

ricostruire. Mai i costi dei computer usati per il sequenziamento stanno crollando. Presto ognuno di noi potrà avere il profilo completo del genoma per mille dollari. A quel punto la scinza non sarà più avara di notizie bomba».

Saranno i tumori, secondo il premio Nobel del 1962, il primo

campo della medicina a beneficiare della rivoluzione tecnologica che sta abbattendo i costi della genetica. «È grazie agli studi sul Dna che già oggi conosciamo le cause del cancro a livello molecolare. Nei prossimi dieci anni le diagnosi basate sulla genetica ci faranno penetrare fino in fondo nell'essenza del cancro, dandoci terapie più efficaci. Nel nostro obiettivo ci sono cellule dalla natura così particolare come le staminali».

Maria Ines Colnaghi, direttrice dell'Associazione italiana per la ricerca sul cancro che collaborerà alla conferenza di Venezia con un simposio su tumori e genetica, fa il punto sui benefici concreti della ricerca sul Dna nella cura del cancro. «Già oggi sappiamo individuare le persone con particolari geni che hanno una predisposizione alta ad ammalarsi di cancro. I tumori ereditari coprono circa il 10% del totale dei casi. Controlli costanti, prevenzione a base di farmaci e diagnosi precoce permettono di tenerli a bada. E a ogni paziente negli istituti oncologici italiani viene fornita una diagnosi molecolare per individuare la cura migliore».

Nonostante i primi risultati concreti nell'affrontare i tumori, il campo dove le attese sono più grandi - quello dell'oncologia - è anche quello dove il labirinto del genoma fa girare di più la testa ai ricercatori. Non uno ma circa una decina di geni danneggiati sono alla base della malattia. E questi frammenti di Dna, smentendogli ottimisti, si sono rivelati molto variabili tra un caso di malattia e l'altro. Invece di avere un'alterazione frequente in una decina di geni, molte forme di cancro mostrano alterazioni rare sparse in centinaia di frammenti diversi del Dna. La rete dei rimandi fra un gene e l'altro è ancora troppo complessa per essere maneggiata e sta avvolgendo le speranze di trovare nuove cure in un bozzolo da cui uscire è difficile.

Per ricostruire questo puzzle con troppi pezzi, si fa ricorso oggi alla potenza delle macchine: sequenziando migliaia di cellule tumorali alla volta si spera con la forza dei numeri di trovare la chiave che accomuna le varie forme di cancro. Ma i costi sono alti, e una serie di articoli sul *New England Journal of Medicine* un mese fa ha accusato questo approccio di essere tutto muscoli e poco cervello. «L'informazione che se ne ricava - ha scritto il genetista della Duke University David Goldstein - è di scarsa o nulla utilità dal punto di vista clinico».

Serve un colpo di reni, concorda Watson. «La scienza è perseveranza, ma ha anche bisogno di eroi. L'ultimo è stato Jonas Salk,

inventore del vaccino della polio. Oggi i ricercatori sono troppo legati alle industrie farmaceutiche, ma credo lo stesso che un nuovo eroe spunterà». Troppo importanti sono i benefici che la genetica può offrire alla nostra specie. «Non dobbiamo avere paura di entrare nell'ignoto - dice uno Watson che non è nuovo alle polemiche e non ha mai fatto mistero del suo favore per l'eugenetica - e se aggiungere tre o quattro geni al Dna servirà a renderci più sani e intelligenti, dobbiamo farlo. L'ingegneria genetica migliorerà gli animali e le piante che ci nutrono. La specie umana è sopravvissuta perché si è continuamente evoluta. Dobbiamo usare gli strumenti a nostra disposizione, non fermarci qui».

L'uomo che oltre 50 anni fa scrutò il codice della vita, è anche stato il primo nel 2007 a leggere il suo Dna sequenziato dalla prima all'ultima lettera. «Ora è su internet, non ho avuto paura di renderlo pubblico per il bene della conoscenza». Al suo interno ha trovato molte informazioni utili. «Il mio metabolismo alza la pressione sanguigna. Sapendolo, sto molto più attento». Ma di fronte a un dato ha preferito fermarsi. «Non voglio sapere se ho la predisposizione all'Alzheimer» dice alzando le mani. «Non serve a niente avere notizie spiacevoli, se non si può fare niente per prevenirle» ammette perfino un ottimista della scienza come lui, capace sempre di afferrare le luci e scansare le ombre.

LE PROMESSE DEL GENOMA

UMBERTO VERONESI

LA SCOPERTA del Codice della Vita nel Dna, annunciata da Craig Venter nel giugno del 2000, rappresenta la più importante rivoluzione non violenta della storia recente. Oggi, all'affacciarsi dei dieci anni da quel giorno, la strada del Dna appare segnata nel pensiero senza via di ritorno e le prime applicazioni ci confermano che le potenzialità per il bene dell'uomo sono davvero straordinarie. Per esempio il trasferimento genico ha dato un gran contributo alla me-

dicina.

A PAGINA 33

Lascoperta del Codice della Vita nel Dna, annunciata da Craig Venter nel giugno del 2000, rappresenta la più importante rivoluzione non violenta della storia recente. Oggi, all'affacciarsi dei dieci anni da quel giorno, la strada del Dna appare segnata nel pensiero senza via di ritorno e le prime applicazioni ci confermano che le potenzialità per il bene dell'uomo sono davvero straordinarie. Per esempio il trasferimento genico ha dato un gran contributo alla medicina. Ne è un esempio l'insulina, essenziale per i diabetici ma molto costosa fino a quando andava estratta dal pancreas. Poi è bastato individuare il gene insulina umana, metterlo in un batterio (l'*Escherichia coli*) e grazie al Dna-ricombinante avere una fabbrica (i batteri con il gene umano) di insulina perfetta ed economica. Un altro esempio è l'ormone della crescita, oggi anch'esso creato dai batteri.

Il trasferimento genico ha ampie applicazioni anche in agricoltura, per combattere fame e sete nei paesi più poveri e migliorare l'alimentazione nel mondo occidentale. Gli Ogm, su cui pesa il retaggio culturale di parole come "manipolato" o "contro-natura" sono in realtà vegetali migliorati dall'intervento su alcuni geni. Sono già in sperimentazione piante che cresceranno quasi in carenza di acqua e che si difenderanno da sole dai parassiti, per cui non ci sarà più bisogno di irrorarle di pesticidi. Avremo vegetali che sintetizzano l'azoto atmosferico e che non avranno più bisogno di riceverne dall'uomo per crescere.

SEGUE NELLE PAGINE SUCCESSIVE

Per l'uomo, dalla conoscenza dei geni delle malattie ereditarie si è sviluppata la medicina predittiva in grado di evitare l'insorgenza stessa delle malattie. Abbiamo la possibilità di effettuare diagnosi preimpianto e diagnosi prenatali che offrono l'opportunità anche a chi è portatore di una malattia genetica di non trasmetterla ai propri figli, salvando esistenze straziate da patologie devastanti. Abbiamo fatto progressi rilevanti nello studio di queste malattie fino a ieri senza speranza, per le quali si apre lo spiraglio della terapia genica, e delle patologie degenerative, per le quali la clonazione delle cellule staminali embrionali, già sperimentata negli animali, è oggi la più realistica prospettiva di salvezza.

Nella lotta al cancro, il Dna ha aperto nuove possibilità di ricerca molto concrete. Se è vero che la causa dei tumori è al 90% nell'ambiente, è vero anche che i fattori ambientali creano un danno al Dna, che può essere riparato. Oggi possiamo conoscere il profilo genico delle cellule tumorali, informazione molto preziosa per la diagnosi precoce e per le terapie personalizzate. È nata infatti la farmacogenomica che si occupa della creazione di farmaci meno tossici, che abbiano come bersaglio esclusivo le cellule tumorali, in quanto hanno un genoma alterato.

Già ce ne sono in uso almeno una decina, anche in combinazione con i farmaci tradizionali. Ancora i geni sono la piattaforma di studio per la nutrigenomica, la scienza che indaga come combinare il profilo genetico individuale con i cibi, per arrivare a un'alimentazione protettiva per le principali malattie, o addirittura terapeutica. Oppure per la medicina forense, che con l'esame del Dna, aiuta la giustizia ad identificare gli autori dei crimini.

Tutto questo non impedisce che il mondo inizi a chiedersi se le aspettative di dieci anni fa circa la rivoluzione del Dna siano state in parte disattese e se le grandi promesse di malattie sconfitte e calamità debellate, rimarranno tali. Io credo di no. Perché in realtà sono tante le conquiste del Dna e una sola la colpa: di aver infranto nelle menti il mistero affascinante delle nostre identità, del nostro corpo, del nostro carattere, della nostra e delle altre vite. Un duro colpo inferto all'intero sistema culturale che per secoli ha retto il mondo più evoluto. E c'è una colpa anche di noi uomini di scienza, che abbiamo sinceramente pensato che l'accelerazione della ricerca scien-

tifica sarebbe stata fortissima e immediata.

Abbiamo fatto male i conti, però, con i freni degli investimenti - la ricerca genomica si basa su tecnologie costosissime e non facili da applicare - e, appunto, con quelli del pensiero. Il messaggio sconvolgente della decodifica del genoma è infatti che, per l'uomo come per un virus o la mosca, un elefante un filo d'erba, la vita ha lo stesso primo punto di partenza: quella identica struttura del Dna, formata da quattro basi azotate, che si comportano come le quattro lettere (a, c, g, t) di un alfabeto semplicissimo, e che, combinandosi fra loro, scrivono il libro della vita, qualsiasi forma di vita.

Come conciliare questa realtà con l'idea di un uomo Signore dell'Universo, unica creatura a immagine e somiglianza di Dio? E, poiché se tutti i geni degli esseri viventi sono uguali, allora si possono trasferire da un organismo all'altro (da un uomo ad un altro uomo, ma anche da un uomo a una pianta o a un batterio) quale etica spiegherà che l'uomo è in grado di intervenire su ogni forma di vita, anche la sua, fino a crearla artificialmente o riprodurla per clonazione? La pos-

sibilità di conoscere e modificare la struttura biologica pone la società di fronte a responsabilità pesantissime e le prime ricadute pratiche della rivoluzione del Dna hanno già provocato fratture profonde. Pensiamo ai vincoli alla fecondazione assistita, imposti in Italia agitando lo spettro dell'eugenetica, o allo stop alla ricerca sulle cellule staminali embrionali in molte parti del mondo, che solo recentemente il presidente Obama ha cancellato.

Se dunque, dopo dieci anni, la scienza, pur fra ostacoli e battute d'arresto, non ha dubbi sulla via del Dna, molto più incerta è la società. E il problema non è quel farmaco mai arrivato al malato o quella nuova cura non ancora realizzata, ma un disagio più profondo che deriva dall'incapacità di elaborare un nuovo sistema di pensiero e valori, che tenga conto del fatto che l'uomo ha poteri diversi, più estesi, sulla vita e sulla morte. Per questo il vero dibattito sulla genomica nei prossimi dieci anni non è una questione scientifica, ma dovrebbe scendere nell'agorà, entrare nelle famiglie, essere oggetto di dialogo fra genitori e figli e di confronto fra opinioni e generazioni diverse. La Conferenza di Venezia sul futuro della scienza, "The Dna Revolution", incentrata sui problemi etici, sociali e filosofici legati alla rivoluzione del Dna, vuole essere un contributo in questa direzione.