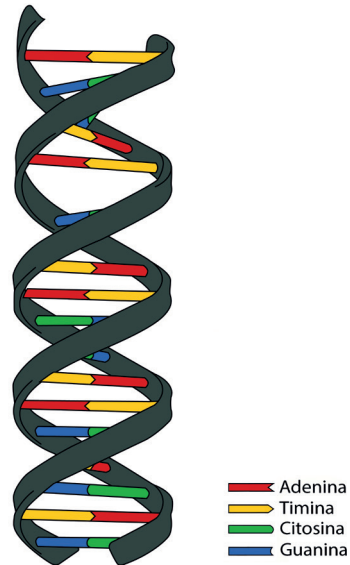


Figura 1. A sinistra, un'elegante scala a chiocciola in legno e metallo^a. A destra, il DNA con le basi azotate (colorate) che richiamano i gradini e i montanti (grigio scuro) costituiti da uno zucchero (il desossiribosio): notate come l'appaiamento sia sempre tra "gradini" rossi (timina) e gialli (adenina) o tra quelli blu (citosina) e verdi (guanina).^b Guardando contemporaneamente le due strutture, potrete osservare che entrambe sono formate da due spirali (nel caso del DNA le chiameremo filamenti) che si avvolgono l'una all'altra.

Affinché possa essere copiato, il nostro DNA, da vero trasformista, prende ancora un'altra sembianza: quella di cerniera lampo o "zip" (forma abbreviata della parola zipper, che in inglese significa 'cerniera'). E' necessario che i due filamenti vengano separati, in modo tale che ciascuno di essi possa fungere da stampo per la duplicazione (figura 3).

Una zip, come quella dei pantaloni, è costituita da due strisce di tessuto munite di file di dentini che, sotto l'azione di un cursore, possono agganciarsi orizzontalmente l'uno all'altro (chiudendola) o sganciarsi (aprendola). Nel caso del DNA, le due strisce sono formate dai due filamenti avvolti a spirale che creano la scala a chiocciola, mentre il ruolo dei dentini è svolto dalle basi azotate. Non essendo disponibile un cursore fisico, il compito di separare i due filamenti è svolto da una proteina specializzata che si chiama elicasi (a richiamare la forma elicoidale della scala a chiocciola).

Quando si apre una normale cerniera lampo, le due strisce si separano, consentendo l'accesso a ciò che si trova dietro al tessuto in cui la cerniera è inserita (non fate strani pensieri...). Nel caso della zip-DNA, non c'è nulla di importante da "nascondere", ma ciò che conta è proprio ciò che sta nella cerniera: Ogni filamento, separato