

Aspetti scientifici ed etici della biologia sintetica

Quella strana voglia di riprogrammare la natura

di ROBERTO COLOMBO

Sono stati recentemente pubblicati in forma elettronica dall'autorevole rivista «Science» i risultati e la metodologia di una ricerca sperimentale condotta dallo studioso e imprenditore statunitense John Craig Venter e dai suoi collaboratori presso l'istituto da lui stesso fondato nel 2006 in Rockville (Maryland) e in San Diego (California). Come si legge nel titolo dell'articolo, l'oggetto della ricerca è la «creazione di una cellula batterica controllata da un genoma sintetizzato chimicamente». Il risultato è stato conseguito attraverso il disegno, la preparazione chimica delle sequenze nucleotidiche (più di mille, ciascuna costituita da 1080 basi del Dna), l'assemblaggio di un cromosoma artificiale rappresentativo degli elementi genomici essenziali di quello del batterio *Mycoplasma mycoides*, la causa della pleuropolmonite essudativa contagiosa dei bovini, e il suo trasferimento nella cellula di un altro batterio, il *Mycoplasma capricolum* (agente infettivo per la stessa malattia nelle capre), ottenendo così un nuovo microorganismo, *Mycoplasma mycoides* Jev1-syn1.0, genotipicamente predeterminato e capace di autoreplicarsi in vitro. Si tratta del primo rilevante traguardo di uno dei progetti più ambiziosi e discussi della «biologia sintetica», quello di produrre cellule con caratteristiche inesistenti in natura e finalizzate a impieghi biotecnologici. Il modello adottato per questo esperimento è elementare, perché si tratta della cellula più semplice (procariote), dotata di un solo cromosoma e con il minor numero di geni (circa un migliaio, dei quali un quinto non essenziali). Non è, dunque, affatto scontato che il risultato conseguito possa essere raggiunto anche per cellule più complesse, di tipo eucariote (come quelle dei vegetali e degli animali), il cui genoma è distribuito in numerose coppie di cromosomi e contiene decine di migliaia di geni.

Il termine «biologia sintetica» è stato introdotto nel 1974 dal genetista polacco Wacraw Szybalski, ma i programmi sperimentali di quella che è identificata anche come «biologia dei sistemi», «biologia costruttiva» e «sinbiologia» hanno preso avvio solo due decenni orsono. La disciplina, dallo statuto ancora troppo giovane e incerto per trovare accoglienza unanime nell'arena delle «scienze e tecnologie della vita», sta suscitando un vivace interesse e crescente consenso nella comunità scientifica internazionale, tra le imprese biotecnologiche e in alcuni circoli culturali, sociali, economici e politici. Non mancano, però, coloro che, con documentati e robusti argomenti, sollevano dubbi e interrogativi circa il significato, gli scopi, gli esperimenti e le potenziali applicazioni della biologia sintetica rispetto alle diverse forme della vita sulla Terra (monere, protisti, funghi, vegetali e animali), sia sotto il profilo della valutazione scientifica e tecnologica dell'impresa conoscitiva e operativa e del rapporto tra i benefici attesi e i costi prevedibili per l'uomo, la società e l'ambiente, sia per quanto concerne gli aspetti antropologici ed etici dei progetti, dei materiali e metodi della ricerca empirica, del trasferimento dei risultati e dei rischi connessi ai processi produttivi e ai possibili usi di interesse agroalimentare, zootecnico, ecologico, farmaceutico, sanitario (in particolare, nanomedicale) e bioingegneristico dei prodotti e delle tecnologie della biologia sintetica.

La maggior parte delle definizioni (più propriamente sono delle dichiarazioni programmatiche) della biologia sintetica ricorrono a un duplice aspetto teorico e sperimentale: l'ideazione e realizzazione di «entità biologiche» sinora inesistenti e la «riprogrammazione» di quelle che già si ritrovano sulla Terra. Per esempio, alcuni ricercatori interpretano la biologia sintetica come «la progettazione e la costruzione di componenti, apparati e sistemi biologici nuovi e la riprogettazione per scopi utili di sistemi biologici esistenti, natu-

rali», mentre altri parlano di «ingegnerizzazione delle componenti e dei sistemi biologici che non esistono in natura e di reingegnerizzazione di elementi biologici esistenti». Non ci troviamo, però, di fronte a una riedizione ed estensione dell'ingegneria genetica sviluppata nell'ultimo quarto del secolo scorso, rispetto alla quale gli stessi cultori della biologia sintetica tendono a differenziarsi sia metodologicamente (adozione di strumenti e approcci più formalmente e proceduralmente ingegneristici di quelli della cosiddetta «ingegneria» genetica), sia materialmente (gli interventi non riguardano solo alcuni elementi del genoma, come nel caso della ingegneria genetica, ma la progettualità e la manipolazione coinvolgono tutti i livelli di organizzazione dei sistemi biologici semplici e complessi, sia nelle singole unità strutturali e funzionali che nella architettura globale dei componenti subcellulari, delle cellule, dei tessuti e delle strutture superiori).

Questa distinzione rispetto alle biotecnologie genomiche (ma anche a quelle di altre specializzazioni della biologia molecolare chiamate «omiche», quali la proteomica, la glicomica, la lipidomica, la membranomica e la metabolomica) non manifesta esclusivamente un'istanza accademica o corporativa, né assume solo il compito di attirare l'attenzione sociale e di raccogliere finanziamenti espressamente dedicati ai progetti della biologia sintetica, ma corrisponde a una concezione e una prospettiva di sviluppo della ricerca teorica e sperimentale sui fenomeni della vita e della relativa tecnologia dei processi vitali che è differente e presenta problemi scientifici e culturali specifici e inediti, i cui risvolti antropologici, etici, sociali e politici hanno iniziato solo recentemente a essere studiati e discussi pubblicamente. Una mancata o inadeguata considerazione degli aspetti

di novità scientifica e tecnologica della biologia sintetica rispetto alle discipline biologiche ormai consolidate e alle relative biotecnologie, così come delle implicazioni filosofiche, teologiche, morali e giuridiche legate al nuovo paradigma per lo studio delle proprietà e della plasticità informazionale e materiale delle unità morfofunzionali del vivente e dei sistemi biologici complessi, costituirebbe una trascuratezza dell'intelligenza della storia attuale delle scienze e dei suoi sviluppi futuri, anticipati dagli esiti preliminari già conseguiti, e rappresenterebbe una miopia antropologica, etica e politica che ci costringerebbe — ancora una volta, come già accaduto in passato — a rincorrere affannosamente i temi e i problemi suscitati dai risultati sempre più rapidamente prodotti dalla ricerca scientifica tecnologica, anziché prece-derli e accompagnarli attraverso una riflessione di ampio respiro e di solido fondamento filosofico e teologico.

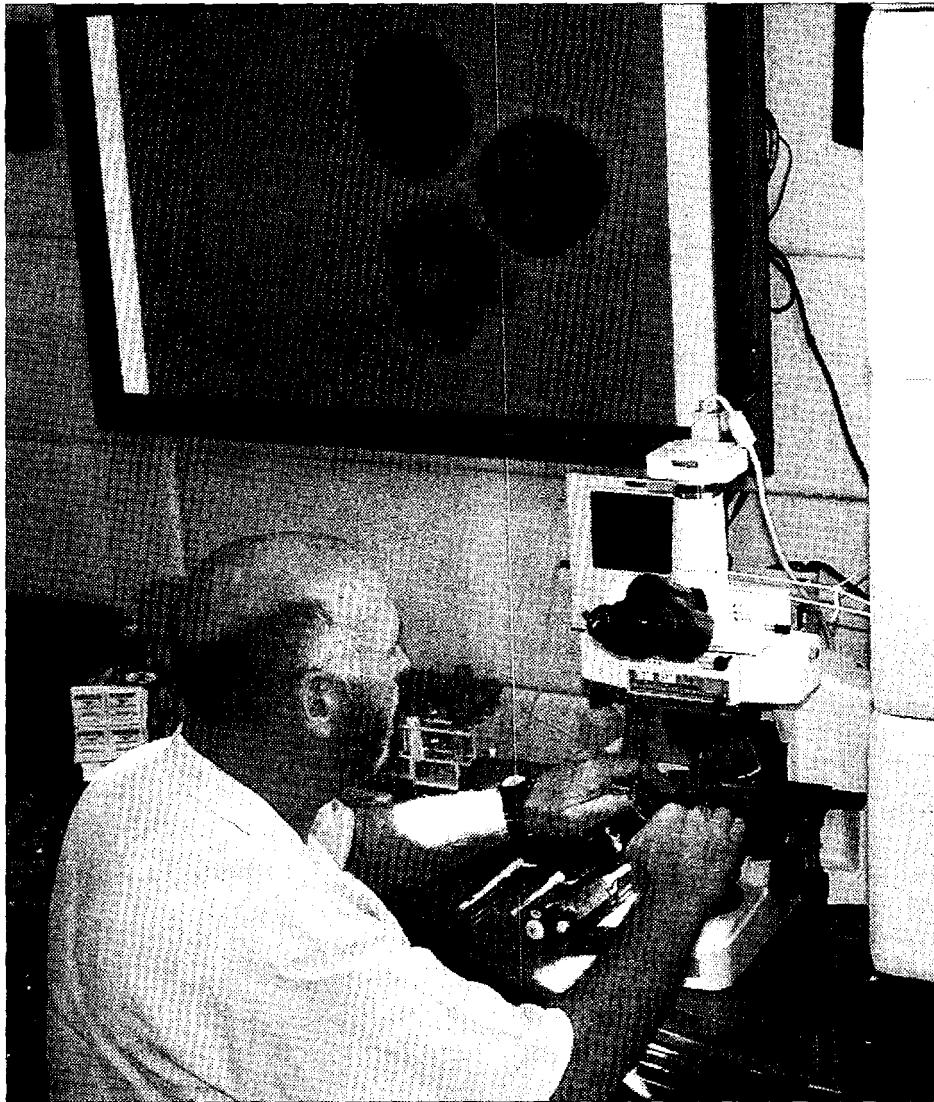
La possibilità che cellule e, forse, anche organismi pluricellulari con strutture e proprietà inedite nel mondo vivente possano venire assemblati, fatti sviluppare ed eventualmente riprodurre a partire da un programma genetico preordinato, progettato *in silico* e inscritto attraverso il codice degli acidi nucleici in cromosomi artificiali, e mediante l'impiego di componenti subcellulari o prebiotiche, ottenute per sintesi chimica oppure isolate da materiale biologico naturale, rappresenta una sfida alla concezione della vita come una realtà che non è creata dall'uomo a sua discrezione e piacimento, ma è un «già dato» che si riproduce secondo leggi e dinamiche proprie (per esempio, quelle della ereditarietà dei caratteri morfofunzionali e della architettura conservativa delle macromolecole biologiche) che l'uomo ha imparato a conoscere e anche a sfruttare, ma che non aveva sinora tentato di decostruire e ricostruire secondo un «disegno creativo» da lui stesso elaborato per uno scopo strumentale.

Nel contesto di questa provocazione culturale, risulta significativa anche la scelta iconografica di alcune copertine

di studi o riviste (la più recente è quella di «The Economist», in riferimento all'esperimento di Venter e collaboratori). Esse rappresentano il progetto della biologia sintetica attraverso un riarrangiamento grafico dell'affresco del Buonarroti raffigurante la creazione di Adamo nella cappella Sistina: rielaborazione nella quale si allude a una pretesa sostituzione della mano dell'uomo a quella di Dio. La simbologia non è nuova, ma costituisce una rivisitazione di quella del *playing God* («giocare a fare Dio») attorno alla quale è ruotato il vivace e inconcluso dibattito sui progetti biotecnologici che prevedono la manipolazione del genoma e dei processi di riproduzione degli organismi viventi. Tuttavia, nel caso della biologia sintetica, la dimensione «creativa» dei determinanti empirici costitutivi del vivente e delle catene di causalità fisica e chimica dei processi vitali assurge a un ambizioso ruolo che non ha precedenti nella storia della biologia e delle biotecnologie. Ogni rinascenza tentazione materialistica e riduzionistica delle scienze della vita presenta aspetti particolarmente inquietanti quando non è possibile escludere che il progetto arrivi, in futuro, a riguardare anche elementi e strutture del corpo umano, in particolare quelle che determinano le caratteristiche somatiche e psichiche del soggetto. Appare urgente un lavoro culturale per «evitare il rischio di un diffuso riduzionismo genetico, incline a identificare la persona esclusivamente con il riferimento all'informazione genetica e alle sue interazioni con l'ambiente. È necessario ribadire che l'uomo sarà sempre più grande di tutto ciò che forma il suo corpo» e che ogni essere umano «è molto di più di una singolare combinazione di informazioni genetiche». Così, «la generazione di un uomo non potrà mai essere ridotta a una mera riproduzione di un nuovo individuo della specie umana, così come avviene con qualunque animale. Ogni apparire nel mondo di una persona è sempre una nuova creazione» della mano di Dio (Benedetto XVI, *Discorso*, 21.02.2009).

Un secondo aspetto dei progetti di costruzione o ricostruzione di cellule e organismi viventi è costituito dalla individuazione e valutazione delle opportunità offerte da questi «artefatti biolo-

gici» per la prevenzione, la diagnosi e la terapia di malattie dell'uomo, dell'animale e delle piante e, allo stesso tempo, dei rischi che l'impiego e la proliferazione incontrollata di cellule e organismi non integrati nei delicati ecosistemi ambientali potrebbe far correre all'ambiente stesso e anche, direttamente o indirettamente all'uomo. Singoli studiosi e alcuni comitati e organismi nazionali e internazionali individuano come decisivo per la questione etica posta dalla biologia sintetica il rapporto tra, da una parte, l'esigenza di tutelare la varietà e l'integrità delle forme in cui si manifesta la vita sulla Terra e i delicati equilibri ecologici tra le diverse specie viventi, e, dall'altra, l'opportunità di migliorare le condizioni di vita e di salute dell'uomo e di intere popolazioni. Tuttavia, essi sembrano incapaci di riconoscere e abbracciare un orizzonte condiviso di senso e una domanda di bene che sono accessibili alla retta ragione e interpellano la libertà di ogni persona che, nella propria coscienza, è chiamata a un discernimento etico di fronte alle sfide poste dagli arditi sviluppi delle tecnologie. «Se l'uomo perde il senso della vita e la sicurezza degli orientamenti morali smarrendosi nelle nebbie dell'indifferenziamento, nessuna politica potrà essere efficace nel salvaguardare congiuntamente le ragioni della natura e quelle della società. È l'uomo, infatti, che può costruire e distruggere, può rispettare e disprezzare, può condividere o rifiutare. Anche i grandi problemi posti (...) dalle biotecnologie vanno affrontati non solo come problemi «tecnici» o «politici», ma, in radice, come «problemi morali» (Giovanni Paolo II, *Discorso*, 11.11.2000). Per questo, la Chiesa, pur ammirando e incoraggiando l'autentico progresso di ogni forma di conoscenza scientifica e tecnologica, non si stanca di ricordare che è illusorio rivendicare la «neutralità morale» della ricerca scientifica e delle sue applicazioni tecnologiche e di richiamare che non tutto ciò che è tecnicamente possibile e politicamente approvato è anche, per queste sole ragioni, degno dell'uomo e moralmente ammissibile. «Se al progresso tecnico non corrisponde un progresso nella formazione etica dell'uomo, nella crescita dell'uomo interiore (cfr. *Efesini*, 3, 16; *II Corinzi*, 4, 16), allora esso non è un progresso, ma una minaccia per l'uomo e per il mondo» (Benedetto XVI, *Spe salvi*, n. 22).



John Craig Venter nel suo laboratorio

*L'uomo sarà sempre più grande
di tutto ciò che forma il suo corpo
Ogni essere umano
è molto di più di una combinazione
di informazioni genetiche*

*Pur ammirando e incoraggiando
l'autentico progresso scientifico
la Chiesa non si stanca di ricordare
che è illusorio rivendicare
la «neutralità morale» della ricerca*

