

# 'O

MAGAZINE

N° 06 Agosto-Settembre 2018



## Generazione DNA

I millennials sono i primi umani a conoscere il proprio destino biologico e da dove vengono

**Il cinema, il doppio e le sue voci**

**La valle delle storie e Harry Potter**

**Steve Jobs, la retorica del visionario**

**Dio salvi l'Heavy Metal**

Mensile — € 5,00



INCHIESTA

# GENERAZIONE DNA

Conosciamo l'intera mappa del genoma dal 2003, quando lo studio di centinaia di scienziati ha rivelato il codice della vita e le somiglianze degli adolescenti che oggi popolano il mondo



STEFANO AMOROSO  
Illustrazioni  
ANDREA ASTE

Interconnessi sempre e comunque, senza discontinuità fra presenza reale e virtuale. Un sottostante senso di eremofobia che tenta di esorcizzare il vuoto della solitudine, in una sorta di socializzazione dell'*horror vacui* di aristotelica memoria. Una spiccata consuetudine con il "tu" anglosassone che ridefinisce le gerarchie dei rapporti in una scala di valori dove l'autorevolezza e il consenso contano più dell'autorità e dell'esperienza. Una ricerca costante del memorabile da mostrare nel *hic et nunc*. Il ludico qualità dell'anima preferita alla fatica. La prassi strumento di conoscenza prediletto rispetto alla teoria. Senza la pretesa di evidenza demoscopica, queste caratteristiche mi sembra rappresentino alcuni dei tratti rilevanti degli adolescenti di oggi, i ragazzi del 2003, la Generazione D. Nell'aprile 2003 è stato dato l'annuncio ufficiale del completamento del progetto del genoma umano, frutto di uno sforzo scientifico e tecnologico straordinario che ha impegnato per oltre un decennio centinaia di scienziati di tutto il mondo, a fronte di uno degli investimenti più importanti realizzati nella storia dell'umanità: quasi 3 miliardi di dollari. Alla fine, questo progetto ha restituito un file della grandezza di circa 1,5 Gigabyte contenente il codice della vita dell'uomo. Questo file - e i suoi aggiornamenti - è disponibile per chiunque al link *Genome Browser* <https://genome.ucsc.edu>.

#### DNA, IL CODICE DELLA VITA

Il Genoma, cioè l'intera mappa del patrimonio genetico di un essere vivente, è codificato da una molecola (il Dna) e da una serie di istruzioni di carattere biochimico (epigenetica). Il Dna, acido desossiribonucleico, è una macromolecola che si trova all'interno del nucleo di tutte le cellule viventi, globuli rossi esclusi. Ogni molecola di Dna è formata da una lunga catena di acido fosforico e a cui si legano quattro diverse basi azotate, anche dette basi nucleotidiche: adenina (A), guanina (G), timina, citosina (C). Uno zucchero, il desossiribosio, fa da "ponte" fra le basi e l'impalcatura di acido fosforico. Il Dna è quindi costituito da un acido (acido fosforico), il desossiribosio e le quattro basi nucleotidiche. La successione delle basi nucleotidiche A, G, C, T forma un alfabeto chimico che racchiude l'informazione genetica. Il nostro Dna contiene 3,2 miliardi di nucleotidi ed è formato da due lunghi filamenti che si combinano tra loro a formare una doppia elica: possiamo immaginare una scala a chiocciola dove gli scalini sono rappresentati dalle basi nucleotidiche e il resto della scala è formato dalla catena di acido fosforico e desossiribosio. Questa lunga catena, compattata all'interno del nucleo cellulare, occupa pochi millesimi di millimetro ma se venisse "srotolata" ognuna delle

## QUANDO UNA CELLULA STA PER DIVIDERSI IN DUE CELLULE FIGLIE, LA DOPPIA ELICA DEL DNA SI APRE E CIASCUN FILAMENTO VIENE USATO COME STAMPO PER CREARNE UNO NUOVO

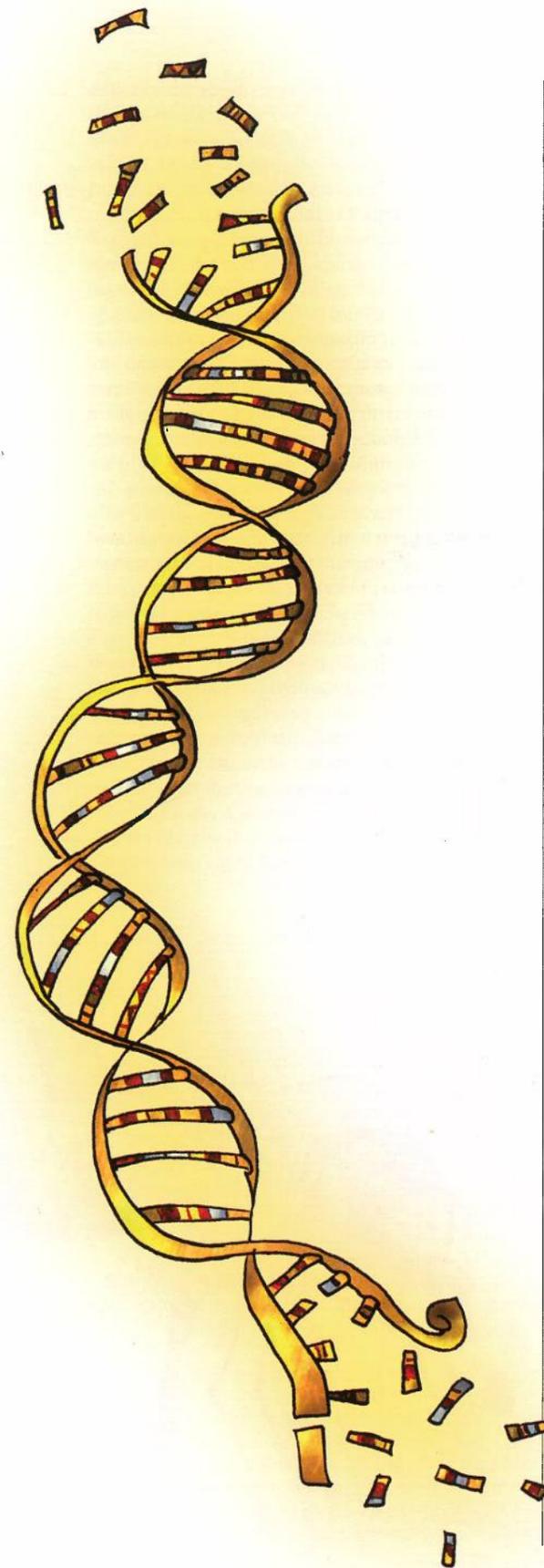
nostre cellule ne conterrebbe un metro e mezzo. Il Dna è così compatto perché è avvolto in microscopiche strutture chiamate cromosomi. Ciascun cromosoma contiene una lunga e ininterrotta catena di Dna, che può contare anche milioni di nucleotidi. Nell'uomo esistono 23 copie di cromosomi. I cromosomi da 1 a 22 sono gli stessi per uomo e donna. A questi si aggiungono 2 cromosomi per il sesso (X e Y). La prima funzione dei cromosomi è quella di "impacchettare" il Dna perché possa essere contenuto nelle cellule, ma il loro ruolo non si esaurisce a quello di magazzini di geni. I cromosomi svolgono anche una funzione protettiva del Dna e di regolazione della funzione genetica.

Il segreto del Dna è che nella struttura a doppia elica le basi che sporgono da uno dei filamenti si legano con quelle dell'altro filamento secondo uno schema ben preciso: l'adenina si accoppia solo con la timina e la guanina solo con la citosina. Ci sono quindi solo quattro possibili accoppiamenti tra le basi: AT TA GC CG. Questo accoppiamento obbligato determina la proprietà principale del Dna: la capacità di duplicarsi, e cioè creare copie di se stesso.

Ogni volta che una cellula sta per dividersi in due cellule figlie, la doppia elica del Dna si apre e ciascun filamento (o semi-elica) viene usato come stampo per crearne uno nuovo. L'informazione dei cromosomi è divisa in geni (sequenze di lettere). I geni hanno una funzione regolatoria dei vari processi biologici, fra cui una delle più importanti è quella di codificare proteine, che rappresentano i mattoni delle cellule. Solo il 5% dei nostri geni codifica proteine. Il restante 95% dei geni non codificanti ha funzioni a noi ancora in gran parte sconosciute. Lungi dall'essere un codice deterministico, il Dna è piuttosto un ampio spazio biologico in cui "gli ingredienti biochimici" si mischiano, dando vita a "ricette" sempre nuove. D'altra parte le combinazioni possibili sono miliardi di miliardi.

#### 2003: L'ANNO DELLA SVOLTA

I nati nel 2003 - la Generazione D, come Dna - sono al tempo stesso i testimoni e i protagonisti della rivoluzione della biologia, nel momento in cui questa diventa anche oggetto di consumo, la *consumer genomics* appunto. Per la Generazione D la convergenza fra digitale e naturale è



un dato di esperienza, fin dalla loro nascita. La codifica del genoma infatti ha tradotto le unità chimiche della vita in unità informatiche fatte di byte (1,5 Gigabyte complessivo). Il file del genoma umano è una rappresentazione convenzionale del genoma umano reale - non è uno specifico genoma - frutto del bisogno di trovare uno standard da cui partire per la comprensione del nostro genoma. Questa mappa evolverà negli anni grazie al continuo accrescere dei dati - sempre più persone sequenzieranno il proprio genoma - e al perfezionamento delle tecniche stesse di sequenziamento. Detto in altre parole il Dna è un supporto chimico che soltanto le cellule possono utilizzare, mentre, come racconta Sergio Pistoia nel libro *Il DNA Incontra Facebook* (Marsilio Editori, 2013) la decodifica del genoma ha trasformato questo in un linguaggio digitale (fatto di 1 e 0 esattamente come qualsiasi linguaggio macchina) che così viene reso accessibile a qualsiasi pc. Ovviamente questa semplificazione mostra dei limiti, perché la vita rimane, ciò nonostante, più complessa della sua rappresentazione. Questa immagine ci consente però di poter iniziare a comprendere e fare ipotesi circa il funzionamento del Dna reale, attraverso l'enorme potenza di calcolo dei pc. Oltre che costruire nuove tecnologie in grado di intervenire con più efficacia nel biologico. Una delle più importanti scoperte scientifiche riconducibili al ricorso alla digitalizzazione (e non dall'uso dell'osservazione "diretta") è il Dna non codificante. Tale materiale rappresenta il 95% del nostro genoma ed è ciò che maggiormente distingue gli esseri viventi: quelli più evoluti hanno una quantità maggiore di Dna non codificante (cosa che non accade per il Dna che codifica per proteine, il cui numero non varia così tanto fra un verme, un topo ed un uomo). Sul fronte della medicina la capacità computazionale ci sta consentendo di disegnare principi attivi la cui efficacia viene simulata su computer. E questo è un enorme vantaggio sia in termini di costi che di efficacia terapeutica in sé.

#### L'ANIMALE SIMBOLICO

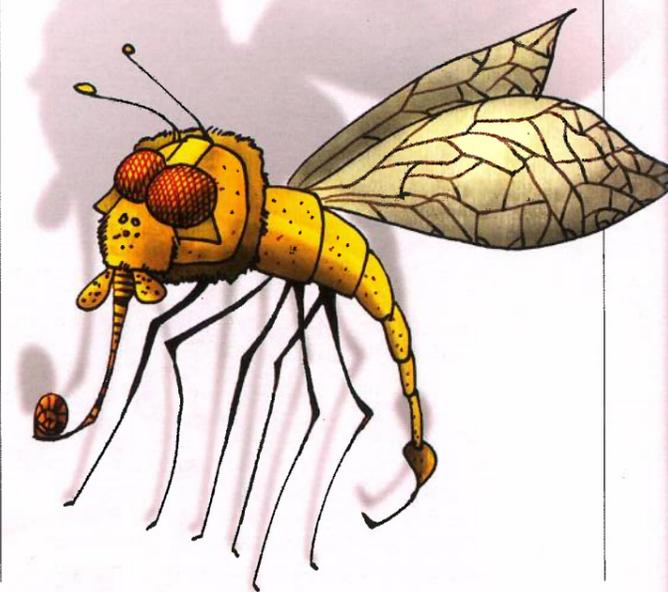
È nella natura dell'uomo dare un nome e un significato alle cose prima di metabolizzarle all'interno della propria mappa culturale. Questa necessità ci deriva dal nostro stato evolutivo di *Homo Sapiens*, irriducibili ai nostri meccani-

IL CONSUMISMO DEI TEST DEL DNA. I MILLENNIALS SONO AL TEMPO STESSO TESTIMONI E I PROTAGONISTI DI UNA RIVOLUZIONE DELLA BIOLOGIA

smi biochimici, dotati di una coscienza simbolica che crea senso e significati (*L'essere si dice in molti modi*, parafrasando Aristotele). Questo abito simbolico è un misto di teoria e prassi. La teoria sono le mappe culturali che ci vengono tramandate e la prassi è l'ingrediente dovuto all'ambiente che ci spinge a rivedere la mappa, in un continuo comporre e scomporre. E la Generazione D? Ha in destino di metabolizzare culturalmente il biologico che diventa digitale e il digitale che diventa biologico. La mia Generazione, ad esempio, è partita a costruirsi la mappa del mondo negli anni '80 attraverso quattro tasti per i movimenti e due per saltare o sparare (si tratta dei primi videogames), inaugurando così l'epoca del pc (la tecnologia più dirompente nata dall'elettromagnetismo e dalla *Quantum mechanics*) mentre quelli un po' più adulti si dilettavano fra biliardo, calcetto e flipper (applicazioni ludiche della meccanica classica newtoniana). Con i successivi sviluppi tecnologici avvenuti a partire dagli anni '90 - la nascita del web, i motori di ricerca, la digitalizzazione, lo smartphone - oggi viviamo in una società completamente diversa da quella in cui sono nati i nostri genitori. In questa porzione di secolo ci siamo abituati, fra le altre cose, a digitalizzare la scrittura e a integrare costantemente fonti e informazioni provenienti dal web. Probabilmente questo ha comportato un avvicinamento della lingua scritta a quella orale, con un conseguente impoverimento della stessa, ma contestualmente padroneggiamo meglio altre lingue (oggi l'inglese è sicuramente più diffuso che negli anni '80) e l'analfabetismo *stricto sensu* si è diradato. Con l'avvento dell'arena online stiamo saggiando il limite del senso e del significato, confondendo verità e opinione ma al contempo possiamo disporre in pochi istanti del sapere dell'umanità, quando prima era necessario spostarsi fisicamente nelle biblioteche e la conoscenza aveva un percorso di trasmissione lento. Il fenomeno della Silicon Valley è incomprensibile se non si ammette la drastica riduzione delle barriere all'ingresso della conoscenza. C'è un indubbio problema sull'attendibilità delle fonti, così come nel passato vi è stato un abuso dell'*ipse dixit*, nonostante l'evidenza dei fatti. In qualsiasi posto ove ci troviamo, la nostra posizione è delegata a una qualche app di navigazio-

**LA GENERAZIONE DNA HA NEL SUO DESTINO LA CAPACITÀ DI METABOLIZZARE IL BIOLOGICO CHE DIVENTA DIGITALE E IL DIGITALE CHE DIVENTA BIOLOGICO**

ne e questo, seppur ci ha resi più distratti e con un senso dell'orientamento fiacco, ci consente di muoverci con facilità in qualsiasi posto del mondo ci troviamo (mari compresi). I nostri orizzonti si sono dilatati e non sono circoscritti dal solo campo visivo. Abbiamo dismesso l'uso delle missive, optando per l'immediatezza dell'e-mail o della videochiamata. Sicuramente il sentimento dell'attesa e della sorpresa si è diradato. Ma è indubbio che ci si senta (e si sia anche *de facto*) più vicini. Stiamo smaterializzando il lavoro e creando un disagio sociale per molti ma al contempo si stanno creando le premesse per un maggior bilanciamento fra la vita privata e quelle pubblica. Le tecnologie *3D printing* mettono in discussione uno dei capisaldi di un sistema economico basato sulla separazione fra mezzi di produzione e lavoro. Guardando alle nuove abitudini, è indubbio che la Generazione D si senta maggiormente parte dell'ecosistema. Una delle conseguenze della metabolizzazione contemporanea dei principi della termodinamica e della teoria del Caos rispettivamente sviluppatasi a partire da metà '800 e metà '900, con il concetto di entropia prima e l'immagine del battito di ali di farfalla poi. Oggi c'è un apprezzamento per i materiali ottenuti a basso consumo di energia ed acqua e ottenuti da materiali biologici come ad esempio gli scarti vegetali. Già oggi è possibile comprare tessuti ottenuti dalla filatura o dall'estrazione di scarti vegetali quali arancia o pomodoro. Alcuni componenti



edilizi sono già ottenuti con materiali che non hanno subito processi industriali complessi. In questo modo si è iniziato un trend che sicuramente limiterà l'inquinamento da plastiche, l'utilizzo delle fonti fossili e la produzione di rifiuti non riciclabili. Con le nuove tecnologie di ingegneria applicate alla biologia stiamo dotando l'agronomia di soluzioni sempre più utili per l'uomo e l'ambiente. Risorse come il *golden rice* o le piante resistenti ai climi desertici possono rispettivamente contribuire a combattere la fame e la desertificazione del territorio. L'ingegneria genetica è la via maestra per debellare malattie orfane di cura e contribuire al benessere di tutti i cittadini. Tutto questo è possibile perché siamo stati in grado di conoscere anche i meccanismi più fini della natura biologica. Poi ci vorrà una società capace di mettere queste tecnologie al servizio della società nel suo complesso e non soltanto di alcuni gruppi privilegiati.

#### IL DUBBIO ETICO

Chi oggi ha 15 anni si chiede se il Dna sia la versione moderna del destino, o se esistono cure in grado di invertire l'esito di una certa malattia. Se sia sicuro nutrirsi di un alimento geneticamente modificato o se l'intelligenza sia frutto di un gene più o meno espresso. O ancora, se sia possibile modificare il proprio aspetto estetico o incrementare le proprie performance intellettuali o fisiche. A queste domande, non è sufficiente rispondere con "la verità" delle proprie

**I QUINDICENNI DI OGGI SI CHIEDONO SE IL DNA SIA LA VERSIONE MODERNA DEL PROPRIO DESTINO O SE L'INTELLIGENZA SIA FRUTTO DI UN GENE PIÙ O MENO ESPRESSO**

idee, dei propri interessi e delle proprie paure. L'istruzione si trova in affanno a inseguire una rivoluzione tecnologica in divenire sempre più complessa e che cresce in estensione e profondità a ritmi vertiginosi. La scuola è migliorabile ma non è concepibile un sistema che si aggiorni in tempo reale sulle novità delle biotecnologie, il trend tecnologico con le più importanti ricadute sociali nei prossimi anni. Possiamo però pensare ad una scuola che discuta e condivida con i ragazzi i grandi temi legati al Dna, affrontando questioni senza data di scadenza, che rimarranno vive e importanti anche e soprattutto con il progresso delle tecnologie.

Oggi essere figli del proprio tempo significa per alcuni creare le migliori condizioni di accesso alla conoscenza, per altri iniziare a prendersi la responsabilità della costruzione della nuova mappa del mondo. Il file caricato sul *Genome Browser* ne è sicuramente il primo tassello: un codice di 4 "lettere" tradotte in Byte, in cui è inciso il mistero della vita, unico comune denominatore di tutti gli esseri viventi.

#### ? IL PROGETTO GENERATIONLAB

Cosa possono fare la scuola, e più in generale il mondo della divulgazione, per raccontare la rivoluzione genetica ai *post-millennials*, cioè ai teenager di oggi? L'istruzione si trova in affanno a inseguire una rivoluzione tecnologica in divenire che sforna nuove applicazioni a cadenza ormai quasi settimanale. La scuola è migliorabile ma non è concepibile un sistema che si aggiorni in tempo reale sulle novità delle biotecnologie, quando gli stessi addetti ai lavori fanno fatica a rimanere aggiornati. Possiamo però pensare ad una scuola che discuta e condivida con i ragazzi i grandi temi legati al Dna, affrontando questioni senza data di scadenza, che rimarranno vive e importanti anche e soprattutto con il progresso delle tecnologie. Una di queste è il determinismo genetico - cioè la falsa convinzione che il nostro destino sia scritto nel Dna. Non è così, e bastano pochi esempi perché ragazzi e adulti lo capiscano. Educare alla complessità e al senso critico per evitare di leggere le notizie attraverso la lente distorta dei preconcetti è forse il migliore servizio che la scuola può fare a questa generazione.

La curiosità, che i ragazzi hanno in abbondanza, è un altro asset, spesso sottovalutato, nelle mani degli insegnanti. È la curiosità che fa scattare l'attenzione, che nutre la voglia di saperne di più, e sotto questo aspetto il Dna è diventato un argomento perfetto. Con l'avvento della genomica di consumo, il Dna non è più una nozione vaga e astratta. Collegandosi a internet e sputando in una provetta chiunque oggi può esplorare il proprio genoma, e sono già in milioni ad averlo fatto. Le possibilità per coinvolgere un pubblico anche giovanissimo sono infinite. Tutti abbiamo un Dna e tutti abbiamo un motivo per incuriosirci ad esso. È con questo spirito che si rinnova l'iniziativa Generation rivolta agli insegnanti (e agli studenti) delle scuole secondarie. Il primo passo è la pagina Facebook GenerationLab (<https://www.facebook.com/generationbiotec/>) con notizie e spunti didattici ogni settimana ed un portale con schede ed esperimenti sulle biotecnologie per aggiornarsi e arricchire le lezioni. L'obiettivo è quello di instaurare un dialogo continuo e proficuo con gli insegnanti che duri per tutto l'anno scolastico.