

Aprile/Maggio 2005

Le scienze dell'uomo

i Quaderni

Direzione e amministrazione: Editoriale il Ponte srl Via Manara, 5
20122 Milano Tel. 02-54123260 (8 linee r.a.) Fax 02-45473861

e-mail: redazione@gliargomentumani.com

Codice Fiscale e Partita Iva: 12568620152

Direttore: Andrea Margheri

Direttore responsabile: Giorgio Franchi

Registrazione del Tribunale di Milano n.702 del 10/11/99

Poste Italiane SpA - Spedizione in abb. postale D.L. 353/2003 (conv. In L.
27/02/2004 n:46) art.1, comma 1, DCB Milano - Taxe perçue \square 6,50; n°1/2 -
aprile/maggio 2005.

Stampa: Ancora S.r.L Via B. Crespi, 30 - Milano

Distributore: Coop Reds Scrl, via Bastioni di Michelangelo, 7 - Roma

Indice

Materiali per una biopolitica laica

Editoriale	
di Andrea Margheri - - - - -	-4
Introduzione	
di Luigi Agostini - - - - -	-6
L'America di George W. Bush <i>versus</i> Charles R. Darwin	
di Pietro Greco - - - - -	-10
L'evoluzione, una teoria scomoda	
di Telmo Pievani - - - - -	-14
Trasformare la scienza in cultura	
di Bernardino Fantini - - - - -	-21
Mass media e scienza: un rapporto complesso	
di Gianna Milano - - - - -	-32
Scienza, Diritto e le Corti in Europa	
di Amedeo Santosuosso, Carlo Alberto Redi, Giuseppe Gennari, Valentina Sellaroli - - - - -	-48
Il tempo della ricerca perduta delle cellule staminali	
di Carlo Alberto Redi, Silvia Garagna, Maurizio Zuccotti - - - - -	-58
La biomedicina non ha la bioetica che si meriterebbe	
di Antonino Forabosco - - - - -	-74
Un referendum dalla parte delle donne	
di Barbara Pollastrini - - - - -	-83
Riflessioni per un rinnovamento del sistema ricerca	
di Alberto Mantovani - - - - -	-87

Ricerca biotecnologica e impresa. Prospettive della cooperazione	
di Emanuela Gambini - - - - -	-92
L'impatto delle biotecnologie nel settore biomedico	
di Rino Rappuoli - - - - -	-99
Globalizzazione, nuove sensibilità, nuove politiche per l'agricoltura	
di Paolo De Castro - - - - -	-110
Elementi di storia naturale per riflettere sugli Ogm	
di Ernesto Di Mauro - - - - -	-115
Gli italiani hanno fiducia nella Scienza, la politica meno	
di Roberto De Fez, Mauro Cresti, Giorgio Gnocchi, Domenico Margotti, Miriam Odoardi, Carla Scotti, Michele Stanca - - - - -	-125
Situazione e prospettive delle biotecnologie in Italia	
di Roberto Gradnik - - - - -	-132
Le biotecnologie in Italia: opportunità e criticità	
di Arturo Falaschi - - - - -	-137
<i>Gli autori</i> - - - - -	-142

*Questo numero de i Quaderni
è stato coordinato,
nella redazione di Roma,
da **Fabrizio Rufo***

Editoriale

di Andrea Margheri

Con questa raccolta di scritti scientifici e politici la nostra Casa editrice prosegue l'impegno assunto con la pubblicazione del Quaderno *Innovazione scientifica e Welfare europeo* sulla questione delle biotecnologie. Il progetto che stiamo realizzando è una collana dei nostri Quaderni (il loro titolo è *Le scienze dell'uomo*) che sviluppi il discorso sulle bioscienze accompagnandone l'impetuosa crescita, dagli esiti ancora in parte imprevedibili, con un'analisi critica e un'elaborazione culturale a più dimensioni. Da quella etica e filosofica, a quella politicosociale, a quella economica e produttiva.

La dimensione etica e filosofica è lo scenario di una fase della storia umana che presenta un tratto drammatico: una contraddizione in parte ancora irrisolta tra le nuove grandissime opportunità di progresso generale che la scienza mette a disposizione e i rischi etici o biologici di un uso delle nuove scoperte non regolato da un corretto criterio di precauzione. Contraddizione che, ovviamente, si intreccia in modo indissolubile con le abissali diseguglianze di potere, di ricchezza e di sapere che attraversano il pianeta e le diverse società.

In questa epoca di radicali mutamenti, abbiamo imparato quali immensi benefici possano rappresentare le bioscienze in termini di liberazione

dal bisogno e dalla sofferenza. Il nuovo sapere è l'arma decisiva contro molte malattie e contro la fame. Ma se non ne è regolata l'applicazione tecnologica, esso può generare minacce per la vita e per la dignità della persona; e se tale applicazione non è governata su scala globale in una prospettiva di cooperazione e di giustizia può rendere ancora più gravi e radicali le disuguaglianze,

Quali sono le condizioni che mettono o possono mettere in grado le diverse culture e le diverse società di fronteggiare e sanare la contraddizione storica? L'esperienza ci ha insegnato due cose. La prima è che solo la piena e sicura conoscenza scientifica di tutti gli aspetti e di tutti i meccanismi su cui le biotecnologie intervengono può consentire norme, decisioni, comportamenti volti a innalzare la qualità della vita, escludendo consapevolmente e razionalmente ogni rischio alla sicurezza e alla dignità della persona: la libertà e lo sviluppo della ricerca appaiono dunque condizioni necessarie. La seconda è che la laicità delle istituzioni e la trasparenza della discussione pubblica e dei processi decisionali sono la via migliore per arrivare al necessario punto di equilibrio; un'altra condizione di importanza vitale è il rifiuto consapevole di ogni fondamentalismo e di ogni arroganza culturale o politica.

Si può dire dunque che le bioscienze mettono alla prova molte delle categorie concettuali della cultura contemporanea come libertà, progresso, democrazia, giustizia, bene pubblico, intervenendo in ogni campo della vita degli individui e della società.

È penoso vedere come anche (e forse soprattutto) nel nostro paese tali condizioni vengono contrastate e vanificate dalla resistenza di atteggiamenti culturali fondamentalisti o ciecamente conservatori. Lo spettacolo si è ripetuto anche nel dibattito sulla procreazione assistita con l'accantonamento del criterio di laicità e una sostanziale sovrapposizione di criteri religiosi alla libertà e alla sicurezza degli individui: ciò si è riflesso puntualmente nella legge che ne è scaturita. Anche su questo interviene il lavoro collettivo che pubblichiamo in questo Quaderno. È quindi anche un contributo conoscitivo e propositivo al confronto referendario dei prossimi mesi. Un confronto su un

terreno su cui l'Italia si avventura con il peso di ritardi e di limiti culturali antichi e molto radicati per l'influenza storica della Chiesa cattolica e per la mancata evoluzione della sua dottrina in questo campo. A tale influenza di lunga durata si aggiunge in questa fase della storia italiana un'ondata culturale sospinta dalla destra imperiale al potere negli Usa. Sono gruppi di formazione laica e liberale che aderiscono ai valori religiosi più rigidi e più chiusi considerandoli *instrumentum regni*, pilastro necessario del pensiero unico occidentale. Il confronto, dunque, è indispensabile per indirizzare la modernizzazione del paese. A quanti esitano, si tirano indietro, pensano all'astensione, ripeteremo con fermezza che è in gioco qualcosa di troppo importante: il rispetto dei diritti umani e la convivenza civile di tutte le culture e tutte le convinzioni religiose. La nuova epoca ci sovrasta e dobbiamo decidere la nostra strada. Se non ora, quando? □

Introduzione

di Luigi Agostini

Prometeo è il Santo principale nel nostro calendario filosofico.

K. Marx (*Tesi di Laurea*)

Nella organizzazione di questo numero dei *Quaderni* siamo stati mossi principalmente da due ragioni. La prima investe il peso che in straordinaria accelerazione i *temi biotecnologici* vengono ad assumere nella definizione del profilo delle grandi forze politiche. Le recenti elezioni americane testimoniano che i *temi biotecnologici* stanno diventando spartiacque, di potenza inedita, nelle dinamiche del consenso popolare e nella strutturazione del campo di forze. E quindi, degli stessi partiti politici, quasi a riconfermare il vecchio adagio che i partiti si fanno sui valori e le alleanze politiche si fanno sui programmi.

La seconda ragione attiene al peso e al ruolo che le biotecnologie tendono ad assumere nella *economia politica* dello sviluppo. A partire dalla centralità strategica della ricerca e dalle modalità nuove nella sua organizzazione, dal legame sempre più stretto tra scienza e industria, dal rapporto sempre più ravvicinato tra scienza e vita, personale e quotidiana.

Rispetto a tali temi ci sembra giusto notare una sottovalutazione diffusa, accompagnata da una lettura riduttivamente evolutiva, delle implicazioni strategiche che lo sviluppo esponen-

ziale delle biotecnologie induce su tutti gli aspetti della vita attuale, prossima, ventura. Un esempio concreto di tale lettura ci viene dal modo in cui è generalmente percepito il prossimo referendum sulla fecondazione assistita, ovvero *come l'ultimo* di una sequenza iniziata con il referendum sul divorzio e *non come il primo* di una nuova era, quella della rivoluzione genetica. Inoltre, all'interno di una società sempre più multietica, rivoluzione genetica e multieticità imporrebbero, per essere adeguatamente affrontate, la costruzione-formazione di una *nuova idea di laicità*, come indica Edgar Morin.

Il 6 aprile 2000, giorno dell'annuncio del sequenziamento completo del genoma umano, rappresenta un altro spartiacque storico, dopo quello del 28 febbraio del 1953, giorno in cui Watson e Crick chiarirono la struttura a doppia elica del Dna indicando in quella struttura tridimensionale la chiave molecolare e quindi il fondamento di quella particolare organizzazione della materia che chiamiamo vita. La scienza contemporanea, in particolare con lo sviluppo esponenziale delle scienze biologiche – la biologia è la nuova scienza regina, sostengono alcuni – ha spalancato la porta di un mondo nuovo: siamo entrati nell'era della *riproducibilità tecnica dell'uomo*. Tale possibilità innesca

quattro novità davvero epocali: una *questione antropologica*, di concezione stessa dell'uomo, come la definisce il cardinale Ruini, derivata dal processo di artificializzazione della vita. Artificializzazione che in quanto percepita come l'incursione più profonda della scienza nel dominio tradizionale della religione, provoca, a sua volta, l'esasperato atteggiamento difensivo, tipico del creazionismo, e di rimbalzo una *nuova questione galileiana*, uno scontro cioè tra scienza e fede. E sorgono anche una *questione sociale*, legata all'emergere di un potenziale classismo genetico e una *questione democratica* connessa al come si ridefinisce il modo di decidere su temi così inediti e in società sempre più multietiche. Quattro questioni che si interconnettono e continuamente spostano più in altro il livello della complessità generale. In definitiva, la possibilità della riproducibilità tecnica dell'uomo apre un terreno di confronto e di scontro politico inedito, al cui centro sta la *ridefinizione* della specie umana, in un quadro di progressivo spostamento dei suoi confini, i cui lati estremi sono costituiti dal rischio formidabile e dalla sfida irrinunciabile.

Ormai infatti anche tutto ciò che apparteneva tradizionalmente all'ambito dello spirituale, del trascendente, dell'immateriale, è entrato, grazie alle tecniche di rilevazione delle scansioni cerebrali, in un processo di spiegazione materiale del funzionamento del cervello. Il confine della

comprensione materiale dunque si sposta sempre più in avanti, rendendo rapidamente obsoleti interi trattati e sistemi di pensiero.

Quello che è certo è che la frattura tra tradizione e laicità, aperta per la prima volta dall'Illuminismo, si ripropone a un nuovo livello di complessità. Jünger Habermas invita a conservare la distinzione tra naturale e artificiale, assume il concetto di fondamenti biologici naturali come vincolo dell'uomo morale, nella preoccupazione che l'ingegneria genetica possa rompere l'argine verso processi manipolatori talmente radicali da provocare una catastrofe etica. Riecheggia in tale posizione, come sottolineano alcuni, la ripresa di un antico motivo della Scuola di Francoforte: la scienza e la tecnica come strumento di disumanizzazione/tecnicizzazione della natura umana, anziché come forma di conoscenza. D'altra parte, non si comprende come la scienza possa continuare il suo cammino senza entrare sempre più in profondità nei processi che riguardano la vita, avvicinarsi sempre più all'essenza dell'essere umano, alla sua mente (Eduardo Boncinelli). L'essere umano – diceva Simone De Beauvoir – è «*l'être dont l'être est de n'être pas*».

Altrettanto radicali sembrano essere gli effetti sul terreno politico-sociale. Francis Fukujama, alla fine di un lungo saggio, si dice convinto che la questione genetica dominerà le società del futuro, e che la struttura sociale, determinata dalla rivoluzione

genetica, – se lasciata a se stessa – sarà contrassegnata da vere e proprie caste biologiche: da una parte, un'aristocrazia antidemocratica, dall'altra, una massa di servi della gleba, uomini di allevamento. Un classismo di durezza inaudita, secondo Fukujama, minaccerebbe al cuore il principio cardine delle società liberali, il principio gerarchico-meritocratico, ma avrebbe conseguenze ancora più letali, aggiungiamo noi, sull'universalismo egualitario, idea cardine del movimento socialista.

La questione politica, che emerge dallo sviluppo vorticoso delle bioscienze, mette le varie forze politico-sociali sempre più davanti a un bivio: o costruire dighe di contenimento, fra l'altro facilmente aggirabili, oppure accelerare un processo sociale di consapevolezza e di governo della nuova relazione tra scienza e società, che la nuova rivoluzione scientifica propone e impone. Si diceva, ed è la cosa che più balza all'occhio, che si è già riaperta una *nuova questione galileiana* tra sviluppo scientifico e tradizionalismo religioso; come dimostrano ormai le cronache quotidiane, aspetti di portata immensa e figli della rivoluzione genetica (come la clonazione terapeutica, la fecondazione artificiale, gli Ogm, ecc.) risultano, ogni giorno di più, elementi decisivi nella destrutturazione/ristrutturazione degli schieramenti politici e culturali, in definitiva nella costruzione di modelli alternativi di società. Afferrare la dimensione politicamente strategica della rivolu-

zione biotecnologia significa concentrare il massimo delle risorse politiche su due temi che diventeranno sempre più veri e propri campi di battaglia immediatamente politica: *determinismo biologico e democrazia cognitiva*.

Il determinismo biologico è l'avversario culturale principale da sconfiggere: per le sue implicazioni scientifiche, politiche, sociali. Nella sua essenza il determinismo biologico può ridursi a tre idee portanti, variamente coniugate:

- le capacità personali fondamentali variano per via di differenze innate;
- le differenze innate sono frutto di eredità biologica;
- la gerarchia sociale ha il suo fondamento nella natura umana.

Lo sviluppo scientifico, invece, aiuta a capire che «ogni organismo costruisce il proprio ambiente, e come non può esistere alcun organismo senza un ambiente, così non può esistere un ambiente senza organismi; i rapporti tra geni, organismo e ambiente sono relazioni reciproche in cui tutti e tre gli elementi sono sia causa che effetto» (Richard Lewontin). Del resto James D. Watson nella sua ultima opera, *Dna. Il segreto della vita*, ha scritto «il futuro ci permette una accurata dissezione genetica della personalità ed è difficile pensare che nella contrapposizione tra eredità ed ambiente l'ago della bilancia non penderà sempre più in direzione della prima. Ma questo pensiero, terrificante per alcuni, significa solo comprendere la base biologica su cui co-

stantemente agisce l'ambiente, insieme a tutte le misure che noi, come società e come individui, prendiamo per contribuire al processo della storia». La storia quindi è il proseguimento della evoluzione biologica, con altri mezzi.

La democrazia cognitiva (Pietro Greco) rappresenta il luogo – da organizzare –, in cui riplasmare nuovo sapere sociale e nuovi modelli di rappresentanza, in cui le nuove conoscenze non siano viste come un pericolo, ma come un'opportunità, non siano fonte cioè di nuove disuguaglianze, ma servano a promuovere, come proponeva Francis Bacon già quattrocento anni fa, il benessere dell'intera umanità.

Questo radicale cambiamento di scenario, oltre a ridefinire le forme del processo di socializzazione, prospetta nuove chiavi di lettura per l'analisi delle radici e dei caratteri dell'odierna crisi dell'appartenenza culturale e impone di affrontare, sempre con maggiore frequenza, un interrogativo radicale: quello cioè dell'idoneità della scienza a essere fondamento, legittimante e costituente, della società contemporanea. Le biotecnologie, quindi, nel proporre una libertà esistenziale senza precedenti nella storia dell'uomo, trasformano in profondità il rapporto fra individuo e società, richiedono un riadeguamento del

concetto di laicità, rivendicano una profonda riforma del processo di formazione della decisione politica. La rielaborazione dei criteri d'appartenenza etico-politica si combina quindi con il problema di una nuova riorganizzazione della convivenza civile, che solo nel recupero della centralità della democrazia, di cui la scienza moderna è parte fondante, può trovare saldatura e prospettiva. Tutto ciò rovescia sulla politica problemi inediti e giganteschi che non ammettono vie di fuga, sia sul versante dell'economia politica, che sul versante ultimo dei fini.

In particolare sulla politica socialista: ogni riflessione sul futuro della teoria socialista o riparte da questi temi di frontiera o rimane confinata a rimasticare, in termini più o meno ininfluenti, i temi di un mondo in gran parte in via di superamento. Come diceva il vecchio saggio di Treviri, l'innovazione feconda non è altro che l'intreccio tra il massimo della tradizione e il massimo della modernità.

Questi *Materiali per una biopolitica laica*, sono stati pensati all'insegna di tale principio, la disponibilità e l'impegno profuso dai tanti autori legittima l'ambizione nostra di ritenere tale lavoro uno strumento particolarmente utile per la battaglia politica – a partire dal prossimo referendum sulla fecondazione assistita – che sui diversi piani saremo chiamati a condurre

L'America di George W. Bush versus Charles R. Darwin

di Pietro Greco

A sorpresa, il protagonista che emerge nell'analisi del voto che ha portato alla rielezione di George W. Bush alla Presidenza degli Stati Uniti d'America è un signore inglese con una fluente barba bianca nato a Shrewsbury, nello Shropshire, e morto a Down, nel Kent, il 19 aprile del lontano 1882: Charles Robert Darwin.

Suo malgrado è lui, il padre della teoria biologica dell'evoluzione per selezione naturale del più adatto, l'attore principale di quella che ormai viene chiamata la *Evolution Connection*.

Il motivo di questa clamorosa irruzione di uno scienziato dell'Ottocento nella vita politica americana e, per forza di cose, mondiale del secolo XXI è stato espresso da Garry Wills, premio Pulitzer per la storia politica e culturale degli Stati Uniti, di religione cattolica, in un editoriale pubblicato su *The New York Times*: Bush è stato rieletto da un blocco sociale che crede più a James Ussher, l'arcivescovo di Armagh e primate d'Irlanda che nel Seicento – Sacre Scritture alla mano – calcolò che la Terra e tutti i suoi abitanti fossero stati creati nel 4004 avanti Cristo, piuttosto che a Charles Robert Darwin, il naturalista che nell'Ottocento propose una spiegazione dell'origine delle specie per selezione naturale nel tempo profondo.

Questa avversione a Darwin che si avverte nella maggioranza degli elettori americani che hanno rieletto George W. non può essere in alcun modo considerata una nota di colore, ha sostenuto più tardi su *La Repubblica* un altro analista, Alexander Stille. Perché l'antidarwinismo – maturato in anni di battaglie dei movimenti evangelici più integralisti contro l'insegnamento della teoria dell'evoluzione nelle scuole americane – è addirittura il collante culturale che tiene insieme il variegato blocco sociale che si riconosce in Bush. E su cui si fonda non solo il suo pesante interventismo etico (discriminazione degli omosessuali, abolizione dell'aborto, statuto ontologico forte degli embrioni), ma la sua stessa visione del mondo: fondata su una profonda diffidenza per il pensiero scientifico e per il pensiero critico *tout court*, su valori antichi e spesso, francamente, reazionari; su una lettura ideologica dei fatti; su un spirito religioso fondamentalista che porta molti degli elettori di Bush e, forse, lo stesso presidente a credere che gli Stati Uniti siano la "nazione eletta" cui Dio ha affidato la precisa missione di guidare il mondo. È per tutti questi motivi che *The New York Times* ha voluto dare un titolo forte – "*The day the Enlightenment went out*", il giorno in cui l'Illuminismo

è morto – a quell'editoriale con cui il preoccupato storico della politica e della cultura Usa, Garry Wills, commentava, il 4 novembre scorso, la giornata elettorale americana appena terminata con l'esito che sappiamo.

Cosa ci suggerisce il fatto che il collante culturale che tiene unita la maggioranza nel Paese *leader* del mondo – un Paese che, si badi bene, fonda la sua *leadership* politica, economica, militare proprio sulla *leadership* scientifica – sia una viscerale avversione per il vecchio Charles Darwin e per la sua teoria che è la teoria fondamentale di quella che è ormai la regina delle scienze e delle tecnoscienze: la biologia? Beh, a pensarci bene ci dice molte cose e ci propone non pochi elementi di preoccupazione.

In primo luogo ci dice che non la tecnologia e la sua diffusione, ma il pensiero scientifico si va imponendo come elemento primario di discriminazione tra due visioni del mondo. I nemici americani di Darwin sono gli stessi che, in modo piuttosto aggressivo, vogliono rimodellare sul monopolio delle moderne tecnologie biologiche la *leadership* economica del loro Paese. Ciò che essi rifiutano, dunque, non sono i risultati della scienza biologica, ma l'evoluzionismo, che delle scienze biologiche è il grande fondamento perché, come diceva Theodosius Dobzhansky, non c'è spiegazione possibile in biologia se non in una prospettiva evoluzionistica. I creazionisti, peraltro, non sono solo contro l'idea di evoluzione biologica. Sono contro il concetto di evoluzio-

ne della materia *tout court*. Non a caso chiedono che dalle scuole venga espunto ogni riferimento sia alle moderne teorie geologiche (l'evoluzione del pianeta Terra) sia quelle cosmologiche (la teoria del Big Bang e dell'evoluzione dell'universo). L'avversione al pensiero scientifico dipende dal fatto che quest'ultimo è un pensiero *laico* per definizione, che si rinnova continuamente costruendo teorie che *salvano le apparenze*, ovvero spiegazioni falsificabili che si fondano sui fatti concreti. In definitiva, verità contingenti. Ecco perché chiunque, come i movimenti religiosi integralisti che prosperano nella Mid-America, fondi sull'ideologismo e sulle verità assolute la propria proposta non solo avversa l'evoluzionismo, ma diffida, nel profondo del cuore, del pensiero scientifico. Ecco perché costoro considerano il pensiero critico della scienza il loro avversario principale. Ed ecco perché chi, tra i fautori di una visione *laica* del mondo (che per fortuna sono numerosissimi anche tra i credenti), sottovaluta il contenuto culturale intrinseco della scienza commette un gravissimo errore.

In secondo luogo, il fatto che l'antidarwinismo sia diventato il collante di un blocco sociale maggioritario esprime un malessere profondo della società americana e non solo americana. L'antidarwinismo non può essere ricondotto a un mero problema teologico. Quello è già stato risolto. Anche negli Usa. Anche tra i Protestanti. Quando, nella seconda metà

dell'Ottocento la teoria dell'evoluzione biologica raggiunse l'America, grazie soprattutto ad Asa Gray, botanico ad Harvard e amico personale di Charles Darwin, non suscitò soverchie lacerazioni. Neppure negli ambienti religiosi. Certo, il protestante Charles Hodge dichiarò apertamente che il darwinismo è un attacco mortale alla «dottrina del Disegno». Ma la *Evangelic Alliance*, in un convegno tenuto a New York nel 1873, sostenne che il Protestantismo può e deve interpretare Darwin, rendendolo del tutto compatibile con la propria teologia.

Perché, centotrenta anni dopo, numerosi movimenti evangelici rimettono in discussione ciò che era dato per acquisito nel 1873 e, novità assoluta, questa loro critica diventa maggioritaria nella società? Il motivo, probabilmente, è che il problema teologico consente di dare espressione a qualcos'altro, di più viscerale e di più diffuso. E questo qualcos'altro è, molto probabilmente, un rifiuto del nuovo in un ciclo politico e sociale in cui regna l'incertezza, l'angoscia del futuro. Altre volte, in Europa, la reazione diffusa al nuovo ha coagulato blocchi sociali maggioritari e si è espressa in avversione al pensiero scientifico. Basti pensare, senza voler in alcun modo proporre improbabili parallelismi, al rifiuto della fisica relativistica nella Germania nazista.

Certo, si obietterà che il "creazionismo" delle sette evangeliche nel cuore dell'America non nasce oggi. È presente già all'inizio del Novecento,

quando diventa furente la battaglia per cacciare Darwin dalle scuole. Più recente è il fenomeno del "creazionismo scientifico", nato non più di vent'anni fa in maniera del tutto strumentale per poter aggirare la decisione delle autorità federali americane che stabiliscono, una volta e per tutte, che nelle scuole degli Stati Uniti si insegnano le ipotesi scientifiche e non le ipotesi religiose. E che pertanto il "creazionismo", essendo un'ipotesi religiosa, non può avere accesso a scuola.

I creazionisti, allora, iniziano a fondare una serie di istituti per cercare di screditare la teoria darwiniana e di proporre l'ipotesi cara a James Ussher, secondo cui l'origine del mondo e della vita risalgono non a qualche miliardo, ma a qualche millennio di anni fa. Inutile dire che il "creazionismo scientifico" non ha conquistato alcuna credibilità presso la comunità scientifica.

Mentre, a quanto pare, ha conquistato una credibilità così forte presso l'opinione pubblica della fascia centrale degli Stati Uniti da diventare la *glue*, la colla, di un nuovo blocco sociale conservatore e, a tratti, reazionario.

Ed è qui che sta la novità. Il "creazionismo" è stato per un secolo un movimento minoritario, spesso marginale, nella società americana. Perché, ripetiamo, è diventato improvvisamente maggioritario e così forte da tessere le fila culturali che tengono insieme la variegata maggioranza che si riconosce in George W. Bush?

Una terza considerazione sull'anti-

darwinismo assunto a collante culturale del blocco sociale che ha eletto Bush è il fatto che esso contiene, in potenza, un germe autodistruttivo del sistema che vuole difendere. Richard Viguerie, un collaboratore di George W., si è lasciato scappare che l'abolizione dell'insegnamento del darwinismo nelle scuole e nelle università è uno dei progetti cardine che dovrebbero caratterizzare il nuovo mandato presidenziale di Bush. Finora la polemica sull'insegnamento del darwinismo si era limitata alle scuole medie. Se essa dovesse investire davvero le università e i centri pubblici di ricerca, comporterebbe un salto di qualità tale da mettere in discussione la *leadership* americana nelle scienze biologiche e, tutto sommato, lo stesso primato tecnoscientifico degli Stati Uniti d'America. Già oggi i limiti imposti alla ricerca sulle staminali embrionali sta creando un piccolo ma significativo esodo di scienziati americani verso la *libera* Inghilterra, come denunciava nei mesi scorsi *The International Herald Tribune*.

Ci sono, infine, motivi di preoccupa-

zione anche in Europa e in Italia? Quando, nell'agosto del 1999 in Kansas si creò in una commissione di stato una maggioranza antidarwiniana che decretò l'abolizione dell'insegnamento dell'evoluzionismo biologico (ma anche geologico e cosmologico) nelle scuole medie, molti considerarono quel fulmine a ciel sereno puro folclore. Guardato con gli occhi di oggi, quel fatto assume un aspetto diverso. Di sintomo premonitore.

Negli ultimi anni movimenti creazionisti si sono affacciati anche nel nostro continente, dall'Olanda all'Italia, chiedendo di «fare come in Kansas». E nei mesi scorsi, come un fulmine a ciel sereno, il ministro Letizia Moratti ha proposto l'eliminazione della teoria darwiniana dai programmi delle scuole medie ...

La vicenda americana ci insegna che non possiamo considerare gli attacchi al vecchio Charles Darwin come mero folclore. Dietro c'è un'intera visione della scienza, della scuola e del mondo. Una visione che, negli Stati Uniti d'America, è ormai il collante che tiene insieme il blocco sociale maggioritario. □

L'evoluzione, una teoria scomoda

di Telmo Pievani

La teoria dell'evoluzione darwiniana si accinge a compiere i suoi primi centocinquanta anni ed è ancora sotto minaccia. Mentre i più importanti musei di scienze naturali del mondo si preparano per i festeggiamenti darwiniani del 2009, arricchendo e riorganizzando i loro patrimoni di fossili e di altre prove della realtà empirica dell'intuizione darwiniana, il "creazionismo scientifico" negli Stati Uniti risorge dalle ceneri, in realtà mai sopite, sull'onda del trionfo delle destre cristiane nelle recenti elezioni presidenziali. Ma questo non è solo un antico problema americano, radicato nel fondamentalismo religioso degli Stati del Sud già dagli anni venti del Novecento. Altri integralismi minacciosi, seppur diametralmente contrapposti come quello di alcune frange dell'islamismo europeo, condannano la teoria dell'evoluzione in quanto contraria ai dettati dei libri sacri e minacciano chi la insegna. Ma oggi la rimozione, parziale o totale, della teoria dell'evoluzione riguarda anche i sistemi educativi di diversi Paesi avanzati, Italia compresa. La minaccia viene dunque da più parti, molto lontane fra loro, il che induce il sospetto che vi sia nella teoria darwiniana una questione di fondo che turba gli animi dei credenti di più diversa ispirazione. In effetti, la teoria dell'evoluzione rap-

presenta un crocevia delicatissimo dei rapporti fra scienza e società. A nessuno verrebbe mai in mente di istituire una commissione ministeriale, composta per metà da credenti e per metà da non credenti, per decidere se e come insegnare la teoria della relatività o la meccanica quantistica nelle scuole e nelle università. Darwin invece è perennemente in discussione. Di per sé non sarebbe un male, giacché ogni teoria scientifica si definisce tale anche in virtù del fatto di essere costantemente sottoposta a verifica e critica, come appunto è successo per la teoria originaria del naturalista inglese nel corso dei suoi primi centocinquanta anni di vita e di successi. Tuttavia, si ha l'impressione che in questo caso il nodo della discordia poggia su un piano che esula per gran parte dal dominio della scienza. Certo, la sfida darwiniana ha un contenuto rivoluzionario e radicale permanente, inutile nascondere. Per la prima volta una teoria scientifica coerente ed elegante, per la mole di conferme empiriche diversificate e interdisciplinari che è stata in grado di raccogliere, è riuscita nell'impresa di unificare tutti i campi di studio delle scienze del vivente. Come scrisse uno dei padri fondatori della sintesi evoluzionistica contemporanea, Theodosius Dobzhansky, oggi nulla in biologia può essere inteso se non

alla luce della teoria dell'evoluzione. Tutte le forme viventi che abitano il nostro pianeta sono legate da una relazione di parentela e di discendenza filogenetica. Le specie nascono, sopravvivono, si trasformano, coevolvono con le loro nicchie ambientali, danno origine ad altre specie e, prima o poi, si estinguono. Il motore di questo cambiamento è un meccanismo statistico e demografico di sopravvivenza differenziale, che si traduce in differenze nella distribuzione delle frequenze geniche nelle popolazioni di organismi, detto *selezione naturale*. I genetisti oggi sanno identificare queste distribuzioni e sanno anche misurare e valutare le differenze genetiche che testimoniano l'origine comune e poi le ramificazioni che hanno prodotto l'attuale biodiversità. La specie umana fa interamente parte di questo quadro, e qui si annida, nella sua semplicità, il problema che pone costantemente sotto minaccia la teoria darwiniana, forse con maggior intensità da qualche anno a questa parte, cioè da quando gli scienziati hanno capito che gli stessi fattori evolutivi che hanno generato ogni forma vivente conosciuta possono spiegare completamente, senza bisogno di porre alcuna eccezione, l'intero corso dell'evoluzione umana. La paleoantropologia aveva infatti convissuto, fino a poco tempo fa, con due peculiarità assai bizzarre: l'evoluzione umana era considerata un processo lineare, monofiletico, con una sola specie per volta, fortemente progres-

sivo e con un esito finale pressoché scontato, il trionfo di *Homo sapiens*; inoltre, non si sapeva quasi nulla dell'evento che in età paleolitica aveva portato alcune popolazioni di *sapiens* a manifestare i caratteri straordinari dell'intelligenza simbolica e della mente umana moderna.

La paleoantropologia è diventata pienamente darwiniana, completando la rivoluzione che il fondatore aveva delineato in *L'origine dell'uomo* nel 1871, solo quando ha saputo rinunciare, grazie a nuove scoperte e a nuovi strumenti di indagine, a entrambe queste peculiarità. Oggi sappiamo che la specie umana ha avuto una "storia naturale" del tutto simile a quella di molti suoi simili mammiferi, essendo figlia di un percorso ramificato, ricco di diversità e di svolte ambientali contingenti. La scoperta recentissima dell'*Homo floresiensis* in Indonesia, discendente di *erectus*, e i dati molecolari sulla convivenza senza fusione in Europa e Medio oriente fra *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis* testimoniano del fatto che noi adesso siamo soli su questo pianeta come rappresentanti del genere *Homo*, ma che fino a poco tempo fa esistevano altre specie simili alla nostra e che la solitudine di *sapiens* forse è l'esito di processi adattativi intricati e non necessariamente di un progresso inevitabile. Si tratta quindi di una concezione materialistica, o meglio naturalistica, del sentiero che porta alla *condizione umana*. I paleoantropologi stanno rinvenendo gli stessi meccanismi evolu-

tivi anche nel frangente critico della *rivoluzione paleolitica*, quando emerge in Africa, in Europa o altrove una schiera di *sapiens* dotati di autoco-scienza e di linguaggio articolato, due tratti con ogni probabilità connessi. Dunque, anche la nostra coscienza e le nostre facoltà superiori, sede del senso morale e religioso, sono figlie di una storia naturale: duecentomila anni fa non esistevano, adesso ci sono, per le stesse ragioni che spiegano molti altri fenomeni evolutivisti. Qui cade allora l'ultimo "tabù" dell'evoluzionismo, eretto dal darwiniano "spiritualista" Alfred Russell Wallace alla fine dell'Ottocento e poi rinnovato, per quei sorprendenti percorsi carsici che ci regala la storia, dal magistero cattolico nel 1996: ovvero, che l'evoluzione naturale sia accettabile come teoria corroborata e non più solo come mera *ipotesi*; che sia valida per tutti i regni del vivente, compresa la specie umana nella sua costituzione anatomica e funzionale, ma facendo un'unica eccezione per le origini della mente umana, figlia di una dinamica trascendente non riconducibile all'azione della selezione naturale. Ora, l'Italia è un Paese nel quale intellettuali e filosofi tentato spesso di rendere tutto compatibile con tutto, nel nome di una qualche teoria onnicomprensiva. Tuttavia, compito della filosofia dovrebbe essere anche quello dell'analisi rigorosa di concetti e di teorie, per svelare le differenze epistemologiche e, perché no, anche talune inconciliabilità. In tal senso, è un

errore filosofico evidente sostenere che il magistero cattolico attuale sia diventato "compatibile" con l'evoluzionismo, come da più parti si sostiene con malcelato sollievo. Noi possiamo, opportunamente, apprezzarne il carattere progressista e la raffinatezza teologica rispetto ai fondamentalisti creazionisti di ogni sorta. Possiamo, soprattutto, notare che non c'è paragone fra le aperture del magistero e i maldestri tentativi di chi, sentendosi più realista del re o più papista del papa, ha voluto blandire sensibilità religiose ben più arretrate abolendo ogni riferimento alla teoria dell'evoluzione dalle indicazioni ministeriali per i programmi dei primi cicli riformati delle scuole italiane. Assolti questi doverosi riconoscimenti, è ben altra questione affermare che le due prospettive siano diventate "compatibili": la teoria dell'evoluzione è una teoria scientifica coerente e solida che spiega l'emergere della natura umana in termini naturalistici, potrà essere ulteriormente confermata o sostituita da un'altra, può essere di nostro gradimento o suscitare in noi angoscia, ma è assai discutibile la strategia di accettarla facendo eccezione proprio sull'elemento più importante. Un evolutivista difficilmente può accettare che la storia naturale abbia avuto una sospensione, un "salto ontologico", durante il quale vi sia stata l'immissione di un principio teleologico ultraterreno nel decorso degli eventi naturali. Il messaggio della contingenza evolutiva è radicale e non va sottostimato in que-

sto modo. Possiamo conciliarlo con le nostre credenze, in modo più o meno efficace, attraverso argomentazioni teistiche o rifugiandoci nella teoria della doppia verità, ma non renderlo compatibile per forza con una dimensione che gli è costitutivamente estranea. Il rifiuto di questo "concordismo" all'italiana sta proprio scritto, in modo assai preciso e rigoroso, nella comunicazione che il Pontefice ha rivolto ai membri della Pontificia Accademia delle Scienze il 22 ottobre 1996, laddove si afferma che «le teorie dell'evoluzione che, in funzione delle filosofie che le ispirano, considerano lo spirito come emergente dalle forze della materia viva o come un semplice epifenomeno di questa materia sono incompatibili con la verità dell'uomo». Rispetto a questi scenari generali il caso italiano esploso nel 2004 è assai modesto, trattandosi più che altro di una spiccata inconsapevolezza circa lo statuto epistemologico della teoria darwiniana e di una interpretazione zelantemente letterale del messaggio papale del 1996, ma la vicenda si presta ad alcune analisi interessanti. Molti si sono già affrettati a dire che è stato fatto molto rumore per nulla, che il creazionismo in Italia non attecchirà mai a causa della pochezza dei suoi esponenti e delle posizioni molto avanzate del magistero cattolico, o, addirittura, che non è affatto vero che l'evoluzionismo è stato tolto dai programmi. Del resto, negare l'evidenza è un'abitudine radicata nel creazionismo. Si dirà che,

in fondo, al di là delle indicazioni di massima del ministero, gli insegnanti continueranno a spiegare l'evoluzione comunque e, in molti casi, a spiegarla bene come hanno fatto finora, anche alle scuole elementari. Ma dimentichiamo, così dicendo, che le indicazioni ministeriali influiscono sui libri di testo: ridurre ulteriormente lo spazio dedicato alla teoria dell'evoluzione non è un buon segnale affinché i docenti continuino a insegnarla nei prossimi anni.

Proviamo a fare chiarezza su alcuni punti. A meno che non vi siano smentite dell'ultima ora, la teoria dell'evoluzione è stata *davvero* rimossa dalle indicazioni nazionali sui programmi scolastici dei primi cicli. I lavori della commissione, istituita dal ministro dopo le proteste della comunità scientifica in primavera, avrebbero dovuto concludersi il 15 ottobre 2004, stando alla dichiarazione ufficiale del ministro rilasciata a settembre durante la conferenza stampa di presentazione del nuovo anno scolastico, in risposta a domanda precisa di un giornalista. La scadenza è stata superata da mesi e nessuno sa quali siano i risultati dei lavori. È interessante notare come gli Stati Uniti, patria del creazionismo scientifico, siano non soltanto un Paese nel quale esiste la migliore ricerca scientifica di eccellenza in campo biologico evolutivistico, ma siano anche un Paese nel quale se un politico in una conferenza stampa prende di propria volontà un impegno preciso, con una data precisa, e poi

non lo rispetta, di solito non viene particolarmente apprezzato.

Dunque, possiamo per il momento concludere che chi non voleva la teoria dell'evoluzione nelle scuole è riuscito nell'intento e una voce, in particolare, difficilmente comparirà nuovamente nei programmi, una voce che recitava: "Origine ed evoluzione biologica e culturale della specie umana". Sull'onda del caso americano, dove il creazionismo è diventato materia di campagna elettorale presidenziale, anche da noi l'evoluzionismo è apertamente sotto minaccia. Ma che differenza c'è fra "evoluzionismo" e "teoria dell'evoluzione"?

Analizzando le interviste e le dichiarazioni rilasciate da importanti consulenti ministeriali, notiamo che sono state addotte tre motivazioni per la censura dell'evoluzione: una motivazione epistemologica, cioè distinguere fra "evoluzionismi" (sul piano filosofico e ideologico) e "teorie dell'evoluzione" (sul piano scientifico); da questa discende un'indicazione di metodo: prima insegniamo i dati "empiricamente controllabili", poi le ipotesi, le leggi e le teorie; infine, la ricaduta pedagogica: nei primi cicli vengono rimosse le ipotesi evoluzionistiche, affrontate in seguito a partire dagli ultimi anni delle scuole superiori (per chi li sceglie). La teoria dell'evoluzione, in estrema sintesi, diventa facoltativa.

Le ambiguità di queste motivazioni sono molteplici e piuttosto gravi. Innanzitutto, gli "evoluzionismi", cioè le applicazioni di modelli evolutivi con va-

lidità generale, non sono necessariamente "ideologia": lo sono state certe forme di evoluzionismo sociale, così come alcuni eccessi sociobiologici o psicologico-evoluzionistici, ma l'evoluzionismo può anche generare intrecci interdisciplinari molto fecondi, come dimostra per esempio l'opera dell'illustre genetista Luigi Luca Cavalli Sforza, non a caso fra i più agguerriti avversari della decisione ministeriale. Il lavoro di Cavalli Sforza fra evoluzione biologica ed evoluzione culturale, al di là del suo carattere al momento solo euristico, è di per sé molto promettente, ma è stato subito bollato da qualche zelante come "riduzionista". Viceversa, non si può in alcun modo affermare che, allo stato attuale delle ricerche biologiche, esistano "filosofie" dell'evoluzione di matrice spiritualista compatibili con la teoria dell'evoluzione adottata dalla comunità scientifica: il riduzionismo ontologico è una condizione irrinunciabile per uno scienziato evoluzionista.

Dietro le assunzioni "evoluzionistiche" di alcuni consulenti ministeriali cattolici scorgiamo tre errori sostanziali. Il primo è quello di confondere la realtà dell'evoluzione e la teoria dell'evoluzione. Delle due l'una: se la realtà dell'evoluzione è accettata da tutti, perché eliminare la teoria che ha interpretato questi dati dall'insieme delle "sensate esperienze" da insegnare nei primi cicli? Viceversa, se la realtà dell'evoluzione è in discussione, allora quella di Darwin è "solo un'ipotesi" e torniamo al creazionismo prima ma-

niera. In tal caso, sarebbe opportuno ammetterlo esplicitamente.

Il secondo è quello di confondere le discussioni salutari interne a una teoria con la validità della teoria stessa, due piani molto diversi. I filosofi della scienza hanno da tempo puntato l'attenzione sul carattere complesso e intricato della falsificazione di una teoria, a maggior ragione in biologia dove la spiegazione deve tener conto del carattere storico, probabilistico e popolazionale dell'oggetto di studio. In meccanica quantistica si discute accesamente su come interpretare il principio di indeterminazione, ma nessuno ne mette in discussione per questo la validità (in virtù delle sue conferme sperimentali e della sua straordinaria capacità predittiva) né tanto meno l'insegnamento.

Il terzo è quello di confondere la teoria darwiniana originaria con il *neodarwinismo* della Sintesi Moderna, il grande programma di ricerca novecentesco che ha saputo unire la genetica di popolazione e la teoria della selezione naturale. Secondo alcuni analisti, il neodarwinismo ha pagato la sua potenza sintetica con un certo "indurimento" epistemologico attorno ad alcuni principi, divenuti veri e propri dogmi metodologici (primi fra tutti, il gradualismo e il riduzionismo genetico come metodologia). Dunque la Sintesi è una interpretazione, forse restrittiva, della teoria darwiniana e oggi se ne discutono alcuni aspetti. Taluni pensano che la Sintesi debba essere rafforzata, altri che debba es-

sere riformata, altri ancora che debba essere abbandonata in favore di una *nuova sintesi* neodarwiniana. È però fondamentale rimarcare che tutte queste discussioni, talvolta accese, si muovono per il momento *all'ombra di Darwin*, cioè all'interno della cornice teorica di base, o se vogliamo al *nucleo* centrale, della sua teoria, ovvero: discendenza comune, continuità generazionale e selezione naturale. Anche chi rifiuta la Sintesi è pur sempre coerente con questa logica centrale della teoria darwiniana e non necessariamente è seguace di una qualche forma di "anti-darwinismo", come i creazionisti hanno tentato di sostenere.

Pertanto, non esistono al momento "teorie" dell'evoluzione alternative, perché il nucleo darwiniano (aggiornato con il crescente armamentario della genetica di popolazione) è condiviso dall'intero *corpus* delle scienze del vivente. Esistono semmai diversi modi di essere "darwiniani" e si discute del riduzionismo metodologico, del ruolo dell'adattamento, di micro e macroevoluzione, così come si discute di singoli aspetti da riformare in qualsiasi teoria scientifica che si rispetti. Dall'ambiguità sugli *evoluzionismi* siamo quindi giunti all'ambiguità sulla presunta esistenza di una *pluralità di teorie* dell'evoluzione.

Che fare, allora, per arginare queste confusioni? Senz'altro, è necessario affinare nel pubblico la capacità di percepire queste differenze attraverso un'analisi epistemologica seria, e

non accontentarsi di una divulgazione banalizzante o di dibattiti stereotipati. Ma più in generale è quanto mai urgente impostare una politica culturale forte che sappia valorizzare la scienza come forma alta di cultura. Sullo sfondo del dibattito pro e contro l'evoluzione si staglia infatti una mancanza di rispetto e di consapevolezza del valore della scienza come forma di conoscenza, come sapere consapevole dei propri limiti e aperto verso l'esterno, ma anche dotato di una propria specificità e di una irriducibile indipendenza rispetto a saperi fondati sull'autorità. Bisogna costruire una politica culturale sistemica e plurale,

in cui interagiscano iniziative di formazione universitaria e specialistica sulla comunicazione della scienza, manifestazioni aperte al grande pubblico e laiche come il Festival della Scienza di Genova, progetti editoriali di divulgazione alta, approfondimenti più ampi sui mass media.

Dobbiamo creare condivisione e adesione attorno alla scienza, sul medio e lungo periodo. Solo in questo modo una classe politica che intenda svilire ulteriormente la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica rischierà di perdere non soltanto competitività economica, ma anche il consenso dei suoi stessi elettori. □

Trasformare la scienza in cultura

di Bernardino Fantini

Nel suo necrologio di Jacques Monod pubblicato nel 1976 nella rivista *Nature*, F.H.C. Crick, riferendosi alle teorie filosofiche e alle posizioni etiche del biologo pastoriano, scrive che Monod «presenta una visione dell'universo che può sembrare al profano strana, cupa, arida ed austera. Ciò è molto sorprendente perché la visione essenziale della vita che viene data è condivisa dalla grande maggioranza degli scienziati di qualche distinzione»¹.

Il contributo di Jacques Monod alla scienza moderna, suggerisce Crick, non si misura solo sull'importanza dei suoi contributi scientifici, ma anche per la *visione essenziale della vita* che egli propone, sulla *visione dell'universo* che egli elabora proprio a partire dagli sviluppi scientifici di cui è stato protagonista.

Percepita quasi esclusivamente per i rilevanti sviluppi tecnologici ai quali ha dato origine, la biologia molecolare ha in effetti prodotto una rivoluzione scientifica il cui impatto sulla cultura contemporanea non è stato sufficientemente percepito, discusso e valutato.

Questa trasformazione culturale ha certamente prodotto una discontinui-

tà profonda nella scienza e nella relazione fra scienza e cultura, ma al tempo stesso può essere considerata come il risultato più recente di un processo scientifico e filosofico avviato almeno dall'inizio del secolo XIX, con l'origine della *biologia* come disciplina autonoma, processo che ha condiviso con le altre forme della conoscenza una profonda trasformazione epistemica. La struttura stessa e le forme della conoscenza si modificano, proponendo una ridefinizione della vita e del posto dell'uomo nella natura, nella società e nella cultura. L'analisi storica e filosofica permette di definire una straordinaria continuità tra la scienza sviluppata dalla scuola pastoriana di biologia molecolare e le riflessioni teoriche e filosofiche presenti in Francia a partire dall'Ottocento, in particolare in Lamarck, Cuvier e Claude Bernard.

Il modo in cui la scienza si trasforma in cultura, nell'ambito degli sviluppi teorici che si realizzano nelle scienze della vita può essere definito a quattro diversi livelli:

a) una nuova definizione dell'oggetto stesso della ricerca scientifica, con l'introduzione di concetti operativi

1 - F. Crick, "Jacques Lucien Monod, 1910-1976", *Nature*, 262, 1976, 429-30. Crick aveva anche pensato di scrivere un libro sull'opera di Jacques Monod, rinunciandovi solo alla morte del biologo francese, perché «come scriverlo ora, mentre sarebbe stato così appassionante di farlo con il suo aiuto, i suoi chiarimenti e le sue critiche?», F. Crick, "Naviguer avec Jacques", in *Les origines de la biologie moléculaire. Un hommage à Jacques Monod*, Paris ; Etudes vivantes, 1980, p. 235.

nuovi, come quello di organismo all'inizio dell'Ottocento o di *programma genetico* in biologia molecolare;

b) l'impatto che questi nuovi concetti hanno sulla definizione stessa della vita e delle sue caratteristiche, in particolare l'evoluzione per selezione naturale;

c) le riflessioni filosofiche prodotte da questi nuovi sviluppi (come il superamento della tradizionale antitesi fra meccanicismo e vitalismo);

d) la diffusione di una nuova visione del mondo e dell'uomo, risultato degli sviluppi scientifici e della loro lettura filosofica e culturale;

e) Le nuove dimensioni etiche definite da tali sviluppi scientifici e le nuove visioni della vita e dell'uomo.

Naturalmente, il tempo non ci permetterà di affrontare in dettaglio, come sarebbe necessario, ognuno di questi aspetti, ma è in ogni caso necessario indicarli e sottolineare le relazioni fra di essi.

Nuovi oggetti, nuovi concetti

La biologia molecolare, interpretando le proprietà essenziali degli organismi nei termini delle strutture molecolari, ha proposto una nuova definizione della vita, che Monod riassume in tre caratteristiche fondamentali: la teleonomia, la morfogenesi autonoma, l'invarianza riproduttiva.

La teleonomia designa l'esistenza di oggetti naturali dotati di un progetto, conservato nelle loro strutture e realizzato dalle loro funzioni, progetto che dà origine ad un determinismo autonomo, ad una *libertà* quasi totale. Un sistema vivente è fondamentalmente un sistema chimico, ma questo, grazie ai meccanismi messi a punto dalla evoluzione per selezione naturale, trascende i vincoli chimici per realizzare un progetto inscritto nel suo patrimonio ereditario. C'è qui una contraddizione epistemologica profonda, un paradosso, evidenziato in particolare dalla scoperta della regolazione cellulare, dal modello dell'operone, un «fenomeno meravigliosamente e quasi miracolamente teleonomico»². Gli oggetti biologici sono dotati di un rigoroso programma interno, che guida la sua stessa costruzione e realizzazione e i sistemi viventi sono i soli ad avere questa proprietà di morfogenesi autonoma. «Su tali basi, e non su quella di una vaga 'teoria generale dei sistemi', diventa possibile comprendere in quale senso, molto reale, l'organismo trascende effettivamente, pur osservandole, le leggi fisiche, per essere solo promozione e realizzazione del proprio progetto»³.

Il modello dell'operone e la teoria delle interazioni allosteriche completano il nucleo teorico della biologia molecolare e le chiusure al fase

«classica» della costruzione della nuova disciplina. Tre punti sono fondamentali in questa struttura teorica e questi punti marcano una rottura netta con la tradizione scientifica e filosofica precedente:

a) la spiegazione delle proprietà fondamentali dei sistemi biologici nei termini di strutture macromolecolari;

b) la utilizzazione di modelli formalizzati, astratti del trasferimento dell'informazione ereditaria;

c) la dualità fondamentale fra questa informazione, il *programma genetico* e le strutture materiali che ne assicurano la conservazione, la trasmissione e la traduzione, una dualità irriducibile che permette di dare una soluzione al paradosso, che aveva sempre affascinato i biologi, e tra essi il giovane Monod, dell'esistenza di sistemi fisici dotati di *progetto*. Se il trattamento formale del concetto di codice e di programma può essere principalmente considerato un risultato principalmente della Scuola inglese di biologia molecolare, sono i gruppi del Pasteur che nel corso della loro collaborazione creativa hanno dato a queste teorie la loro base fisiologica, genetica e cellulare.

Claude Bernard e la sua presenza nella scienza pastoriana

Quasi utilizzando lo stesso vocabolario

di Jacques Monod, Claude Bernard, un secolo prima, aveva fatto rimarcare che i sistemi biologici, per quanto strettamente deterministici, non possono essere considerati semplici sistemi chimico-fisici. Tali sistemi sono sottoposti ad un *duplice determinismo*, retto dalle leggi della chimica e della fisica ma anche determinato da *leggi morfogenetiche*. È vero che Bernard non poteva conoscere il concetto di informazione, ma i suoi testi sono pieni di termini come '*dessin vital préétabli*', '*plan organique*', '*projet*', '*ordonnance vitale préétablie*'. Sviluppando con coerenza una fine teorizzazione scientifico-filosofica, che ritengo centrale e perfettamente adeguata alla teorizzazione biologica contemporanea, Claude Bernard rifiuta il vitalismo tradizionale, ma anche il meccanicismo, dato che esiste una sorta di *forza vitale*, ma distinta dalle forze causali in gioco nelle interazioni chimiche e fisiche.

La sola forza vitale che possiamo ammettere può solo essere una forza legislativa, ma per nulla esecutiva. Per riassumere il nostro pensiero, potrebbe dire metaforicamente: la forza vitale dirige dei fenomeni che essa non produce; gli agenti fisici producono dei fenomeni che essi non dirigono⁴.

Il «piano organico», tuttavia, non è propriamente una forza vitale, in quanto non interviene attivamente

4 - «La seule force vitale que nous pourrions admettre ne serait qu'une sorte de force législative, mais nullement exécutive. Pour résumer notre pensée, nous pourrions dire métaphoriquement: la force vitale dirige des phénomènes qu'elle ne produit pas; les agents physiques produisent des phénomènes qu'ils ne dirigent pas.» C. Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, Paris, Baillière et Fils, 1878, Reprint avec une préface de Georges Canguilhem, Paris: Vrin, 1966, p. 51.

2 - J. Monod, 1970, *Il caso e la necessità. Saggio sulla filosofia naturale della biologia contemporanea*, Mondadori, Milano. p. 68.

3 - J. Monod, *Il caso e la necessità*, op. cit. p. 72.

nei processi chimici, i quali sono invece soggetti a un rigido determinismo chimico-fisico, che si può studiare in modo rigoroso in laboratorio⁵.

Il potere di controllo e di regolazione è quindi distinto, separato, dal potere esecutivo, responsabile della produzione dei fenomeni vitali.

Quando si dice che in fondo nella biologia molecolare le proteine fanno tutto e gli acidi nucleici non fanno che trasportare il *messaggio ereditari* non siamo molto lontani da questo dualismo bernardiano.

Scriva Bernard: «L'organizzazione risulta da una combinazione di sostanze complesse che reagiscono le une con le altre. Per noi è la disposizione che dà origine alle proprietà immanenti della materia vivente, disposizione speciale e molto complessa, ma che obbedisce egualmente alle leggi chimiche generali del raggruppamento della materia. Le proprietà vitali non sono in realtà che le proprietà chimico-fisiche della materia organizzata»⁶.

Ma dunque, sembra chiedersi Bernard, percependo con chiarezza il paradosso, cosa assicura il mantenimento della forma, la continuità dell'organizzazione che determina le *proprietà vitali* a fronte del determinismo assoluto delle forze chimico-fisiche che caratterizzano la non-vita? Cosa assicura la *legalità interna*⁷? E la risposta la trova nella riproposta di un dualismo teorico di fondo, che separa le *condizioni chimico-fisiche* dalle *leggi morfogenetiche*.

«I fenomeni vitali hanno certo le loro condizioni chimico-fisiche rigorosamente determinate; ma allo stesso tempo essi si subordinano e si succedono in un concatenarsi e seguendo una legge fissata in precedenza: essi si ripetono eternamente, con ordine, regolarità, costanza, e si armonizzano, in vista di un risultato che consiste nell'organizzazione e nella crescita dell'individuo, animale e vegetale»⁸.

Riprendendo la formulazione di Bichat, Bernard afferma che «la vita è un conflitto» e le sue manifestazioni ri-

sultano dall'intervento di due fattori: le «leggi prestabilite», dovute all'atavismo, all'ereditarietà, che regolano i fenomeni nella loro successione, concerto e armonia, e le «condizioni chimico-fisiche» determinate che sono necessarie alla produzione dei fenomeni⁹. Se il fisiologo sperimentale può avere un controllo totale in laboratorio sulle «condizioni chimico-fisiche», egli non ha alcuna presa sulle leggi morfogenetiche, che sono il risultato dello «stato anteriore» dei sistemi biologici, trasmesso attraverso l'eredità. Per questo, conclude Claude Bernard, alcuni filosofi e fisiologi hanno potuto scrivere che la vita non è che ricordo: «io stesso ho scritto che il germe sembra conservare la memoria dell'organismo da cui deriva»¹⁰.

È quindi il germe a stabilire la *legalità interna*. «La vita è germe con il suo divenire e il germe è la vita», dirà con una formula pregnante Louis Pasteur, è il risultato di un impulso unico e unificante, che dirige tutte le attività verso un fine comune. L'unità formale è il risultato della successione e della riunione di parti in movimento in un tutto organico.

Qual è il progetto della vita, il fine dei sistemi biologici? si chiede Bernard e la risposta è: la permanenza dell'organizzazione e la crescita, lo sviluppo dell'individuo. Qual è il sogno di un batterio? si chiede François Jacob e

la risposta è: 'produrre due batteri', mantenerne la specificità e assicurare il futuro evolutivo della specie.

I due aspetti della vita non possono essere separati, morfologia e fenomenologia, forma e funzione, leggi morfogenetiche e determinismo chimico-fisico sono intrinsecamente legati e inseparabili: «Considerando la questione in modo assoluto, si deve dire che la vita non è né un principio né una risultante. Essa non è un principio, perché questo principio, in qualche modo dormente o in attesa, sarebbe incapace di agire da solo. La vita non è d'altro canto una risultante, in quanto le condizioni chimico-fisiche che presiedono alla sua manifestazione non saprebbero imprimere ad essa alcuna direzione, alcuna forma determinata ... Nessuno di questi due fattori, preso isolatamente, può spiegare la vita. La loro riunione è indispensabile. Di conseguenza, per noi la vita è un conflitto. Le sue manifestazioni risultano da una relazione stretta e armonica tra le *condizioni* e la *costituzione* dell'organismo»¹¹.

La vita è conflitto, è tensione, è lotta interiore. La dinamica è il risultato del conflitto fra principi opposti o semplicemente diversi, che devono integrarsi e creare un tutto *organico, armonico*.

La dinamica è il risultato di una tensione essenziale, contenuta *in nuce* nel

9 - Bernard, op. cit. p. 66.

10 - *ivi*.

11.- Bernard, op. cit., p. 344-345.

5 - «Riassumendo, noi reclamiamo l'universalità del principio del determinismo fisiologico nell'organismo vivente, ed esprimeremo il nostro pensiero nel modo seguente: 1° Ci sono delle condizioni materiali determinate che regolano la comparsa dei fenomeni vitali; 2° Ci sono delle leggi prestabilite che ne regolano l'ordine e la forma», Bernard, op. cit. p. 63. Questa stessa tematica è sviluppata da Claude Bernard nel *Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France*, Paris, 1867.

6 - C. Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, Paris, Baillière et Fils, 1878, Reprint avec une préface de Georges Canguilhem, Paris: Vrin, 1966, p. 32.

7 - Il principio della legalità interna resta un'eredità importante nella biologia successiva. Parlando della evoluzione, in una lettera a J. Bronowski del marzo del 1968, Monod scriveva che «troppa enfasi è stata posta nella "fitness to the environment" quando la pressione selettiva più costante e certamente la più forte è esercitata dall'organismo "fittine to itself". Scommetterei che il 99 per cento o più delle alterazioni genetiche sono in primo luogo testate per la loro compatibilità con il resto del piano genetico». Il rispetto della legalità interna, come avrebbe detto Claude Bernard, è condizione essenziale per la realizzazione del 'piano organico' o genetico, come si dice nell'era mendeliana.

8 - Bernard, op. cit. p. 51.

germe che produce l'organizzazione. La vita esisterà sino a quando questa tensione essenziale sarà presente.

Una delle conseguenze culturali più importanti di questa *filosofia biologica* consiste nella necessità di accettare l'inevitabile carattere dicotomico dei fenomeni della vita, la costante presenza di tensioni, costruttive e dinamiche, e quindi sostanzialmente positive. Fra queste la dicotomia irrisolvibile fra *costituzione dell'organismo*, programma diremmo oggi, e *condizioni di realizzazione* di questo programma costituisce ancora oggi uno dei nodi teorici più rilevanti della scienza.

È in questo contesto che si muove la riflessione teorica e filosofica di Jacques Monod, la sua distinzione fra determinismo chimico-fisico e progetto, fra *finalità teleomatiche*, di natura chimico-fisica, rispondenti alle leggi termodinamiche, e *finalità teleonomiche* che dipendono dalla natura dei progetti contenuti nei sistemi viventi. Nei sistemi viventi, e solo nei sistemi viventi, ci sono due tipi di finalità, due tipi di *leggi*, che sono sempre necessariamente insieme, ma ontologicamente distinte.

Una "filosofia naturale" della biologica contemporanea

Confrontato con il risultati della sua scienza, Jacques Monod sente il bisogno di riferimenti filosofici. È per questo che il suo libro *Il caso e la necessità* porta il sottotitolo *Saggio sulla filosofia naturale della biologia contemporanea*, un titolo dal sapore

largamente anacronistico, in quanto la filosofia della natura aveva dominato il Settecento francese ed il primo Ottocento tedesco. Ma *filosofia naturale* significa per lui solo una filosofia basata sulla conoscenza della natura, più esattamente la biologia contemporanea. È stato detto da più parti che i riferimenti filosofici di Monod sono affrettati e contraddittori. L'analisi dei documenti personali conservati nel Fonds Jacques Monod, negli Archives de l'Institut Pasteur, sembrano confermare questa impressione. Monod acquisisce libri di filosofia *dopo* aver realizzato la più gran parte delle sue ricerche e sembra andare alla ricerca di qualcosa che sa già, e alla quale vuole dare una veste filosofica appropriata. Egli fa, per usare un termine caro a Jacob, del *bricolage filosofico*, pescando un po' a caso i riferimenti filosofici, alcuni dei quali risulteranno errati o male interpretati, ma che gli sembrano fornire un riferimento filosofico adeguato alle idee che la sua scienza gli propone.

Il percorso di elaborazione del libro *Il caso e la necessità*, percorso durato circa una decina di anni, sembra indicare un passaggio lento e graduale da una sistemazione teorica di nuove scoperte scientifiche a una visione filosofica ed etica.

A partire dai primi anni sessanta, ed in forma più sporadica già in alcuni quaderni di appunti degli anni cinquanta, Monod aveva cominciato a interrogarsi sui problemi generali posti

dallo sviluppo della scienza e della biologia in particolare. Le teorie sulla regolazione genetica, sul codice genetico, il modello dell'operone, le interazioni allosteriche erano state per la biologia quasi una rivelazione, a causa della profonda carica innovativa. I segreti della vita sembravano finalmente svelati. Di fronte a un tale cambiamento della concezione della vita, dell'evoluzione e dunque dell'uomo, Monod sentì il dover di ripensare la scienza nell'insieme della cultura moderna. «La modestia si addice allo scienziato, non alle idee che sono in lui e che egli *ha il dovere* di difendere»¹². Lo scienziato ha il dovere etico di estendere il campo di azione della scienza per tirarne tutte le possibili conseguenze di ordine generale.

Lungamente maturate, queste preoccupazioni, queste riflessioni si concretizzarono in parte nella lezione inaugurale della cattedra di biologia molecolare al Collège de France nel novembre del 1967¹³, in una serie di conferenze tenute nel febbraio del 1969 negli Stati Uniti (le *Robbins Lectures*)¹⁴, nel corso al Collège de France dell'anno 1969-70 e soprattutto nel libro *Il caso e la necessità*, pubblicato nel 1970¹⁵.

Scritto in gran parte per cercare di ri-

assumere ciò che Monod pensava di avere compreso della scienza, per cercare delle relazioni fra l'approccio scientifico e l'approccio umanistico al senso dell'uomo, che tra l'altro lo avevano portato a prendere parte attiva alle attività del "Centro Royaumont per una scienza dell'uomo", questo libro è una difesa della scienza, del suo capacità conoscitiva, del valore generale delle idee che la animano.

Considerato spesso solo una esposizione didattica delle conquiste della biologia molecolare oppure, al contrario, un tentativo maldestro di invasione di un territorio sconosciuto, questo saggio di *filosofia naturale* è un tentativo, sviluppato con una logica rigorosa e una profonda passione, di riproporre il problema esistenziale dell'uomo a partire dai dati e dall'esperienza scientifica¹⁶. La scienza è una indagine sulla natura del mondo fisico e il mondo fisico include il cervello umano, il comportamento umano e la società umana¹⁷. Lo scienziato ha il dovere di spingere al loro limite le conclusioni che la scienza autorizza per poterne comprendere il significato pieno. E questo tema è centrale nell'opera di Monod, anche in quella più propriamente scientifica. Si è cercato spesso di mettere il rilie-

12 - J. Monod, *Il caso e la necessità*, op. cit. p. 13.

13 - J. Monod, *De la biologie moléculaire à l'éthique de la connaissance*, op. cit.

14 - J. Monod, *Robbins Lectures*, delivered at the Pomona College, Claremont California, manuscrit, 1969; manoscritto e trascrizione delle conferenze, Archives de l'Institut Pasteur, Fondo Monod.

15 - J. Monod, *Il caso e la necessità*, op. cit.

16 - J. Monod, "Notes de bas de page ...", *Prospective et Santé*, 1, 1977, p. 12.

17 - J. Monod, "Notes de bas de page", op. cit., p.11.

vo i contributi scientifici di Monod gettando un velo di cortesia sulle sue “ingenuità” filosofiche, operando una rigida separazione fra “contenuto scientifico” e sua “utilizzazione filosofica”. Ma questa separazione, soprattutto nel caso di Monod, è profondamente sbagliata, perché senza il legame caratteristico fra idee scientifiche, etiche e filosofiche, non è possibile comprendere le ragioni e le radici profonde delle sue scelte teoriche. Risulta invece importante chiedersi cosa abbia spinto Jacques Monod a scrivere questo libro, questo tipo di libro, specie se si considera che egli aveva completamente scritto e mai pubblicato altri due libri, di contenuto chiaramente scientifico.

Il libro di Monod è stato un *best-seller* in molti Paesi e ci si può interrogare sulle ragioni profonde di questo successo, che non può essere attribuito solo alla chiarezza con la quale Monod riassume le conquiste straordinarie della biologia molecolare. Piuttosto esse vanno ricercate nello sforzo, portato sino in fondo da Monod con il suo abituale coraggio intellettuale, di estrarre da queste conquiste il loro valore profondo, di illustrare i cambiamenti che esse producono nella cultura, nella concezione della vita e nell'uomo. Il valore letterario del testo, la suggestione della scrittura, la forza del ragionamento, l'abili-

tà di portare il lettore di fronte a panorami abissali hanno certamente contribuito ad aumentarne la presa. Con questo testo, Monod dava voce e coscienza alle idee che la maggior parte dei biologi molecolari consideravano essenziali, come indica chiaramente la frase di Crick citata all'inizio.

Scienza, evoluzione e cultura

La presenza di un progetto e dunque di meccanismi di regolazione conduce necessariamente al problema dell'evoluzione. La selezione naturale agisce in effetti su variazioni accidentali di una struttura già dotata di invarianza, capace quindi di conservare queste variazioni, di inglobare il caso nella sua struttura. L'accidente singolare di una mutazione, dovuta al caso puro, nel senso che il suo effetto è indipendente dalle cause che l'hanno prodotta, entra nel mondo della necessità, «delle certezze più implacabili»¹⁸. Per la stessa natura di questi meccanismi l'evoluzione costruisce degli oggetti che sono unici, risultati del gioco tra caso e necessità. Ogni organismo rappresenta una combinazione unica di informazioni genetiche, l'ultimo anello di una catena di avvenimenti unici lunga quattro miliardi d'anni di evoluzione. Il caso e la necessità, cioè la selezione naturale, sono alla base del prodigioso edificio dell'evoluzione biologica.

L'enigma più importante, una volta

accettata la teoria dell'evoluzione per selezione naturale di sistemi dotati di progetto, diventa l'origine della vita. In una conferenza ai *Rencontres internationales de Genève* del 1965 Monod affermava coerentemente :

«L'invenzione non tanto delle idee – dato che certamente anche gli animali hanno delle idee – ma dei mezzi per comunicarle con precisione, è certamente l'appannaggio della specie umana: si tratta di un avvenimento straordinario dell'evoluzione. Ma questo avvenimento non costituisce una discontinuità e non pone, dal punto di vista dell'evoluzione, un problema più difficile, per esempio, dell'origine degli uccelli o dei vertebrati tetrapodi. In effetti, questo problema appare infinitamente meno difficile di quello dell'origine delle prime strutture viventi stesse (p. 8)».

E in una lettera a J. Bronowski del 1968 Monod scriveva: «In altre parole, dei due paradossi di base, l'emergenza e la teleonomia, il secondo è di gran lunga il più difficile da risolvere». Esistenza di *oggetti dotati di fine* è quindi l'enigma scientifico e filosofico centrale ed è in questo contesto che il gioco fra il caso e la necessità trova il suo campo di applicazione.

Di qui il titolo del libro scritto da Monod, che viene attribuito a una citazione di Democrito, che per la verità non si ritrova nei testi filosofici greci e che probabilmente è il frutto esclusivo del pensiero originale di Jacques Monod:

«Tutto ciò che esiste nell'universo è il frutto del caso e della necessità». Questa conclusione è per Monod la quintessenza della teoria molecolare del codice e delle idee sulla regolazione cellulare e sull'evoluzione. «Il caso è captato, conservato e riprodotto dal meccanismo dell'invarianza e trasformato in regole, ordine, necessità¹⁹». Il caso solamente è la fonte di ogni novità, «alla radice stessa del prodigioso edificio dell'evoluzione²⁰». Il rumore introdotto nel meccanismo perfetto della riproduzione invariante, il rumore conservato con la musica è all'origine del nostro universo e della nostra vita. «L'universo è pieno solo di rumori. L'uomo, per sua scelta, ne compone a sua immagine una musica di cui si meraviglia»²¹. Questa frase è attribuita al filosofo scozzese James McGregor, inventata da Monod per i momenti di voli teorici arditi, associando il cognome da ragazza di sua madre al nome inglese corrispondente a Jacques per ottenere ancora le iniziali J.M.

L'uomo è il solo essere naturale ad appartenere contemporaneamente a due regni, la *biosfera* e il *regno delle idee*, il solo a conoscere la sua posizione e il suo destino. Il sentimento di alienazione nei confronti della cultura scientifica, che connota diverse tendenze filosofiche del Novecento e che fa da alimento alla irrazionalità che circola nelle nostre società, è per Monod provocato dalla coscienza che l'uomo ha acquisi-

19 - J. Monod, *Il caso e la necessità*, op. cit. p. 85.

20 - J. Monod, *Il caso e la necessità*, op. cit. p. 96

21 - J. Monod, *De la biologie moléculaire à l'éthique de la connaissance*, op. cit. p. 22.

18 - Questa visione deterministica della selezione naturale, che agisce in «un campo di necessità rigorose da cui il caso è bandito» (p. 99), non corrisponde appieno alla teoria dell'evoluzione, che non considera caso e necessità due aspetti separati, perché «la selezione naturale li unisce in un unico processo creativo», come scrive il genetista evoluzionista T. Dobzhansky nella recensione al libro di Monod.

to, soprattutto grazie alla conoscenza scientifica, di essere solo nell'universo. Questo provoca l'angoscia esistenziale e i sentimenti di timore nei confronti di qualche prodotto tecnologico dello sviluppo scientifico – la bomba atomica, la distruzione della natura, l'inquinamento chimico – nascondono un sentimento più profondo: «È al messaggio essenziale della scienza che è rivolto il rifiuto», perché l'uomo si trova ormai ai margini di un universo «sordo alla sua musica, indifferente alle sue speranze come alle sue sofferenze o ai suoi crimini»²². L'uomo moderno si rivolta contro la scienza quando misura il suo terribile potere di distruzione, non soltanto dei corpi, ma dell'anima stessa. E il male dell'anima «è il più profondo di tutti». Tutto ciò può sembrare assurdo, ma come dice McGregor-Monod, ricordandosi del sistema lattosio e delle induzioni gratuite, «ogni conquista della scienza è una vittoria dell'assurdo»²³. Come molti altri intellettuali prima di lui, artisti, musicisti, scrittori, Jacques Monod sentiva la necessità di confrontarsi con il problema tradizionale della ragione stessa dell'esistenza dell'uomo. Il *Faust* di Goethe, il teatro

di Camus, la musica della *Creazione* di Haydn o della *Ottava Sinfonia* di Mahler, con la giustapposizione tragica tra l'inno *Veni, creator spiritus* e la conclusione dello stesso *Faust*: tutte opere che si ponevano la stessa questione alla quale Monod avrebbe voluto rispondere.

Criteri di verità e criteri di valore

Nelle ultime pagine del libro Monod affronta il più difficile dei problemi, i rapporti tra etica e conoscenza, pagine tormentate, che egli considerava provvisorie²⁴ e nelle quali non dà soluzioni, ma solleva dei problemi. Il punto di partenza è il «postulato di oggettività», l'esclusione di ogni interpretazione che faccia uso di cause finali, e la conoscenza oggettiva non viene definita ontologicamente, ma metodologicamente, come la forma di conoscenza che non viola il postulato di oggettività e quindi non spiega i fenomeni naturali con le cause finali, con l'esistenza di progetti. Si tratta di un principio metodologico, della «pie-tra angolare del metodo scientifico»²⁵. Per Monod costruire un sistema di conoscenza a partire da un postulato è

una scelta, più esattamente una scelta etica. «Accettare il postulato di oggettività significa dunque enunciare la proposizione di base di un'etica: l'etica della conoscenza. Nell'etica della conoscenza, la scelta etica di un valore primitivo fonda la conoscenza»²⁶. Nella scienza non si applicano solo 'giudizi di verità' nella valutazione di un teorema, di un esperimento, di un'analisi deduttiva, si applicano anche 'criteri di valori', che sono anzi alla base stessa dell'edificio della scienza. La scienza è il risultato della tensione tipica dell'uomo, iscritta nella sua natura biologica e storica, che lo spinge al conoscere e crea l'angoscia esistenziale, che a sua volta spinge a cercare un senso all'esistenza. Si tratta della stessa situazione esistenziale che il suo amico e ispiratore Albert Camus aveva saputo leggere nel mito classico di Sisifo, l'eroe condannato dagli dei a trasportare in cima a una montagna una pesante roccia che ricadeva ogni volta inesorabilmente a valle. Una parte di questo testo era stata posta da Monod come frontespizio de *Il caso e la necessità*, e parla di un Sisifo che si muove in una «fedeltà superiore che nega gli dei e solleva i macigni». Anche questo universo ormai senza padrone – continua Camus – non gli appare né sterile né futile. Ogni granello di questa pietra, ogni bagliore minerale

di questa montagna ammantata di notte forma da solo un mondo. La lotta stessa verso le cime basta a riempire un cuore di un uomo. Bisogna immaginare Sisifo felice.

Il moderno Sisifo è lo scienziato, asceticamente dedito alla costruzione della conoscenza oggettiva, sottoposto solo alla «fedeltà superiore che nega gli dei e solleva i macigni». Queste riflessioni propongono un sistema di valori apertamente esistenziali, che si potrebbe definire un *esistenzialismo scientifico* (Monod stesso lo definisce in questo modo)²⁷, che è molto vicino all'esistenzialismo filosofico e letterario francese, con la sola e importante differenza che la scienza considera non solamente possibile ma necessaria la comunicazione tra il mondo della conoscenza e il mondo dei valori. Lo scopo essenziale del suo operare è per Monod stabilire «un legame logico fra i due campi»²⁸. *Il caso e la necessità* è l'esposizione della *Weltanschauung* di Monod, che vede nella conoscenza stessa il solo scopo, il valore supremo dell'uomo. Si tratta dell'enunciazione schematica di un nuovo idealismo, «che non contraddice in niente il rigido meccanicista che non posso impedirmi di restare»²⁹. □

26 - p. 141 "La scienza è innanzitutto una attitudine morale" (*Atomes*, 1969, p. 486).

27 - In una lettera a J. Bronowski del 22 marzo 1968 (Archives de l'Institut Pasteur).

28 - J. Monod, "Notes de bas de page", op. cit. p. 20.

29 - "Lettera a R. Hainard del 14.9.1965", Archives de l'Institut Pasteur, Fondo Monod.

22 - J. Monod, *Il caso e la necessità*, op. cit. p. 138.

23 - J. Monod, *De la biologie moléculaire à l'éthique de la connaissance*, op. cit. La prima versione manoscritta di questo motto recava la firma "ignoto", e la parola "scoperta" al posto di "conquista".

24 - J. Monod, *Notes de bas de page*, op. cit. p. 20.

25 - J. Monod, *Il caso e la necessità*, op. cit. p. 29. L'uso dei termini carichi di significato filosofico è in Monod alquanto personale, non rispondente alle problematiche tradizionali. In questo caso il termine non è usato in opposizione a soggettivo, ma solo in negativo come esclusione di ogni principio teleologico, ed è quindi simile al concetto di "criterio di demarcazione", come definito da Karl Popper, che Monod conosceva bene, avendo tra l'altro scritto la prefazione all'edizione francese della *Logica della scoperta scientifica*. Comunque l'uso del termine "oggettività" era molto ambiguo, tanto che Monod affermò: «se dovessi riscrivere il libro userei qualche altra parola. Le parole sono importanti» (Studies, p. 357).

Mass media e scienza: un rapporto complesso

di *Gianna Milano*

Gli anni novanta hanno visto crescere a dismisura le tensioni nell'intricato rapporto tra il mondo della scienza e quello dei mass media. Il ruolo dei media è stato messo in discussione più volte da un pubblico sensibile alle implicazioni etiche e sociali della scienza. E in dubbio è stata messa la credibilità stessa degli scienziati, del metodo scientifico e delle istituzioni, come ha esemplificato il "caso Di Bella". E dal momento che giornalisti e scienziati dipendono gli uni dagli altri nel difficile compito di informare e orientare l'opinione pubblica sul significato degli obiettivi raggiunti dalla scienza e dalla medicina, queste tensioni sembrano destinate ad aumentare, coinvolgendo il pubblico in controversie in cui correttezza, obiettività e attendibilità dell'informazione si intrecciano inevitabilmente con principi e valori etici. Quei valori etici cui gli stessi scienziati sono chiamati a diventare più sensibili, ha scritto John Ziman.¹

Le tensioni nella complessa relazione tra scienza e media sono diventate man mano più forti. Come ha fatto notare John Turney, esperto di comunicazione dell'University College di Londra, vi è stato un graduale rifiuto

della tendenza di un tempo a considerare la scienza come una verità rivelata e si è diffuso invece un atteggiamento ambivalente di fiducia verso la competenza della scienza e i suoi esponenti e di sfiducia assieme². Una diffidenza basata non sempre su stati d'animo ma su eventi precisi, dalla vicenda della mucca pazza alla clonazione. Vicende che si fondano, come nel primo caso, su paure reali, oppure su timori irrazionali, come nel secondo. L'impatto della ricerca scientifica sulla vita quotidiana è una realtà consolidata ormai. Le "scoperte" si susseguono a ritmo serrato (questa è la sensazione che si ha leggendo i giornali e guardando i notiziari Tv), e le meraviglie della scienza ci sommergono.

Gli scienziati e i mass media hanno oggi un ruolo decisivo nella comunicazione scientifica. Ma come dovrebbe essere una corretta informazione nel campo della scienza? E come trasmettere al vasto pubblico la mentalità scientifica, la sua metodologia e l'atteggiamento critico che la caratterizza? Attraverso quali fonti? E come scegliere quelle più attendibili e al di sopra delle parti? Problema quest'ulti-

mo non da poco per un giornalista che si appresti a diffondere/divulgare oggi un risultato scientifico. Un'interazione problematica quella tra i protagonisti dell'informazione scientifica (il pubblico, i giornalisti, e gli scienziati) che comporta una serie di rischi: semplificazioni esasperate; omissione delle posizioni sfumate, dubitative, incerte, proprie del percorso scientifico, che si fonda sulla formulazione di un'ipotesi, e la verifica e conferma o confutazione della medesima. E qui entra in gioco la complessa dinamica dei rapporti tra giornalisti e scienziati: diffidenza, disistima, timore di non essere capiti o fraintesi di questi ultimi; superficialità, tempi stretti, e linguaggio ed esigenze diverse dei primi.

Per i media, cui spetta il compito di trasferire le conoscenze del mondo della scienza e contribuire a chiarire gli obiettivi raggiunti dalla ricerca scientifica la difficoltà della comunicazione è indubbiamente aumentata dal fatto oggettivo di rivolgersi a un pubblico vasto ed eterogeneo. Un pubblico, questo va detto, che nel nostro Paese ha una scarsa educazione scientifica: la scuola che dovrebbe essere protagonista nel processo di diffusione della scienza e della mentalità scientifica non ha avuto finora un ruolo formativo. Non solo. I giornali devono consumare la notizia nel breve tempo, nello spazio di un articolo, spesso enfatizzando gli aspetti che si ritengono di più immediata fruibilità da parte del cosiddetto "lettore medio", tralasciando quelli più importanti, e privilegian-

do l'effetto e la spettacolarità.

«È chiaro che il giornalismo scientifico ha le sue leggi che gli derivano direttamente dall'essere parte della più ampia impresa della comunicazione di massa, con le sue esigenze, i suoi riti, i suoi tic... In un certo senso giornalismo e scienza sono antitetici: la scienza avanza lentamente, per piccoli progressi quotidiani, ciascuno di essi ha di per sé, a parte rare eccezioni, una grande rilevanza; i media hanno invece bisogno di strillare e sbandierare le grandi novità. I veri progressi della scienza sono quelli che non danno luogo a nessuna applicazione immediata, ma ne generano negli anni una grande cascata. I media inseguono gli eventi che hanno un'immediata ricaduta, falsando così tutti i valori. La scienza, la vera scienza, è cauta.

I media vivono di conclusioni affrettate e di iperboli. E di insinuazioni... I peggiori nemici della scienza sono l'apriorismo e l'ideologia. I media hanno sempre qualcosa da vendere e da contrabbandare come certezza» scrive Edoardo Boncinelli, nel volume *La Comunicazione della Scienza* (Atti del I e II Convegno nazionale della Sissa). La scienza è molto più di un corpo di conoscenze, è un modo di pensare. Ci invita a tener conto dei fatti anche quando non si conciliano con i nostri preconetti. Ci esorta a mantenere un delicato equilibrio tra un'apertura senza restrizioni a nuove idee e l'esame rigoroso di qualsiasi proposta: sia delle nuove idee sia del sapere stabilito. Ci deve far diffidare di evidenze ane-

1 - J. Ziman, *Public Knowledge, An Essay concerning the Social Dimension of Science*, Cambridge University Press, 1974.

2 - J. Turney, "Public understanding of science", *Lancet* 1996; 347:1087-90.

dottiche, di affermazioni passionali che non si basano sul metodo scientifico: altrimenti si rischia di non distinguere tra scienza e pseudoscienza. E, come sottolinea Boncinelli, nel nostro Paese «dove è assente una mentalità laica e tutti si sforzano di fare nuovi proseliti, per marciare insieme a loro contro qualcun altro» questo rischio è molto grande.

Il pensiero scientifico, che è strumento essenziale anche per una democrazia in continua evoluzione, non ha nulla a che vedere con la costruzione di miti di facile presa, che trovano un terreno fertile nelle emozioni e nell'irrazionalità, come esemplifica la vicenda del "caso Di Bella" e della sua terapia anti-cancro, diventata terreno di scontro ideologico, istituzionale e politico. Poco, o nulla, si tenne conto, in quei mesi di chiassose polemiche da parte di certi organi di informazione, della disperazione di malati di cancro e dei loro familiari disposti ad attraversare anche la più precaria passerella di salvataggio. Il *progresso scientifico* più che sui fatti si basa sull'incertezza, parte integrante della scienza, e non su verità svelate. Ma la gestione e la consapevolezza di questa incertezza diventa particolarmente problematica per gli attori dell'informazione scientifica (gli scienziati, i giornalisti e il pubblico) quando complessità, ambiguità e controversie sono le manifestazioni più visibili. La maggior parte delle "scoperte", come ammettono gli stessi scienziati, sono spesso se non erronee, incerte,

ma non è questa l'impressione che se ne ricava dal modo con cui vengono presentate. Un esempio è il tono "miracolistico" che caratterizza ogni notizia che riguarda le famose cellule staminali, progenitrici di ogni altra cellula dell'organismo, e "vendute" come capaci di tutto, perfino di combattere l'invecchiamento. Certo sarebbe importante per gli scienziati che si muovono sul terreno dell'incertezza trovare un punto di incontro con i giornalisti nell'arena dell'informazione, affinché sia il più possibile corretta, attendibile e obiettiva. La scienza, come tutte le attività umane, è fallibile e procede per tentativi ed errori. Scambiare per "verità scientifiche" quelli che sono in realtà i tasselli alla base del progredire (non necessariamente intenzionale) delle conoscenze scientifiche non dovrebbe essere ammissibile.

Ma come raggiungere questo obiettivo? Succede che se un giornalista mantiene nel suo articolo un tono moderato ed esprime il dovuto senso di incertezza, il caporedattore che lo legge d'istinto e d'autorità smussa quei *caveat* che, a suo parere, indeboliscono la storia. I titoli fanno il resto. Spesso, senza molte riflessioni, cancellano con un colpo di spugna ogni giudizio critico. Tutto questo fa parte dei "vizi" dell'informazione, sia essa scientifica e non.

L'obbligo di comunicare

Gli scienziati sono usciti dalla proverbiale torre di avorio in cui sono rimasti chiusi negli anni dell'era accademica

della scienza, quando la comunicazione al pubblico non era percepita come necessaria. La scienza accademica, osserva Ziman, era altamente individualistica. La spinta al cambiamento nell'era della scienza «industriale» è stata forte. Dall'informazione tempestiva dei risultati raggiunti possono derivare non solo "notorietà" e "visibilità", ma anche vantaggi in termini di finanziamenti per la ricerca. «Non stupisce quindi se gli scienziati oggi sembrano occuparsi (e preoccuparsi) molto dell'immagine che viene offerta di loro attraverso i media, e sembrano meno disposti alle critiche che i giornalisti, più attenti alle implicazioni etiche e sociali della ricerca, possono muovere loro. Per questo la tensione tra gli uni e gli altri è destinata a crescere» ha scritto la sociologa americana Dorothy Nelkin, che è sempre stata un'attenta osservatrice della qualità della comunicazione scientifica.³

Mai come in questi ultimi vent'anni gli uni, gli scienziati, sembrano dipendere tanto dagli altri, i giornalisti. E mai come in questi ultimi vent'anni la loro interazione o, meglio, la loro interdipendenza ha creato tanta preoccupazione e ha sollevato tanti dilemmi etici. In mezzo, infatti, alla problematica relazione fra i due protagonisti, i media e la scienza, vi sono le persone che fruiscono dell'informazione scientifica attraverso la stampa, la ra-

dio e la televisione. Un pubblico che la comunità scientifica ha avvicinato sempre più a sé, trasmettendo un'immagine positiva della scienza: certamente risolutiva e comunque capace di esercitare un controllo sulla vita. «L'assenza di linee guida etiche chiaramente articolate, che regolino il complesso rapporto tra media e scienza, ha finito per creare contraddizioni all'interno della stessa comunità scientifica e dilemmi per i singoli scienziati» ha scritto sempre Dorothy Nelkin.⁴

Comunicare è diventato per i ricercatori un obbligo. Cosa che prima non accadeva. «Uno scienziato, un tempo, poteva tranquillamente affermare: avere a che fare con la stampa non fa parte dei miei compiti. E questo non nuoceva al suo lavoro o alla sua carriera. Oggi non è più così. Il rendere pubblico ciò che la ricerca scientifica va scoprendo è diventata una parte integrante della responsabilità professionale di uno scienziato» ha scritto Rae Goodell, che si occupa di programmi di scrittura al Massachusetts Institute of Technology (Mit)⁵. Nella nuova era dello sviluppo scientifico, definita da Ziman *post-accademica*, la comunicazione scientifica è divenuta una priorità: riconosciuta dai ricercatori che, usciti dalle torri di avorio, sono consapevoli dell'importanza di divulgare le loro conoscenze e di

3 - D. Nelkin, "An Uneasy Relationship: the Tensions Between medicine and the Media", *Lancet* 1996;347:1600-03.

4 - D. Nelkin, *Selling Science: how the Press Covers Science and Technology*, New York, W.H. Freeman, 1995.

5 - R. Goodell, *Scientists and Journalists: Reporting Science as News*, edited by S. Friedman, S. Dunwoody and C. Rogers (Washington, DC: AAAS, 1986).

rendere pubblico il loro lavoro («Il sistema di comunicazione è l'istituzione sociale fondamentale della scienza» ha scritto Ziman); attuata da un numero crescente di giornalisti specializzati e di pagine dedicate all'informazione scientifica; richiesta da un pubblico che sente la necessità di un'informazione puntuale e corretta in questo ambito.

Se per lo scienziato uscire allo scoperto e rendere pubblici i suoi risultati significa contribuire «alla costruzione di un consenso razionale il più vasto possibile» scrive sempre Ziman. La crescente domanda di informazione scientifica da parte del pubblico è espressione sia di aspettative sia di timori sull'impatto che scienza e tecnologie possono avere su individui e ambiente. Un impatto vissuto come sempre più potente e imprevedibile. E questi sentimenti di «speranza» e di «paura» sono spesso alimentati dai media in modo acritico, basti pensare a tutte le cure per il cancro, alle terapie geniche, alle staminali e agli Ogm. Nell'era della scienza *post-accademica* il rapporto tra media e mondo della scienza è diventato più intenso, ma anche più problematico. I giornalisti e gli scienziati, due professioni in rapida evoluzione, sono spinti nel divulgare da interessi, pressioni, carriere del tutto diversi: i «casi scientifici» possono venire promossi per motivazioni differenti, «clamore» per i media e «visibilità» per i ricercatori. Un esempio tra i molti: l'effetto serra. Se da una parte il pubblico, che nutre

sempre maggiori aspettative nella scienza, vuole essere informato, coinvolto, guidato verso scelte consapevoli, dall'altra gli scienziati vogliono avere sempre maggiore visibilità (articoli pubblicati e citazioni).

In questa nuova era *post-accademica* le decisioni rilevanti per lo sviluppo della conoscenza scientifica vengono prese sempre più dalla comunità scientifica. E il sistema della comunicazione della scienza, che avviene attraverso mille canali diversi, si propone (pone) come un problema politico di accesso democratico alle novità che dell'impresa scientifica e delle sue applicazioni che toccano da vicino ciascuno di noi. Anche se l'estrema specializzazione della ricerca può rendere difficile l'accesso e la comprensione degli ultimi sviluppi della scienza (la biologia molecolare è un esempio), essi devono essere resi il più possibile pubblici e chiariti nei loro significati, evitando le semplificazioni eccessive (c'è un gene per spiegare ogni cosa e risolvere ogni malattia) e le banalizzazioni.

Gli «errori» da evitare

L'interazione tra scienza, media e pubblico dovrebbe prevedere una serie di regole che consentano di proteggere la vulnerabilità di questo complesso universo. Ma è difficile dare un contenuto a dichiarazioni di principio che siano valide per tutti e siano in grado di conciliare le esigenze di tutti. Infine, che non scontentino da una parte gli scienziati, abituati a control-

lare la quantità e la qualità delle informazioni che circolano nel mondo della scienza attraverso organi di supervisione (*peer review*) e pubblicazioni su riviste specializzate, e dall'altra i giornalisti che spesso mancano degli strumenti per capire o valutare e che per mancanza di tempo, pigrizia o arroganza omettono di approfondire.

Qual è il ruolo della comunità scientifica nel dare forma alle notizie che la riguardano? Spesso gli scienziati sentono inefficaci i loro sforzi per prevenire o correggere gli «errori» della stampa. Ma ci sono una serie di trappole in cui gli stessi scienziati non dovrebbero cadere. «Già questo servirebbe a migliorare la qualità dell'informazione scientifica. Alcune delle critiche rivolte dagli scienziati a chi scrive di scienza sono valide e riflettono le preoccupazioni degli stessi giornalisti scientifici» scrive Rae Goodell⁶.

Per esempio, presentare con clamore e sempre come «grandi scoperte» le notizie che riguardano la salute, portando fuori strada sul reale potenziale della scoperta, è eticamente discutibile. Si enfatizzano, infatti, le eventuali ricadute nella pratica medica. Si sottolinea l'eccezionalità dei risultati ottenuti, puntando soprattutto sull'emotività di chi legge o di chi ascolta. Si gioca sull'effetto, insomma, proponendo ciò che in realtà rappresenta un piccolo passo avanti, ovvero un minuscolo tassello in un mosaico co-

me un «trionfo» della medicina.

Se questi «vizi» della divulgazione scientifica sono da ritenersi di per sé eticamente gravi, essi lo diventano ancor di più se l'argomento trattato riguarda il cancro, una malattia che suscita grandi paure assieme a forti emozioni. Non a caso ogni notizia che riguarda il tumore, ogni progresso verso la sconfitta del male del secolo, gode sui mass media di precedenza assoluta, conquistandosi le prime pagine dei giornali ed entrando nei titoli di testa di radio e telegiornali. I toni sono di solito trionfalistici. Si tende a fare dell'informazione scientifica spettacolo. Perché non dare altrettanta attenzione, per esempio, alla prevenzione?⁷ I toni sensazionalistici privilegiano negli ultimi tempi soprattutto la genetica, non passa giorno che i giornali non proponano geni responsabili di comportamenti che vanno dalla timidezza, alla gelosia, alla omosessualità, all'intelligenza. C'è, apparentemente, un gene per spiegare tutto. E colpisce il semplicismo con cui in modo deterministico si abbinano geni a comportamenti, senza proporre riflessioni, anche solo a margine, sul ruolo dell'ambiente. D'altra parte, le metafore della biologia molecolare sono accattivanti per il vasto pubblico. Parlano dei geni, quali unità fondamentali della vita, che possono essere «modificati», «riparati», «sostituiti» grazie alla manipolazione di

6 - R. Goodell, «Problems with the Press: Who's Responsible?», *Bioscience*, March 1985.

7 - P. Vineis, *Prima della malattia, per un'etica della prevenzione*, Venezia, Marsilio, 1997.

abili bioingegneri. Il genoma umano, il dogma centrale del flusso unidirezionale dal Dna alle proteine, lo si chiama "Santo Graal", "Il Libro dei libri", come la Bibbia. Il genoma è una sorta di dizionario, di libreria cui accedere per pescare le pagine (le sequenze), le parole (i singoli geni) che occorrono e tradurle. Una volta che un gene viene "localizzato" e "tradotto", lo si può cambiare, come si fa con un pezzo di ricambio. Un lessico con una potenza concettuale e retorica che ha contribuito alla fortuna e al destino della genetica in questo fine secolo. Sono stati gli stessi genetisti che a partire dagli anni sessanta hanno alimentato queste immagini di facile presa, «questi fatti di natura», come scrive la storica della scienza Evelyn Fox Keller, per farli diventare «fatti di cultura». E i media hanno fatto da volano a questo processo.

Qualità contro quantità

La scienza dovrebbe essere parte integrante della nostra cultura. Informarsi per salvaguardare la salute dovrebbe essere, per esempio, un dovere, una sorta di disciplina cui dedicarsi non solo in maniera occasionale. Un esercizio quotidiano per acquisire consapevolezza, per imparare a porre nella giusta prospettiva i fatti e per impadronirsi degli strumenti (concettuali e di metodo) per valutare una notizia. Il problema, tuttavia, è *come* e *dove* informarsi. Ci si può af-

fidare ai mezzi di comunicazione per acquisire informazioni attendibili e oggettive? «Il più delle volte le persone non ricevono dai media gli strumenti critici per capire o per orizzontarsi e prendere decisioni consapevoli. Eppure noi dipendiamo dai media per le informazioni scientifiche e qualità professionale ed etica dovrebbero essere assicurate su entrambi i fronti: scienza e media» ha affermato Dorothy Nelkin⁸. La copertura dei mezzi di comunicazione per la scienza non è mai stata tanto attenta e solerte come in questi ultimi anni. E la qualità? La copertura delle notizie scientifiche da parte dei media è stata valutata come scarsamente accurata da svariate ricerche.

Sono proliferati negli ultimi vent'anni gli inserti speciali nei principali giornali dedicati alla scienza e alla medicina, e così anche le riviste scientifiche.

I temi di politica delle scienze – ambiente e rischi per la salute, trapianti di organi, prevenzione delle malattie, sviluppo delle tecnologie mediche e delle biotecnologie hanno conquistato le prime pagine dei giornali. «La specializzazione dell'informazione scientifica iniziata negli anni settanta-ottanta ha coinciso con maggiori livelli di cultura dei lettori. E per diverse ragioni. Certamente la corsa spettacolare verso la conquista dello spazio negli anni sessanta-settanta e la crescente consapevolezza della fragile natura del nostro pianeta ha stimolato

l'interesse per gli argomenti scientifici da parte dei media. Era il 14 novembre del 1978 quando il *New York Times* creò la sua sezione settimanale per la scienza e altre ne sono seguite nei quotidiani in Europa occidentale» scrive Vladimir de Semir, dell'Osservatorio per la Comunicazione scientifica all'Università Pompeu Fabra di Barcellona⁹.

I vantaggi di queste iniziative editoriali, secondo Semir, sono stati due: hanno contribuito ad allevare giornalisti specializzati in scienza e medicina e hanno incoraggiato scienziati e medici a diffondere ciò che andavano scoprendo. Nonostante ciò, tuttavia, i rapporti tra scienziati e media non sono diventati più facili. «I primi sempre pronti ad accusare i giornalisti di essere superficiali, imprecisi e di puntare troppo al sensazionalismo nel riportare le notizie. E i giornalisti critici verso gli scienziati, incomprensibili nel linguaggio, incapaci di comunicare con il mondo, prevenuti e criptici» scrive Dorothy Nelkin¹⁰.

In realtà, lo stile dei media nel riportare le notizie non è cambiato. L'enfasi viene costantemente posta sulle tecniche "più" nuove, "più" rischiose, "più" avventurose, "più" controverse, "più" di frontiera. Quel che conta è che siano "più". E nel tentativo di semplificare, di rendere leggibile e comprensibile il lavoro degli

scienziati, e di attirare nello stesso tempo l'attenzione del pubblico, si sacrificano o si omettono le posizioni sfumate, le necessarie precauzioni volute dalla scienza e l'analisi accurata della notizia. La copertura di una notizia scientifica, proprio per richiamare l'*audience*, è ottimistica al massimo (vedi le cure miracolose per il cancro) o drammatica fino ad essere terroristica (vedi le implicazioni delle biotecnologie sull'uomo). La genetica nei media o "Schiude i segreti della vita", "Permette di individuare malattie", "Ci consente di manipolare e correggere errori genetici". Oppure è presentata come *Il Mondo Nuovo* di Aldous Huxley, con paure irrazionali di interventi sulla materia stessa di cui sono fatti gli uomini.

La sindrome della grande scoperta

«Le norme dell'oggettività non si possono mettere sul bilancino. Le ipotesi vanno verificate dai media così come lo sono nella ricerca scientifica»¹¹. Tuttavia a chi legge non sempre sono forniti gli strumenti per porre la scoperta nel giusto contesto e perché sia valutata correttamente anche in termini statistici. È vero, come sostiene Nelkin, che gli stessi scienziati possono contribuire a questa sindrome della grande scoperta o *breakthrough*, ma essi sono di solito più at-

9 - V. de Semir, "What is newsworthy?", *Lancet* 1996; 347: 1063-66.

10 - D. Nelkin, *Selling science: how the press covers science and technology*, New York, W.H. Freeman, 1995.

11 - D. Nelkin, "An uneasy relationship: the tensions between medicine and the media", *Lancet* 1996; 347: 1600-03.

8 - D. Nelkin *Selling science: how the press covers science and technology*, New York, W.H. Freeman, 1995.

tenti alla natura cumulativa della ricerca. «È anche vero, tuttavia, che vi sono scienziati che vedono nei media il loro megafono» sottolinea Nelkin. «L'immagine della scienza che passa attraverso i mezzi di comunicazione deve essere per forza ottimistica e positiva, addirittura promozionale: traguardi raggiunti nelle terapie, nuove tecniche diagnostiche, e così via»¹². Eppure le problematiche sollevate dai progressi della scienza negli anni novanta non consentirebbero più questo atteggiamento trionfalistico e spettacolare: si dovrebbero porre quesiti etici. E i media dovrebbero contribuire alla riflessione. Ma a chi spetta la responsabilità etica e a chi tocca il controllo della qualità dell'informazione? Oggi la stampa scientifica conduce direttamente ai media, come un oleodotto che trasporti oro nero, commenta Nelkin. E il messaggio dominante, al di là del fatto che rischi e benefici siano soppesati, è rimasto uguale. Gli scienziati sono coloro che risolvono i problemi e posseggono gli strumenti per migliorare la nostra vita. E la scienza è la chiave del progresso nella società tecnologica, una soluzione a dilemmi altrimenti irrisolvibili, una via d'uscita a situazioni di rischio, uno strumento di democrazia e un mezzo per costruire su ragionevoli certezze il nostro sapere. Tuttavia, il rapporto tra scienziati e media risente delle pressioni, dei limi-

ti e dei vincoli delle reciproche professioni. Ed è difficile trovare in questa bipolarità (al cui centro vi è il pubblico) un equilibrio.

Per il giornalista: tempi stretti, impossibilità di approfondire, necessità di attirare lettori, mancanza di scrutinio critico, tendenza ad accettare ciò che dicono gli scienziati sempre come obiettivo e neutrale, e a non verificare le fonti. (A volte indotto in questo atteggiamento dalle scelte editoriali). E per lo scienziato: competitività, fretta di bruciare le tappe (è capitato che la notizia sia stata anticipata dai media prima che l'articolo scientifico fosse uscito su una rivista specializzata e avesse passato il vaglio del collegio degli esperti), controllo sui mezzi di comunicazione attraverso uffici stampa, tendenza a non prendere in considerazione i dilemmi sociali, politici ed etici. Un atteggiamento che mal si addice alla loro immagine di neutralità¹³.

Gli scienziati sono però convinti, scrive Nelkin, di ottenere attraverso la visibilità dei media una politica favorevole verso la scienza e, ovviamente, maggiori finanziamenti. Ed è per questo che diventano troppo zelanti nel ricercare la copertura della stampa. Quel che impressiona nelle pagine del libro di Gina Kolata, *Cloni. Da Dolly all'uomo?*, è il ritratto impietoso di una comunità scientifica divorata dall'ambizione e dal *business*. «Una

comunità che ha smarrito ogni bussola morale e che non sa più qual è il suo ruolo nella società»¹⁴.

Secondo quale criterio, o strategia editoriale, vengono scelte le notizie scientifiche o mediche? All'interno del mondo gerarchico dei giornali, dove il giornalista specializzato, basandosi sul suo intuito professionale, sulla sua competenza e sulle sue fonti, "vende" in una sorta di asta "la notizia", i criteri di giudizio e di scelta dipendono dal referente in carica in quel momento, dalla sua cultura e dal suo giudizio¹⁵. Se la decisione è che la notizia finisca in cronaca o in società, sezioni considerate interdisciplinari, il tono con cui verrà data cambierà. Comportamenti e decisioni variano, ovviamente, a seconda del tipo di giornale: di informazione, popolare, scandalistico, ecc. Il giornalista scientifico deve saper attirare alla notizia non solo il potenziale lettore, ma anche il direttore, i vice, il caporedattore, il caposervizio e i colleghi. Certamente notizie come batteri superkiller, nuovi e temibili virus (un esempio recente: l'influenza aviaria), e terapie miracolose per il cancro (come gli inibitori dell'angiogenesi) competono, per interesse e appetibilità da parte dell'*audience* a storie di *serial killer* e stupri, a catastrofi ecologiche, o morti drammatiche di personaggi famosi come Lady Diana.

Anche nei giornali più seri i giornalisti

specializzati in scienza o medicina devono talvolta ricorrere a uno stile spettacolare, che non è volgare sensazionalismo, pur di vedere pubblicati i loro articoli, sostiene Nelkin, che nel suo libro *Selling Science* fa un'analisi di alcuni filoni di notizie, dall'Aids alla diossina, dai dolcificanti all'interferone, dalla fecondazione artificiale alle biotecnologie. Le dinamiche all'interno dei giornali si assomigliano in quasi tutti i Paesi. E le difficoltà maggiori nel rapporto tra giornalisti scientifici e coloro che (direttori o vicedirettori, capiredattori o capiservizio) fanno titoli e sommari, stanno soprattutto nella mancanza di una cultura specialistica in questi ultimi¹⁶. Non deve stupire se su un giornale di larga tiratura e considerato autorevole possa comparire un titolo come, "Tumori, la speranza in un vaccino", quando in realtà si parla di terapie immunitarie contro il cancro ancora molto sperimentali. Per eccesso di semplificazione e per voglia di promuovere la notizia, si perde di obiettività. Spesso succede poi che i giornalisti siano sensibili alle mode e cadano negli stereotipi. E, come sottolinea Nelkin, siano vulnerabili all'emulazione. In ogni redazione i giornali rivali o stranieri sono tenuti d'occhio. *International Herald Tribune, Le Monde, Time, Newsweek, Nouvel Observateur, Spiegel, New York Times, Liberation, The Times, El Pais*

14 - R. Chiaberge, "Scienziati senza scrupoli, ma l'ignoranza È peggio", *Corriere della Sera*, 23 aprile 1998.

15 - V. de Semir, "What is newsworthy", *Lancet* 1996; 347: 1063-66.

16 - Ibidem.

12 - Ibidem

13 - T. Radford, "Influence and power of the media", *Lancet* 1996; 347:1533-35

e molti altri sono usati per trovare spunti, idee, ispirazione. «È difficile evitare l'imitazione. Se uno o più giornali scrivono sulla stessa storia, si segue l'esempio» dice de Semir.

L'attendibilità delle fonti

Una buona pratica di giornalismo scientifico vorrebbe che le fonti primarie fossero pubblicazioni scientifiche di fama consolidata, come *Nature*, *Science*, *The Lancet*, *New England Journal of Medicine*, *Jama*, *British Medical Journal*, dove il rigoroso controllo dei *peer reviewers* garantisce la qualità delle notizie. È ormai consuetudine che questi giornali inviino dei comunicati stampa o riassunti degli articoli di prossima pubblicazione a giornalisti accreditati (oggi questo può avvenire anche via Internet) imponendo un embargo che di solito coincide con la data della pubblicazione. Ma talvolta questo embargo è violato con la complicità o meno degli stessi scienziati. Ai numerosi congressi medici e scientifici particolare attenzione viene dedicata alla stampa, e spesso accade che durante i convegni vengano anticipati ai giornalisti nel corso di conferenze appositamente organizzate i risultati di ricerche. Consuetudine quest'ultima poco in sintonia con i tradizionali metodi normalmente usati dagli scienziati per comunicare con il mondo esterno¹⁷.

L'attendibilità delle fonti è di importanza cruciale per la qualità dell'informazione medica e scientifica. Gli esempi che Nelkin offre, in un suo documentato articolo su *Lancet*, sulla fretta che gli scienziati spesso dimostrano nel proporre le loro scoperte sono illuminanti. Gli scienziati dell'Università dello Utah si rivolsero ai media asserendo di aver ottenuto la fusione fredda sperando di attirare capitali per la loro ricerca¹⁸. Gli psicologi del comportamento dell'Università del Minnesota cercarono pubblicità ai loro studi sui gemelli identici nonostante il loro lavoro fosse stato rifiutato dalle riviste scientifiche¹⁹. I neurologi che stavano studiando la predisposizione biologica alla omosessualità annunciarono pubblicamente i loro risultati preliminari prima che comparissero in una rivista specializzata e avessero superato il vaglio di un comitato di esperti. I genetisti, che lavorano in un campo altamente competitivo e lucrativo, costituiscono fonti particolarmente pressanti per la stampa. «Attirano l'interesse dei media alla loro ricerca, suggerendo la possibilità di implicazioni terapeutiche, anche se esse sono ancora molto lontane. Alludo alle terapie geniche vendute come dietro l'angolo con eccessiva esuberanza» scrive Nelkin²⁰. E che dopo i risultati deludenti dei primi *trial* clinici non go-

dono più delle luci del palcoscenico. Quando la scienza è degna di diventare "notizia" e perché? Quali sono i criteri che lo determinano per scienziati e mezzi di comunicazione? Secondo quale filtro, scientifico ed etico, viene fatta la scelta? È evidente che diversi sono gli stili di comunicazione, e quindi i criteri di valutazione. «Se per gli scienziati il criterio di scelta perché una scoperta sia degna di attenzione, e quindi di diventare notizia, è la possibilità di ripetere l'esperimento e richiede la verifica di colleghi altrettanto esperti, per i media quel che più conta è che la notizia sia fresca e, possibilmente, che abbia un impatto drammatico»²¹. Tutto ciò che è eticamente controverso e suscita dibattito (la ricerca sugli embrioni o la clonazione umana) e tutto ciò che ha sapore di scandalo (i *test* su esseri umani che non obbediscono a criteri etici) è degno di diventare notizia. Soprattutto se la ricerca scientifica e le sue "necessità" si intrecciano con principi etici, religiosi e non. Ma è vero anche, precisa Nelkin, che una notizia può diventare degna di attenzione da parte dei media a seconda del contesto politico. Per esempio, esperimenti sugli effetti delle radiazioni su esseri umani non suscitano negli Usa grande scalpore sui media nel 1986, ancora in tempi di Guerra Fredda. La insensibilità della stampa verso quegli inquietanti *test* su cavie

umane si trasformò invece sette anni dopo in uno scandalo con la storia degli esperimenti venduta come una grande rivelazione. Ma era cambiata l'atmosfera politica. La stessa cosa avvenne per l'esperimento clinico che si svolse a Tuskegee, una località dell'Alabama, a partire dal 1932 su 399 uomini di colore. Senza essere informati, essi vennero coinvolti in una ricerca che durò quarant'anni e che aveva lo scopo di studiare l'evoluzione naturale della sifilide. A questi uomini, una volta infettati, non venne data la penicillina, anche dopo che si era dimostrato che curava la malattia e il servizio sanitario non consentì loro di avere accesso ad alcuna terapia. James Jones si imbattè nel materiale sullo studio di Tuskegee nel 1969. Non sapeva che il *test* fosse ancora in corso. Fu Jean Heller, della *Associated Press* a rendere pubblica la storia nel 1972²². Solo dopo due anni ci furono interpellanze al Senato americano che aprì un'indagine sul caso.

Buone o cattive fanno notizia

Secondo la sociologa Dorothy Nelkin, alla tensione tra scienza e mass media negli ultimi anni corrisponde anche l'incremento, tra le scoperte scientifiche "degne di diventare notizia", di quelle che riguardano la salute: dalla dieta per prevenire il cancro a quella per abbassare il colesterolo;

17 - V. de Semir, "What is newsworthy", *Lancet* 1996; 347: 1063-66.

18 - B. Lewenstein, "Cold Fusion and hot history", *Osiris* (2nd series) 1992; 7: 135-163

19 - L. Lynch, "Twins personality studies made big splash before journal approval", *Science Writer*, Win. 1990:15-20.

20 - D. Nelkin, *The Dna Mystique*, Freeman, New York, 1995.

21 - D. Nelkin, "An unesay relationship: the tensions between medicine and the media", *Lancet* 1996; 347: 1600-03.

22 - J. Jones, *Bad Blood*, New York, The Free Press, 1981

dalle mutazioni genetiche legate a malattie cardiache e tumore a quelle che predispongono ad alcolismo e depressione; dai nuovi rimedi per mantenere la pelle senza rughe a quelle per evitare la calvizie²³. In fatto di salute le cattive notizie, come il panico creato attorno al colesterolo e il suo nesso con le malattie di cuore, e le buone notizie, come la pillola della felicità o la fluoxetina che risolve il problema della depressione, hanno uguale presa e influiscono su comportamenti e consumi. La copertura dei media sul colesterolo ha fatto aumentare le vendite dei farmaci (le statine) per combatterlo e quella sulla fluoxetina ha fatto salire le vendite di Prozac. Ultimo esempio, in ordine di tempo, il sildenafil o pillola contro l'impotenza che ha fatto andare alle stelle le azioni della Pfizer. «Per giorni i quotidiani e la televisione non hanno parlato d'altro» dice Nelkin. «Ma i media possono anche influire sulle politiche della ricerca medica, fino al punto da compromettere l'autonomia della scienza. I gruppi attivisti gay nel 1990 convinsero i National Institutes of Health a mettere in commercio l'Azt senza terminare gli studi clinici in corso»²⁴. Non solo, i mezzi di comunicazione possono anche influenzare i finanziamenti e le priorità nella ricerca. E l'Aids e le ultime terapie combinate non sono l'unico esempio.

Le biotecnologie, accolte negli anni ottanta come il nuovo miracolo economico, anni dopo, quando sono cominciate le riflessioni etiche sugli eventuali rischi per l'ambiente e per la salute avrebbero dissuasato dagli investimenti potenziali investitori²⁵.

Su argomenti controversi le risposte da parte dei media e da parte degli scienziati non possono essere bianche o nere. «Il metodo scientifico procede attraverso ipotesi formulate e verifiche delle medesime, non ha certezze e tanto meno le hanno i media» scrive Sharon Friedman, docente al Department of Journalism and Communication, a Lehigh University²⁶. Emblematico, a suo parere, il caso della diossina, la cui tossicità è stata argomento di dibattito scientifico per un lungo periodo, dal 1964 fino agli anni ottanta. «Prima il grande allarme, poi il ridimensionamento. Questo ha contribuito a rendere suscettibile di critiche le preoccupazioni degli ambientalisti. L'incertezza scientifica non trapelò dai media. E nel 1994, quando l'Environment Protection Agency (Epa) redasse un rapporto sulla diossina, i mass media non diedero copertura all'argomento che era stato presentato in modo dettagliato nella letteratura scientifica, superando il vaglio degli esperti. Eppure questo rapporto conteneva informazioni im-

portanti diverse da quelle precedentemente divulgate dall'Epa stessa e che i media avevano largamente ripreso. «Mantenere credibilità con il pubblico è importante per giornalisti, scienziati, agenzie governative, industrie e organizzazioni ambientaliste. Ci sono temi che evolvono man mano che la scienza procede, e questa evoluzione va seguita passo passo perché aiuta il pubblico ad essere consapevole» afferma Friedman.

Ma qual è il grado di comprensione che la gente comune ha della scienza? È proprio vero ciò che scrive Dorothy Nelkin che il livello di preparazione culturale per addentrarsi in argomenti scientifici è ancora scarso? «Nel 1924 Edwin E. Slosson, direttore del primo sindacato americano di giornalisti scientifici disse: 'Il pubblico che noi stiamo cercando di raggiungere vuole sentirsi raccontare di mucche con tre teste e di donne barbute. E gli aggettivi che accompagnano le notizie devono essere obbligatoriamente dei superlativi'. Per certi versi, poco è cambiato. Negli anni novanta la ricerca sulla clonazione umana, le donne che hanno figli dopo la menopausa, e i maiali manipolati geneticamente serbatoi di organi e la clonazione sono le notizie che fanno vendere i giornali» scrive Nelkin²⁷.

È difficile trovare un accordo su che cosa significhi esattamente rendere la scienza comprensibile al pubblico e

come ottenere questo scopo. «Per alcuni il ruolo dei media per favorire l'alfabetismo scientifico si limita a consapevolezza, apprezzamento o approvazione della scienza, per altri invece dovrebbe fornire i fondamenti per una visione critica» scrive Jon Turney²⁸. Il dibattito su questi temi in Gran Bretagna, racconta Turney, si può ancora ricondurre al rapporto che la Royal Society redasse nel 1985. La comprensione della scienza da parte della gente, affermò Walter Bodmer, che aveva diretto il gruppo per la stesura del rapporto, «serve a promuovere la prosperità nazionale, perché fa crescere la qualità del pubblico, la capacità decisionale del singolo e arricchisce la vita individuale». E invocava ragioni economiche, politiche, sociali e culturali per favorire la comprensione della scienza o l'alfabetismo scientifico. Non stupisce che gli esempi forniti per le decisioni personali fossero soprattutto in ambito medico, dalla dieta al fumo, dallo screening alle vaccinazioni. Ma fino a che punto, si chiede Turney, comunicare meglio la scienza significa trovare modi più efficaci per inviare messaggi a una comunità essenzialmente ignorante in fatto di scienza? Capire di più significa forse accettare il punto di vista scientifico? Come giustamente fa notare Alan Irwin: «Questo giudizio si basa su una visione del mondo centrata sulla scienza e in cui qualsiasi

23 - D. Nelkin, "An unesay relationship: the tensions between medicine and the media", *Lancet* 1996;347: 1600-03.

24 - Ibidem.

25 - Ibidem.

26 - S. Friedman, "Uncertainty, Science and the Media", *AAAS Annual Meeting*, 1996 Baltimore, Usa.

27 - D. Nelkin, *Selling science: how the press covers science and technology*, New York, W.H. Freeman, 1995.

28 - J. Turney, "Public understanding of science", *Lancet* 1996; 347: 1087-90.

relazione problematica tra scienza e cittadini debba per forza essere conseguenza dell'ignoranza o dell'irrazionalità del pubblico»²⁹.

John Maddox, ex direttore della rivista scientifica *Nature*, sostiene che è importante «che le persone siano aiutate a una più profonda comprensione di cosa rappresenta un processo scientifico. Non è questione di educare nel semplice termine della parola – come conoscere la struttura del Dna – ma di capire che le conclusioni scientifiche procedono per tentativi o teorie, che hanno preso prima vita come semplici ipotesi»³⁰. È soprattutto nella medicina predittiva, che esamina il rischio secondo criteri probabilistici ed epidemiologici, che i media dovrebbero fornire gli strumenti per una scelta consapevole. «Ci dovrebbe essere, in prospettiva, una sempre maggiore abilità di esporre le notizie scientifiche in modo che le persone capiscano. Per diverse ragioni. La prima è che il pubblico, come noi abbiamo rilevato, è soprattutto interessato alla ricerca biologica e medica, una tendenza visibile dal minore peso che viene dato dai media alle notizie scientifiche e tecnologiche. E questo interesse impone la necessità da parte dei media di acquisire consapevolezza dei diversi tipi eterogenei di pubblico cui si rivolgono. Non esiste,

infatti, un'unica *audience*»³¹.

In un'analisi condotta da D. Layton sulla base di studi che comprendono la copertura dei media di eventi che vanno dalle radiazioni della centrale inglese di Sellafield alla percezione del problema sociale di genitori con bambini Down, emerge che cosa si intende per conoscenza scientifica in relazione a preoccupazioni ben definite che toccano da vicino il mondo degli adulti. Il criterio da adottare, secondo Layton e colleghi, È la livellazione verso l'alto (*bottom up approach*) per l'educazione scientifica, partendo da ciò che diversi tipi di pubblico vogliono sapere, piuttosto che un livellamento verso il basso (*bottom down approach*) che parte dall'indicazione di ciò che le persone "dovrebbero" sapere in base alla decisione degli esperti³².

L'atteggiamento ambivalente verso la scienza, sostiene Turney, nasce dal fatto che non ci si fida degli esperti: rispettiamo la loro competenza ma siamo infastiditi dalla posizione di ignoranza e, quindi, di sudditanza, in cui ci sentiamo rispetto a loro.

La responsabilità etica dell'informazione scientifica si gioca, come si è visto, su vari fronti (i media, gli scienziati, il pubblico dei lettori o dei telespettatori) e in ambiti diversi (individuale, sociale, politico). Impossibile

appellarsi a principi universali, ma è possibile favorire consapevolezza scientifica e capacità di discernere, mantenendo aperto e vivo il dibattito. Solo da un atteggiamento vigile e critico verso ciò che i mezzi di comunicazione ci offrono ogni giorno, da un'apertura senza restrizioni alle

nuove idee, dall'esame rigoroso di qualsiasi proposta e, infine, solo da una forma di pensiero che è strumento essenziale per una democrazia in evoluzione si possono ricavare gli strumenti per discernere e non favorire un terreno troppo fertile all'emotività e all'irrazionalità. □

29 - A. Irwin, *Citizen science*, Londra: Routledge, 1995:14.

30 - J. Maddox, "The prevalent distrust of science", *Nature* 1995;378:435-37.

31 - J. Turney, "Public understanding of science", *Lancet* 1996; 347: 1087-90

32 - D. Layton, E. Jenkins, S. Macgill, A. Davey, *Inarticulate science? Perspectives on the public understanding of science and some implications for science education*. Driffield: Studies in Science Education Ltd, 1993.

Scienza, Diritto e le Corti in Europa

di Amedeo Santosuosso, Carlo Alberto Redi,
Giuseppe Gennari, Valentina Sellaroli

Polizia in laboratorio:

una scena alquanto realistica

Scena: sulla soglia di un Laboratorio di Biologia dello Sviluppo, nella primavera del 1997. *Personaggi:* Direttore del Laboratorio (biologo assai noto e di grande esperienza); un Capitano di Polizia, due Poliziotti. Suonano al campanello del Laboratorio: *Ding-dong*

DIRETTORE (aprendo la porta): Buon giorno, posso esservi utile?

CAPITANO DI POLIZIA: Buon giorno, abbiamo ordine di perquisire il laboratorio, ha intenzione di collaborare?

DIRETTORE: Ma certamente! Prego, posso sapere se c'è qualcosa fuori norma nei dispositivi di sicurezza, nei materiali o nel personale del laboratorio?

CAPITANO DI POLIZIA: Oh no! Stiamo solo cercando tracce di clonazione.

DIRETTORE: tracce di clonazione? Che cosa intende esattamente per t-r-a-c-c-e d-i c-l-o-n-a-z-i-o-n-e? Io desidero assolutamente collaborare, ma non riesco proprio a capire. In trenta anni di attività scientifica non ho mai ricevuto una simile visita. Quale norma di legge vi autorizza a perquisire questo laboratorio in cer-

ca di tracce di clonazione?

CAPITANO DI POLIZIA: Ah! È sorpresa? Dopo l'annuncio della nascita della prima pecora clonata (Dolly), la clonazione è stata bandita in tutto il mondo! Il nostro governo, tra i primi, ha stabilito una regolamentazione molto restrittiva della clonazione umana e di tutti gli esperimenti ad essa correlati. E sappiamo che nel suo laboratorio si stanno appunto conducendo esperimenti di tal genere.

DIRETTORE: Oh, capisco! È tutto chiaro ora. Ci deve essere un equivoco. Io condivido assolutamente la preoccupazione del governo circa la clonazione umana a fini riproduttivi. Tuttavia gli esperimenti che qui conduciamo riguardano esclusivamente topi, e la nostra è mera ricerca di base.

CAPITANO DI POLIZIA (iniziando a spazientirsi): Io mi chiedo se davvero Lei ha intenzione di collaborare! Il decreto del governo bandisce ogni tipo di sperimentazione che, direttamente o anche indirettamente, sia correlato con la clonazione. Il governo tiene in gran conto la preoccupazione dell'opinione pubblica in merito agli eccessi della biologia, ed è nostro preciso dovere dare applicazione a questa

scelta politica così largamente condivisa dalla popolazione.

DIRETTORE: ...Hem!?! Temo di non aver ben colto il punto della questione. La nostra ricerca di base mira semplicemente a capire che cosa accade alle cellule durante lo sviluppo, durante la divisione cellulare, come le cellule si differenzino, come si esprima il genoma e così via. E mettiamo i nostri risultati a disposizione della comunità scientifica e della società.

I DUE POLIZIOTTI: Lei non può avere la pretesa di *dire* la verità alla società! Il *Suo* punto di vista è troppo limitato. Il *Suo* metodo scientifico non è universalmente valido e non è l'unico accesso riconosciuto alla verità.

DIRETTORE: Oh beh, ma io non ho mai pensato di imporre la mia verità alla società o alle altre branche del sapere. Il metodo sperimentale è l'unico metodo che conosco nella mia attività scientifica e cerco con ogni forza di operare rispettandolo. Detto tra noi, non è sempre un lavoro semplice e, devo riconoscerlo, alcuni miei colleghi...

I DUE POLIZIOTTI (seccamente): Non è semplicemente una questione di correttezza degli scienziati e di conflitti di interessi. Persino quando non è minimamente in discussione l'onestà degli scienziati e la qualità della ricerca, la percezione che l'opinione pubblica ha del problema è assai più ampia. Le preoccupazioni della gente sono basate su convinzioni religiose, considerazioni economiche, retaggi culturali, bisogni e così via. Tutti

aspetti, questi, che richiedono un approccio differente e vanno ben oltre il *Suo* metodo scientifico.

DIRETTORE (disperato): Ma io non posso rinunciare al metodo scientifico nel condurre la ricerca di base, diversamente...

I DUE POLIZIOTTI (ironicamente): Ricerca di base, ricerca di base... Ci chiediamo davvero in quale mondo viva. La differenza tra ricerca di base e ricerca applicata è ormai del tutto superata.

DIRETTORE: ... Hem! Tuttavia non abbiamo impiegato alcuna cellula umana nei nostri esperimenti...

I DUE POLIZIOTTI (con solennità): La società tutta rifiuta la pratica della clonazione e teme che i progressi nella clonazione animale possano spianare la strada alla clonazione umana, il peggior attentato alla dignità umana!

CAPITANO DI POLIZIA (chiaramente irritato, entra nel laboratorio): Mio caro Direttore, è nostro preciso dovere...

DIRETTORE (ormai confuso): Un Tribunale dirà se la libertà di ricerca possa essere coartata in tal modo...

Scienziati e giudici: ovvietà e complessità

La vicenda rappresentata in *Polizia in Laboratorio* è un segno dei tempi attuali, ma, al tempo stesso, ha un sapore antico. Richiama lo scenario del tardo Cinquecento, quando la dissezione dei cadaveri era proibita per motivi religiosi. Non è un caso che il primo edificio al mondo adibito a sala di anatomia, e tuttora esistente,

Ndr. Questo scritto è la versione italiana dell'introduzione al volume A. Santosuosso, G. Gennari, C. A. Redi, S. Garagna, M. Zuccotti (eds), *Science, Law and the Courts in Europe*, Ibis, Como-Pavia 2004 (per informazioni e ordini ci si può rivolgere direttamente a ibisedizioni@galactica.it). Il volume raccoglie gli atti del *meeting* dello European Network for Life Sciences, Health and the Courts, tenutosi a Pavia il 3-4 giugno 2003.

(Università di Padova 1594)² fosse attrezzato con un tavolo anatomico ribaltabile, atto a nascondere cadaveri dissezionati nel caso fosse giunta la polizia in cerca di siffatti resti.

In alcuni Paesi occidentali la clonazione umana e la ricerca sulle cellule staminali embrionali sembra, talvolta, essere discussa senza che prendere nella dovuta considerazione questi precedenti storici. Ad ogni modo la discussione attuale sulle applicazioni delle scienze della vita testimonia quanto siano, ancora e di nuovo, legati strettamente scienza e diritto (e religione!).

Oggi, uno stretto contatto tra scienziati e giuristi ha buone motivazioni ed è, in un certo senso, quasi una ovvietà, dal momento che diritto e scienze della vita sono intimamente correlati come forse non lo sono mai stati prima. I dialoghi della scena che apre questo scritto sono un quadro immaginario³ della inevitabile, stretta interazione (o conflitto?) tra scienza, diritto, tribunali e società.

Certamente, si tratta di una interazione che, anche se scontata, non è facile. Anzi, quanto più stretto è il contatto tra scienza e diritto, tanto più complessi sono i problemi che sorgono. Quando i due Poliziotti affermano che la scienza non può pretendere di

dire la verità alla società e che il metodo sperimentale non è universalmente valido e non è la sola via riconosciuta per attingere la verità, essi danno voce a una certa diffidenza serpeggiante nella società intorno alle scienze della vita, allo scientismo e al riduzionismo. E hanno parimenti ragione quando affermano che, perfino quando non vi è alcun dubbio circa l'onestà degli scienziati e la qualità della ricerca, la percezione che l'opinione pubblica ha di questi temi è assai più ampia (atteso che i timori dell'opinione pubblica sono basati su convinzioni religiose, considerazioni economiche, retaggi culturali, bisogni e così via). Come pure la loro affermazione, secondo la quale la differenza tra ricerca di base e ricerca applicata sia ormai superata, risponde a considerazioni ampiamente diffuse.

D'altro canto, quando il *Direttore del laboratorio* dice che il solo metodo di lavoro che conosce è quello sperimentale, dice qualcosa che difficilmente può essere sconosciuto e che non può comunque essere ignorato quando vengono operate scelte pubbliche. E ciò vale anche se il metodo sperimentale non può considerarsi l'unico valido in tutte le branche del sapere scientifico: «Molte teorie sorte nell'ambito delle

scienze umane – compresa la psicologia, la psichiatria, la sociologia e molte altre branche interdisciplinari, come la climatologia e la scienza della previsione dei rischi – sono generalmente accettate come valide anche se non possono essere verificate attraverso una sperimentazione controllata e ripetibile»⁴.

Allora, la questione è come inquadrare questi diversi aspetti ed esigenze. Silvio Funtowicz traccia, in questo volume, un interessante e incisivo tentativo di compenetrare e tener conto dei vari aspetti della relazione tra scienza e società. Il suo sforzo merita di essere preso in considerazione e di essere ulteriormente discusso e approfondito.

I giudici in laboratorio

Torniamo al rapporto tra giudici e scienziati. Quando, verso la fine dell'estate 2002, un gruppo di magistrati è stato condotto in un laboratorio di biologia dell'Università di Pavia (I) e ha trascorso cinque giorni (dalla mattina, al pomeriggio al...dopocena!) tra esperimenti biologici e discussioni legali⁵, alcuni critici hanno osservato che mettere insieme scienziati e giudici, e specialmente l'idea di portare un gruppo di magistrati in un laboratorio di biologia, era alquanto *naïf*.

Da un lato, i magistrati non avrebbero potuto comprendere granché dell'atti-

vità scientifica vera e propria e del suo impatto sociale. Dall'altro, gli scienziati avrebbero semplicemente avuto una opportunità in più per colonizzare le menti dei giudici (come se fosse semplice!). Inoltre, una più profonda comprensione della scienza richiederebbe strumenti differenti. In sintesi, l'iniziativa non era altro che un modo di alimentare l'ideologia dello scientismo nella società.

Anche se la complessità della relazione scienza-diritto non può assolutamente essere sottovalutata, a questi scetticismi si può replicare: "I magistrati hanno o no una qualche idea di come gli scienziati lavorino nei loro laboratori? E gli scienziati hanno o no una qualche idea di come le Corti decidano nei casi che attengono a problematiche scientifiche?"

La reciproca mancanza di conoscenza è il terreno fertile di ogni pregiudizio, sia *pro* che *contro* la scienza. Lo scientismo è il tipico pregiudizio a favore della scienza, mentre il tipico pregiudizio contro la scienza è il rifiuto acritico della stessa. Entrambi questi pregiudizi sono parimenti dannosi e dovrebbero essere superati o, quanto meno, arginati.

Certo restano, in questo campo, ancora numerose questioni e trabocchetti. Nondimeno condividiamo la scelta dell'European Network for Life Sciences (Enls) di correre il ri-

4 - La citazione è dallo scritto di Sheila Jasanoff nel volume di cui alla nota di redazione.

5 - Al sito web di European Network for Life Sciences - Enlsc (www.unipv.it/BIOL/ENLSC.html) si può trovare il report e le immagini di una delle attività peculiari dello Enlsc, "Health and the Courts – Enlsc" (vedi *Nature*, 425:116-117, 2003).

2 - La sala di anatomia è un magnifico esempio di architettura di interni (opera di Gerolamo Fabrizio d'Acquapendente) e può essere visitata presso il Palazzo del Bo, in Padova (Italy).

3 - Mentre fu assolutamente reale la visita che Carlo Alberto Redi ricevette nella tarda primavera del 1997 dalla Polizia, che chiedeva notizie sui protocolli sperimentali relativi alla clonazione del primo topo, clonazione realizzata dal Laboratorio da lui diretto in Pavia, in collaborazione con la Hawaii University (*Nature*, Wakayama et al., 394:369-374, 1998).

schio di continuare a lavorare su questo crinale.

Da dove hai tratto la regola? A proposito di giudici e democrazia

Le decisioni giudiziarie hanno un ruolo importante, anche se non esclusivo, nell'ambito delle questioni scientifiche. Le Corti intervengono sempre più spesso in controversie su questioni correlate con procedimenti scientifici in campo biologico. Così facendo, le decisioni giudiziarie subiscono l'influenza delle argomentazioni e degli schemi di pensiero tipicamente scientifici e, per altro verso, influenzano il campo scientifico e i suoi modi di ragionamento.

Anche se l'intervento del diritto nel campo della medicina e delle scienze della vita non è una novità, recentemente l'intervento giuridico e giudiziario in questioni correlate alla *vecchia* bioetica e alle *nuove* questioni sollevate dalla scienza, ha avuto un drastico incremento. Le decisioni giudiziarie in materia sono numerose a livello mondiale. Tanto nei Paesi di *Civil Law* quanto in quelli di *Common Law*, si è sviluppato un ampio diritto di creazione giurisprudenziale. A causa della novità delle questioni portate dinanzi alle Corti (e/o per la loro rilevanza morale) questo diritto di creazione giurisprudenziale si è sviluppato in contesti in cui sia le leggi approvate dai Parlamenti sia i precedenti giudiziari di riferimento spesso non erano disponibili.

La questione delle fonti dalle quali le decisioni giudiziarie in materia traggono

le regole di giudizio è perciò assolutamente seria. Sheila Jasanoff riporta un interessante dialogo tra un giudice ed il suo assistente di studio. Questi suggerisce una regola di giudizio che, per alcuni tipi di casi, appare sicuramente razionale. Il giudice replica: «questa potrebbe essere una buona regola di giudizio, ma da dove l'hai tratta? [...] dalla Costituzione, da una legge o da precedenti giurisprudenziali?» L'assistente legale non riesce a dare una risposta. Nello specifico campo del rapporto tra scienza e diritto, la questione può così essere posta: «Se lo scopo della legge è ridurre al minimo l'arbitrarietà, allora la domanda *da dove l'hai tratta* dovrebbe porsi tanto per le affermazioni epistemologiche quanto per quelle normative – vale a dire tanto per le statuizioni giudiziali su ciò che costituisce valida conoscenza scientifica quanto per le interpretazioni e le creazioni giurisprudenziali di nuove norme. I giudici non dovrebbero essere investiti del potere di creare le regole della scienza più che del potere di creare le regole del diritto».

Questo è un punto cruciale che implica una questione più ampia: la legittimazione della magistratura in generale, anche quando non si verta in materia di accertamenti scientifici.

A tale questione merita dare uno sguardo più approfondito, traendo spunto da alcuni limpidi passi tratti dalla *General Theory of Law and State* di Hans Kelsen, pietra miliare della teoria del diritto e ben nota tan-

to in Europa quanto negli Stati Uniti. In primo luogo, non c'è da meravigliarsi del contributo che i giudici costantemente offrono alla creazione del diritto: «soltanto il pregiudizio proprio della giurisprudenza dell'Europa continentale, che il diritto consiste, per definizione, unicamente di norme generali, soltanto l'erronea identificazione del diritto con le regole generali della legge formale e consuetudinaria, potevano oscurare il fatto che la decisione giurisdizionale continua il processo di creazione del diritto dalla sfera del generale e dell'astratto in quella dell'individuale e del concreto»⁶.

Ciononostante può accadere che non vi sia alcuna norma generale sulla questione all'esame del tribunale e che questi sia «autorizzato a decidere la controversia discrezionalmente». In tal caso «il tribunale è autorizzato a creare per il caso concreto quella norma di diritto sostanziale che esso reputi soddisfacente, giusta o equa. Il tribunale ha allora la funzione di legislatore».

Sino a questo livello una corte può fungere occasionalmente da legislatore, sia pure soltanto a livello individuale e concreto. In situazioni ulteriori «la decisione giurisprudenziale può anche creare *norme generali*». È questo il caso dei Paesi in cui la decisione giudiziaria ha forza di precedente, vale a dire di decisione vincolante

le future decisioni su casi analoghi:

«La funzione creativa del diritto propria dei tribunali è particolarmente palese quando la sentenza ha il carattere di un precedente, quando cioè la sentenza crea una norma generale. Là dove i tribunali hanno la facoltà non solo di applicare nelle loro sentenze il diritto sostanziale preesistente, ma anche di creare nuovo diritto per i casi concreti [...] nell'ambito di un simile sistema giuridico, i tribunali sono organi legislativi, esattamente nello stesso senso in cui lo è l'organo detto il legislatore, nell'accezione più ristretta e corrente del termine. I tribunali sono creatori di norme giuridiche generali». Seguendo la costruzione di Kelsen, si può trarre la conclusione che non vi è nulla di scandaloso nel fatto che i tribunali creino norme di diritto particolare o generale, *a condizione che* lo preveda e lo autorizzi l'ordinamento giuridico in vigore nel Paese in cui il tribunale in questione opera.

Attualmente, sulla base dei più recenti sviluppi, la questione può precisarsi nel seguente modo: la *condizione* (del potere riconosciuto alle Corti dall'ordinamento giuridico) può ritenersi realizzata nelle decisioni giudiziarie dei Paesi di *Civil Law*, quando esse non trovino pieno fondamento in leggi scritte, ovvero in quelle decisioni di Paesi di *Common*

6 - Hans Kelsen, *Teoria generale del diritto e dello Stato*, Prefazione di Ettore Gallo, Introduzione di Gaetano Pecora, ETAS, seconda edizione, Milano 1994 (ristampa 2000), parte I, cap. IX, lett.A.B. (prima edizione, in lingua inglese, Hans Kelsen, *General Theory of Law and State*, Harvard Un.Pr., Cambridge, 1945). Per i riferimenti alle pagine utilizziamo la quinta edizione (1966), nella ristampa del 1974, nella quale il passo su la persona fisica è alle pp.93-96; altre citazioni sono dalle pp.138 e 152.

Law, quando esse non siano fondate su precedenti della stessa Corte o dello stesso Stato, come richiederebbe la regola tradizionale?⁷

In altri termini, il duplice processo evolutivo, da una parte, dei Paesi di *Civil Law*, che hanno scoperto la supremazia di fatto del diritto giurisprudenziale in molti campi (mettendo così in parentesi la esclusività del diritto di creazione legislativa), e, dall'altra parte, dei Paesi di *Common Law* (nei quali il riferimento a precedenti di diversi tribunali e di diversi paesi ha indebolito la regola basilare del precedente giurisprudenziale), ha esteso universalmente la portata dell'interrogativo *Da dove stai traendo la regola?* dal quale siamo partiti.

Un chiaro problema di legittimazione dei giudici e, alla fin fine, anche di democrazia sorge tanto nei Paesi di *Civil Law* che in quelli di *Common Law*. Alcuni autori sottolineano come l'accresciuto potere della magistratura sia un attentato ai *diritti della democrazia*. La questione è al centro di un accesissimo dibattito politico. Un disegno di legge avanzato dal governo italiano (attualmente in discussione al Parlamento) affronta in modo che si potrebbe dire *naïf* la pesante questione teorica, e semplicemente

proibisce al giudice «l'attività di interpretazione di norme di diritto che palesemente e inequivocabilmente sia contro la lettera e la volontà della legge o abbia contenuto creativo»⁸. Ma qualcosa di molto simile si trova anche nel discorso sullo Stato dell'Unione pronunciato da George W. Bush nel gennaio 2004 quando dice che «giudici attivisti hanno cominciato a ridefinire il matrimonio con provvedimenti giudiziari, senza riguardo per la volontà del popolo e dei suoi rappresentanti legittimamente eletti. Su materie di così grande spessore, la volontà del popolo deve essere ascoltata. Se i giudici insisteranno a imporre e a far prevalere il loro arbitrio sul popolo, l'unica alternativa che rimarrà al popolo sarà il procedimento costituzionale».

A nostro parere, l'importanza e la necessità di leggi e normative generali varate dal Parlamento è assolutamente ineludibile. D'altro canto, non si può non vedere la realtà diffusa del ritardo, della inadeguatezza e dell'insufficienza di tale fonte del diritto nel campo delle questioni scientifiche. Da un punto di vista meramente pragmatico, invece di chiedersi se i giudici *possano* fare quello che fanno, si dovrebbe partire dalla

considerazione che i giudici (più o meno) *lo fanno* ovunque nel mondo. In questa differente prospettiva, la stessa questione teorica prende una forma diversa e la domanda da porsi diventa la seguente: esiste una norma generale che attribuisca ai giudici un tale potere? E, se sì, quale è il suo dettato? A prima vista la risposta è che una tale norma non esiste o, almeno, che non è rinvenibile a livello dell'ordinamento legislativo del singolo Stato. In altri termini, il problema della legittimazione della magistratura (e dei diritti della democrazia), anche se correttamente impostato, non può essere risolto entro i limiti dei concetti forgiati nell'ambito tradizionale dello Stato nazionale. Occorre, quindi, volgersi verso un livello universale, dove il complesso panorama internazionale di Stati, istituzioni e organismi e normative transnazionali, anche di creazione giurisprudenziale, diventa di giorno in giorno più ricco e complesso, e attende di essere studiato a fondo.

In Europa, per esempio, è in discussione la cornice costituzionale dell'Unione e, di fatto, la Costituzione europea è una struttura in via di creazione. Qual è in Europa l'ordinamento normativo cui far riferimento nella congerie di leggi nazionali e statuti costituzionali, trattati e direttive Ue, giurisprudenza della Corte europea di Giustizia e così via? E, soprattutto, è davvero così scontato che le corti, che pongono a base delle loro decisioni precedenti tratti dall'esperienza di altri Paesi europei o, ad esempio,

dalla *Dichiarazione dei diritti dei cittadini europei* (cd *Carta di Nizza*) siano, per definizione, fuori dai poteri loro conferiti dall'ordinamento? D'altro canto, non è la prima volta che i giudici travalicano i limiti degli ordinamenti normativi in cui sono collocati. Basti ricordare come nell'Ottocento i tribunali italiani ed europei ponessero usualmente a base delle proprie decisioni riferimenti tratti dalla giurisprudenza francese sul Codice Napoleonico, e d'altronde non aveva forse ogni buon avvocato nella sua biblioteca una copia di un *Traité du Code Napoleon*?

Regole giuridiche e regole scientifiche

Torniamo alla questione della novità di alcune istanze avanzate dinanzi ai Tribunali. Il tasso ordinario di metabolizzazione sociale della produzione normativa e la stessa produzione legislativa attraverso i canali ordinari è naturalmente lento ed è, in ogni caso, più lento del tasso al quale si introducono, nella stessa società, nuove tecniche scientifiche. Per esempio, fino a pochi anni or sono, solo qualche scienziato era impegnato nella ricerca sulle cellule staminali, che invece è ora, universalmente, al centro di numerosi dibattiti. È da credere che non vi sia solo uno sfasamento temporale e che, invece, alla base di questa divaricazione tra produzione legislativa e progresso scientifico-tecnologico siano motivazioni ben più profonde. Nella realtà, la stessa preminenza ed esclusività del diritto nel processo di

7 - Vedi S. S. Abrahamson, M. J. Fischer (1997), "All the World's a Courtroom: Judging in the New Millenium", *Hofstra Law Review*, vol. 26:273, pp. 273-292; C. McCrudden (2000), "A Common Law of Human Rights?: Transnational Judicial conversations on Constitutional Rights", *Oxford Journal of Legal Studies*, vol. 20, no. 4, pp. 499-532.

8 - Disegno di legge n.1296, Art. 7: "l'attività di interpretazione di norme di diritto che palesemente e inequivocabilmente sia contro la lettera e la volontà della legge o abbia contenuto creativo" (Senato della Repubblica, 24 Settembre 2003).

produzione normativa appare messa in dubbio da altri insiemi normativi, specialmente di natura tecnica e scientifica. Esiste un autonomo complesso di regole che sembra equivalere, se non addirittura prevalere, sulle regole legali. La legge, oggi, sembra essere solo una delle modalità di creazione di regole, in competizione con molte altre⁹.

In una situazione del genere si può certo tentare di ripristinare la preminenza istituzionale delle leggi nazionali scritte o la regola del precedente intesa in senso stretto. Ma non vale la pena, soprattutto a livello teorico, verificare se è possibile individuare un quadro concettuale della legge e del rapporto tra i diversi poteri che sia maggiormente comprensivo, e che sia in grado di dare conto di una situazione in cui la legge non è la sola o preminente fonte di normatività, *in cui* la sovranità dello stato nazionale è sfocata, *in cui* i poteri neutrali trovano posto accanto alle istituzioni rappresentative, *in cui* la scienza mette in dubbio alcuni presupposti basilari della nostra società e della nostra democrazia, a cominciare dal concetto di individuo e così via?

Certamente noi non abbiamo una risposta a tutte queste domande. Sappiamo solo che siamo tutti chiamati a un grande lavoro di rigore e, al tempo stesso, di immaginazione.

Quanto ai giudici, pensiamo che vi sia un urgente bisogno di renderli sempre più consapevoli dei processi sociali, scientifici e normativi in cui sono coinvolti. I giudici devono affinare le loro capacità di affrontare le questioni scientifiche (e delle implicazioni epistemologiche delle loro decisioni) nonché di porsi la questione delle fonti normative. Il grave compito che essi hanno dinanzi ha due facce: decidere casi concreti (che è il loro tradizionale compito) e, preliminarmente, costruire il quadro delle fonti normative sui quali la loro decisione si fonda (ed è questo il loro nuovo e controverso compito)¹⁰.

Infine, crediamo in una sempre più stretta interazione tra diritto e scienza e nella utilità e necessità di un approfondimento su questo versante, senza aspettare di avere preliminarmente risolto la questione teorica di come la scienza e il diritto debbano rapportarsi vicendevolmente.

Gusto europeo in salsa mondiale. A proposito di principi e di priorità

La scienza ed il diritto non hanno in tutti i Paesi e in tutte le realtà geografiche la stessa reciproca relazione e lo stesso ruolo nella società. È verosimile che il diritto e la scienza negli Usa siano davvero "le due istituzioni più autorevoli". E alcune posizioni fortemen-

te critiche circa il modo di trattare il rapporto scienza diritto in Usa, sono assolutamente peculiari a quel contesto. In altri Paesi e in altre situazioni, la questione suona molto diversa. Per esempio, si può davvero dire che diritto e scienza siano, anche in Europa, le due istituzioni più autorevoli?

Noi non sappiamo quali siano le due istituzioni più autorevoli in Europa, ma possiamo certo dire che la scienza *non lo è affatto* nella maggior parte dei Paesi europei. È ben noto come "i fondi nel complesso riservati a Ricerca e Sviluppo nei Paesi membri dell'Ue siano sostanzialmente più ridotti rispetto al Giappone o agli Usa", e anche il processo decisionale politico non sembra avere la scienza tra i propri parametri guida. La legge che ha di recente introdotto in Italia una prima regolamentazione normativa della riproduzione assistita e della attività di ricerca sulle cellule staminali embrionali, è un palese esempio di come ancora oggi possa essere la religione, piuttosto che la scienza, a orientare le scelte politiche.

Se questa è la situazione, vi è da chiedersi se la diversità di contesto non richieda un differente ordine di priorità. Certamente, non è questione di principi, che sono gli stessi

ovunque, ma di priorità, che invece differiscono nelle specifiche differenti realtà. In altri termini, in Europa vi è una esigenza particolare e, sotto certi aspetti, preliminare: vi è bisogno di *più scienza*.

Ed anche i giudici hanno bisogno di *più scienza*. Certamente *più scienza* (e *più scienze della vita*) non vuol semplicemente dire dare ai giudici iniezioni di scienza. Piuttosto, occorre vincere il pregiudiziale atteggiamento, diffuso in Europa, ostile alla scienza e alle sue capacità di fornire un tipo di conoscenza utilizzabile nelle decisioni di pubblica rilevanza, sia giuridiche che politiche.

Sappiamo bene che anche la scienza può farsi essa stessa pregiudizio e questo è il motivo per cui pensiamo che *essere contro la scienza sia tanto antiscientifico quanto una acritica accettazione della scienza stessa*.

A nostro parere, è necessario creare un ambiente nel quale la relazione tra scienza e diritto possa essere liberamente sperimentata e discussa tra persone che non necessariamente condividano gli stessi punti di vista tanto sulla scienza quanto sul diritto. Il principio guida dell'Enlsc è di tipo procedurale e non sostanziale. □

9 - A.Santosuosso, Judges Without (Written) "Laws: Remedy or New Prospect?", in A. Santosuosso - G. Gennari (eds), "Bioethical Matters and the Courts: do Judges Make Law?", *Notizie di Politeia*, n.65/2002, Special Issue.

10 - A.Santosuosso, "Integrità della persona, medicina e biologia: l'art.3 della Carta di Nizza", in *Danno e responsabilità*, 2002, n.8-9, pp.809-816

Il tempo della ricerca perduta delle cellule staminali

di Carlo Alberto Redi, Silvia Garagna, Maurizio Zuccotti

Per comprendere quanto sta succedendo nel mondo delle cellule staminali con una quotidiana esposizione del grande pubblico a un bombardamento di notizie che promettono risultati terapeutici miracolosi, bisticci tra ricercatori sulla bontà delle cellule staminali prodotte da questo o quel gruppo e la miriade di posizioni normative assunte dai vari Paesi al riguardo, è bene chiarire subito il *modus ponens* del problema staminali (a nostro avviso quello più corretto). Se non si tenta questa operazione si crea solo confusione tra aspetti sostanziali (le possibilità attuali del loro impiego in terapia) e aspetti propri della ricerca, alimentando un circolo vizioso di fraintendimenti che creano uno scenario nel quale prevalgono aspetti ideologici privi di ogni fondamento scientifico; falsando così tutto il necessario dibattito.

Nella prima parte di questo lavoro verrà presentata la cornice entro la quale inserire il discorso sulle cellule staminali; nella seconda gli aspetti essenziali della biologia delle staminali e della tecnica del trasferimento nucleare: ci auguriamo che questa esposizione permetta al lettore di elaborare in autonomia una propria idea, posizione al riguardo delle staminali.

Longum iter est per praecepta, breve et efficax per exempla (Seneca)*

È bene chiarire subito che la biologia delle cellule staminali è ancora a uno stadio di conoscenze molto iniziale, prevale la nostra ignoranza su tanti aspetti di base delle capacità staminali di una cellula (le capacità di moltiplicarsi e di mantenere uno stato indifferenziato sotto il profilo citologico) sui pochi aspetti scientifici sino a ora compresi. In questa situazione è chiaro alla comunità scientifica che il primo passo da compiere è un fortissimo investimento economico per giungere nel più breve tempo possibile a una esauriente capacità di governare la biologia di queste cellule. A livello internazionale questa realtà va facendosi chiara, anche se tra non poche difficoltà, a livello nazionale il quadro si fa drammatico. E così la comunità scientifica nazionale è oggi del tutto frustrata dalla posizione assunta dall'attuale governo, più volte ribadita da suoi autorevoli rappresentanti, riconducibile alla idea che ciò di cui oggi ha prioritariamente bisogno la comunità scientifica italiana è un riordino di tipo aziendalistico, previo censimento dei soggetti capaci di

svolgere buona ricerca, quale prerequisito per invogliare fondi privati a investire in ricerca. Al riguardo, vi sono due aspetti di merito, il primo formale e il secondo sostanziale, che non possono essere tralasciati: 1) tale necessità era ben chiara anche in precedenza, nel corso della campagna elettorale, e correttezza vuole che dovesse essere esplicitata in sintonia con le promesse di sostanziose erogazioni; 2) i risultati delle ricerche pubblicate sulle più autorevoli riviste del settore della gestione della ricerca (*Research policy*, *Nature*, *Science*) indicano che la strada da perseguire non è la privatizzazione della ricerca pubblica ma un massiccio investimento pubblico nel settore della ricerca.

Sul primo punto non vi è altro da dire: alle parole devono seguire i fatti. Dire ai ricercatori che possono brevettare i risultati delle loro ricerche (senza entrare nel merito del poco etico suggerimento di impiegare strutture pubbliche per ottenere profitti personali) suona molto «armatevi e partite». Il ricercatore deve trovare i fondi e amministrarli e con ciò attuerà quella «prostituzione scientifica» che relega l'Università a fare ciò che il committente chiede, ciò che la impresa mercantile non trova profittevole compiere in proprio. Viene così meno l'impegno centrale, statale, nella guida delle grandi scelte strategiche e lo Stato si chiama fuori dalla possibilità di far sentire la voce dei cittadini nelle scelte applicative; la lezione degli Ogm (e

quella che si sta verificando sulle cellule staminali) non ha insegnato nulla. La vera logica sottesa a questa impostazione è quella di chiamare fuori lo Stato dalle proprie responsabilità nell'investire in ricerca, ammantando l'operazione come una grande opportunità di libertà per i ricercatori. Il secondo punto è quanto mai chiaro: libertà per i ricercatori significa fondi per la ricerca. In questo Paese i ricercatori erano già liberissimi di svolgere la ricerca che desiderano ma sono sempre stati poco liberi dalla cronica mancanza di fondi. Contrariamente alle esperienze di paesi quali gli Stati Uniti d'America e il Regno Unito, che proprio in virtù di specifici studi hanno fatto ingentissimi investimenti nella ricerca universitaria pubblica e ancora ne fanno (il presidente Bush ha aumentato del 15% gli investimenti dello Stato per la ricerca biomedica) consapevoli del ritorno economico per il Paese nel breve-medio periodo pari a un utile del 28% annuo (quale istituto bancario o assicurazione potrebbe mai garantire un utile del 28%?), ci viene di fatto proposta la trasformazione delle università in S.p.a. Certo negli Stati Uniti esistono università private di altissimo livello ma nessuno negli Usa si sognerebbe di trasformare un patrimonio pubblico in una impresa, perché non è economicamente conveniente. L'impegno a portare all'1% del Pil i fondi della ricerca per riallineare il nostro Paese suona sinistro: viene da chiedersi a quali Paesi si vuole riallineare l'Ita-

* «Lunga è la via dell'insegnamento attraverso i precetti, breve ed efficace attraverso gli esempi».

lia? A Paesi europei? La media europea è del 1,8% del Pil. Gli Stati Uniti e il Giappone spendono già il 2,4% e il 2,9% del Pil, rispettivamente. La Tunisia investe più dell'1%. Recenti studi condotti da economisti americani, tedeschi e inglesi mostrano i diversi tipi di contributi che la ricerca finanziata pubblicamente porta alla crescita economica di un Paese, solo per ricordarne alcuni:

a) espande le opportunità scientifiche e tecnologiche che vengono rese disponibili alla società e alle imprese per le loro attività tecnologiche. Un esempio recente è stato il sequenziamento del genoma umano;

b) crea laureati qualificati per la cui preparazione le imprese dovrebbero fare enormi investimenti;

c) crea nuove strumentazioni scientifiche e nuove metodologie perché, per sua natura, la ricerca di base continuamente costringe i ricercatori a sviluppare nuove apparecchiature, tecniche di laboratorio e metodi di analisi;

d) crea reti di collaborazione scientifica e di interazione sociale dove l'interesse è la collaborazione o una sana competizione, ma non certo la secretazione dei risultati ottenuti dalla ricerca. Al contrario, la ricerca privata ha più ristrette possibilità collaborative e tende a impiegare le risorse esistenti bloccando la società entro alcune particolari opzioni tecnologiche (un esempio noto a tutti è quello della monopolizzazione del mercato dei *software* che indubbiamente ne rallenta anche lo sviluppo);

e) le università rappresentano spesso l'elemento catalizzatore attorno al quale si sviluppano nuove imprese mercantili, creando agglomerati regionali in cui la collaborazione tra pubblico e privato porta allo sviluppo di settori economicamente molto significativi. Si pensi al settore dell'elettronica di cui anche in Italia abbiamo un esempio molto convincente (la cosiddetta Silycon Valley siciliana) o al settore delle biotecnologie che ha visto sorgere numerosissime imprese biotecnologiche proprio a partire da ricercatori che hanno avuto una lunga esperienza di ricerca nel settore pubblico. Gli elementi sopra esposti non solo dimostrano che la ricerca pubblica è una sorgente di nuove conoscenze, ma porta alla società intera una varietà di benefici economici reali e sostanziali. La ricerca oggi si pone come motore della evoluzione sociale ed economica dei Paesi ed è imperativo che si abbandoni ogni fra-seggio, ogni contenzioso, tra governi attuali e precedenti, per dare fondi utili a dispiegare le potenzialità dei ricercatori italiani che costituiscono un ricco capitale umano. La classe politica deve essere consapevole che, senza adeguati investimenti – pubblici e privati – in ricerca e formazione scientifica, sono in pericolo i livelli economici, sociali e culturali raggiunti dal nostro Paese. È anche compromesso lo stesso ruolo dell'Italia, e del suo potenziale produttivo, nella competizione economica internazionale, nell'uso responsabile delle risorse

naturali, nella compartecipazione – dettata dalla nostra storia – ai processi di solidarietà per un più equo sviluppo delle popolazioni delle regioni economicamente arretrate.

La filosofia che si sta consolidando tra i paesi del G7 (escludendo l'Italia!) è oggi quella del *funding first*, a dire i denari pubblici devono essere prima di tutto investiti in ricerca, in particolare quella biomedica poiché l'investimento si tramuterà in un dividendo economico di eccezionale valore. Nel 1998 negli Usa, con un investimento di 45 miliardi di dollari nella ricerca biomedica, nella sola industria farmaceutica erano impiegate circa mezzo milione di persone (per un totale di 120 miliardi di dollari di salario) con vendite per circa 100 miliardi di dollari. Altrettanto impressionanti sono i risparmi dovuti alla prevenzione di alcune patologie: la prevenzione della osteoporosi postmenopausa ha portato a un risparmio di 333 milioni di dollari/anno nel 1998; l'investimento di 56 milioni di dollari in un programma di ricerca sui tumori testicolari, durato 17 anni, ha portato a un trattamento positivo del 91% dei casi con un risparmio di 166 milioni di dollari/anno.

È chiaro che i costi sociali delle patologie che ci affliggono sono di gran lunga superiori ai costi delle ricerche capaci di prevenirli (ancora negli Usa, negli ultimi 10 anni, vi è stato un risparmio di 3 miliardi di dollari/anno sui costi dei trattamenti medici per l'ipertensione; 30 miliardi di dollari co-

me stima di minima, per differenza con quanto si sarebbe speso in assenza di nuovi farmaci). Al di là degli ovvi benefici che una buona salute assicura, vi sono benefici economici! (per una analisi dettagliata, tabelle e grafici, si veda www.fundingfirst.org). Infine, come già detto, va sottolineato che due sono i pilastri etici su cui si regge uno Stato (non importa come governato, capitalismo e socialismo si confronteranno sulle strategie di distribuzione dei beni) e che dovrebbe idealmente esistere il consenso più ampio sulla semplice premessa che la ricerca, la scienza, e le applicazioni tecnologiche dei suoi saperi, sono il motore della evoluzione umana: **1)** la ricerca, e la condivisione dei suoi risultati e cioè la formazione culturale dei cittadini, e **2)** la salute dei cittadini. La promozione di questi due valori non può essere costretta da vincoli economici pena il declassamento complessivo di una società e l'impoverimento della qualità della vita, nell'accezione più ampia del termine. Su questi due valori è necessario investire, in qualunque situazione economica. Cittadini in buona salute e culturalmente preparati possono, ovviamente, meglio agire e meglio vivere in un mondo che si fa sempre più complesso, più inquinato e meno ricco di risorse naturali. Nell'ordinamento giuridico attuale la libertà di ricerca e l'obbligo della Repubblica di promuoverla sono sanciti da ben due articoli della Costituzione (art. 9 e art. 33). Pare

però che un'amnesia collettiva e prolungata nel tempo (certamente da Quintino Sella in poi! L'ultimo governo a investire massicciamente in istruzione e ricerca, con Roma città del sapere) colpisca i decisori politici e i governi. Adriano Buzzati Traverso scrisse un bel pezzo dal titolo *Se gli italiani fossero intelligenti* per spiegare che da sempre l'Italia lamentava una carenza di investimenti e infrastrutture per la ricerca, ma da sempre alimentava l'esilio dei più bravi ricercatori, ricordando come solo un Paese che investe in ricerca è un Paese in grado di promuovere occupazione e ricchezza: pare proprio che gli italiani non siano intelligenti.

Questa lunga premessa non ha solo una validità generale quando si tratti del rapporto scienza/società, ma è parte sostanziale e necessaria alla comprensione del dibattito attuale sulle cellule staminali e sull'impiego della tecnologia del trasferimento nucleare. Non chiarire queste premesse porta a un dibattito sterile e a un semplice esercizio di retorica. Il quadro appena delineato si ripropone infatti drammaticamente (non potrebbe essere diversamente!) per il *problema* cellule staminali e opportunità terapeutiche che possono derivare da queste ricerche: il termine *drammatico* è impiegato proprio per sottolineare che nel caso specifico delle cellule staminali è drammatica, per la salute dei cittadini, l'assunzione di ogni altra posizione che non sia un forte investimento in ricerca in questo settore,

investimento su tutti i fronti della ricerca sulla biologia delle staminali.

Biologia delle cellule staminali

Alcune nozioni di base possono aiutare per potersi formare una propria visione e quindi esprimere proprie scelte su una base di dati di fatto e sperimentali sui quali non vi siano ulteriori confusioni.

Lo zigote, formatosi dalla fusione dello spermatozoo con la cellula uovo, è la prima cellula che costituisce il nuovo individuo. Questa cellula possiede tutte le informazioni, a livello nucleare e citoplasmatico, necessarie a dare inizio allo sviluppo dell'embrione. Con il procedere dello sviluppo, le cellule iniziano a differenziarsi, cioè ad assumere caratteristiche e funzioni diverse e parallelamente l'organizzazione dell'embrione diventa sempre più complessa. Il cambiamento nel numero e nella tipologia dei geni che si esprimono in ogni fase temporale dello sviluppo porta, dapprima, alla determinazione del destino differenziativo delle cellule e in momenti successivi alla loro effettiva differenziazione citologica, nei diversi tipi cellulari che compongono l'organismo adulto. In alcuni tessuti dell'adulto permangono *cellule che non vanno mai incontro al processo di differenziamento*, mantenendo capacità di rinnovo di *tipo embrionale*. Queste ultime costituiscono le *cellule staminali*, cellule in grado di sostituire quelle differenzianti nei tessuti caratterizzati da un alto ricambio cellulare causato da processi di con-

tinuo rinnovo (ad esempio: le cellule germinali maschili dell'epitelio seminifero, le cellule del tessuto ematopoietico o quelle dello strato basale del derma). Le cellule staminali mantengono capacità proliferativa durante tutta la vita dell'individuo e si dividono in modo asimmetrico, con una delle due cellule figlie che derivano dalla divisione cellulare che rimane di tipo staminale e l'altra che inizia il processo differenziativo. Le cellule della morula (i blastomeri) e quelle del nodo embrionale della blastocisti vengono dette *pluripotenti* (*totipotente* è considerato il solo zigote) poiché capaci di differenziarsi in tutti i tipi tissutali dell'adulto. Con il procedere dello sviluppo embrionale e fetale la potenza differenziativa delle staminali si restringe sempre più mentre diminuiscono anche di numero. Non vi è un generale consenso sulla terminologia da impiegare per la definizione della potenzialità differenziativa dei diversi tipi di staminali; tuttavia esiste una ampia condivisione sulla seguente formulazione:

- cellule staminali *progenitrici*, sono quelle la cui progenie terminalmente differenziata consiste di un solo tipo cellulare. Esempi sono le staminali dell'epidermide o le staminali spermatogoniali che possono produrre solo cheratinociti o spermatozoi;
- cellule staminali *multipotenti*, sono

quelle che danno origine a tipi cellulari terminalmente differenziati di diverso tipo capaci di costituire un tessuto o un organo. Esempi sono le staminali della pelle (che danno origine a cellule epidermali, ghiandole sebacee e follicoli piliferi), le staminali ematopoietiche (che danno origine a eritrociti, linfociti e cellule che producono anticorpi) e le staminali neurali (che danno origine a tutte le cellule del sistema nervoso, incluse quelle della glia);

● cellule staminali *pluripotenti*, capaci di dare origine a tutti i diversi tipi cellulari in vitro. Non sono comunque capaci per se stesse di originare un embrione. Le cellule staminali pluripotenti vengono dette *ES cells*, *cellule embrionali staminali*, quando isolate dal nodo embrionale delle blastocisti oppure *EG cells*, *cellule embrionali germinali*, quando isolate dalle germinali primordiali dei feti.

È recente la notizia dell'isolamento e coltura di cellule *ES* ottenute da blastocisti umane al quattordicesimo giorno di sviluppo¹ e di quelle murine². Le blastocisti provengono dalle cliniche di fecondazione in vitro e sono embrioni in eccesso che non sono stati trasferiti nell'utero della madre, ma con il consenso dei genitori utilizzate per la ricerca.

Nell'embrione postimpianto e poi nel feto sono ancora molte le cellule sta-

1 - J. A. Thomson, E. J. Itskovitz, S. S. Shapiro, M. A. Waknitz, J. J. Swiergiel, V. S. Marshall, J. M. Jones, "Embryonic Stem Cell Lines Derived from Human Blastocysts", *Science*, n. 282, 1998, pp. 1.145-1.147.

2 - F. A. Brook, R. L. Gardner, "The Origin and Efficient Derivation of Embryonic Stem Cells in the Mouse", *PNAS*, n. 94, 1997, pp. 5.709-5.712.

minali presenti, anche se difficile è il loro isolamento. Tra le più studiate sono sicuramente le *cellule germinali primordiali* (PGC, *Primordial Germ Cells*) che rappresentano lo stadio di differenziamento che precede la formazione delle gonadi. Le PGC fanno la loro comparsa, nell'embrione di topo e umano, alla prima e terza settimana di sviluppo, rispettivamente. Se isolate dall'embrione queste cellule sono in grado di moltiplicarsi e produrre cellule EG. La loro difficile reperibilità ne ostacola però fortemente il possibile impiego quale sorgente di reagente biologico per possibili trattamenti terapeutici.

Nell'individuo adulto si trovano cellule staminali in diversi distretti tissutali: nel midollo osseo, nell'epitelio seminifero della gonade maschile, in generale negli epitelii, nel cervello. Se le cellule staminali di ciascuno di questi distretti vengono isolate e opportunamente coltivate è possibile espanderle di numero e differenziarle nel tipo cellulare specifico del distretto tissutale da cui derivano o anche transdifferenziarle ottenendo così, ad esempio, cellule del sangue a partire da cellule staminali nervose.

Le cellule staminali adulte sono purtroppo di difficile reperibilità, poiché numericamente molto scarse; inoltre non possono essere coltivate a lungo, poiché dopo alcune divisioni cellulari,

tendono a perdere le caratteristiche di pluripotenzialità. Al contrario, le cellule ES possono essere mantenute in coltura per moltissimi cicli di divisione, addirittura per più di dieci anni, senza perdere di pluripotenzialità.

Una via alternativa per ottenere cellule staminali è il loro isolamento dal cordone ombelicale. Va ricordato che le limitazioni numerica e fisiologica si presentano anche in questo caso, sebbene in minor misura.

È chiaro che disporre di un reagente biologico quale le cellule staminali, da differenziare nei diversi tipi cellulari, apre nuovi scenari terapeutici: patologie ora poco trattabili, quali l'Alzheimer, il Parkinson, l'infarto, il diabete e molte altre potrebbero essere affrontate con maggior successo grazie alla sostituzione dei tessuti danneggiati.

Accanto a queste sorgenti fisiologiche di cellule staminali, negli ultimi tre anni, se ne è aggiunta un'altra molto promettente basata sulla possibilità di modificare il programma genetico del nucleo di cellule differenziate per contatto con il citoplasma dell'ooocita³. Willmut e Campbell, nella pecora, e successivamente Yanagimachi e collaboratori, nel topo, impiegando tecniche di trasferimento nucleare hanno dimostrato la reversibilità del programma genetico dei nuclei di cellule somatiche terminalmente differenzia-

te. I nuclei di queste cellule, quando trasferiti in cellule uovo private del loro nucleo (citoplasto), riacquistano il programma genetico capace di iniziare lo sviluppo embrionale e di portare alla nascita di un nuovo individuo. Dal punto di vista genetico il nuovo individuo è una *copia genomica* del donatore della cellula somatica impiegata per il trasferimento nucleare e quindi è un clone. Rimangono oscuri quali siano i meccanismi e le molecole coinvolti in questo processo di deprogrammazione e riprogrammazione del genoma della cellula somatica dopo il suo trasferimento nell'ooplasma. Tra i diversi fattori coinvolti nelle prime fasi che seguono il trasferimento del nucleo somatico nell'ooplasma, sicuramente importanti sono il grado di ploidia del genoma (il contenuto in Dna) e il momento del ciclo cellulare in cui si trova il nucleo trasferito. Si è notato, ad esempio, che il trasferimento di nuclei che si trovano nella fase G₀⁴ del ciclo cellulare facilita lo sviluppo preimpianto, aumentando il numero di blastocisti ottenute.

La comprensione dei meccanismi che intervengono nel differenziamento cellulare, e nei processi che lo rendono reversibile, apre non solo vasti scenari di conoscenza ma ancor più vaste possibilità applicative in ambito biomedico e farmacologico. È così possibile prevedere che i risultati delle ricerche indicheranno come ottenere in vitro la dedifferenziazione di

una cellula somatica prelevata da un individuo adulto suggerendo come guidarne la redifferenziazione per ottenere in grande quantità un tipo cellulare nuovo, ritrasferibile nel corpo dell'individuo oppure coltivabile fino all'ottenimento di una popolazione omogenea e potenzialmente in grado di progredire nelle fasi successive dell'istogenesi e dell'organogenesi. O ancora, indicheranno come indurre cellule quiescenti a riacquisire funzioni utili in un organismo differenziato o di modificare i meccanismi della progressione neoplastica fino alla completa reversione del tumore e alla riprogrammazione delle attività normali della cellula.

La più promettente applicazione in ambito biomedico delle tecniche di riprogrammazione delle funzioni del genoma tramite trasferimento nucleare è certamente quella della produzione di popolazioni cellulari o di veri e propri tessuti da trapianto differenziati *ad hoc* per la *medicina rigenerativa*. Per le diverse patologie si può prevedere di differenziare in vitro i tipi cellulari necessari per la terapia da attuare per i milioni di pazienti affetti da patologie degenerative o croniche la cui incidenza nella popolazione è estremamente elevata.

L'impiego terapeutico delle cellule staminali è però ostacolato da almeno due grandi difficoltà. La prima è costituita dalla difficile reperibilità di cellule staminali dall'adulto e dal fatto

4 - La fase G₀ è uno stadio del ciclo cellulare di quiescenza dal punto di vista proliferativo.

3 - N. Kikyo, A. P. Wolffe, "Reprogramming Nuclei: Insights from Cloning, Nuclear Transfer and Heterokaryons", *Journal of Cell Science*, n. 113, 2000, pp. 11-20; J. A. Lake, J. Rathjen, J. Remiszewski, P. D. Rathjen, "Reversible Programming of Pluripotent Cell Differentiation", *Journal of Cell Science*, n. 113, 2000, pp. 555-566; S. Garagna, C. A. Redi, M. Zuccotti, "Cellule sempre nuove", *Le Scienze*, n. 392, 2001, pp. 34-41.

che le cellule *ES* possono essere isolate solo da embrioni, con conseguenti problemi di natura etica. La seconda è legata a eventuali incompatibilità immunologiche nel trapianto di questi nuovi tessuti. Questo secondo problema può essere risolto impiegando cellule staminali del paziente da curare, quando si riescano a ottenere, oppure utilizzando campioni di cellule del cordone ombelicale congelate alla nascita.

Una strategia completamente diversa è quella di associare le tecniche del trasferimento nucleare con le metodiche impiegate per il differenziamento delle cellule staminali. È chiaro che questo approccio necessita ancora dell'impiego di oociti, con ciò incontrando problemi di natura etica legati all'impiego e alla donazione di gameti e problemi legati alla salute della donna donatrice di oociti. L'impiego di cellule uovo di altre specie non ha dato sino a ora risultati incoraggianti.

In questa prospettiva è quindi prioritario il proseguimento della ricerca di base dei meccanismi che sottendono ai fenomeni di deprogrammazione e riprogrammazione del genoma su modelli animali, cercando poi di riproporli in vitro, in assenza del gamete femminile, impiegando citoplasti artificiali. Va comunque tenuto conto che, a oggi, i fattori che più efficacemente stimolano la riprogrammazione del nucleo somatico e che specificano funzionalmente le cellule staminali sono poco conosciuti.

Modus ponens

Il quadro delineato non è frutto di una visione di parte, è la radiografia della situazione attuale delle conoscenze. È da questo quadro che deve scaturire la scelta strategica per giungere nel più breve tempo possibile al trasferimento delle promesse terapeutiche, così come evidenti dalla sperimentazione animale, alla pratica clinica. Ma sul quadro delineato vi è, vi deve essere, una condivisione generale: i risultati delle ricerche non si giudicano a maggioranza e minoranza, sono la base del *modus ponens* dei dibattiti sui problemi aperti. Ora è bene ricordare, prima di avanzare alcune proposte, che l'Italia ha contratto a livello internazionale doveri ben precisi sul tema delle cellule staminali avendo firmato, ad esempio, la dichiarazione di Annecy (Bordeaux), dove nel giugno del 2000, i ministri della Ricerca dei Paesi del G8, oltre a rappresentanti di Brasile, Cina, Messico e India, si sono incontrati per stendere un Protocollo di intesa che impegna tutti i firmatari a sostenere fortemente le ricerche sulle cellule staminali *ES* e a un lavoro di armonizzazione delle legislazioni sulle cellule staminali. Va inoltre ricordato che anche la dichiarazione dell'Unesco, anch'essa sottoscritta dall'Italia, prevede la possibilità dell'impiego delle *ES* per studi, ricerca e clonazione terapeutica. Dunque il nostro Paese ha *precisi doveri internazionali* che lo impegnano a contribuire intellettualmente ed economicamente nello svi-

luppare il settore. Sotto il profilo intellettuale il nostro Paese vanta la presenza di gruppi che hanno saputo dare contributi significativi nell'avanzamento delle conoscenze scientifiche sulle cellule staminali. A oggi ha nel settore un capitale umano invidiabile. Fermo resta dunque il dovere di partecipare attivamente allo sforzo economico finanziando i gruppi già attivi e promuovendo con investimenti economici seri la formazione di giovani biomedici dediti a ricerche sulle staminali, e inoltre a sviluppare riflessioni per l'individuazione di strategie utili al reperimento di staminali e alla riprogrammazione genetica del nucleo delle cellule somatiche. A questo proposito va ricordato che potrebbe rivelarsi non condivisibile la pratica di prelevare cellule a un embrione congelato prodotto per fecondazione in vitro poiché l'impiego di questi embrioni per fini diversi dalla procreazione è un punto di grande controversia etica. Inoltre, non vi sono dati per sostenere: **a)** che la morula-blastocisti mantenga intatto il proprio potenziale di sviluppo dopo il prelievo e **b)** che le poche cellule prelevate (dovendo procedere a un prelievo numericamente limitato a non più di una decina di cellule per non compromettere le capacità di sviluppo della morula-blastocisti) possano essere espanse in coltura in termini tali da garantire la produzione di un quantitativo di cellule *ES*

utile al loro possibile impiego in terapia (il numero di cellule da impiegarsi è uno dei fattori critici di successo della terapia, come la sperimentata pratica clinica dei trapianti di staminali ematopoietiche in pazienti trattati con alte dosi di chemio o radio terapia ha chiaramente dimostrato). Inoltre, le poche cellule prelevate potrebbero sì mantenere le caratteristiche di staminale embrionale (così come definite da James Thomson: derivazione da stadi pre o periimpianto, prolungata capacità proliferativa allo stato indifferenziato, stabile capacità a formare derivati dei tre foglietti embrionali anche dopo prolungato mantenimento in coltura), anche se altri dubbi possono sorgere sulla natura delle cellule prelevate e sulle loro capacità di differenziazione. Va infatti ricordato che l'embrione vero e proprio, il feto e quindi il neonato derivano da sole tre o quattro cellule delle circa 100 che compongono la blastocisti. È questo un dato oramai acquisito grazie agli esperimenti compiuti con i topi allofenici⁵.

Sorge spontanea la domanda se tra le cellule prelevate vi possano essere proprio le tre o quattro embrionali (anche se su una base probabilistica si potrebbe escludere tale evento). Inoltre, oltre al fattore critico rappresentato dal limitato numero di cellule che si potrebbero prelevare, è noto che le embrionali staminali si svilup-

5 - Cfr. B. Mintz, "Clonal Expression in Allophenic Mice", *Symp. Int. Soc. Cell Biol.*, n. 9, 1970, pp. 15-23; C. L. Markert, R. M. Petters, "Manufactured Hexaparental Mice Show that Adults are Derived from Three Embryonic Cells", *Science*, n. 202, 1987, pp. 56-58.

pano con alto rendimento solo dall'epiblasto delle blastocisti (se ne sviluppano ben di più rispetto all'impiego della intera blastocisti) il che significa che si dovrebbe procedere a un prelievo selettivo solo in quella zona della blastocisti, con ciò potenziando la invasività dell'intervento. Non avrebbe senso prelevare dieci cellule random, poiché la certezza sarebbe quella di fallire nella loro espansione in coltura o di espandere cellule non staminali.

Inoltre, studi compiuti sul visone⁶ hanno dimostrato che vi è una correlazione positiva molto alta tra la efficienza più elevata di produzione di staminali embrionali, e una loro più elevata potenzialità differenziativa, e lo stadio di sviluppo impiegato, la morula essendo l'ideale. Ciò a dire, si dovrebbero impiegare preferibilmente morule e non blastocisti. Con ciò esasperando il fattore cruciale della invasività del trattamento di prelievo con la pressoché certa compromissione della futura capacità di sviluppo della morula stessa. Infine, la normalità, in termini di ploidia, del cariotipo delle cellule prelevate potrebbe rivelarsi ingannevole rispetto alla correttezza del cariotipo delle altre cellule della morula-blastocisti (e viceversa, la aneuploidia numerica delle cellule prelevate non è garanzia della anormalità del cariotipo dei blastomeri la-

sciati alla morula-blastocisti). È noto infatti che nel corso delle prime divisioni mitotiche possono verificarsi fenomeni di malsegregazione cromosomica capaci di determinare *lineages (anlagen)* cellulari aneuploidi e forme di chimerismo cariotipico.

Se dunque in linea teorica l'impiego di cellule che non comportino la distruzione della morula-blastocisti è progettabile, diversi aspetti di questa pratica non poggiano su dati scientifici incontrovertibili. È comunque una linea di ricerca promettente che andrebbe sostenuta. Fermo resta che a monte di qualsivoglia considerazione vi è il fatto che prevede di impiegare morule-embrioni criopreservati e quindi non esclude a priori il dibattito etico che tale impiego comporta.

Il ricorso a cellule staminali adulte del paziente stesso è certamente ideale per non creare controversie etiche ed è certamente di grande aiuto nella pratica clinica anche se presenta delle limitazioni: come già detto, queste sono di impossibile reperimento in alcuni distretti e vi sono limitazioni di tipo numerico.

È generalmente accettato che il poter disporre di staminali di tipo embrionale aprirebbe opportunità terapeutiche più vaste (per cuore e pancreas, ad esempio; e senza dover ricorrere alla transdifferenziazione per creare tipi di staminali non disponibili

per alcuni distretti tissutali). Staminali di tipo embrionale si possono ottenere facilmente riprogrammando il nucleo di cellule somatiche prelevate dal paziente, tramite il contatto con il citoplasma dell'oocita ottenuto grazie al trasferimento del nucleo somatico. Per completezza di trattazione è bene ricordare che è improprio chiamare zigote l'oocita ricostituito con il nucleo di una cellula somatica: l'oocita ricostituito non è in grado di dare inizio allo sviluppo embrionale se non dopo opportune stimolazioni artificiali che lo incanalano verso lo sviluppo di una blastocisti e certamente solo pochissime di queste sono in grado di svilupparsi in embrioni e feti dopo trasferimento in una madre surrogata. In alternativa, l'oocita ricostituito può essere indotto a formare sfere embrioidi, capaci di espandersi in coltura e portare alla formazione di cellule staminali.

Comunque, l'oocita ricostituito non evolve naturalmente a blastocisti.

Gli oociti ricostituiti non sono frutto della unione di uno spermatozoo e di un oocita: l'oocita ricostituito con il nucleo di una cellula somatica del paziente costituisce una potenziale forma di espansione cellulare (per via asessuata) del paziente stesso (già oggi, prelievi biotici di derma vengono amplificati per la produzione di parti utili alla terapia dei grandi ustionati). Con opportuni stimoli artificiali si può indurre l'oocita ricostituito a incanalarsi verso una moltiplicazione mitotica che porta alla formazione

delle sfere embrioidi (non di blastocisti) e indirizzare la differenziazione di queste (dopo espansione in coltura) verso particolari tipi cellulari. Fenomeni di espansione cellulare mitotica di alcune fasi dello sviluppo di uno stesso individuo si presentano in tutti i *taxa* animali, così come una storia dei cicli vitali in zoologia insegna: il più noto è la *Redia* (in omaggio a Francesco Redi che la descrisse), forma di amplificazione larvale prodotta per via asessuata da tante specie di Platelminti, pur nel corso di cicli di riproduzione sessuata, il più famoso essendo l'*Echinococcus granulosus*, agente della echinococcosi (così frequente tra i pastori sardi e abruzzesi sino alla fine degli anni cinquanta, e ancora capace di vere e proprie stragi, oggi, nell'Africa centrale).

Oggi sappiamo che il nucleo di una cellula somatica quando soggiorna a contatto del citoplasma dell'oocita ricostituito acquista la capacità di cellula staminale. È prevedibile (e auspicabile, per evitare la rincorsa agli oociti ancora necessari in questa fase di limitata conoscenza scientifica del fenomeno) che ben presto non avremo la necessità di ricorrere al citoplasma degli oociti delle femmine della nostra specie, potremo impiegare estratti citoplasmatici di altre specie (ad esempio specie animali impiegate negli allevamenti zootecnici) o citoplasti prodotti artificialmente, così da poter effettuare in provetta la riprogrammazione genetica dei nuclei delle cellule somatiche. Ancora meglio, in un futuro

6 - M. A. Sukoyan, S. Y. Vatolin, A. N. Golubitsa, A. I. Zhelezova, L. A. Semenova, O. L. Serov, "Embryonic Stem Cells Derived from Morulae, Inner Cell Mass, and Blastocysts of Mink: Comparisons of their Pluripotencies", *Mol. Reprod. Dev.*, n. 36, 1993, pp. 148-158.

non lontano forse lo sapremo fare direttamente nel corpo del paziente così come oggi impieghiamo iniezioni di sostanze chimiche per inibire o stimolare funzioni di alcune sue cellule. La storia della biologia e della medicina conforta questa previsione: nell'embriologia sperimentale è tradizione fare ricorso, nelle prime fasi di studio di fenomeni di cui ignoriamo le basi cellulari e molecolari, a trapianti ed espunti cellulari (basti pensare all'induzione di Spemann), all'uso di *caloni* (estratti cellulari; basti pensare a Lillie e alla scoperta delle molecole coinvolte nel riconoscimento spermatozoo-ovocita) e in genere all'impiego e alla manipolazione del materiale biologico naturale (come accade oggi con il citoplasma degli oociti); in una seconda fase, e sulla base di questa prima necessaria fase di conoscenza, si giunge alla scoperta dei fattori che si possono impiegare per ottenere artificialmente lo stesso risultato finale. Conoscendo le molecole, e i meccanismi genetici coinvolti nel processo di riprogrammazione genetica del nucleo somatico attuato dal citoplasma dell'ovocita, le potremo manipolare con successo in vitro e non avremo più la necessità di ricorrere agli oociti. È auspicabile che questa ultima strategia di ricerca (sviluppare un citoplasto artificiale, già suggerita dal rapporto Dulbecco e alla formulazione della quale gli scriventi hanno contribuito) trovi un canale di finanziamento poiché porterebbe alla produzione di staminali autologhe (im-

munocompatibili con il paziente) senza incontrare alcun tipo di ostacolo etico, ideologico o morale.

Un ultimo punto va ricordato: è innegabile che il disporre di staminali embrionali in quantità permetterebbe una accelerazione nelle ricerche, con sostanziali avanzamenti del sapere: si pone dunque il problema del "che fare" degli embrioni conservati nei *freezer* e destinati alla distruzione.

Che fare?

Se è condiviso che lo scopo finale dell'impiego delle cellule staminali è la cura del maggiore numero di patologie, di fronte alla possibilità di decidere per l'impiego di particolari tecnologie biologiche diviene cruciale analizzare il prodotto (cellule staminali) della tecnologia (trasferimento di nuclei somatici) nella sua fruizione socio-tecnologica finale (terapia cellulare) e non limitarsi all'analisi del prodotto e della tecnologia necessaria in se stessi: è l'intento finale (un *buon fine*) che connota come morale un percorso suggerito.

A questo riguardo, laici e cattolici paiono uniti dalla incoerenza nella valutazione della liceità (o meno) dell'uso degli embrioni sovrannumerari per la terapia cellulare basata sull'impiego delle cellule staminali poiché entrambe le etiche sono capaci di giustificare la morte di esseri umani per farne vivere altri! In effetti, anche altre contraddizioni possono essere rilevate. Si consideri, ad esempio, il fatto che in tutte le legislazioni è permesso

a una coppia avere accesso alla fecondazione in vitro, il che significa creare molti embrioni orfani, abbandonati poi in clinica, per assicurare il successo del procedimento. Ai singoli cittadini è dato dunque il diritto, quando si presentano in coppia, di creare embrioni sovrannumerari per rispondere a un persistente desiderio di genitorialità, desiderio in qualche modo vicariabile con l'adozione, mentre a ciascuno dei componenti la coppia, in condizioni di vita o di morte perché affetti da gravi patologie, non è permessa la creazione di *quell'embrione* per produrre proprie cellule staminali per possibili terapie. A dire, non è permesso al singolo, e in una situazione di cogente bisogno, di produrre delle sue proprie (geneticamente) espansioni cellulari, non altri individui. Questo punto andrebbe reso ben chiaro, ricordando anche che il termine *embrione*, assegnato alla espansione cellulare che deriva dallo zigote ricostituito trasferendo il nucleo di una cellula somatica in una cellula uovo, è del tutto improprio. La prospettiva attraverso cui guardare a questa pratica è un'altra: grazie alla azione del citoplasma delle cellule uovo è possibile riprogrammare il nucleo della cellula somatica per scopi terapeutici; è molto probabile che tra qualche anno lo si farà solo con sostanze chimiche (come sopra ricordato). Oggi, però, i giuristi devono trovare le argomentazioni per sciogliere questa contraddizione. La matassa è effettivamente imbrogliata e se si

continuano a impiegare gli strumenti concettuali della filosofia e della etica laica/cattolica non si uscirà mai da questo *cul de sac*, se non a prezzo di devastanti lacerazioni sociali e imboccando la via del "turismo terapeutico". Sarebbe anche bene liberare il campo dal concetto di persona, impropriamente chiamato in causa al riguardo degli embrioni, e ricordare che questo concetto non appartiene alla biologia né alla scienza fattuale. Ha validità in filosofia, teatro, letteratura, diritto e teologia. Ci sono due significati importanti di persona. Nel teatro greco-romano corrispondeva al ruolo o "personaggio" che era rappresentato in un'opera con una maschera. Nella filosofia e teologia cristiana la persona ebbe uno sviluppo importante in rapporto alla Santissima Trinità e alla persona divina di Cristo con natura umana e divina. Non c'è nulla negli elementi materio-energetici né nelle loro relazioni che ci permetta di determinare che un essere che ci si presenta sia o meno una persona. Per molte religioni anche gli animali sono persone con anima come l'essere umano e per altre lo sono anche i turbini e gli uragani. Nulla di più contrario ai criteri oggettivabili della scienza.

Dobbiamo poi definire in modo operativo religione e ideologia. La religione è l'adesione a una visione del mondo a cui si attribuisce valore di opzione fondamentale e ha elementi cognitivi che si valutano al di sopra di tutti gli altri; l'ideologia è una visione e

valutazione del mondo con trascendenza sociale (un'*etica politica* in Aristotele). Si comprende facilmente che qualsiasi etica sarà influenzata dalla religione: più ancora, è determinata da essa. Non si può pretendere un'etica comune per un indu che crede nella trasmigrazione delle anime, per un cristiano che crede che solo l'essere umano abbia un'anima e per un materialista dialettico per il quale l'anima non esiste. Le posizioni riguardo alla sperimentazione animale, l'aborto, la terapia genica o i trapianti possono essere molto diverse. Se infine analizziamo quali sono gli elementi comuni alle etiche a oggi postulate possiamo definire l'etica in *forma operativa*, così che si possa fare scienza con essa. Si scoprirà così che l'elemento matrice dell'etica (umana) è la condotta responsabile (cosciente e volontaria) e quindi la decisione. Non possiamo non decidere. Ne consegue un'etica della responsabilità. E dunque, dinnanzi agli embrioni congelati la nostra responsabilità individua quattro opzioni e una scelta si impone:

1) impiantarli in madri adottive. Stante il numero, sarebbe necessario un concorso mondiale per trovare tutte le madri adottive necessarie a permettere il loro sviluppo sino alla nascita. Al di là della impraticabilità di questa opzione, molti embrioni morirebbero in utero e tra i nati sarebbe alta la proporzione di portatori di anomalie;

2) lasciare gli embrioni congelati per

secula seculorum. Con il passare del tempo gli embrioni si deteriorano ed è più difficile impiegarli in condizioni tali da portare alla nascita di un individuo senza rischi di anomalie. Di fatto questa decisione è sinonimo di morte, seppure lenta;

3) scongelarli e gettarli, accelerando così la loro morte;

4) impiegarli per la ricerca sul differenziamento cellulare; anche questa opzione implica la loro morte, ma certamente ha l'attenuante di poter offrire alla umanità conoscenze altrimenti non raggiungibili. Inoltre, se significa morte dell'embrione come entità individuale, poiché viene disgregato a livello di cellule, significa però continuazione della vita di quell'embrione (a livello di cellula) in quella di un individuo che sta soffrendo e può guarire e tornare ai propri affetti e alla vita di tutti i giorni. Non dimentichiamo che gli embrioni crio-preservedi sono destinati a distruzione certa: 237.603 nella sola Gran Bretagna tra il 1991 e il 1998.

Risulta immediato, data la impraticabilità della prima opzione, che solo la quarta, al di là delle posizioni ideologiche, religiose, etiche, risulta quella più accettabile. Senza nulla rinnegare chi crede che siano già un essere umano o coloro i quali credono che diverrà, in opportune circostanze, un essere umano o coloro per i quali non lo è affatto, il problema va dunque posto in altro modo. Tutti dovremmo convenire sul fatto che la decisione sul loro destino deve essere ridotta al

“che fare” e non posta nella prospettiva di derivare la decisione in base al “cosa sono”. Queste centinaia di migliaia di embrioni esistono e chiedono una fine migliore di quella che li vede restare per *secula seculorum* nel freddo polare (ma è praticabile? Nessuno può crederlo! Abbandonati da tutti, prima o poi qualcuno reclamerà i costi del loro mantenimento e verranno distrutti: questa è una realtà nota a tutti) o gettati in un lavandino: chiedono di partecipare, ora che sono stati creati, a un processo materio-energetico che chiamiamo vita.

I tempi dei dibattiti sono sempre mol-

to dilatati, ed è probabile che anche nel caso delle cellule staminali la società civile avrà bisogno di tempi che non corrispondono alle attese dei pazienti. È però compito dei decisori politici capire che nel caso specifico delle cellule staminali è necessario uno sforzo intellettuale di particolare impegno per concepire una architettura di relazioni tra i diversi soggetti implicati (ricercatori, istituzioni, imprese, governo, associazioni di pazienti) capace di dare una risposta nel più breve tempo possibile alla sofferenza di chi attende⁷ «cellule sempre nuove»⁸. □

7 - P. J. Hines, B. A. Purnell, J. Marx, “Stem Cell Research and Ethics”, *Science*, n. 287, 2000, pp. 1.417-1.446.

8 - S. Garagna, C. A. Redi, M. Zuccotti, “Clonazione: storia e tecniche”, *Le Scienze*, n. 377, 2000, pp. 46-52.

La transizione oocita/embrione

di Antonino Forabosco

La nascita nel 1978 di Luise Brown ha dimostrato che, anche alla specie umana, è possibile avere dei figli mediante una fecondazione avvenuta totalmente all'esterno del corpo materno. Sono divenute accessibili agli interventi medici fasi del ciclo biologico umano a essi sino allora precluse, con ricadute medico-sanitarie che sono ancora allo studio e importanti implicazioni sociali. Sicuramente più di un milione di bambini sono venuti al mondo grazie alle diverse tecniche di fecondazione medicalmente assistita, con tassi di natalità che in alcuni Paesi superano il 5%. In ambito medico-scientifico vi è oggi un largo consenso nel considerare la fecondazione in vitro come mezzo per combattere la sterilità (vedi www.who.int/reproductive-health). Tuttavia in campo sociale e politico la recente Legge 19 febbraio 2004, n°40 (legge 40/2004) pone seri vincoli a questo tipo di intervento terapeutico. Anche per questo, per molti giuristi, hanno affermato che la legge è un orrore legislativo, che contiene norme di dubbia costituzionalità, contraddittorio con se stesso e con la legislazione preesistente. Al di là del parere dei giuristi, per noi medici e scienziati, la legge 40/2004 è espressione di una visione retriva della riproduzione umana e di pregiudizi antiscientifici.

L'approvazione della legge è per la gran parte il risultato di un'abile operazione politica e culturale ispirata all'orientamento ideologico-confessionale che è oggi maggioritario nel Parlamento italiano. Tale orientamento ha pienamente accolto la posizione della Chiesa Cattolica espressa da Giovanni Paolo II nel suo discorso del 3 febbraio 2002, in occasione della "Giornata della Vita", allorché affermava che «riguardo...all'embrione umano, la scienza ha ormai dimostrato che si tratta di un individuo umano che possiede fin dalla fecondazione la propria identità. È pertanto logicamente esigibile che tale identità venga anche giuridicamente riconosciuta, anzitutto nel suo fondamentale diritto alla vita, come domanda con apprezzabile iniziativa il 'Movimento per la vita' italiano».

La maggior parte degli scienziati che hanno prestato attenzione ai processi riproduttivi non concorda affatto con questa posizione. Non crede innanzitutto che fin dalla fecondazione si abbia quella identità rilevante ai fini dell'attribuzione dei diritti propri della persona umana e soprattutto non ritiene debba essere considerato arbitrario e ingiustificato fissare l'inizio della esistenza della persona umana in fasi successive alla fecondazione. Lo scontro in atto nella comunità scientifica nazionale su questo princi-

pio fondante della legge 40/2004 riguarda il passaggio dall'oocita ai primi stadi dello sviluppo del nuovo individuo umano. Chiameremo *transizione oocita/embrione* questo passaggio che è al centro di una controversia divenuta manifesta quando la stessa stesura delle sue linee guida applicative (D.M. 21 luglio 2004; G.U. n°191 del 16.08.2004) è sfociata in rilevanti e incompensabili contrasti in seno agli stessi organi tecnici a esse preposti. Questo conferma il fatto che nella formulazione della legge vi è stata una indubbia eccessiva semplificazione del contesto medico-sanitario e che problematici aspetti tecnico-scientifici della riproduzione umana sono stati superati attraverso un inadeguato approfondimento delle loro dinamiche biologiche.

Dopo la raccolta delle firme per vari referendum abrogativi, potremo essere presto chiamati a dare il parere di merito su questa legge ed in particolare sugli aspetti specifici della transizione oocita/embrione. Per questo nel presente scritto intendo fornire un contributo tecnico al dibattito in corso su questo tema. L'auspicio è che nelle votazioni su questioni tecnico-scientifiche la coscienza libera dei cittadini e dei parlamentari sia sostenuta da una adeguata conoscenza scientifica delle problematiche in discussione.

Inizio dell'esistenza di un nuovo organismo

Diversamente dalla teoria darwiniana, che ancora oggetto di dubbi e cri-

tiche, è invece pienamente accettata la tesi che nega la *generazione spontanea* di viventi. Come hanno dimostrato gli studi iniziati nella seconda metà del Seicento da Redi, proseguiti da Spallanzani cento anni dopo e conclusi nell'Ottocento da Pasteur. È quindi oggi tesi consolidata, anche nella gente, che la persistenza della vita nel nostro pianeta non dipenda da nuove creazioni e nemmeno dalla durata illimitata degli organismi viventi presenti in esso, ma dipenda invece dalla ininterrotta *generazione* di organismi *figli* da parte di organismi *genitori*. Poiché i figli generati risultano biologicamente identici ai loro genitori, questa generazione è comunemente indicata con il termine di riproduzione.

Nel mondo dei viventi la riproduzione si attua con diverse modalità. Può avvenire per semplice separazione di parti del corpo del genitore, come nel caso della riproduzione somatica o vegetativa, o viceversa a partire da cellule prodotte dai genitori a questo specifico scopo, le cellule germinali. Nella riproduzione sessuata «i genitori producono due diversi tipi di cellule germinali o gameti, l'oocita e lo spermatozoo, che sono destinati a fondersi fra loro nel corso del processo di fecondazione per formare lo 'zigote', la prima cellula del nuovo organismo» (da *Dizionario di Biologia* diretto da A. Fasolo. Utet – Torino, 2003)

Il ciclo biologico degli organismi pluricellulari che utilizzano la riproduzione sessuata, deve necessariamente

prevedere che allo zigote segua un *processo di sviluppo ontogenetico* attraverso il quale si realizzano progressivamente quelle parti e quelle strutture morfologicamente e funzionalmente integrate fra loro che costituiranno il *corpo o soma* del nuovo organismo pluricellulare generato.

Il passaggio fra le due generazioni, da quella dei genitori a quella dei figli può dirsi avvenuto nel momento in cui le entità biologiche prodotte dai genitori ai fini riproduttivi, siano esse parti del loro corpo o gameti, iniziano il processo di sviluppo ontogenetico.

Riproduzione e sviluppo si ritrovano quindi strettamente associati nel mantenere la *continuità* degli organismi pluricellulari sulla terra, con la *continuità* assicurata dalla *discontinuità* del passaggio generazionale.

Con l'avvenuto passaggio generazionale può dirsi anche iniziata l'esistenza di un nuovo organismo, questo inizio viene così identificato in modo indipendente dal successo o meno del successivo processo di sviluppo, successo che, sul piano biologico, si ha solo quando il prodotto della generazione diviene maturo, ossia in grado di produrre gameti e quindi di riprodursi a sua volta.

Tale inizio non viene nemmeno a dipendere :

- dalle modalità riproduttive o dalla loro normalità,
- dalla natura del genoma presente nel nuovo essere vivente, genoma che nella riproduzione vegetativa è identico a quello dei genitori, mentre

nella riproduzione sessuata, per il particolare e complesso meccanismo della formazione del genoma dei gameti, è sempre diverso da quello del/dei genitori,

- dall'attività funzionale del genoma presente nel nuovo essere vivente; sappiamo infatti che le prime fasi dello sviluppo sono controllati dal genoma materno e in minor misura da quello paterno.

Inizio dell'esistere di un nuovo essere umano ed embrione umano

Nell'uomo, come per gli altri mammiferi a fecondazione interna, l'avvenuto passaggio generazionale può essere fatto coincidere con il *concepimento*, anche se in questo contesto riproduttivo può significare anche l'inizio della gravidanza clinica. Divengono così *prodotti del concepimento* tutti i frutti di questa generazione riproduttiva. Lo zigote è il primo di questi prodotti ed è unanimemente considerato la prima cellula di un nuovo essere vivente umano, che con esso inizia la sua esistenza. Gli interrogativi, le perplessità e le prese di posizione contrarie nascono quando si identifica lo zigote con l'embrione e successivamente, come ha fatto Giovanni Paolo II nel discorso già citato, si faccia la trasposizione da embrione a individuo e quindi a persona.

Analizzando le dinamiche biologiche sottese alla transizione oocita/embrione si può facilmente concludere che:

- lo zigote è indubbiamente una cel-

lula dotata di tutte le potenzialità per portare alla nascita di un bambino, ma rimane sempre una cellula;

- è ovvia strategia del processo di sviluppo degli animali placentati (ai quali la specie umana appartiene), impegnare la prima parte di questo processo alla costituzione di quelle strutture, gli annessi embrionali, che consentano di stabilire quella comunicazione funzionale e metabolica con il compartimento materno, indispensabile al successivo sviluppo dell'embrione, intendendo con questo termine la struttura corporea del nuovo individuo in formazione, anche se appena abbozzata.

Nell'arco dei tre giorni susseguenti la fecondazione, vediamo così prima la comparsa della *morula* – un insieme di cellule dette blastomeri, morfologicamente e funzionalmente liberi fra loro, tenuti insieme dalla membrana pellucida dell'oocita – e intorno al quarto giorno dalla fecondazione, quella della blastocisti, una formazione conseguente alla interconnessione fra loro dei blastomeri posti all'esterno della morula con formazione del trofoblasto, il tessuto deputato alla formazione del corion, la prima delle membrane extraembrionarie. Nella fase immediatamente successiva, la membrana pellucida si rompe e la blastocisti libera va a impiantarsi, intorno al quinto - sesto giorno, sulla parete uterina.

Termina così la fase preimpianto dello sviluppo e con il successivo progressivo annidamento della blastocisti

nel contesto della mucosa uterina, ha inizio la gravidanza vera e propria (*gravidanza clinica*) e con essa la *fase prenatale* della gravidanza.

Al momento dell'impianto la blastocisti umana si compone di poco più di un centinaio di cellule, la stragrande maggioranza di queste è impegnata costituzione delle membrane extraembrionarie, (*corion, amnios, sacco vitellino*), rimangono disponibili per la formazione dell'embrione solo alcune di queste cellule. Nella settimana successiva, la blastocisti evolve in una struttura più complessa, composta da due sacchi distinti, quello amniotico e quello vitellino, a contatto fra loro a formare il cosiddetto *disco didermico*, entrambi contenuti nel sacco coriale. Su questo disco, intorno al 14° giorno dalla fecondazione, compare la *linea o stria primitiva* e con essa viene acquisito l'asse cranio-caudale che completa il dispiegamento degli assi e dei piani costitutivi della simmetria bilaterale del futuro corpo dell'individuo. La linea primitiva è indicativa anche il numero degli individui che potranno prendere origine da un singolo zigote: la comparsa di due linee primitive, ad esempio, fa ritenere che saranno due gli individui in formazione.

La comparsa della linea primitiva può essere considerata l'inizio della formazione del corpo del nuovo individuo, l'individualità corporea vera e propria di questo nuovo individuo si avrà tuttavia solo alla quarta settimana (la sesta dall'inizio convenuto per

la gravidanza), quando a completamento del processo di *delimitazione e sollevamento dell'embrione* compare l'*embrione vero e proprio* e cioè l'abbozzo del corpo del futuro individuo, con una testa in formazione, gli abbozzi degli arti ed un sistema nervoso in via di sviluppo. Solo a completamento di questo processo si saprà se il *nascituro* è un singolo individuo, oppure sono *gemelli monozigoti totalmente disgiunti* o *gemelli monozigoti più o meno congiunti*, come i gemelli siamesi, o se infine saranno *gemelli parassiti* (vedi: M. Barbieri, P. Carinci, *Embriologia*. Casa Editrice Ambrosiana 1995).

Poggia su tutti questi dati di embriologia umana la convinzione che la transizione oocita/embrione non sia un evento istantaneo ma che consista in un susseguirsi di entità biologiche via via sempre più complesse prima che compaia l'embrione vero e proprio. Pur essendo ancora un abbozzo, l'embrione alla quarta settimana dal concepimento è indubbiamente anche la prima fra queste entità che possiede quella identità corporea che la possa far considerare un *individuo*.

Il concepito

Conoscendo e considerando le dinamiche dell'embriologia umana sopra descritte, fin dal 1986 la *UK Voluntary Licensing Authority* – l'organismo nazionale inglese richiesto del parere tecnico in ordine alle problematiche etiche che erano sorte a seguito della fecondazione umana in vitro

(Commissione Warnock) – ha proposto di fissare al 14° giorno dall'inizio dello sviluppo ontogenetico il momento a partire dal quale deve essere data al prodotto del concepimento una tutela maggiore di quella ascritta alle fasi dello sviluppo precedenti (testo completo su www.dti.gov.uk/hgac/).

Era infatti apparso subito chiaro ai componenti della commissione come fosse fuorviante, e anche sbagliato dal punto di vista scientifico, impiegare lo stesso termine di *embrione* sia per lo stadio di sviluppo di due giorni composto da quattro cellule, sia per quello post-impianto di sette settimane, consistente di una formazione corporea vera e propria nella quale i caratteri dell'individualità erano definitivamente acquisiti. Per indicare le fasi precedenti il 14° giorno, è stato pertanto proposto il termine di *pre-embrione*, mantenendo i termini di *embrione* e di *feto* per le fasi successive

Entrambe queste proposte sono state adottate dalle legislazioni di vari Paesi (vedi : M. Balistreri, A. Ferrari a cura di, *La ricerca sugli embrioni in Europa e nel Mondo. Leggi e documenti*, Zadig editore, Milano 2004), in Italia hanno invece registrato una forte opposizione e sono state bollate, da quanti considerano l'organismo umano in sviluppo *persona* umana sin dalla fecondazione, come «veri e propri espedienti dialettici al solo scopo di consentire la sperimentazione sull'embrione umano» (CNB, *Identità e statuto dell'embrione umano*, 22 giugno 1996, Roma).

Sono questi gli orientamenti che spiegano come il Parlamento italiano abbia potuto approvare il comma 1 dell'art. 1 della legge 40/2004 che recita «la legge assicura i diritti di tutti i soggetti coinvolti, compreso il concepito», con il quale al *concepito* viene data dignità giuridica di persona.

Nella trattatistica di embriologia umana, *concepito* è un termine che ha un significato molto ampio e comunque non specifico: si riferisce infatti a tutti i prodotti del concepimenti a ogni stadio di sviluppo, inclusi gli annessi embrionali. (O'Rahilly and Muller, *Human Embriology and Teratology*, 1996 Wiley-Liss). La legge non specifica cosa si debba intendere per *concepito*, esso rimane così una figura giuridica non definita. Non ricompare in nessuno degli articoli successivi al primo, il suo inserimento nel comma 1 dell'art. 1 della legge 40/2004 appare così funzionale alla necessità di superare le resistenze di quanti, nel Parlamento italiano, non erano d'accordo sull'attribuzione dei diritti propri della *persona* umana fin dalla fecondazione. Il vero orientamento della legge si palesa però nel suo art.14 del Capo VI intitolato "Misure a tutela dell'embrione", ove figurano le norme che sono considerate le più punitive per le donne, come il divieto di fecondare più di tre oociti per ogni stimolazione ovarica e l'obbligo di impiantarli in un'unica soluzione. La crioconservazione dell'embrione è inoltre espressamente vietata, fatte salve alcune particolari circostanze che ri-

entrano nell'ambito delle condizioni di necessità, mentre è invece ammessa quella dei gameti (comma 1,art.2). Non essendoci alcun riferimento, né nella legge, né nelle linee guida alle altre realtà biologiche che si susseguono nel corso della transizione oocita/embrione, diviene chiaro che il divieto di crioconservazione riguarda tutte le fasi susseguenti al concepimento, zigote compreso. È interessante osservare che i sopra ricordati contrasti in seno agli organi tecnici preposti alla formulazione delle linee guida della legge, vertevano anche sul fatto se nel divieto di crioconservazione dovesse essere compreso non solo lo zigote (e cioè l'oocita alla fine del processo di fecondazione), ma anche l'inizio del processo di fecondazione, ossia non appena lo spermatozoo ha iniziato la sua entrata nell'oocita.

Il concepito come paziente

L'assegnazione di dignità giuridica di persona al *concepito*, imporrebbe a noi medici di considerare tutti i prodotti del concepimento, a partire dallo zigote, come potenziali *pazienti*. Questa considerazione si scontra però con la realtà biologica della specie umana il cui tasso di fecondità non supera il 20% in conseguenza del fatto che circa il 60-80% dei prodotti del concepimento non giungono alla nascita. La maggior parte delle perdite si registra nelle fasi pre-impianto, in fasi cioè che, con la fecondazione in vitro, sono divenute

accessibili agli interventi medici. Oggi sappiamo che queste perdite avvengono perché il concepimento umano, nella stragrande parte dei casi, dà luogo a prodotti con anomalie genomiche incompatibili con la vita e per le quali gli interventi medici di cura, soprattutto su quelli nelle fasi preimpianto, oltre a essere al momento impossibili, rientrerebbero nell'ambito dell'*accanimento terapeutico* (M. C. Magli, L. Gianaroli, S. Munnè, A. P. Ferraretti *Incidence of Chromosomal Abnormalities in a Morphologically Normal Cohort of Embryos in Poor-Prognosis Patients*. J. Assist. Reprod. Genet., 1998; 15: 297-301). In un'ottica biologica, tutti questi insuccessi riproduttivi rientrano nella normale strategia del fenomeno vitale che mentre assegna alla riproduzione la continuità dei viventi, identifica proprio in questo processo e soprattutto nelle entità biologiche che fanno da ponte fra le generazioni (gameti, zigote, morula ecc.) quelle sulle quali maggiormente impegnare la selezione del biologicamente più adatto. È evidente che si rimane per lo meno perplessi se si dovesse considerare questi concepiti come *pazienti* e se si dovesse di conseguenza applicare a essi le regole della deontologia medica. Ma ci si scontra con il buon senso quando si ha a che fare con prodotti del processo riproduttivo umano, che sono frutto non già della fecondazione bensì della *partenogenesi* o della *androgenesi* o anche della *ginogenesi*, processi generativi

che avvengono con sensibile frequenza nella specie umana. Si ha *partenogenesi*, quando senza alcun intervento del gamete maschile, l'oocita entra nel processo di sviluppo realizzando così il passaggio generazionale. Con l'*androgenesi* questo passaggio si realizza invece in un oocita spontaneamente privo di nucleo e nel quale entrano uno o più spermatozoi, mentre con la *ginogenesi* il processo di sviluppo ha inizio in un oocita attivato dall'entrata dello spermatozoo ma senza che il suo nucleo partecipi alla formazione del genoma del nuovo essere vivente. I prodotti della partenogenesi e della ginogenesi, che hanno un genoma diploide derivato esclusivamente dalla madre, superano molte delle prime fasi dello sviluppo anche se, di norma, questo sviluppo non prosegue fino a raggiungere quelle più avanzate di embrione vero e proprio. Nella androgenesi invece, ove il genoma diploide è derivato esclusivamente dal padre, lo sviluppo prosegue solo nella direzione relativa alla formazione del sacco coriale, mentre non prosegue quella relativa alla formazione dell'*embrione vero e proprio*. È il cosiddetto *uovo cieco* che può presentarsi come una *mola vescicolare*, una delle patologie del trofoblasto e che un medico non solo non deve curare, ma viceversa deve affrettarsi a eliminare in quanto può evolvere verso il coriocarcinoma, una neoplasia molto invasiva. Si può così valutare come fosse stata saggia e corretta anche sul piano eti-

co la proposta di posticipare al 14° giorno dalla fecondazione il momento a partire dal quale ha senso ascrivere all'essere in sviluppo una tutela maggiore e più solida di quella ascritta alle fasi dello sviluppo precedenti (anche se non uguale a quella ascritta alla persona vera e propria).

Conclusione

La transizione oocita/embrione rappresenta un ponte fra le generazioni costituito da entità biologiche umane alle quali non sembra possibile assegnare quei diritti (ossia il *diritto alla vita*, il *diritto all'integrità fisica* e il *diritto alle cure mediche*) che spettano alla persona umana. Si tratta in pratica di accettare il concetto di *pre-embrione*, un concetto pienamente sostenibile per le fasi preimpianto dello sviluppo, per le quali il concepito non ha ancora preso contatto con la madre e la gravidanza clinica non è ancora nemmeno iniziata. Gli anatemi e le crociate ideologiche e/o confessionali non possono cambiare la realtà biologica, mentre è solo considerandola nei suoi specifici contenuti sarà possibile maturare quelle decisioni *in libertà di coscienza* nei referendum abrogativi della legge 40/2004 e formulare precise, chiare e soprattutto applicabili norme giuridiche in questa materia. Le discussioni sul "sesso degli angeli" sono comunemente imputate agli antichi "bizantini", ma che dire della conclusione, del 20 novembre di quest'anno, del dibattito all'Onu sulla clo-

nazione terapeutica sbloccato dal "compromesso italiano" di proibire «ogni creazione di vita umana attraverso processi di clonazione», grazie al termine di vita posto in alternativa a quello di essere, proposto da vari Paesi e che figurava anche nel protocollo aggiuntivo *On the Prohibition of Cloning Human Beings*, approvato il 12 gennaio 1998 dal Consiglio d'Europa (vedi A. Santosuosso, "Genetica e diritto: un futuro già in atto", *I quaderni*. Editoriale il Ponte, 2 marzo 2004, pp. 102-129). È la chiara dimostrazione di come anche commissione legali di altissimo livello siano ancora ben lontane da prendere coscienza che nella transizione tra l'oocita e l'embrione vero e proprio compaiono entità biologiche umane alle quali, non sembra possibile assegnare quei diritti alla vita e all'integrità che spettano alla persona umana in quanto prive di quel requisito fondamentale che è il possesso di individualità corporea. È il termine di *individuo* che manca nella conclusione dell'Onu, anche considerando come licenza poetica la presenza in essa del termine di creazione.

La conclusione all'Onu del dibattito sulla clonazione terapeutica, che i giornali italiani hanno titolato una "vittoria italiana", dimostra come molta formazione deve essere fatta a proposito degli interventi medici nell'ambito della transizione oocita/embrione e questo non solo in Italia. I giuristi devono apprendere che nel mondo fisico «nulla si crea e nulla si distrugge» e

che questo vale, come i sopra ricordati studi sulla generazione spontanea ci hanno dimostrato, anche per la vita. Vita umana è presente, come nello zigote, anche di qualsiasi cellula umana ottenuta in colture in vitro. Vita umana è del resto anche il coriocarcinoma, questo tumore non è invece individuo umano e lo stesso vale per lo zigote, la morula, la blastocisti.

In questa babele terminologico-semanticamente riguardante il contesto tecnico-scientifico della transizione oocita/embrione si inserisce l'impegno per modificare i punti più controversi e ingiusti della legge italiana 40/2004 ad evitare la sua eventuale totale abrogazione con i referendum.

Ritengo che a questo impegno non possa e non debba sfuggire il fatto che questa legge si intitola "...in materia di procreazione ...", e che, invece di quello di *fecondazione* di uso universale, impiega un termine che non compare in nessun testo né di medicina, né di biologia. Il significato di "procreazione" è ben chiarito nel recente (la prima edizione è uscita nel 2002)

Dizionario di bioetica del Cardinale Arcivescovo di Milano, Dionigi Tettamanzi, ove si legge che «Il procreare è, in definitiva, un atto religioso» e che «Si comprende la ricchezza del termine usato dalla teologia per indicare il processo generativo: si parla correttamente di procreazione. In questa parola sono contenuti due elementi: la *creazione* – perché il procreare umano è riflesso e continuazione del creare di Dio – e *pro* in quanto gli sposi partecipano all'amore del Creatore. Da questo ricco significato antropologico del generare umano scaturisce l'istanza etica di trasmettere la vita in modo conforme alla natura del matrimonio e dei suoi atti (Cfr. Paolo VI, *Humanae vitae*, n°10)».

Nella realtà italiana la scelta tra il termine di fecondazione e quello di procreazione non rimane nell'ambito di una semplice alternativa semantica o di una licenza poetica, ma diviene una precisa presa di posizione in senso antropologico e confessionale di un processo biologico comune a tutti gli esseri viventi. □

Un referendum dalla parte delle donne

di Barbara Pollastrini

Nello stesso Occidente, diritti umani, libertà delle donne e affermazione del primato femminile sui processi riproduttivi si configurano sempre più come spartiacque tra progresso e conservazione, integralismi e laicità.

I conservatori al governo dell'America sono i caposcuola di teorie politiche, economiche e sociali che si presentano come rivoluzionarie, si definiscono con parole nuove – "conservatorismo compassionevole" o "neocon" –, frutto di acuto marketing politico ma di fatto portano avanti la ricostruzione di un'ideologia arcaica, che fa arretrare diritti civili e relega le donne nelle case, a custodia della più tradizionale delle famiglie. La destra di George Bush capeggia una sorta di rivincita contro la *rivoluzione dolce*, quella femminile, entrata a testa alta nella storia. L'onda lunga arriva anche in Italia con i coriferi alla Giuliano Ferrara. Il loro intento, spesso un'ossessione, è dare alla destra una piattaforma ideologica per tenere insieme identità dell'Occidente e cattolicesimo integralista, una piattaforma che inevitabilmente farebbe arretrare la libertà femminile anche in casa nostra.

È in atto, dunque, un braccio di ferro su valori, culture e libertà che riguardano le donne, ma che in realtà sono il grimaldello per l'imposizione di una politica illiberale, ostile alla modernità, fuori dallo spirito del nostro tempo, che a dispetto del buonsenso arriva a

porsi contro la scienza, la ricerca e le scoperte che possono fare guarire malattie incurabili, insomma contro il *progresso dell'umanità*.

Accade in Italia con la legge 40 e accade in America su un altro grande tema dirimente, la libertà di scelta sull'interruzione della gravidanza. Ancora una volta un diritto che attiene al corpo e alla responsabilità femminile diventa oggetto di scontro tra destra e sinistra, tra progressisti e conservatori.

Nel corso delle ultime elezioni americane, Bill Clinton ha criticato il suo stesso partito per non aver dato nel giusto tempo risposte ferme alla propaganda antiaborista dei conservatori. «Dovevamo reagire», dichiarava l'ex presidente, «far sapere che con i repubblicani al governo ci sono più aborti di prima perché sono diminuite le politiche di informazione e prevenzione, così come in generale è diminuita l'attenzione alla salute».

E ora vedremo come il presidente Bush porterà avanti le sue posizioni con la nomina dei giudici della Corte Suprema, la cui composizione è decisiva per la revisione della sentenza Roe contro Wade del 1973 sul diritto di scelta della donna. Le punte radicali del partito repubblicano chiedono la massima intransigenza. Tra loro, si distingue il neosenatore dell'Oklahoma Tom Coburn che è arrivato a chiedere la pena di morte

per i medici che praticano l'aborto. Per evidenti ragioni di diversità storiche, culturali, geografiche e per le differenti forme istituzionali, penso sia un errore associare meccanicamente il caso americano all'Italia, importando ideologie, eventi e conseguenze. Tuttavia, come ha scritto Adriano Sofri: «Facciamoci le ossa da cittadini degli Stati Uniti e d'Europa e domani, chissà, della terra. Facciamoci i fatti loro... Che si faranno i fatti nostri, è certo». Per fortuna, in Italia, le norme che regolano l'interruzione sulla gravidanza sono tra le migliori d'Europa, hanno dato ottimi risultati, sono oramai iscritte nella nostra democrazia e il valore della *mediazione alta* su cui furono approvate si è consolidato nel tempo e oggi appaiono difficilmente attaccabili. È apparso molto più semplice allora praticare un affondo sulla responsabilità femminile e sul diritto all'autodeterminazione, utilizzando la legge 40 sulla procreazione assistita. Quelle che dovevano essere norme per mettere in stato di sicurezza la salute di chi utilizza le moderne tecniche di cura della sterilità, sono diventate un veicolo principe per imporre una sola etica, un solo punto di vista su ciò che è vita, ricerca scientifica, modelli di famiglie. Divieti e proibizioni imposti per delimitare pesantemente libertà e responsabilità individuali sulla più intima delle scelte, a dispetto di sensibilità, religioni, filosofie differenti che sono presenti nella nostra società e che hanno pari dignità. Da una deriva antiscientifica e antimo-

derna, non sembra proteggerci la vicinanza con Paesi europei che hanno saputo regolare le tecniche di procreazione assistita con leggi differenti, più o meno severe, ma comunque tutte più avanzate della nostra, sicure per le donne e per i bambini che nasceranno, e certo non ostili alla ricerca scientifica. In Spagna, dove è stata la destra a fare una delle legge più aperte, in Inghilterra, in Francia e in molti altri Paesi ancora il dibattito sui temi della bioetica ha seguito un metodo che ha consentito di trovare soluzioni condivise tra i diversi orientamenti, di scrivere una legislazione che garantisce un equilibrio tra libertà e responsabilità, in una visione laica, ispirata al pluralismo culturale e alla convivenza. Adesso, in Italia, ci troviamo a fare i conti con una legge crudele e inapplicabile, che non risolve i problemi esistenti e altri ne crea. E rimane l'amarezza per la sconfitta del governo dell'Ulivo quando non ha saputo trovare una mediazione seria nel centrosinistra e dare così o un buon regolamento o una legge saggia al Paese. Il passaggio della L. 40 in Parlamento è stato blindato dal governo che l'ha rivendicato e continua a farlo come mostra la scelta politica di costituirsi contro i referendum presso la Consulta. È stato bocciato ogni emendamento per portare anche piccoli miglioramenti. Premeva l'ansia di legittimazione presso le gerarchie ecclesiastiche in un centrodestra già in affanno sull'Iraq, l'amnistia, la Bossi Fini, soprattutto dopo il discorso del Papa alle Camere.

La maggioranza è stata volutamente sorda e in cattiva fede. L'obiettivo era avere quella legge che pure in molti sapevano essere stolta. Una legge ispirata da una sola morale e una sola interpretazione della sacralità dell'embrione. Di qui ne discende l'ambiguità e il tentativo di contrapposizione tra diritti femminili e diritti dell'embrione e tutti i punti che mettono a rischio la salute della donna: l'obbligatorietà dei tre embrioni e del loro impianto, l'impossibilità dell'analisi preimpianto e della revoca del consenso, il divieto di crioconservazione, l'impedimento dell'uso consensuale e regolato dell'embrioni in soprannumero ai fini della ricerca scientifica, la proibizione dell'eterologa. Le donne dei Ds hanno meditato a lungo prima di scegliere il referendum come metodo per cambiare e migliorare la legge 40, di fronte a un governo così aggressivo e deciso a mettere in campo tutto il suo potere sui media. È stata una decisione profonda e presa con grande serietà poiché i quesiti intervenivano su un punto cruciale: il primato, la signoria femminile sulla procreazione e la libertà della ricerca scientifica e l'interrogarsi intimo di migliaia di persone. La fecondazione assistita, come tutta la bioetica, pone interrogativi, emozioni. È tema che richiede studio costante, dialogo arricchente tra diverse culture, convinzioni e impone il rispetto di opinioni che possono sembrare non negoziabili. Le donne hanno lavorato per unire, per creare uno schieramento referen-

dario più largo e pluralista possibile attorno ai quesiti mirati che vogliono cancellare le parti gravi della legge. La strada referendaria, in alleanza con uomini lungimiranti, fa prevalere una coerenza dovuta al rispetto dei sentimenti delle persone, alle loro speranze così umiliate, al pluralismo culturale e all'identità, per quanto ci riguarda, di un riformismo non rinunciatario. Abbiamo avuto una prima vittoria con la raccolta di 750mila firme. Abbiamo avuto la seconda con l'accettazione dei quesiti da parte della Cassazione. C'è anche il parere positivo della Corte costituzionale che ha accolto i quattro referendum parzialmente abrogativi. Adesso rimarrà da lavorare sul *rush* finale. Ai banchetti di raccolta firme, cui ho partecipato, si accostavano persone informate, giovani e meno giovani, nuclei famigliari, donne, molte donne. Persone, era evidente dai ragionamenti, con un orientamento politico trasversale e soprattutto convinte, con quella firma, di riparare a un danno. Lontane dall'idea di *querelle* tra laici e cattolici. E come poteva essere altrimenti visto che, come sostengono ricerche e sondaggi e come era visibile nell'ascoltarli, molti di coloro che mettevano la loro firma erano credenti e praticanti. La nostra campagna sul *Referendum per una buona legge* dice chiaro che l'obiettivo è dare nuove norme, sagge, equilibrate, condivise. L'esito finale non è scontato, lo sappiamo. Il governo proverà anche a fare

avanzare in Parlamento proposte legislative per assorbire qualche punto tra i più odiosi delle norme, ma senza cambiare nulla di sostanziale. Per predisporre così una campagna di comunicazione su un avvenuto miglioramento (il metodo del solito “effetto annuncio”) con l’obiettivo di favorire l’astensione e fare saltare il *quorum*.

Quella della lealtà verso le firme raccolte, quello di una funzione parlamentare da esercitare con limpidezza. Noi non siamo disponibili a pasticci né ad accordi sotto tono.

In verità, mi sembra quasi impossibile che questo Parlamento possa avere un soprassalto di saggezza, ma è doveroso perseguire fino all’ultimo un lavoro pulito, impegnativo, di confronto, per cercare una soluzione giusta.

Questo è il senso di alcune proposte legislative che vengono dal centrosinistra. Una che ha come primi firmatari i senatori Gavino Angius e Vittoria Franco, in cui io mi ritrovo di più.

Tra le altre, una, con prima firma Giuliano Amato, rappresenta un tentativo utile, ma dal mio punto di vista ci sono alcuni aspetti da chiarire.

Insomma, vogliamo offrire materia di discussione e non lasciare nulla di intentato. Un confronto che, per quanto mi riguarda, deve tenere fermi i quesiti mirati e fare riferimento al contesto legislativo europeo.

Il principio che deve guidare è il rispetto della laicità. Una laicità non agnostica, alimentata da un confronto costante tra saperi, esperienze, convinzioni,

sentimenti delle persone per questo capace di costruire un’etica pubblica condivisa. Una laicità metodo e leva di dialogo, e convivenza. Un’ottima compagna per la politica di questo presente, per orientarsi in mari agitati. Quelli della bioetica, quelli del rapporto tra scienza, mercato, politica. Quelli della convivenza mondiale, della lotta al terrorismo, ai fondamentalismi. Di una nuova integrazione e tolleranza.

Il programma dell’Alleanza di centrosinistra, il progetto della Federazione non possono prescindere dall’interrogarsi, dal riaprire una discussione pubblica sui temi di frontiera, su parole chiave valoriali e su principi essenziali come un atteggiamento laico e liberale.

Tutta l’Europa, speranza e antidoto a ogni fondamentalismo, cerca di porsi su questa lunghezza d’onda. Ogni Paese alla sua maniera: Spagna, Olanda, Gran Bretagna, Francia (che ha appena approvato la legge per accorciare i tempi del divorzio). Il tema è come *aggiornare le virtù* della Repubblica, come le classi dirigenti possano farsi carico delle innovazioni costanti e sperimentare strade per costruire un bene comune condiviso tra i più diversi.

Ecco perché non è più possibile rinviare e risolvere temi complicati con la libertà di coscienza che nessuno, per carità, intende mettere in discussione. Ma non basta per aprire un confronto, scavare, ricercare quelle soluzioni che spingano il Paese in avanti, nello spirito di una modernità umanizzante. □

Riflessioni per un rinnovamento del sistema ricerca

di Alberto Mantovani

Affermare che l’insufficienza della ricerca scientifica e del suo trasferimento industriale costituisce uno dei motivi fondamentali della decadenza industriale (e non solo) del nostro Paese costituisce ormai una sorta di luogo comune, un luogo comune ripetuto da Sindacati, Confindustria, Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (Cruil) e quant’altri, senza che a queste lamentazioni segua alcuna ipotesi di riforma radicale e coerente del sistema di ricerca. In questa sede verranno sviluppate alcune riflessioni relative a possibili linee di lavoro per un rilancio della ricerca scientifica nel Paese.

Il punto di vista di questa riflessione è quello della ricerca di base, il mondo cui chi scrive appartiene. Ancora, queste riflessioni sono in larga misura il risultato di una riflessione condivisa all’interno del Gruppo 2003 (<http://www.laricercaitalia-gruppo2003.it>), un gruppo multidisciplinare che raccoglie gli scienziati più citati.

La ricerca italiana in un contesto europeo

Verso un *European Research Council* (Erc). Il tema di un *European Research Council* è da lungo tempo oggetto di attenzione e dibattito in modo particolare negli ultimi mesi, con interventi su riviste scientifiche come

Nature e *Science* (Featherstone e Simons, *Nature* 425, 451, 2003; “Directors General of 52 European Organizations in all scientific disciplines”, *Science* 305, 776, 2004). In particolare in un articolo su *Science* i premi Nobel europei e 52 organizzazioni scientifiche hanno sostenuto l’esigenza di un sostegno europeo per la ricerca di base e la creazione di un *European Research Council* che la coordini e faccia da “sportello” per la ricerca fondamentale in Europa.

Perché un *European Research Council* e perché promuovere la ricerca di base? Si tratta, o si dovrebbe trattare, di una autentica ovvietà, di una priorità assoluta nell’agenda politica di un’Europa in cerca di anima e missione condivisa. Infatti, a sostegno di un *European Research Council* che organizzi e sostenga la ricerca di base si sono schierati in un autentico plebiscito non solo i premi Nobel europei e 52 organizzazioni di diversi ambiti disciplinari, ma anche numerosi governi. Voce fuori dal coro, il Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca (Miur) che ha reso noto un documento in cui si esprimono forti perplessità sull’*European Research Council*. Le ragioni sono diverse e non condivisibili, ma fra queste particolarmente grave

è l'obiezione che un Erc sarebbe caratterizzato dall'indipendenza del potere politico. Si tratta di una ragione particolarmente grave e non condivisibile, in particolare se fatta da un Paese caratterizzato da una non-politica della ricerca. La non politica della ricerca infatti accomuna da sempre i governi della Repubblica, uno dei pochi terreni di accordo di fatto bi-partizan. In un Paese come il nostro è logico temere che dietro queste preoccupazioni si celi, almeno da parte di alcuni settori, il timore di non poter imporre atteggiamenti irrazionali e oscurantisti (vedi sperimentazioni sul campo di Ogm in agricoltura o cellule staminali). Ci chiediamo come sia pensabile un'Unione europea che immagina sé stessa come società fondata sulla conoscenza che si impegna a spendere il 3% del Pil per la ricerca, senza una forte ricerca di base e senza uno strumento operativo che faccia una politica europea della ricerca; è semplicemente impensabile di poter competere con Stati Uniti, Giappone e i giganti asiatici emergenti, India e Cina, senza uno strumento operativo che promuova eccellenza e sinergie a livello del nostro continente. Proviamo a immaginare gli Stati Uniti senza agenzie e politica federale della ricerca di base, dove il Kansas o l'Ohio o la stessa California decidono priorità, selezionano e guidano i sistemi di ricerca di quel Paese; gli Stati Uniti senza Istituti Nazionali della Salute (Nih), l'organo federale principale che dis-

tribuisce i fondi nel settore biomedico, e che costituisce la base del primato scientifico ed economico di quel Paese nelle biotecnologie. Impensabile!

Meritocrazia, valutazione e autonomia

Dovrebbe essere ovvio che la meritocrazia costituisce la base di un sistema di ricerca che sceglie e promuove "i capaci e i meritevoli". Così non è, dove criteri indipendenti dal merito quali l'anzianità hanno costituito elementi importanti del reclutamento e della promozione. Basti a questo proposito ricordare a titolo di esempio le promozioni *ope legis* che hanno costellato la storia dell'Università italiana. Sono anche promozioni *ope legis* di fatto i concorsi dedicati, magari successivi alla messa in esaurimento dei ruoli, pratiche nefaste che hanno contribuito ad abbassare il livello medio e diffuso la cultura della promozione per scatto di anzianità. Meritocrazia significa valutare i singoli e le istituzioni, pubbliche e private. Vi sono oggi strumenti utili in campo scientifico per valutare i singoli e le istituzioni (citazioni, fattore di impatto, finanziamenti davvero competitivi da *charities* di qualità come Airc o Telethon, industria, Commissione Europea, Nih, brevetti venduti). Si tratta di usarli per valutare i singoli e le istituzioni (Istituti, Dipartimenti, Facoltà, Università, Enti di Ricerca pubblici e privati), premiando chi fa o sceglie bene e punendo chi fa o sce-

glie male. L'autonomia (e la competizione) costituiscono uno dei cardini di ogni sistema di ricerca moderno. L'autonomia si declina a livello dei singoli e delle istituzioni. A livello della crescita dei ricercatori singoli, è oggi estremamente difficile per un giovane ricercatore svilupparsi come scienziato indipendente. La scarsità di fondi, l'incertezza e le caratteristiche dei meccanismi di finanziamento privilegiano, nel migliore dei casi, gli scienziati affermati, responsabili di grandi gruppi. A questa situazione hanno cercato di rimediare alcune *charities* (Airc, Telethon) con programmi dedicati alla autonomizzazione dei giovani. L'autonomia costituisce, o dovrebbe costituire, anche il cardine della vita delle Università e degli Enti di Ricerca pubblici. Ma non vi è autonomia senza responsabilità delle proprie scelte.

Insomma, un sistema di ricerca efficiente e competitivo è fondato sulla autonomia e sulla responsabilità. Autonomia delle scelte e responsabilità rispetto alle loro conseguenze. Di nuovo, le istituzioni scientifiche sono facilmente valutabili usando i criteri elencati sopra. Di questi ovviamente non può far parte il numero dei promossi, nel caso di istituzioni universitarie! Così deve diventare al più presto immediatamente percettibile che scelte fatte con criteri non di merito (anzianità, clientela, parentela) avranno a breve gravi conseguenze sul livello di finanziamento e sull'esistenza stessa del Dipartimento,

Università o Ente di Ricerca. Segnali forti innescherebbero un meccanismo virtuoso in breve tempo.

Un sistema flessibile

Il sistema di ricerca Italia è caratterizzato da estrema rigidità, antitetica ad un sistema efficiente e produttivo. Scarsi sono i livelli di mobilità all'interno delle istituzioni pubbliche o fra istituzioni pubbliche e private e spesso questi rispondono più a criteri di aggiustamento interno che non a politiche di ricerca fatta da Istituzioni autonome e responsabili. È fisiologico in un sistema di ricerca moderno che buona parte della carriera scientifica sia condotta senza posto fisso (tenure). Questo principio generale, che ci sembra evidente sulla base dell'esperienza di Paesi più avanzati, deve essere calato ed adattato alla realtà corrente del nostro Paese. Così non si può chiedere a giovani e validi scienziati di essere precari a 35 anni con stipendi di 800 euro al mese, in assenza di un vero mercato intellettuale offerto da industria e enti accademici. Ancora, ricordiamo a titolo di esempio che uno scienziato negli Usa o in Uk può basare del tutto o in parte il proprio salario su finanziamenti da progetti competitivi (Grant), dove però lo Stato (es. Nih) costituisce uno sportello affidabile e costante, su cui si può contare per il presente e per il futuro, in un contesto di competizione sulla base della qualità. Niente di tutto questo in Italia.

Un sistema aperto

La mobilità costituisce un elemento essenziale della ricerca scientifica. L'attenzione e la sensibilità del mondo politico e mediatico in questo settore si è focalizzato sul tema del rientro dei cervelli. Si tratta di un problema serio e importante, ma riteniamo sia fuorviante trasmettere il messaggio che questo sia "il problema". Il vero nodo è quello della costruzione di un sistema aperto, in cui salari, laboratori, accesso ai finanziamenti siano confrontabili con quelli al di là delle Alpi, e consentano la venuta di scienziati dall'estero. Infine un Paese come il nostro deve porsi in modo organico l'obiettivo di drenare cervelli da Paesi, europei e non, meno sviluppati scientificamente. Il modello è quanto successo in Usa e nell'Europa sviluppata nei confronti di molti scienziati italiani, inclusi alcuni estensori di questo Manifesto. Avere un flusso di giovani ricercatori, dedicati e aggressivi, costituisce un potente impulso per il sistema ricerca del Paese ospitante, ma aiuta anche lo sviluppo del paese di provenienza, costruendo legami di collaborazione, permettendo lo scambio di tecnologia e restituendo al Paese di origine ricercatori formati. Cosa sarebbe ad esempio la ricerca scientifica degli Usa o Uk senza l'invenzione e la dedizione dei *postdoc* italiani (europei in generale) o indiani, giapponesi ecc.? Un giovane *postdoc* extracomunitario nel nostro Paese sottostà a pratiche burocratiche assurde e senza confronto, in un contesto nel suo insieme umiliante.

Il finanziamento

I dati sull'insufficienza del sostegno pubblico e privato alla ricerca di base sono di dominio pubblico e non hanno bisogno di essere ricordati e sottolineati. Vorrei richiamare l'attenzione su quattro punti relativi al finanziamento:

a) Non esiste contraddizione o alternativa fra promozione da parte dello Stato della ricerca scientifica, di base e non, e accento sulla ricerca di trasferimento industriale. In un sistema "sano" la ricerca di base di qualità costituisce l'*humus* su cui si innesta il trasferimento. Di più, in molti settori quali quello delle biotecnologie, è pressoché impossibile tracciare il confine fra ricerca di base e applicata. A riprova di questa affermazione, è sufficiente scorrere gli indici delle riviste di base più autorevoli (es. *Nature* e *Science*) per verificare come, almeno in alcuni settori, la ricerca di base di qualità, con potenziale applicativo, sia condotta sia da organismi accademici che dall'industria.

b) La riformabilità del sistema di ricerca italiano dipende strettamente da un aumento *significativo, programmato*, non episodico del finanziamento statale, oltre che da un mutamento radicale dei modi e dei meccanismi. Una espansione dell'investimento consente infatti di focalizzare gli investimenti su gruppi e aree senza penalizzare le piccole realtà che qui come dappertutto costituiscono lo scheletro su cui si appoggiano i pic-

chi di eccellenza. Ancora, un sistema "aperto" e flessibile, attraente per ricercatori italiani e non, richiede salari, strutture e finanziamenti adeguati.

c) L'adeguamento dei livelli salariali sia degli scienziati strutturati (*tenured*) che di quelli non strutturati (*a contratto* o in *tenure track*) è condizione preliminare per l'effettiva implementazione di un sistema di mobilità e flessibilità. Livelli salariali adeguati oltre che strutture, meccanismi e entità di finanziamento "normali" secondo standard internazionali, costituiscono condizione per una effettiva apertura del sistema di ricerca italiano. Infine borse di studio e salari adeguati consentono l'accesso alla ricerca scientifica di chi proviene dagli strati sociali meno abbienti, in un sistema di promozione sociale meritocratica dei "capaci e meritevoli": un dovere morale, al di là della convenienza per il Paese.

d) Il finanziamento della ricerca scientifica non può essere episodico, legato a stanziamenti *una tantum*, magari legati alla vendita da parte dello stato di frequenze telefoniche o, peggio, sigarette. È essenziale, in un contesto di aumento programmato, la costituzione di meccanismi stabili, su cui si possa contare, di una o più agenzie di ricerca che costituiscano sportelli affidabili. Vogliamo ricordare ad esempio che il cuore del sistema

di ricerca negli Usa è costituito dai *Grant Roi*, quelli assegnati al ricercatore indipendente. In Italia non vi è nulla che assomigli a questo cardine fondamentale di ogni sistema di ricerca, una o più Agenzie dedicate alla distribuzione dei fondi. Il problema dell'Erc è discusso sopra.

Ricerca accademica e ricerca industriale

La ricerca applicativo-industriale costituisce un elemento portante di un sistema di ricerca moderno ed efficiente. In molti settori è difficile sviluppare ricerca di base competitiva in assenza di collaborazioni con l'industria, e, viceversa, non si fa trasferimento industriale senza un retroterra di solida e sana ricerca di base. Protezione della proprietà intellettuale, imprenditorialità accademica, rapporto tra industria innovativa e accademia sono elementi fondamentali di un sistema di ricerca efficiente. Altrettanto importante è la trasparenza di questi rapporti di collaborazione rispetto ai possibili conflitti di interesse e la condivisione di regole (per esempio riguardo la responsabilità intellettuale dei dati e la loro pubblicazione) che garantiscano i ricercatori dal rischio di subordinazione a interessi esclusivamente commerciali anziché prevalentemente scientifici. □

Ricerca biotecnologica e impresa. Prospettive della cooperazione

di Emanuela Gambini

Le scienze biotech: dallo sviluppo di imprese innovative di ricerca all'elaborazione di rinnovate forme di cooperazione

Sebbene l'esperienza cooperativa in Italia si segnali, storicamente, per la sua singolarità¹, è nondimeno dal raffronto con le attività di cooperazione, promosse in altri contesti giuridico-istituzionali, che emergono utili elementi di riflessione sui possibili percorsi che contribuiranno, in futuro, a rinnovarla. Tra questi particolarmente significativi paiono essere quelli che, a partire dalla fine degli anni settanta, sono stati avviati negli Stati Uniti in relazione alle scienze della vita e, più precisamente, alle biotecnologie. Le biotecnologie innovative² si sviluppano, infatti, in tale area geografica, in

concomitanza con l'affinamento delle tecniche del Dna ricombinante, con l'affermarsi cioè delle concrete possibilità di intervenire sulle molecole stesse del Dna. I primi e vistosi successi ottenuti con l'applicazione di tali tecniche, *in primis* quella del clonaggio genico³, suscitano un ampio entusiasmo nel settore imprenditoriale, tanto che nei primi anni ottanta sorgono numerose piccole aziende specializzate che si concentrano soprattutto in California e nei dintorni di Boston. Successivamente si affiancano ad esse gli ingenti investimenti delle multinazionali chimico-farmaceutiche che estendono il fronte della ricerca biotecnologica (dalla medicina alla veterinaria, dalla chimica all'agricoltura), nonché quello delle applicazioni inerenti al-

la ricerca di base⁴. All'entusiasmo iniziale sulle potenzialità delle biotecnologie, col tempo (negli anni novanta), si è, tuttavia, sostituita una maggiore prudenza nella valutazione dei risultati economici a breve termine. Il carattere rivoluzionario delle biotecnologie è andato ridimensionandosi, lasciando spazio a più realistiche previsioni di utili, in un arco temporale più ampio. Le attuali prospettive di investimento, peraltro, rimangono elevate, poiché parimenti elevate sono le possibilità di sviluppo del mercato⁵.

Al di là, comunque, dell'origine ed evoluzione del sodalizio tra ricerca biotecnologica ed attività industriali, il panorama imprenditoriale si è rivelato molteplice ed eterogeneo: accanto al numero pur cospicuo di società "lucrative"⁶ che operano nel settore, se ne sono sviluppate altre, improntate ad una differente filosofia d'impresa, che è ri-

conducibile all'idea di cooperazione, in senso ampio. Si tratta di società che intendono promuovere un diverso modello di impresa, che incorpori l'esigenza di una più equa distribuzione della ricchezza e di una «gestione delle risorse ambientali coerente con un modello di *sviluppo sostenibile*»⁷.

Alcune di esse risalgono all'epoca della nascita delle biotecnologie innovative e presentano caratteristiche peculiari, che contraddistinguono la loro attività e struttura organizzativa. I *New England Biolabs Inc. (Neb)*⁸, ad esempio, illustrano in modo paradigmatico la genesi ed evoluzione di tali esperienze. L'acronimo Neb designa, infatti, un laboratorio cooperativo di scienziati, fondato nella metà degli anni settanta in New England, che è divenuto leader mondiale nella produzione di enzimi ricombinanti e di altri prodotti inerenti alla ricerca mole-

4 - Per una più approfondita analisi dell'evoluzione del sodalizio tra impresa ed ingegneria genetica cfr. Mariachiara Tallacchini e Fabio Terragni, *Le biotecnologie. Aspetti etici, sociali e ambientali*, Bruno Mondadori, Milano 2004, pp. 55-56.

5 - Sui dati inerenti le prospettive di espansione del mercato biotecnologico cfr. i documenti elaborati dal *Canadian Biotechnology Advisory Committee*, sito

6 - Il termine "lucrativo" è inteso nel significato ristretto che assume nell'ordinamento giuridico italiano, ai sensi dell'art. 2247 c.c., di società di persone o di capitali caratterizzate dall'«esercizio in comune di un'attività economica allo scopo di dividerne gli utili».

7 - Giancarlo Marchesini, effettuando una disamina dell'esperienza cooperativa in Italia rispetto all'assunzione della responsabilità sociale d'impresa, rileva, appunto, che «ciò che appare sempre più certo è che di fronte alle opportunità e ai rischi generati dalla complessità e dall'interdipendenza dei mutamenti in corso, un nuovo modello di impresa, un suo governo che includa l'esigenza di una distribuzione della ricchezza necessaria a rafforzare la coesione sociale, una gestione delle risorse ambientali coerente con un modello di sviluppo sostenibile – cardini di un disegno che può concretizzarsi soltanto se sorretto da una governance globale – sono destinati a procedere rigorosamente insieme. O, ognuno diviso dall'altro, cadere insieme». In questo nuovo modello d'impresa, peraltro, si rispecchiano anche talune esperienze cooperative nordamericane. Cfr. Giancarlo Marchesini, «La responsabilità sociale d'impresa come origine, motore e orizzonte del successo Coop», in *La responsabilità Sociale d'Impresa: teorie, strumenti, casi* a cura di Emilio D'Orazio, Politeia, n. 72, 2003, p. 261.

8 - Le informazioni sul laboratorio di ricerca, sulla sue attività e sugli obiettivi che persegue sono pubblicate sul sito.

1 - Come, peraltro, illustra Francesco de Franchis nell'ordinamento inglese e statunitense non sussistono cooperative rosse o bianche all'italiana. La società cooperativa costituisce una *non-profit association* e, negli Stati Uniti, la materia è regolata in base alla normativa dei singoli stati dell'Unione federale. Cfr. Francesco de Franchis, voce "cooperativa (società)", *Dizionario giuridico*, vol. II, Giuffrè, Milano 1996, p. 588.

2 - La locuzione "biotecnologie innovative" comprende tutte le «nuove tecnologie biologiche e genetiche che permettono di intervenire direttamente a livello di cellule, come nel caso delle colture cellulari o della produzione di anticorpi monoclonali, o addirittura a livello delle molecole biologiche, come avviene nel caso dell'ingegneria genetica o tecnologia del Dna ricombinante» (Mariachiara Tallacchini e Fabio Terragni, *Le biotecnologie. Aspetti etici, sociali e ambientali*, Bruno Mondadori, Milano 2004, p. 53).

3 - Con il termine "clonaggio" si indica «l'introduzione di un frammento di Dna in un vettore, spesso un plasmide, utilizzato per trasformare una coltura batterica. Questa operazione può essere utilizzata per isolare un frammento ignoto tra molti altri, come avviene in una *banca* gnomica o in una *cDnateca*, oppure può essere applicata a riprodurre in vivo un gran numero di copie del frammento di interesse già isolato (amplificazione)». Cfr. voce "clonaggio", AA. VV., *Biotecnologie. Conoscere per scegliere*, a cura di Giorgio Poli, Utet, Torino 2001, p. 290. La tecnica del clonaggio genico è stata utilizzata con esiti proficui nella produzione di ormoni, quali la somatostatina e l'insulina.

colare. Le attività che il laboratorio promuove sono orientate al perseguimento di molteplici obiettivi: garantire la qualità dei prodotti ed un servizio personalizzato nei confronti dei clienti, promuovere una politica di trasparenza rispetto alle informazioni sulla ricerca di base da esso svolta, accrescere la tutela ambientale attraverso una serie di programmi specifici di carattere sopranazionale⁹, garantire il miglioramento della qualità di vita delle comunità, a livello locale.

Le difficoltà connesse al raggiungimento di obiettivi così ambiziosi sono state affrontate sia attraverso la creazione di una rete mondiale di laboratori affiliati, che forniscono gli stessi prodotti e condividono gli stessi valori, sia con l'istituzione di una fondazione. Nel 1982 il presidente del *New England Biolabs Inc.* ha costituito, appunto, la *Neb Foundation*, con il compito di finanziare microprogetti relativi all'ambiente, alle arti, all'educazione, avviati da organizzazioni locali. Compito primario della Fondazione è quello di assumere in modo concreto ed effettivo una responsabilità sociale d'impresa che divenga fattore di cambiamento sociale nella stessa area geografica in cui il laboratorio è ubicato, la parte settentrionale del Massachusetts, ma anche in altri stati in via di sviluppo, con progetti gestiti dalle stesse comunità locali.

9 - In particolare i *New England Biolabs Inc.* hanno avviato da oltre venti anni dei programmi di riciclaggio dei materiali che, realizzati dapprima negli Stati Uniti, coinvolgono ora anche il Canada e l'Inghilterra. Cfr. sito .

Questa attività operativa trova, peraltro, rispondenza in una struttura organizzativa interna non gerarchica, orizzontale, sia per quanto concerne l'assunzione di responsabilità aziendali sia per quanto riguarda il trattamento economico dei lavoratori. L'equiparazione tra lavoratori diviene condizione per l'effettivo coinvolgimento e la partecipazione egualitaria alle scelte del laboratorio.

Nel contesto biotecnologico i *Neb* rappresentano, dunque, un modello d'impresa *alternativo* rispetto a quello delle società con mero fine di lucro. L'interrogativo, nondimeno, che esso genera è se possa essere interpretato come un'eminente forma di cooperazione anche per le imprese italiane, soprattutto in un settore considerato particolarmente problematico, rispetto alla tutela ambientale ed alla responsabilità sociale d'impresa. L'esperienza trentennale dei *Neb* dimostra, comunque, che percorsi alternativi e proficui sono praticabili anche nella ricerca biotecnologica, seppure forse siano meno vagliati ed esplorati.

Interessi imprenditoriali e ricadute sociali dei diritti di proprietà intellettuale: la necessità di più ampie iniziative cooperative

Già in un articolo del 1998 su *Science* i giuristi¹⁰ Michael Heller e Rebecca Eisenberg si ponevano il

quesito se i brevetti potessero ostacolare l'innovazione¹¹. La risposta che emergeva dalla loro analisi, nell'ambito della ricerca biomedica, era positiva: la concessione reiterata di brevetti di processo e di prodotto aveva indotto una sorta di privatizzazione di alcuni strumenti indispensabili all'avanzamento nella ricerca medica di base¹². Quello che, in parte, era un atto di accusa nei confronti della prassi delle società biotecnologiche e della recente politica normativa statunitense¹³ in tema di brevetti consente, peraltro, di porre in luce uno degli aspetti problematici che si ricollegano in modo specifico al settore biotecnologico, quello dei costi e delle ricadute sulla ricerca di base e sulla società dei diritti di proprietà intellettuale.

Con il termine "ricadute" s'intendono indicare gli effetti, tendenzialmente negativi, che conseguono ad un modo unidirezionale di condurre e fina-

lizzare la ricerca di base, verso l'ottenimento dei diritti di utilizzo esclusivo che il sistema brevettale assicura. Le regole della ricerca scientifica, infatti, sono andate mutando per le scienze biomediche, con l'avvento delle biotecnologie. Ciò emerge con evidenza negli Usa dove, prima dei Patent and Trademark Act Amendments¹⁴ del 1980 era prassi comune che i diritti sulle invenzioni, ottenute attraverso finanziamenti pubblici, fossero assegnati al governo. Tale regola, peraltro, era rafforzata dalla convinzione che la conoscenza nelle scienze biomediche dovesse essere posta a disposizione di tutti, al fine di favorire la ricerca stessa e di «servire l'umanità»¹⁵ (la nota è riportata a p. 96)

Successivamente ai *Patent and Trademark Act Amendments*, a tale prassi si è sostituita quella di procedere alla richiesta di brevetto su qualsiasi oggetto possa presentare i requisiti stabiliti dalla legge, anche da

10 - Michael Heller e Rebecca Eisenberg insegnano presso la Law School dell'University of Michigan, Ann Harbor.
11 - Cfr. Michael A. Heller e Rebecca S. Eisenberg, "Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research", *Science*, vol. 280, 1 May 1998, pp. 698-701.

12 - Gli Autori utilizzano l'espressione "research tools" per indicare l'insieme di processi, tecniche, raccolte di dati essenziali alla ricerca di base che, una volta brevettati o coperti da vincoli giuridici di segretezza, ne ostacolano il proseguimento. Cfr. Art K. Rai e Rebecca S. Eisenberg, "Bayh-Dole Reform and the Progress of Biomedicine", *Law and Contemporary Problems*, vol. 66, nn. 1 e 2, 2003, pp. 289-314.

13 - Il riferimento normativo riguarda i *Patent & Trademark Act Amendments*, del 1980, con cui si favorisce ed asseconda la brevettazione da parte delle università statunitensi delle invenzioni conseguite nel corso di ricerche sponsorizzate pubblicamente. Le università americane debbono comunicare, infatti, entro un ragionevole termine temporale all'agenzia competente quali invenzioni possono essere brevettate. Se non provvedono tempestivamente il governo, attraverso l'agenzia, acquista titolo all'invenzione (secondo il titolo 35, paragrafo 202 c, United States Code) ed esercita i c.d. *March-in-rights*, effettuando la richiesta di brevetto. Cfr. Rebecca S. Eisenberg, "Proprietary Rights and the Norms of Science in Biotechnology Research", *Yale Law Journal*, n. 97, 1987, p. 177 e ss..

14 - Con *Patent and Trademark Act Amendments* si intendono fondamentalmente il Bayh-Dole Act e il Stevenson-Wydler Technology Innovation Act, entrambi del 1980 che sono divenuti parte della normativa brevettale statunitense. Cfr. 35 U.S.C. §§ 200-212 (1982).

parte delle università. Tali emendamenti prevedono, infatti, che le università debbano comunicare, entro un periodo di tempo ragionevole, all'agenzia che le finanzia quali scoperte siano brevettabili. Se non procedono il governo acquista titolo all'invenzione e può provvedere, esercitando i cosiddetti *march-in-rights*, a richiedere il brevetto¹⁶. Inoltre è previsto che le *royalties* siano divise con gli inventori. Questo ha reso i ricercatori particolarmente attenti ai diritti brevettali. Lo stesso atteggiamento e comportamento dei ricercatori è, pertanto, mutato: alle esigenze scientifiche di pubblicare e comunicare i risultati dei propri studi si è sostituita una maggiore preoccupazione per il mantenimento delle segretezza e per il conseguimento di diritti di proprietà intellettuale. Il ricorso eccessivo all'uso dello strumento brevettale¹⁷, peraltro, ha indotto due fenomeni preoccupanti: da un lato ha diviso la proprietà intellettuale in un numero elevato di frammenti concorrenti, dall'altro l'am-

plia concessione di brevetti sulle ricerche "a monte" ha posto un'ipoteca, da parte degli stessi detentori di tali brevetti, anche sulle future scoperte "a valle"¹⁸. Ciò ha contribuito ad un aumento dei costi di transazione per lo sviluppo di prodotti che richiedano la riunione di più brevetti ed ha, inoltre, reso meno motivata la ricerca applicativa qualora i risultati siano più incerti.

Accanto, dunque, alla funzione promozionale che viene tradizionalmente attribuita al sistema brevettale, si può ravvisare una sottile linea d'ombra che s'insinua nel rapporto tra ricerca biotecnologica e brevetto, che lo rende ambiguo.

La soprautilizzazione dello strumento brevettale può rivelarsi dannosa, sulla base di una più accurata disamina complessiva, se preclude agli istituti di ricerca di proseguire nella loro attività, se, di conseguenza, mina i benefici che la società civile trarrebbe da essa, se, infine, asseconda gli interessi di un'inasprita competizione

imprenditoriale. In tal senso le osservazioni svolte per la ricerca biomedica possono applicarsi anche ad altri settori delle biotecnologie.

Pure, in prossimità di questo scenario, è ipotizzabile la realizzazione di una più ampia ed estesa condivisione sociale dei benefici che la ricerca biotecnologica reca con sé.

Una lezione recente, in tal senso, proviene dal Canada. Nel febbraio 1998, infatti, il *Poplar Council*, l'organismo che raggruppa le imprese canadesi coinvolte nella produzione di legname e fibre di pioppo, ha pubblicato i risultati di un'indagine conoscitiva volta a promuovere la costituzione di una *Cooperativa biotecnologica canadese del pioppo*¹⁹. Con l'indagine ed il successivo Rapporto s'intendeva verificare l'interesse delle imprese silvicole ed industriali, degli stessi lavoratori, alla partecipazione ad una cooperativa di ricerca, che perseguisse il miglioramento genetico delle differenti specie di pioppi da esse impiegate²⁰. L'indagine era orientata, principalmente, a definire le esigenze specifiche delle imprese coinvolte e la loro disponibilità a finanziare economicamente una cooperativa, su scala nazionale, dei cui risultati di ricerca sarebbero, poi, stati beneficiari tutti i soggetti partecipanti. Gli esiti del Rapporto finale so-

no stati incoraggianti. Tutte le imprese coinvolte hanno manifestato l'interesse al coinvolgimento, anche se a livelli differenziati. Il mercato canadese del legname, infatti, è investito da problematiche che coinvolgono in modo più o meno pervasivo i selvicoltori come le società di trasformazione. Le progressive difficoltà di approvvigionamento di pioppi, in termini quantitativi e qualitativi, i limiti normativi posti a salvaguardia del patrimonio forestale canadese, l'insoddisfazione per i costi elevati di altre, meno ampie, cooperative di ricerca rappresentano solo alcuni tra i fattori che hanno reso più impellente la necessità di prendere in esame forme più estese di cooperazione²¹. Il progetto della *Canadian Poplar Biotechnology Cooperative* se da un lato adombra la consapevolezza che un approccio individualistico alla soluzione delle difficoltà di mercato risulta talora insufficiente, dall'altro suggerisce il bisogno del coinvolgimento della stessa società civile canadese nei processi di ricerca biotecnologica e di regolazione normativa del rilascio di materiale geneticamente modificato nell'ambiente. Tra le ragioni cui viene ascritto, dalle stesse imprese consultate, il parziale fallimento di altre forme cooperative di ricerca biotecnologica ricorre, infatti, proprio il mancato con-

15 - Rebecca Eisenberg precisa che una concezione diffusa di quali siano le regole e gli incentivi che guidano il comportamento dei ricercatori scientifici è espressa dal sociologo Robert Merton. Merton, in particolare, sottolinea che la comunità scientifica remunera, attraverso il riconoscimento pubblico, coloro che accrescono la conoscenza comune. Ciò induce i ricercatori a pubblicare al più presto i risultati delle loro ricerche, al fine di non essere prevenuti da altri ricercatori che svolgono ricerche concorrenti. Pertanto le regole della comunità scientifica implicherebbero la pronta diffusione delle scoperte con la pubblicazione. In tal modo le osservazioni dello scienziato divengono "dominio pubblico", consentendo alla stessa comunità di verificarle ed, eventualmente, di utilizzarle per future ricerche. Cfr. Rebecca S. Eisenberg, "Proprietary Rights and the Norms of Science in Biotechnology Research", *Yale Law Journal*, n. 97, 1987, p. 177 e ss.

16 - Cfr. in particolare Title 35 U.S.C. § 202c.

17 - Da alcuni dati risulta, infatti, che i brevetti concessi alle università statunitensi per la ricerca biomedica siano passati da 264, nel 1979, a 2436, nel 1997. Cfr. Arti K. Rai e Rebecca S. Eisenberg, "Bayh-Dole Reform and the Progress in Biomedicine", *Law and Contemporary Problems*, vol. 66, nn. 1 e 2, 2003, pp. 289-314.

18 - Cfr. Michael A. Heller e Rebecca S. Eisenberg, "Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research", *Science*, vol. 280, 1 May 1998, pp. 699-700.

19 - Cfr. Jim Richardson, *Canadian Poplar Biotechnology Cooperative. Industry Survey – Final Report*, 1998, .

20 - Le informazioni sul metodo dell'indagine ricognitiva, sulle imprese consultate e sull'analisi delle risposte ricevute si trovano sul sito.

21 - Cfr. soprattutto la parte del Rapporto riguardante l'interesse specifico alla creazione della cooperativa nazionale. Jim Richardson, *Canadian Poplar Biotechnology Cooperative. Industry Survey – Final Report*, 1998, pp. 6 e 7, .

fronto con le specifiche scelte di politica normativa che coinvolgono il Canada²². In particolare, in taluni casi, si lamentava che nell'attività di ricerca si fosse manifestato totale disinteresse per la percezione da parte dei cittadini dell'eventuale rilascio di pioppi geneticamente modificati. Si evidenziava, pertanto la necessità che la Cooperativa nazionale potesse promuovere processi di informazione e di negoziazione rispetto alle diverse comunità canadesi.

Conclusioni

Se qualche conclusione può essere tratta da questa breve disamina di alcuni modelli di cooperazione, prospettati nel contesto nordamericano, questa riguarda soprattutto le prospettive che esse dischiudono nella ricerca biotecnologica. Essi dimostrano, *in primis*, che l'attività cooperativa non sia definibile in termini di stretta marginalità, rispetto a quella delle numerose società lucrative che operano nel settore. Esse indicano, inoltre, che

un'ulteriore presenza cooperativa potrebbe contribuire a ridisegnare le modalità stesse della ricerca. Come, infatti, la massiccia presenza di società cooperative di consumo ha contribuito, in Italia ma anche in altri stati europei, ad alimentare nel segno dell'autenticità e dell'equità distributiva la responsabilità sociale d'impresa, così una maggiore partecipazione cooperativa ha le potenzialità di attenuare e disinnescare i processi speculativi che irrorano e pervadono le biotecnologie. Il quesito centrale attiene, piuttosto, alle concrete capacità operative di trasporre la filosofia cooperativa nei singoli contesti normativo-istituzionali. L'evoluzione trentennale del *New England Biolabs Inc.* e quella, non ancora compiuta, della *Canadian Poplar Biotechnology Cooperative* illustrano soprattutto come, in stadi differenti, percorsi progettuali cooperativi siano stati preparati, perseguiti, realizzati, seppure con obiettivi distinti, e che essi sono parimenti compatibili con la competitività nel mercato. □

L'impatto delle biotecnologie nel settore biomedico

di Rino Rappuoli

Ufficialmente l'inizio dell'era biotecnologica risale alla fine degli anni settanta, quando l'avvento del Dna ricombinante rese possibile la produzione su scala industriale di proteine la cui produzione con tecniche tradizionali era difficile o impossibile. A me piace tuttavia far risalire l'inizio dell'era biotecnologica ai primi anni del 1900, quando in seguito alle scoperte di Pasteur e Kock, Herrling, Boehring e Kitasato, si era intuito che molte delle malattie erano causate da microbi, la cui infezione poteva essere prevenuta o curata tramite sieri o vaccini.

In quell'epoca molti professori universitari all'avanguardia capirono che le loro ricerche potevano generare facilmente prodotti salvavita e molti di essi si improvvisarono imprenditori e fondarono ditte per produrre e commercializzare le loro scoperte. Così in Italia, Achille Sclavo, professore di Igiene alla Università di Siena nel 1904 fondò L'Istituto Sieroterapico e Vaccinogeno Sclavo, così in Germania, sempre nel 1904 Emil Von Boehring fondò la Boehringwerke, così negli stessi anni in Francia cominciò l'Istituto Merieux, e in altre parti d'Europa cominciarono simili ditte. Durante il secolo XX molte di queste ditte si consolidarono e divennero un

motore di innovazione che ha dato un contributo essenziale all'enorme progresso della salute raggiunto nel secolo XX, tra questi la conquista di tante malattie infettive come difterite, tetano, poliomielite, vaiolo. Secondo me, questa è la prima vera ondata della biotecnologia.

Sempre nella mia interpretazione, la seconda ondata biotecnologica è quella che ebbe origine a cavallo del 1980. La situazione era molto simile a quella dell'inizio del 1900: un salto quantico nella tecnologia (Dna ricombinante) rese possibile a ogni professore universitario all'avanguardia di produrre e commercializzare i prodotti della propria ricerca. Così Genentech, Amgen, Chiron, Cetus, Genzyme furono fondate da professori universitari nel giro di pochi anni per sviluppare proteine terapeutiche, vaccini, diagnostici. Alcune di esse durante il quarto di secolo trascorso da quell'inizio hanno avuto successo e hanno messo a disposizione della umanità terapie, vaccini e diagnostici che hanno già migliorato in modo sostanziale la qualità della vita. Tra queste si può ricordare l'insulina ricombinante, il vaccino ricombinante contro la epatite B, i diagnostici per Hiv e Hcv che hanno eliminato di fatto la trasmissione di queste malattie trami-

22 - Cfr. Jim Richardson, Canadian Poplar Biotechnology Cooperative. Industry Survey – Final Report, 1998, pp. 2 e 7, .

te trasfusioni derivati del sangue, la eritropoietina, l'ormone della crescita, la interleuchina-2, gli anticorpi umanizzati contro i tumori.

Una industria consolidata da un quarto di secolo

Una analisi dei principali prodotti biotecnologici commercializzati dal 1980 (Tabella 1 a p.107)¹, fa vedere che la biotecnologia, non solo ha messo a disposizione dell'umanità prodotti importanti per la salute, come proteine terapeutiche, vaccini e anticorpi ma ha anche generato un giro di affari molto interessante, le cui vendite hanno superato i 45 miliardi di dollari nel 2003². Globalmente, oggi ci sono più di 4000 ditte di biotecnologia, di cui circa 1800 sono in Europa e 1500 negli Stati Uniti (Fig. 1a e 1b a p.108), e che globalmente impiega circa 200.000 persone (Fig. 1c a p.109). Anche se il mercato più interessante è di gran lunga quello degli Stati Uniti (Fig. 1d a p.109), è chiaro che quello europeo sta crescendo e diventando sempre più attraente. Sfortunatamente, l'analisi dei dieci Paesi con il più alto numero di ditte biotecnologiche (Fig. 1b a p.108), non vede l'Italia tra questi. Nelle pagine successive andremo a vedere quale futuro si prospetta per questa industria ormai consolidata e ci domanderemo se c'è spazio per l'Italia in questo futuro.

Il 21mo secolo, l'era della biotecnologia

Se il XX secolo è stato il secolo in cui la rivoluzione elettronica ha avuto un grande impatto nella vita dell'umanità, è molto probabile che il ventunesimo secolo sia l'epoca della biotecnologia. Infatti, la rivoluzione tecnologica iniziata con il Dna ricombinante nel 1980, è proseguita con gli anticorpi monoclonali umanizzati all'inizio degli anni novanta, quindi con la sequenza del genoma del primo essere vivente nel 1995 e la sequenza del genoma umano nel 2000, oggi continua a fare passi da gigante con *microarrays*, proteomica, nanotecnologie e promette un impatto crescente nella vita di tutti. Si prevede che fisica, matematica ed elettronica entreranno a far parte sempre più integrante di biologia e biotecnologia, sinergizzando e dando origine a una nuova generazione di prodotti che contengono e integrano tutte queste diverse tecnologie. Di seguito vengono descritti alcuni dei settori in cui è probabile che le biotecnologie si sviluppino negli anni futuri.

Anticorpi monoclonali e small molecules, i nuovi target delle biotecnologie

Mentre l'inizio della seconda ondata della biotecnologia può essere identificato con lo sviluppo di proteine ricombinanti quali l'insulina, l'eritro-

poietina, l'ormone della crescita ecc, oggi, il numero di nuove proteine ricombinanti con valore terapeutico è limitato (non raggiunge la dozzina) e anche la sequenza dell'intero genoma umano non ha portato molti nuovi candidati. Quindi, il futuro dell'industria biotecnologia non può essere più sostenuto da quelle che sono state le basi iniziali della biotecnologia stessa e i prodotti *target* si stanno spostando dalle proteine terapeutiche verso due nuove direzioni: **1)** gli anticorpi monoclonali umani ricombinanti, **2)** targets per farmaci tradizionali fatti da piccole molecole chimiche (*small molecules*).

Gli anticorpi, erano stati la base della prima ondata delle biotecnologie all'inizio del secolo scorso, in seguito alla scoperta da parte di Boehringer e Kitasato dei poteri miracolosi del "siero" nel curare e prevenire malattie come la difterite ed il tetano. Dopo essere stati il prodotto di eccellenza per quasi un secolo, negli ultimi decenni hanno perso molto del mercato a causa delle reazioni avverse causate dalla somministrazione nell'uomo di sieri di cavallo (malattia da siero) oppure della paura di trasmettere malattie quali Hcv e Hiv usando immunoglobuline umane. All'inizio degli anni novanta, la possibilità di umanizzare anticorpi monoclonali murini e di produrli su scala industriale ha aperto una nuova era per gli anticorpi.

Iniziata con un anticorpo monoclonale contro il tumore della mammella, entrato in commercio nel 1998³, sta portando in clinica una serie enorme di anticorpi contro molecole iperespresse sulla superficie di cellule tumorali o fattori di crescita essenziali per i tumori come il Vegf (Vascular Endothelial Growth Factor; Tabella 2 a p. 109). Gli anticorpi monoclonali umani contro le malattie infettive, che erano state la prima applicazione di Boehringer e Kitasato, hanno avuto un solo prodotto importante contro il virus respiratorio sinciziale (Synagis), e tuttora non ci sono molti altri prodotti in via di sviluppo. La ragione fondamentale è che la quantità di anticorpo ricombinante necessario è in genere enorme (>10 mg/Kg, cioè >600-800 mg per una persona adulta, quantità proibitiva sia per il costo sia per la somministrazione endovenosa). Per questa ragione, l'unico prodotto pratico finora è stato il Synagis che essendo somministrato a neonati che pesano solo qualche Kg, richiede una dose inferiore ai 100 mg per persona. L'uso di anticorpi monoclonali umani contro le malattie infettive sta forse per entrare in una nuova era grazie a un recente lavoro di un ricercatore italiano che ha trovato il modo di clonare direttamente i linfociti B della memoria da persone che hanno risolto la malattia. Questo ha permesso di isolare cloni che esprimono anticorpi

1 - A. K. Pavlou & J. M. Reichert. "Recombinant protein therapeutics – success rates, market trends and values to 2010". *Nature Biotechnology* 22, 2004 (12): 1513-1519.

2 - S. Lawrence. "State of the biotech sector". *Nature Biotechnology* 22 2004(7): 798.

3 - M. Trikha, L.Yan, & M.T. Nakada, "Monoclonal antibodies as therapeutics in oncology. Current Opinion" *Biotechnology* 13: 2002, 609-614.

monoclonali umani contro il virus Sars che hanno una affinità alcuni logaritmi più alta di quella del Synagis e pertanto, in teoria dovrebbero essere sufficienti da uno a dieci milligrammi per immunizzare un adulto⁴. Questa quantità avrebbe un costo ragionevole e potrebbe essere convenientemente somministrata per via intramuscolare. Il successo iniziale con il virus Sars è già stato ripetuto con una serie di altre malattie infettive.

L'altra area dove le biotecnologie si stanno concentrando sono lo sviluppo di farmaci tradizionali (*small molecules*) contro *target* identificati, espressi e validati con tecniche biotecnologiche⁵. Userò i farmaci antivirali e quelli antitumorali come esempi di questo settore⁶⁻⁷. Nel primo caso, all'inizio degli anni novanta, sotto la pressione di avere velocemente nuove cure contro l'Aids, furono usate tecniche di Dna ricombinante per esprimere gli enzimi essenziali per la replicazione del virus Hiv (polimerasi e proteasi), che vennero poi usati per fare lo *screening* di librerie di composti chimici capaci di inibire l'attività enzimatica e quindi la crescita del virus. I composti trovati vennero poi ottimizzati usando la struttura a raggi X ottenuta cristallizzando le molecole ricombinanti. La

nuova strategia per lo sviluppo di *small molecules* ebbe un grande successo e già nella metà degli anni novanta entrarono in commercio farmaci anti-retrovirali che trasformarono l'Aids nel mondo occidentale da una malattia letale a una malattia cronica (che purtroppo ha prolungato ma non risolto il problema).

Nel caso dei farmaci antitumorali, l'impulso fondamentale è venuto con la sequenza del genoma umano che ha messo a disposizione la sequenza di centinaia di enzimi potenzialmente coinvolti nel processo tumorale. La famiglia presa d'assalto dalle aziende biotecnologiche è stata quella delle chinasi, >400 enzimi, molti dei quali già noti per essere mutati o espressi in modo anomalo nei tumori. Moltissimi di questi enzimi sono stati espressi tramite tecniche di Dna ricombinante e ne è stata determinata la struttura tridimensionale. Gli enzimi e la loro struttura sono stati poi usati per fare lo *screening* e ottimizzare composti capaci di inibire l'enzima stesso e quindi la crescita tumorale. Oggi ci sono decine di prove cliniche con composti antitumorali che in teoria dovrebbero inibire specificamente la crescita delle cellule tumorali senza avere gli

effetti nocivi dei farmaci citotostatici usati fino ad oggi contro i tumori⁸⁻⁹.

Translational medicine

Fino a oggi lo sviluppo di nuove terapie si è basato nella maggior parte dei casi su studi di efficacia in cui i farmaci, anticorpi terapeutici eccetera venivano effettuati su tutta la popolazione *target*, senza discriminazione. Succedeva e continua a succedere spesso che le terapie fossero promettenti in prove cliniche di fase I, per poi fallire in fase II o III, con enorme dispendio di tempo e risorse. Oggi sappiamo che in molti casi in cui questo succede è perché in fase I si usano pochi soggetti e spesso un solo centro clinico che tende a selezionare un sottogruppo di soggetti, così che talvolta, per caso, una buona quantità dei soggetti arruolati nella fase I può essere della categoria delle persone che rispondono al farmaco e quindi dare risultati promettenti. Quando poi i numeri dei soggetti e dei centri clinici vengono espansi in fase II e fase III, la popolazione di persone che rispondono al farmaco viene diluita, a volte anche sottorappresentata e il farmaco fallisce la prova di efficacia, anche se efficace in una frazione di pazienti.

Oggi, grazie alla potenza diagnostica che deriva dall'analisi di profili di espressione dei geni, del proteoma e

presto dalla caratterizzazione delle popolazioni globali in base ai profili di *Single Nucleotide Polymorphism* (Snp), è possibile cominciare a distinguere le popolazioni che rispondono ai farmaci fin dalla fase I. Così, fin dalla fase I viene definito il profilo della popolazione che risponde al farmaco e da lì in poi le prove di fase II e III vengono fatte solo sulla popolazione che risponde. La conseguenza è che un farmaco che poteva essere efficace al 20% in una fase III fatta su tutta la popolazione di pazienti, può diventare efficace >70% in una fase III fatta sulla sottopopolazione giusta.

La translational medicine porta quindi la ricerca al letto del paziente fin dall'inizio della sperimentazione clinica e permette di sviluppare farmaci adatti a sottopopolazioni di pazienti. Questo significa che nel non lontano futuro, le terapie verranno assegnate in base a nuovi diagnostici che verranno sviluppati insieme alle terapie. Questo scenario, probabile per tutti i farmaci del futuro, è già una realtà nel campo dei tumori, dove i nuovi farmaci vengono sviluppati contro i geni o i prodotti dei geni la cui espressione è alterata in un particolare tipo di tumore.

Vaccini preventivi e terapeutici

Per più di un secolo i vaccini sono stati sviluppati seguendo alla lettera i principi di Pasteur di "isolare, inattiva-

8 - J. Dancy & E. A. Sausville "Issues and progress with protein kinase inhibitors for cancer treatment", *Nature Reviews Drug Discovery*.2003 2: 296-313.

9 - Noble Mem, J. A. Endicott & L. N. Johnson, "Protein kinase inhibitors: insights into drug design from structure", *Science* 2004 303: 1800-1805.

4 - E. Traggiai, S. Becker, K. Subbarao, L. Kolesnikova, Y. Uematsu, M. R. Gismondo, B.R. Murphy, R. Rappuoli, & A. Lanzavecchia. "An efficient method to make human monoclonal antibodies from memory B cells: potent neutralization of Sars coronavirus", *Nature Medicine* 2004 10(8): 871-875.

5 - R. Rappuoli, "From Pasteur to genomics: progress and challenges in infectious diseases", *Nature Medicine* 2004 10(11): 1177-1185.

6 - H. J. Field & E. De Clercq, "Antiviral drugs – a short history of their discovery and development", *Microbiology Today* 2004 31: 58-61.

7 - E. De Clercq, "Strategies in the design of antiviral drugs", *Nature Reviews Drug Discovery* 2002 1: 13-25.

re e iniettare” l’agente patogeno. Questi principi hanno dato origine ai vaccini fatti da agenti infettivi uccisi, attenuati o dalle loro subunità, che sono in uso oggi e che hanno permesso di conquistare molte delle malattie infettive. Anche in questo campo, grazie alle biotecnologie stiamo per assistere a un salto quantico del settore. Infatti, mentre i principi di Pasteur non permettono di sviluppare vaccini contro quegli agenti patogeni che non possono essere cresciuti in laboratorio come il virus dell’epatite C (Hcv) responsabile di tumore del fegato e cirrosi, i virus papilloma tipo 16 e 18 responsabili del tumore della cervice, questi vaccini oggi stanno diventando possibili. Inoltre i principi di Pasteur non insegnano come sviluppare vaccini contro microrganismi che variano molto i loro antigeni di superficie come il meningococco B, il gonococco, la malaria o il virus Hiv e non insegnano neppure come indurre cellule T citotossiche CD8+ capaci di uccidere le cellule infettate e quindi contribuire al controllo della replicazione virale. Durante l’ultima decade la scienza ha superato molti di questi limiti tecnologici, anche se non sappiamo ancora usare le nuove tecnologie abbastanza bene da risolvere il problema di un vaccino contro l’Aids. La sequenza del genoma della maggior parte dei microrganismi patogeni ha permesso di identificare nuove molecole per sviluppare vaccini senza bisogno di coltivare gli agenti patogeni in laboratorio tramite un processo

chiamato *reverse vaccinology*. In questo approccio, le sequenze genomiche di batteri, virus o parassiti patogeni vengono scandagliate tramite computer, *microarrays*, proteomica o altri approcci sistematici basati sul genoma per identificare quegli antigeni che possono indurre immunità protettiva e eliminare quelli che potrebbero indurre autoimmunità perché hanno sequenze simili a proteine umane. Una volta identificati gli antigeni vengono espressi tramite Dna ricombinante e provati in modelli animali. L’uso del genoma ha permesso di identificare *in silico* ed esprimere in forma ricombinante le proteine di superficie E1 e E2 del virus Hcv e la proteina L1 di papillomavirus e quindi sviluppare vaccini contro il virus Hcv e contro i virus papilloma 16 e 18 che non crescendo in laboratorio non potevano essere sviluppati seguendo i principi di Pasteur. Questi vaccini sono adesso in fase di sperimentazione clinica (Hcv in fase I e papillomavirus in fase III), e sappiamo già dai dati di efficacia che il tumore della cervice potrà essere prevenuto completamente in futuro grazie al vaccino contro il papilloma.

L’esempio più citato di *reverse vaccinology* è quello del vaccino contro il meningococco B. Alla fine degli anni novanta, era evidente che lo sviluppo di un vaccino universale contro questo microrganismo era oltre la portata delle tecnologie a disposizione a quel tempo, per due ragioni principali: la prima era dovuta al fatto che il polisacca-

ride capsulare che era stato usato con successo per sviluppare vaccini coniugati contro gli altri serotipi di meningococco (A, C, Y e W135), non poteva essere usato contro il serotipo B perché in questo caso la composizione chimica del polisaccaride capsulare era identica ad uno zucchero (acido polisialico) che è presente nei tessuti umani e quindi è un antigene *self*, non riconosciuto dal nostro sistema immunitario. La seconda ragione era che i vaccini basati su proteine inevitabilmente inducevano immunità protettiva contro proteine molto variabili da batterio a batterio, cosicché i vaccini risultanti proteggevano molto bene contro il batterio usato per fare il vaccino, ma non contro altri isolati dello stesso batterio. In questa situazione, la sequenza del genoma batterico rese possibile la predizione al computer di circa 600 proteine che in teoria potevano indurre protezione. Di queste 350 furono espresse come proteine ricombinanti e quindi furono utilizzate per immunizzare animali. Con grande sorpresa furono trovate 29 nuove proteine capaci di indurre immunità protettiva contro un microrganismo che sembrava resistente a ogni approccio vaccinologico classico. Oggi alcuni di questi antigeni hanno superato tutti i test preclinici e sono nella fase clinica di sperimentazione. L’esempio del meningococco B è stato seguito per molti altri batteri, tra cui si può citare lo pneumococco, lo streptococco di gruppo B e la clamidia. Sebbene la maggior parte dei vaccini che sono in uso fino a oggi funziona-

no inducendo soprattutto anticorpi capaci di neutralizzare tossine, virus o batteri, si pensa che la conquista di malattie più difficili come la malaria, l’Aids, e altre malattie croniche, compresi i tumori, richieda la stimolazione anche del secondo braccio del sistema immune, quello delle cellule T citotossiche che non vengono normalmente stimolate dai vaccini attuali. Recentemente sono stati descritti numerosi metodi per stimolare cellule T citotossiche nell’uomo, tramite vaccinazione. Nel caso dell’Hiv, è stato dimostrato a più riprese in primati che le cellule citotossiche sono capaci di contenere la moltiplicazione virale e ridurre la viremia di almeno due logaritmi. Fino ad oggi, i metodi più efficaci di indurre cellule T citotossiche in primati e nell’uomo sono vettori virali che non sono capaci di replicazione nell’uomo, come il virus vaccino Ankara (Mva), l’adenovirus incapace di replicare in cellule umane e i vaccini a Dna. Anche il metodo migliore per indurre cellule T citotossiche è fuori dagli schemi di Pasteur. Infatti è un tipo di vaccinazione mista (prime-boost) in cui la vaccinazione primaria fatta con vaccino a Dna viene seguita da un richiamo con il vettore virale (Mva o adenovirus). Prove cliniche hanno dimostrato che è possibile indurre cellule T citotossiche contro la malaria usando schemi di immunizzazione in cui la immunizzazione primaria con Dna viene seguita da un richiamo con Mva. Infine, la recente scoperta che il sistema immune ha

un suo metodo innato di riconoscere i patogeni che vede certe caratteristiche comuni ai patogeni come il lipopolisaccaride, il Dna non metilato nelle isole CpG, Rna a doppia elica, etc., ha permesso di cominciare a sviluppare nuovi sistemi di adiuvanti capaci di stimolare risposte immuni difficili da ottenere finora, come la stimolazione di una risposta Th1 usando oligonucleotidi connessi CpGs. In conclusione, la genomica, i nuovi adiuvanti derivati dalla scoperta della immunità innata, la possibilità di indurre una risposta delle cellule T citotossiche, nuovi sistemi di *delivery*, nuovi scemi di immunizzazione, come il *prime-boost*, fanno pensare che il settore dei vaccini continuerà ad espandersi ed avere un impatto crescente sulla qualità della vita, diventando capace non solo di prevenire le malattie come ha fatto finora, ma anche di curarle (vaccini terapeutici per malattie croniche).

Conclusioni e prospettive per l'Italia

Le biotecnologie sono ormai una realtà che ha già migliorato la qualità della vita dell'uomo e generato un giro di affari interessante, oltre a un numero considerevole di posti di lavoro altamente qualificati. Da quanto descritto nei paragrafi precedenti è evidente che l'impatto delle biotecnologie continuerà ad aumentare nel secolo XXI, e che si sposterà con l'elettronica, la fisica e la matematica. È altrettanto evidente che finora l'Italia è stata assente dalla scena biotecnologica mondia-

le e la domanda che ci dobbiamo porre è se l'Italia abbia già perso la possibilità di partecipare a quello che sembra essere l'evento più promettente per la qualità della vita e l'economia del secolo XXI, oppure se può ancora far parte di questo. La mia opinione è che l'Italia ha ancora la possibilità concreta di avere un ruolo. La cultura scientifica della biologia di base è ancora molto forte nel nostro paese, la fisica ha una forte tradizione di leadership internazionale, i pochi centri biotecnologici attivi hanno dimostrato di poter essere competitivi nella scala globale. Quello che manca è la capacità imprenditoriale di integrare queste potenzialità e la voglia di credere in questo futuro avendo il coraggio di investire e di superare le barriere dell'individualismo. Il governo è chiaramente l'assente per eccellenza. Tuttavia, in assenza di iniziative governative, si stanno vedendo iniziative private che fanno sperare bene. Tra queste, ricordo l'investimento fatto a Siena dalla Fondazione del Monte dei Paschi che non solo ha creato una propria ditta di biotecnologie (Sienabiotech), ma si è fatta capocordata di un parco scientifico regionale (Toscana Life Sciences), il cui scopo sarà quello di coalizzare le potenzialità derivanti dalle Università di Firenze, Pisa, e Siena in un sistema unico che ha la possibilità di diventare competitivo. Un investimento mirato in ricerca da parte delle tante Fondazioni bancarie Italiane potrebbe essere un modo per avviare un nuovo ciclo competitivo per l'economia italiana. □

Tabella 1 - Principali prodotti biotecnologici

Farmaco (ditta che lo commercializza)	Prodotto	Indicazione	Vendite 2003 (US\$ milioni)
Procrit (Johnson & Johnson)	Eritropoietina-a	Anemia	3,986
Epogen (Amgen)	Eritropoietina-a	Anemia	2,435
Neupogen (Amgen)	Eritropoietina-a	Anemia	1,268
Neulasta (Amgen)	Eritropoietina-a	Anemia	1,255
Novolin (Novo Nordisk)	Ormone	Diabete	2,235
PEG-Intron (Schering Plough)	PEG-Interferone a-2b	Epatite C	1,851
Aranesp (Amgen)	Eritropoietina-a	Anemia	1,544
Recombivax HB/ Comvax (Merck)			
Engerix-B / Pediatrix /Twinrix (GSK)	Antigene (HbsAg)	Epatite B	>1.500
Rituxan (IDEC-Genentech)	Anticorpo monoclonale (Rituximab)	Cancro	1,490*
NeoRecormon (Roche)	Epoietina b	Anemia	1,318
Enbrel (Amgen)	Proteina (TNF-a)	Artrite reumatoide	1,300
Avonex (Biogen IDEC)	Interferone b-1a	Sclerosi multipla	1,170
Remicade (Centocor)	Anticorpo monoclonale (Infliximab)	Artrite reumatoide	1.100
Synagis (MedImmune)	Anticorpo monoclonale (Palivizumab)	Virus respiratorio sinciziale	849
Avastin (Genentech)	Anticorpo monoclonale (Bevacizumab)	Cancro	400*
Herceptin (Genentech)	Anticorpo monoclonale (Trastuzumab)	Cancro del seno	385*

* Vendite aggiornate al 2004

Figura 1

Numero di ditte (a,b), numero di impiegati (c), e vendite globali del settore biotecnologico (d). Le figure sono modificate dalla referenza 1.

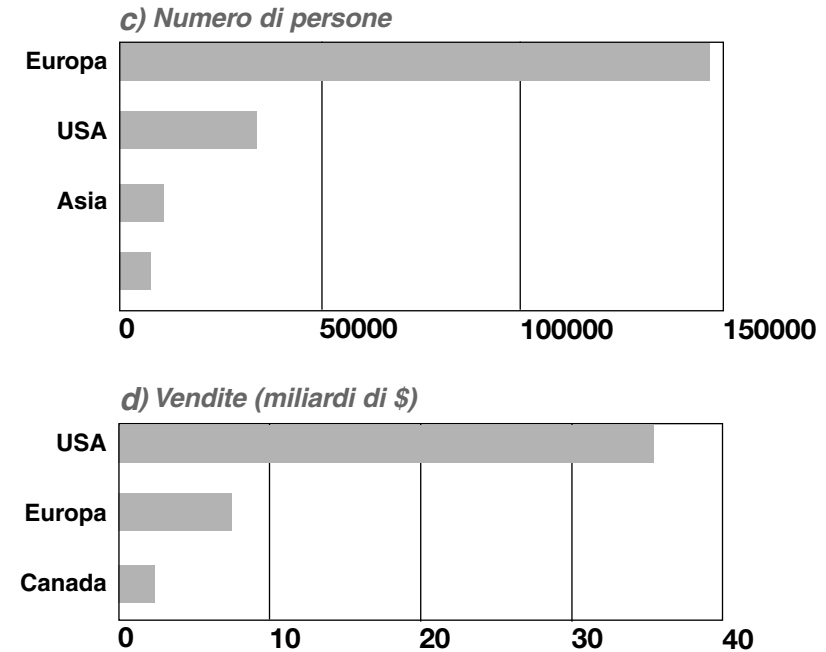
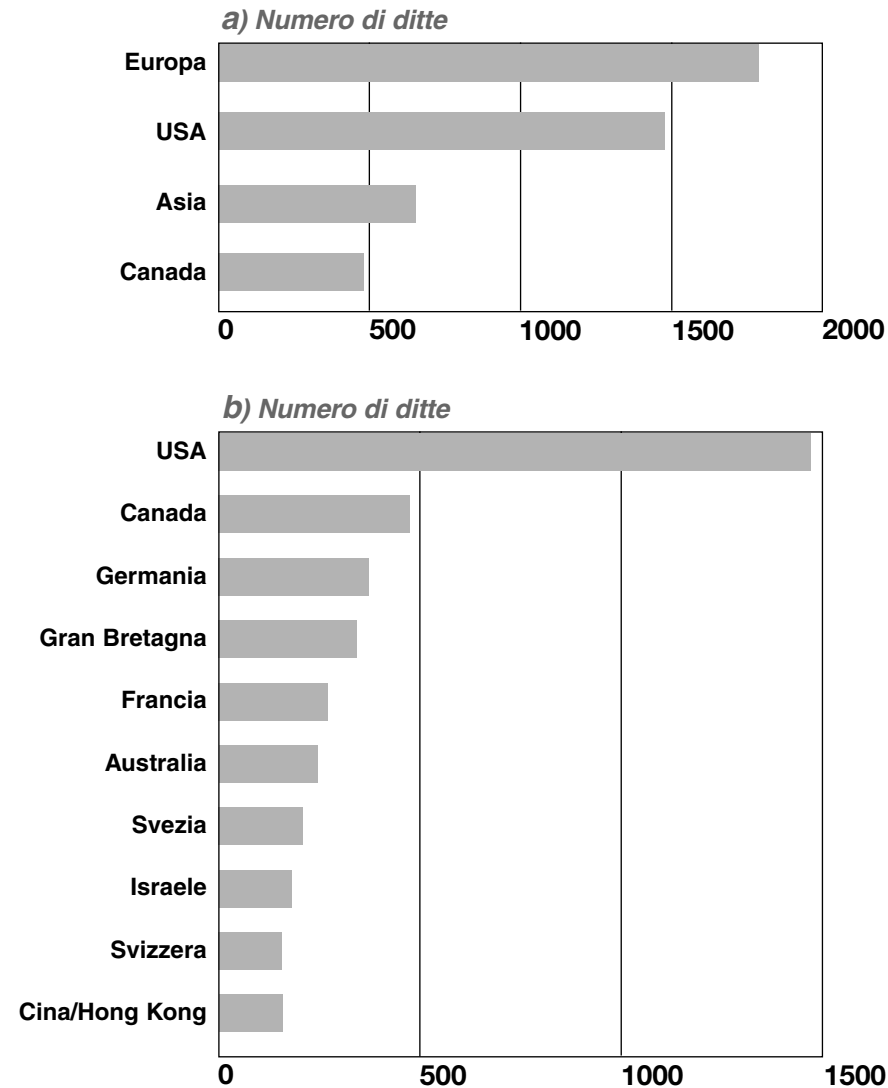


Tabella 2 - Anticorpi monoclonali in commercio e in fase III di sviluppo

Commercializzati	In fase III di sviluppo
ReoPro (Centocor/Lilly)	Erbitux (ImClone /Bristol Myers Squibb)
Avastin (Genentech)	Bexxar (Corica /GlaxoSmithKline)
Orthoclone OKC3 (Ortho Biotech/Johnson&Johnson)	Catara (Peregrine Pharmaceuticals)
Rituxan (IDEC/Genentech)	Mitomomab (ImClone/Merck)
Simulect (Novartis)	Zamyl (Protein Design Labs)
Remicade (Centocor)	Theragyn (Antisoma /Abbott)
Zevalin (IDEC/Schering AG)	CeaVac (Titan Pharmaceuticals)
Zenapax (PDL/Roche)	OvaRex (Altarex)
Synagis (MedImmune)	Lymphocyte (Immunomedics Amgen)
Herceptin (Genentech)	
Mylotarg (Celltech/Wyeth)	
Campath (Millenium /ILEX)	

Globalizzazione, nuove sensibilità, nuove politiche per l'agricoltura

di Paolo De Castro

Un nuovo scenario

L'approvazione della riforma di medio termine della politica agricola comunitaria ha assunto, per contenuti e proiezione futura, i caratteri di una vera e propria riforma della Politica agricola comunitaria (Pac).

In essa è, infatti, contenuto una significativa rimodulazione degli interventi sul fronte del sostegno agli agricoltori, dei rapporti commerciali, dello sviluppo rurale, in una nuova visione della sostenibilità sociale delle politiche a sostegno del settore.

Una riforma che cerca di accogliere le esigenze derivanti dalla rinnovata proiezione internazionale della Unione in relazione all'avanzare del processo di ampliamento, rafforzamento degli obiettivi di partnerariato all'interno dell'area mediterranea, alle dinamiche che caratterizzano il processo di regolamentazione delle relazioni commerciali internazionali.

Per poter comprendere il futuro assetto delle politiche a sostegno del settore agricolo è necessario indagare i motivi che sono stati alla base di cambiamenti così profondi, comprendere le dinamiche esterne e le logiche che hanno spinto la Commissione a tracciare un nuovo modello di intervento per il settore primario e di promozione degli interventi di *rural policy*.

Un primo fattore di rilevanza è rappresentato dal fenomeno della globalizzazione che ha prodotto un ampliamento dei mercati, dell'accesso alle occasioni di consumo e una moltiplicazione delle sensibilità sociali, insieme alla diffusione delle informazioni su scala planetaria.

Questo scenario richiede nuovi modelli di regolamentazione degli scambi e pone temi del tutto nuovi all'attenzione delle politiche: nuove significative esigenze cui è chiamata a rispondere anche la politica agricola comunitaria.

Sul fronte dei rapporti internazionali ciò ha prodotto una progressiva eliminazione delle barriere all'importazione dell'Unione, i dazi sono stati ridotti e la funzione svolta dai contingenti è sempre meno significativa; per alcune aree del mondo è stata accordata una totale liberalizzazione degli scambi. Il programma *Everything But Arms* (EBA) permette, di fatto ai 49 Paesi più poveri del mondo di poter esportare qualsiasi prodotto - da loro originato - senza limiti di contingente e soprattutto senza dazio alcuno; a questi si aggiungeranno tutti i paesi della convenzione di Lomè. È chiaro come ciò assuma una portata straordinaria in termini di competitività delle produzioni e di rimodulazione delle strategie di sostegno. Questo è vero

soprattutto nel caso della produzione di commodity per le quali le dinamiche competitive stanno portando ad un progressivo riposizionamento del profilo dell'offerta.

In quest'ottica nasce l'esigenza di mutare il sistema di sostegno europeo, procedendo alla riformulazione degli obiettivi delle politiche, coerentemente con la direzione del cambiamento. Diviene, infatti, difficile immaginare la compatibilità di un sistema di protezione e di restituzione alle esportazioni in questo nuovo scenario di progressiva apertura dei mercati internazionali.

I sistemi di regolamentazione della produzione e delle relazioni commerciali, le quote di produzione, le quote zucchero, le quote latte, etc., costituiscono un sistema di politiche costruite nel tempo per proteggere il mercato comunitario, accompagnare la costruzione di un mercato unico europeo difendendolo dalla pressione della concorrenza internazionale, ma che nascevano sulla base di obiettivi ormai raggiunti.

Su questo solco è però progressivamente aumentata la rilevanza delle eccedenze, delle esternalità negative sull'ambiente, del costo finanziario degli interventi ed è emerso il nodo di una politica non aderente ai cambiamenti dell'economia e della società, oltre che difficilmente sostenibile da un punto di vista finanziario.

Queste preoccupazioni hanno dominato gli interventi di riforma avviati a partire dalla fine degli anni ottanta. A queste si sono aggiunti accadimenti

che hanno aumentato l'attenzione verso il settore, come i problemi legati alla sicurezza alimentare. Gli scandali alimentari hanno, infatti, avuto un impatto enorme sulla sensibilità dei consumatori e hanno contribuito alla introduzione di nuove sensibilità all'interno dei modelli di consumo, orientandoli a maggiori garanzie di qualità e salubrità degli alimenti. In tal senso si è determinata la necessità di rispondere a nuove esigenze che non risiedono più soltanto nella soddisfazione di bisogni primari ma soprattutto in maggiori garanzie sul piano della qualità dei consumi.

Inoltre altre sensibilità sociali hanno trovato progressiva affermazione relativamente alle tematiche di natura ambientale e benessere degli animali e sempre maggiore, anche in considerazione dell'allargamento ad Est dell'Unione, è il ruolo che sono chiamate ad assumere le politiche di sviluppo rurale.

Sul fronte delle relazioni esterne, poi, il ruolo svolto dall'Unione Europea, in termini di integrazione economica globale e regionale e di sviluppo degli obiettivi di coesione economica e sociale, è giunto ad una fase estremamente significativa in termini di futuri assetti dell'apparato produttivo e del quadro delle relazioni commerciali.

Un ruolo che trova esplicitazione sia sul fronte interno, con la prospettiva di una Europa più ampia e integrata sotto il profilo socio economico e istituzionale, che su quello esterno, in relazione alla maggiore incisività

di ruolo che sta caratterizzando il contesto delle relazioni internazionali ed in particolare la dimensione regionale delle stesse.

Per quanto concerne la prospettiva delle relazioni interne il trattato di Atene dello scorso aprile un ampliamento senza precedenti soprattutto in relazione alle profonde differenze di ordine economico, storico e culturale esistenti tra i nuovi ingressi, in larga parte provenienti da sistemi economici pianificati, e i Paesi attualmente membri dell'Ue; sul fronte esterno va segnalata in particolare l'evoluzione del sistema di rapporti con il bacino meridionale del Mediterraneo dove l'impianto delle relazioni tra Europa e Paesi terzi dell'area mediterranea, che aveva già trovato collocazione all'interno del trattato di Roma, ha trovato nuovo slancio soprattutto in virtù dell'intensificazione delle relazioni di natura commerciale.

Ed facilmente rilevabile come sia nei Paesi candidati, che in quelli terzi mediterranei l'agricoltura svolge un ruolo di primaria importanza sotto il profilo economico e sociale e molto, nel raggiungimento degli obiettivi di competitività e integrazione degli scambi, dipenderà dai processi di ammodernamento strutturale e commerciale che si sapranno porre in essere. Quindi una proiezione futura dello scenario che segna un orizzonte di impegni proiettato all'interno verso processi di allineamento strutturale delle economie agricole e, all'esterno

verso l'innalzamento della competitività del sistema nel suo complesso.

Il "nuovo" ruolo delle politiche agricole europee

Dalle considerazioni effettuate l'agricoltura conferma ancora di più il suo ruolo di settore strategico e la Pac trae nuove legittimazioni dal fatto che essa è politica economica e sociale a tutti gli effetti, inserita nell'insieme delle politiche economiche e sociali europee. Oggi abbiamo di fronte un nuovo contesto di riferimento con nuovi vincoli e nuove logiche economiche, ed è con esso che qualsivoglia tipo di strategia di intervento politico deve confrontarsi.

Parlare di globalizzazione, di nuove regole, di tutela del benessere animale e ambientale, di sviluppo rurale, di diritti dei consumatori, significa declinare espressioni diverse di una nuova competitività delle aziende agricole che proprio la Pac del futuro deve esaltare. È questo il vero "salto di qualità" che l'intervento politico dell'Europa deve compiere. Non è possibile, per esempio, pensare ad un'agricoltura europea collocata a pieno titolo nei mercati agroalimentari globalizzati, senza che questa abbia accresciuto il suo livello di efficienza nella produzione e, quindi, la propria capacità competitiva. Così come appare un paradosso applicare regole nuove in fatto di benessere degli animali e tutela ambientale, senza avere definito una efficace via per rendere compatibili queste scelte con le nuove

sollecitazioni del mercato. Ambiente e globalizzazione, in altre parole, devono e possono convivere – pur se da punti di vista diversi – con le necessità di bilancio dell'impresa.

Anche l'attenzione allo sviluppo rurale – che di per sé costituisce una delle innovazioni più importanti della politica agricola comune negli ultimi anni – è da concepire come uno strumento in più per completare e rendere più forte l'efficienza dell'impresa, la sua compatibilità nei confronti delle nuove istanze di consumo e quindi con il mercato.

È evidente anche che in questa direzione il ruolo dell'innovazione tecnologica applicata alle imprese agricole trova spazi nuovi e più importanti rispetto al passato. Ma, anche sotto questo profilo, parlare di tecnologie e di ambiente, di innovazione e di diritti del consumo, significa semplicemente – ma il termine non deve trarre in inganno – indicare strumenti diversi per la crescita del livello competitivo dell'impresa agricola europea.

Un livello competitivo che dovrà essere sostenuto efficacemente dagli Stati membri e dentro gli Stati membri. E questo dovrà avvenire con adeguati interventi sui modelli societari, sul credito, sulle politiche formative, sugli investimenti in infrastrutture e sulle altre leve di governo nazionale.

Qualità, multifunzionalità, sicurezza alimentare

L'elemento cardine attorno a cui ruoterà la capacità di costruire la Pac del futuro, sarà di certo la proiezione ver-

so la qualità, intesa come strumento per competere con più efficacia.

Il ruolo dell'Unione come grande esportatore di *commodities* agricole è al tramonto e per i prodotti comunitari le prospettive future sul mercato mondiale sono legate alla capacità di affermare ovunque la qualità della produzione europea. In tal senso la Pac deve quindi assumere l'obiettivo della qualità come elemento strategico, superando definitivamente il legame con i volumi produttivi, dando forte impulso a questo orientamento, tenuto conto che sino ad oggi il parziale *decoupling* della Pac è stato accompagnato solo in minima parte dalla introduzione di misure orientate verso la qualità. Inoltre, un forte impegno nel senso della qualità può dare un contributo fondamentale per costruire una solida fiducia dei consumatori nei confronti della Pac e del sistema agroalimentare. Seguendo questo ragionamento, diventa inevitabile un ulteriore ripensamento del sistema dei sostegni che dovranno selezionare sempre più le imprese in funzione della capacità di produrre qualità.

Se la qualità sarà uno dei temi fondanti della "nuova" Politica agricola comune, un altro concetto chiave sarà rappresentato dal ruolo multifunzionale dell'attività agricola. Infatti anche la multifunzionalità, come la qualità tocca aspetti molteplici, economici e culturali al tempo stesso. La presenza di una attività agricola sul territorio determina enormi relazioni con l'ambiente

ed altrettanto importanti effetti su di esso oltre che sulla società e sulla sua cultura. Si crea, cioè, un intreccio di elementi che interagiscono sulla identità ed i valori della collettività, sugli assetti del territorio, sulle attività produttive. L'importanza di questa dimensione dei contesti agricoli e rurali va comunicata con vigore verso l'opinione pubblica europea, evidenziando tutti i risvolti della tematica, compresi i costi economici che la collettività pagherebbe qualora si verificasse una rarefazione dell'attività agricola. D'altra parte, anche il ruolo multifunzionale dell'azienda agricola dovrà essere correttamente definito e collegato alla sussistenza di specifici requisiti (rispetto di norme ambientali, pratiche non intensive, ecc). Infine, un terzo importante elemento su cui riflettere, legato ai primi, è dato dalle nuove sensibilità dei consumatori di cui si è già detto che hanno un riflesso immediato e determinante proprio sugli aspetti della Politica agricola comune, legati alla sicurezza alimentare e alla tutela dei diritti umani e animali.

Gli "scandali" alimentari, nonché le ri-

correnti campagne di stampa sulla questione degli Ogm, hanno originato un atteggiamento nei confronti del settore agricolo che pone molta attenzione su almeno tre aspetti. Prima di tutto, la richiesta di una sempre più alta sicurezza alimentare. In secondo luogo l'esigenza di arrivare ad una agricoltura davvero sostenibile dal punto di vista ambientale. In terzo luogo, l'esigenza di una concreta tutela del benessere animale. Quindi non più una Pac vista solo in termini settoriali, bensì una politica per tutti i cittadini e per i territori. Occorre in tale direzione uno sforzo consapevole, non solo dell'Ue ma di tutti i governi d'Europa, per comunicare ed approfondire scientificamente gli eventi che si proporranno anche in futuro e il dibattito sulla sicurezza alimentare dovrà potersi poggiare su informazioni chiare e corrette, a disposizione di tutti, una condizione irrinunciabile per evitare errori strategici penalizzanti per la base produttiva e per recuperare la piena fiducia dei consumatori. □

Elementi di storia naturale per riflettere sugli Ogm

Ernesto Di Mauro

Il problema

Homines et jumenta salvabis, Domine (Salmi, XXXV, 7, 8)

Libertà di ricerca

La libertà di ricerca è un valore in sé, una categoria assoluta che va difesa fino in fondo. Va difesa contro morali conservatrici, contro la miopia interessata di chi dovrebbe sviluppare a pieno la scienza e non lo fa, va difesa a volte contro il comportamento degli scienziati stessi. Anche se un Organismo geneticamente modificato, animale o vegetale, può essere pericoloso; anche se una terapia genica può essere dannosa o inutile, le ricerche specifiche in entrambi i campi vanno sviluppate e difese. I frutti conoscitivi, pratici, morali non potranno non essere colti.

«*Quello ch'ha varcato l'aria, penetra to il cielo, discorse le stelle, trapas sati gli margini del mondo, fatte svanir le fantastiche muraglia de le prime, ottave, none, decime ed altre sfere...*» (Giordano Bruno. *La Cena de le Ceneri*, Dialogo I).

Libertà di ricerca, necessità di sviluppare conoscenza e condividere quadri etici di riferimento sono valori assoluti i cui frutti è difficile rintracciare nel comportamento della società nella quale viviamo.

Gli uomini tendono ad adottare le nuove tecnologie non appena queste divengono disponibili. Non abbiamo mai pianificato molto. Riparare i guasti può aspettare, soprattutto se sono a scapito di altri o di altre generazioni. Le ferite inferte al mondo cinquant'anni fa dall'uso massiccio del Ddt e quelle più recenti e distruttive causate dalle sostanze che interferiscono con l'ozono si stanno rimarginando lentamente. Ddt e Pcb sono stati sostituiti da alternative meno tossiche e meno persistenti soltanto dopo che ne sono stati constatati i danni. La malaria e la necessità di sviluppare una catena del freddo sono problemi reali, ma questo non giustifica il ricorso alla prima incontrollata tecnologia disponibile. Lo stesso è successo per soddisfare la naturale necessità di aumentare il consumo di carne. Ricorrere alla omofagia, nutrire gli animali con i residui dei corpi dei loro simili, non è stata una soluzione saggia. Bse e Creutzfeld-Jacob lo hanno dimostrato con chiarezza. L'elenco potrebbe continuare a lungo, dal rapporto tra piogge acide e combustibili fossili solidi, a quello tra nucleare civile, Cernobil e Three Miles Island. Il meccanismo con il quale i problemi vengono affrontati e inizialmente risolti è chiaro: mancanza di responsabilità.

Finché si può tornare indietro, poco male. Il Ddt nel tessuto adiposo dei pinguini dell'Antartide sarà diluito dalla loro morte. La deplezione dell'ozono, se interrotta, non avrà avuto come conseguenza che la morte di qualche migliaio di neo-zelandesi o di australiani, al peggio di qualche gruppo di turisti improvvidi. E così la morte delle foreste dell'Europa Centrale finirà con l'uso dei carboni fossili, e la morte dei bambini ucraini tra qualche decennio sarà dimenticata. La parola morte è la parola chiave del non rispetto del *Principio di precauzione*, principio che non va monetizzato, percentualizzato, diluito o mascherato sotto metafore di progresso, di soluzione definitiva, di sorti progressive.

C'è un punto dal quale non si può tornare indietro. È l'inquinamento genetico, la corruzione dell'equilibrio intimo delle forme di vita che ci circondano, dalle quali dipendiamo economicamente, storicamente, strutturalmente, esteticamente, e delle quali siamo eticamente parte.

Il problema è che a queste verità che impongono *precauzione* è associata la necessità di sviluppare la ricerca scientifica. Nella scienza è la risposta alle domande di una vita accettabile, o migliore, o più cosciente. Confondere la scienza con le sue applicazioni (e queste possono essere affrettate, inconsapevoli, o interessate, o imposte) genera ulteriore confusione, danneggia tutti per l'interesse di pochi.

Qualche elemento per riflettere sul problema

(i) Genotipo e fenotipo

Queste categorie biologiche sono di facile definizione; nel loro insieme racchiudono tutte le strutture viventi. Capire fino in fondo cosa in realtà esse significhino è però più complesso. Il fenotipo è quanto di un organismo possiamo vedere, quello che funziona, la proteina muscolare che si contrae, il neurone che trasporta o elabora l'impulso nervoso, la struttura salina e cellulare dell'osso. Il nostro corpo è il fenotipo.

Il genotipo è il Dna, è la molecola che fornisce l'informazione per sintetizzare le proteine muscolari, per strutturare i neuroni, per guidare le vie metaboliche che organizzano i depositi minerali di cui è fatto lo scheletro che ci sostiene. Inoltre, il Dna non è soltanto informazione pura. Essendo una molecola chimica ben definita e perfettamente organizzata in atomi e legami come le altre molecole, informazionali e non, il Dna è anche fenotipo. Il Dna è al tempo stesso informazione (nel senso di potenzialità attuali e virtuali, di trasmissione, di codificazione, di programmazione) ed è struttura fisica, è genotipo e fenotipo contemporaneamente.

La difficoltà di fondo è costituita dalla impossibilità di separare rigorosamente i due concetti, separare il corpo dalla informazione che lo determina, distinguere tra potenzialità e realtà. Come a lungo si è cercato di separare il corpo dall'anima, lo pneuma

dal logos, la mente dal cervello, per poi capire l'inutilità dello sforzo e l'errore di fondo che questi tentativi costituivano, così è sbagliato separare genotipo da fenotipo. Le due definizioni sono complementari e speculari, volti didascalicamente separati di una realtà unica e complessa.

L'evoluzione si esercita sul fenotipo, sul muscolo della gazzella per conferirle lo scatto che la salva durante la fuga, sul cervello che ne coordina i movimenti. E si esercita attraverso il Dna che può trasferire alla successiva generazione di gazzelle uno spettro più ampio di possibilità di scatto e di fuga.

L'ambiente e la selezione sceglieranno se vale la pena, se conviene investire ulteriori energie fisiologiche in questo aspetto specifico della struttura o se non convenga piuttosto affinare ad esempio la vista e l'udito. La scelta è combinatoria, passa attraverso il sistema muscolare, il corpo nel suo insieme, il comportamento, il Dna e la sua replicazione, la sua capacità di mutare lungo il filo delle generazioni e rimanere comunque Dna di gazzella. La combinatoria della evoluzione passa attraverso le scelte esercitate dall'ambiente nello scorrere degli anni, sovrapponendosi alla evoluzione dei predatori, cerchi concentrici generati sulla superficie dello stagno del presente da sassi gettati dalla mano del tempo che passa. I cerchi si incontrano, si sovrappongono, interferiscono, in un rapporto evolutivo di equilibrio. La gazzella migliore so-

pravvive, la gazzella il cui genotipo è migliore e si incarna nel fenotipo migliore, genotipo e fenotipo migliori perché più adatti a quell'ambiente in quel momento, equilibrio evolutivo, frutto di miliardi di anni di selezione di strutture viventi che hanno avuto successo per il fatto stesso di essersi riprodotte all'interno del gioco di competizione delle forme possibili, sulla superficie di questo pianeta che è l'unico che abbiamo.

Interferire per arroganza genetica con questo scorrere evolutivo del tempo che sceglie le forme più adatte, che incarna i suoi genotipo più belli, che esprime per caso e per necessità la propria eleganza, è il peccato peggiore contro l'umanità. È costringere l'umanità in un ruolo di predatore accecato dagli istinti malthusiani che l'evoluzione ha sedimentato in noi.

(ii) Evoluzione

La vita, la sua perpetuazione e la sua qualità sono regolate dall'evoluzione. La teoria darwiniana dell'evoluzione consiste essenzialmente nello stabilire l'importanza del rapporto tra ambiente ed individuo. Poiché l'ambiente si modifica, a volte rimanendo relativamente stabile per lunghi periodi, a volte cambiando in modo drastico e repentino, l'evoluzione permette la sopravvivenza soltanto delle specie che sono in grado di avvertirne le variazioni e reagire nel modo corretto. La Specie è un concetto, un'astrazione. Chi nella realtà cambia in modo

concreto è l'individuo; il cambiamento avviene nell'atto della trasmissione dei caratteri genetici e della loro espressione (la loro incarnazione) nelle generazioni successive. Sopravvivono solo le specie i cui individui sono in grado di mutare, di adattarsi ad un ambiente che si modifica secondo regole irregolari e variabili, geneticamente imprevedibili. La sopravvivenza è un atto di competizione. Nelle parole fondanti di Darwin: «*the fittest will survive*», solo il più adatto sopravviverà.

Il rapporto tra gli individui di una specie e l'ambiente del quale sono parte e dal quale dipendono è un rapporto complesso e regolato da adattamenti reciproci. La natura intima dei sistemi genetici, la loro caratteristica principale è da miliardi di anni costituita dalla capacità di sviluppare alternative e proporle al mondo circostante. Lo sviluppo di alternative fornisce *plasticità genetica*, una prerogativa nella quale risiede l'essenza stessa della vita, la proprietà che ne ha permesso lo sviluppo e la sopravvivenza. E della vita questa è forse una delle poche definizioni possibili.

Homo sapiens modifica il modificabile, sparge Ddt, elabora il Principio di Precauzione per poi dimenticarlo, si comporta secondo regole di arroganza. Tutto questo significa, riassumendo e in qualche modo semplificando, che la possibilità di persistenza e di adattamento della specie umana al suo ambiente (che in realtà è tutto il mondo e che, almeno per ora, finisce con esso) ha due proble-

mi di fondo: la grande capacità di modificazione di quanto lo circonda, la dimostrata incapacità di prendere decisioni programmate di sopravvivenza. È quindi importante persistere nella ricerca di un quadro di riferimento ampio, di una prospettiva generale sul cui sfondo proiettare i problemi man mano che si presentano, a verificarne le soluzioni possibili.

(iii) L'unicità della vita

La vita è un blocco momentaneo dello scivolamento verso l'entropia finale; la vita è organizzazione, è il contrario del caos; l'entropia assoluta è caos assoluto, un caos omogeneo, il massimo del caos. La vita è una bolla di organizzazione nel caos dell'entropia che aumenta.

Poiché la vita è un blocco momentaneo dello scivolamento verso l'entropia totale, la vita ha una organizzazione energetica specifica, la vita ha un suo tempo interno. Non bisogna dunque dire "il mio tempo inizia quando nasco, finisce quando muoio"; bisogna dire: "il mio tempo è un assoluto, è il tempo di quella bolla di organizzazione che sono io, non di quanto ho intorno". Esistono tanti tempi diversi quante sono le unità indivisibili dell'universo, quante sono le unità indivisibili della materia, che è energia. Ci sono tanti tempi diversi quanti sono gli atomi, le unità di fondo (che chissà a cosa corrispondono), eoni, muoni, oggetti sempre più piccoli, sempre più piccoli, al di là (o forse è meglio dire: al di qua) del

confine che forse separa, forse no, l'energia dalla materia.

È allora agevole capire che il tempo non esiste come fatto assoluto, ma che esiste come fatto relativo, che è una proprietà talmente intrinseca alla materia-energia da essere una proprietà tautologica. Il tempo è, per le cose che sono; non è, per le cose che non sono. Il tempo è una fanciulla. *Rure puella vagat viridi* (Settimo Sereno, fr. 15). Su una pianura vaga una fanciulla nel verde.

«*In te, anime meus, tempora metior; noli mihi obstrepere; quod est. [...] In te, inquam, tempora metior. [...] Ipsam (affectionem) metior, cum tempora metior*» (Agostino, *Confessioni*, XI, 27, 36). In te, animo mio, misuro i tempi, non turbarmi con la domanda: cosa è. In te, torno a dire, misuro i tempi. La stessa coscienza-di-me misuro, quando misuro i tempi.

(iv) Il tempo dell'onda (la soluzione dell'equazione di Korteweg-deVries).

Il 31 Aprile del 1834 Scott Russel, ingegnere scozzese, stava osservando una coppia di cavalli che trascinava un battello lungo il canale che va da Edimburgo a Glasgow. D'un tratto il battello si blocca e l'acqua forma un'onda che comincia a muoversi in avanti. Professionale e curioso, Scott sale a cavallo e galoppa al fianco di quell'onda singola che continuava a spostarsi senza cambiare né altezza né velocità, senza dividersi e senza sfrangiarsi. Poi l'onda, quasi all'improvviso come s'era formata,

dopo due miglia si spegne.

Da quell'osservazione è nato lo studio delle onde solitarie, il cui comportamento è descritto dalla soluzione di un particolare tipo di equazioni non lineari. Questo tipo di soluzioni, e l'onda stessa, si chiama "solitone". Da un secolo e mezzo ogni tanto matematici e fisici definiscono nuove equazioni (e nuove soluzioni) che descrivono il comportamento di qualche tipo di solitone. Si può capire questo interesse continuo e duraturo se si pensa da un lato alla estrema difficoltà di descrivere i complessi fenomeni fisici naturali reali (lo sfrangiarsi di un'onda contro vento), dall'altro se si pensa al fatto che il solitone è un'onda singola, nitida, che può essere descritta con un'equazione.

I solitoni sono dappertutto: sono, in un cristallo, la propagazione di una imperfezione; sono, nell'atmosfera, la modulazione di onde a grande scala che rappresentano le successioni di anticicloni e depressioni; sono, in un mezzo dielettrico, gli impulsi ultracorti della luce; sono, nelle giunzioni di Josefson, la propagazione di flussi magnetici a temperatura vicina allo zero assoluto; sono la trasmissione della luce lungo le fibre ottiche o quella degli elettroni nelle proteine respiratorie. Un solitone è anche un'onda che si propaga lungo un canale o in uno stagno dopo che abbiamo tirato un sasso. L'onda solitaria di Russel avrebbe in teoria dovuto viaggiare immutata per sempre; in pratica la viscosità dell'acqua lentamente ne

ha dissipato l'energia (mentre Russel la seguiva galoppando sulla riva) fino a causarne la fine.

L'antefatto. Nel 1870 Boussinesq e Rayleigh hanno dimostrato che un'onda solitaria è un'onda di piccola ampiezza che può formarsi in uno strato poco profondo di un liquido privo di frizione e incompressibile, hanno descritto matematicamente il fenomeno e hanno mostrato che le onde alte sono corte, mentre le onde basse sono lunghe. (La stessa energia si distribuisce cioè in vari modi alternativi. Onde di altezza differente hanno durata differente. La vita di un'onda dipende in parte dalla profondità dell'acqua in cui pesca). Nel 1895, Korteweg e deVries hanno formulato l'equazione che governa le onde di piccola ampiezza in acque basse ed hanno mostrato che l'onda descritta da Boussinesq e Rayleigh ne è la soluzione fisica. Secondo questa equazione, l'onda solitaria di Russel avrebbe dovuto correre per sempre.

Il fatto. Nel 1965, Zabuski e Kruskal hanno ristudiato l'equazione di K-dV e l'hanno finalmente risolta numericamente. La soluzione sorprendente è che quando le onde solitarie si incontrano, esse passano l'una attraverso l'altra e riemergono ognuna con la forma, la grandezza e le dimensioni originarie. Le onde solitarie, i solitoni, mantengono dunque il proprio carattere durante e dopo l'interazione reciproca. In realtà esse si comportano come le particelle elementari, come gli elettroni o come i protoni. Se tiria-

mo due sassi nello stagno e osserviamo come le onde interagiscono tra loro, e come rimangono se stesse dopo essersi incrociate, ce ne rendiamo conto facilmente.

Dunque: ogni onda è e rimane se stessa pur essendo fatta della stessa acqua dell'onda che gli passa attraverso e pur essendo mossa da energia iniziale dello stesso tipo. E ogni onda ha la propria specifica velocità ($V = S/T$, velocità uguale spazio diviso tempo) e ogni onda ha quindi il proprio specifico tempo. Nello stesso stagno, nello stesso Universo, la velocità di un'onda è dunque il suo tempo, è la misura della sua vita. Come per me, come per te, come per noi che ci incontriamo, ci incrociamo e ci attraversiamo senza cambiare. Come per i cerchi diacentrici delle gazzelle e dei leoni.

C'è qualcosa di molto importante nelle conclusioni dello studio delle onde singole. Ogni onda ha il proprio tempo. Non esiste un tempo generale, esiste il tempo singolo e specifico di ogni onda, un tempo che non si mescola a quello delle altre. Getta una manciata di sassi nel prossimo stagno che incontri e te ne renderai conto.

Una struttura vivente può essere descritta come un grumo di energia organizzata che vive un suo tempo, come un'onda. Un'onda è esclusivamente acqua organizzata da un po' di energia. Le sue molecole si distinguono dal resto delle molecole dello stagno solo perché loro stanno lì, nell'onda stessa, perché sono in una posizio-

ne speciale, diversa da quella delle altre. E tendono a rimanerci, abbiamo visto, anche quando passano attraverso un'altra onda; hanno un'identità momentanea. «*Ni tu ni yo estamos / en disposición / de encontrarnos*»¹.

Un'onda è una metafora di semplificazione di noi stessi, corpi di energia organizzata in modo simile, solo un po' più complesso ed eterogeneo. Ma anche noi siamo qui per le stesse ragioni per le quali le molecole d'acqua sono nell'onda. Il nostro tempo è come quello dell'onda. Il tempo è un mare increspato di mille onde, «*y la canción del agua es una cosa eterna*»².

La vita, prima di finire: «*El mar, hecho piedra, ríe / su última risa de olas*». Il mare, fatto pietra, ride la sua ultima risata di onde³. La vita, dopo la fine, nelle parole di Solone: «*il mare lo sconvolgono i venti: se non l'agita nessuno, è l'elemento più normale*».

(i)+(ii)+(iii)+(iv)

La natura laplacianamente meccanicistica, darwinianamente autogenita, agostinianamente definita da un tempo concluso che esiste solo perché esiste l'organismo che lo vive fornisce ad ognuno di noi una libertà esistenziale totale e al tempo stesso una responsabilità globale. Non siamo in grado di interferire con il determinismo di base del nostro essere oggetti metabolici né con la struttura del tempo nel quale siamo immersi. Il

peccato originale della nostra arroganza sembra però convincerci che possiamo interferire con la struttura genetica nostra e dei nostri simili, soprattutto di quelli dei quali vogliamo servirci, di quelli che chiamiamo Organismi geneticamente modificati, parole di apparente gergalità tecnica ma di grande disprezzo ontologico.

Ogm

Modificare il Dna di un organismo non è difficile; oggi ne conosciamo le regole chimiche strutturali e genetico-organizzative. Il Dna è però materiale complesso.

La posta in gioco è altissima, gli investimenti in termini intellettuali ed economici non sono stati da meno. Il risultato è che in pochi anni è stata sviluppata una tecnologia avanzata che permette di togliere, aggiungere, modificare, moltiplicare, esprimere e bloccare i geni praticamente di qualsiasi organismo, *Homo sapiens* incluso. Contemporaneamente sono state sviluppate le tecniche citologiche e di biologia riproduttiva che hanno permesso di clonare gli organismi più diversi, dalla pecora Dolly a uno zoo di gatti topi bovini suini anfibi e via via fino alle specie più esotiche, estinte o in estinzione. La *clonazione di embrioni umani* fino allo stadio di blastociti e la riproduzione murina per *partenogenesi* sono della primavera del 2004. Questi ultimi due fatti, assoluta-

1 - Federico Garcia Lorca, *Encuentro, Poema del cantejondo*.

2 - Mañana, *Libro de poemas*.

3 - Arco de lunas, *En el jardín de las toronjas de luna, Suites*.

mente straordinari per il futuro della specie umana, sono avvenuti quasi in silenzio. Come per il clonaggio di geni, anche le tecniche di clonazione di individui sono sempre più semplici ed accessibili, pericolosamente alla portata di laboratori veterinari di campagna o di consultori gestiti da ginecologi la cui coscienza etica è uno sguardo nell'abisso. Le due tecnologie, modificazione e moltiplicazione dei geni da un lato, moltiplicazione degli organismi dall'altro, sono perfettamente compatibili e complementari. Modificare geneticamente un organismo all'atto della sua clonazione è stato fatto più volte, processo finora giustificato da fini terapeutici e scopi euristici.

La modificazione genetica di un organismo comporta automaticamente un problema etico. La mia convinzione personale è che, a fronte della rapidità con la quale si susseguono le scoperte in campo biologico e le loro ricadute biotecnologiche, l'imprescindibile dibattito etico intrinsecamente necessario si è sviluppato in modo insoddisfacente, semi-casuale, ingessato in quadri di riferimento rigidi, validi nel passato ma evolutisi per fornire risposte a problemi che sono in parte cambiati. Quadri di riferimento etico basati su valori illuministici, laici, cristiani, marxisti, liberali, aristotelico-tomistici o pan-naturalistici possono essere rassicuranti o essere in grado di sopire coscienze, ma sono a priori rimessi in discussione da una realtà scientifica che oggi

è abbagliante, nel bene e nel male.

Un giudizio etico andrebbe formulato solo dopo aver capito con chiarezza di cosa si sta parlando. Questo è tanto più vero quanto più nuove scoperte sono in grado di sciogliere nodi morali apparentemente insolubili: vedi ad esempio le soluzioni fornite dalle cellule staminali al problema posto da necessità terapeutiche da un lato e il raggiungimento di questo scopo attraverso l'uso di embrioni dall'altro.

Esercitare genetica prudenza

Libertà di ricerca e necessità di sviluppare e condividere valori etici sono fatti diversi dalla massiccia diffusione nell'ambiente di organismi geneticamente modificati. Il dibattito pro e contro questa nuova pratica è articolato, spesso aspro, in genere poco utile. Il risultato netto è che il numero di specie vegetali modificate geneticamente e immesse nell'ambiente è sempre maggiore. Ed è sempre maggiore l'estensione (in milioni di ettari) dei terreni nei quali le uniche specie viventi sono queste monocolture non sviluppate attraverso selezione avvenuta lungo il filo delle stagioni, create in laboratorio con lo scopo ovvio di essere più efficienti dei propri predecessori.

Nel contesto di un discorso, limitato e personale, che vuole ripescare nella storia naturale alcuni valori ormai poco visibili (ma che a lungo hanno fatto parte di cultura e coscienza), una discussione sui dettagli transgenici di soia, colza e mais,

su RoundUp e Golden Rice è poco interessante. Comunque: i parametri di fitness per le piante Gm sono: **1)** sopravvivenza del seme nel suolo; **2)** tasso di germinazione dei semi; **3)** sopravvivenza dei semi; **4)** tasso di crescita degli adulti; **5)** sopravvivenza degli adulti; **6)** produzione dei semi da parte degli adulti; **7)** sopravvivenza degli adulti negli anni. È chiaro che una pianta che ottimizzi tutti questi parametri sarà un organismo molto competitivo in grado di eliminare rapidamente i propri simili, quelli meno "perfetti", quelli che fanno meno semi o sopravvivono per un tempo più breve.

I tre timori collegati alla diffusione di piante transgeniche sono riassumibili così: **1)** i raccolti Gm possono crollare all'improvviso, competuti da piante improduttive e più robuste che si evolvono in parallelo, parassiti genetici delle tecnologie genetiche; **2)** non possono non evolversi insetti resistenti agli insetticidi *built-in* e piante improduttive immuni agli erbicidi, facilitate dalla trasmissibilità dei geni, dalla loro capacità di passare le barriere di specie. Che poi è quello che si fa in laboratorio; **3)** gli insetticidi *built-in* uccidono insetti innocenti e danneggiano l'ecosistema a monte e a valle.

Anche se nessuna di queste obiezioni fosse reale, anche se la ricerca saprà ovviare ad ognuno di questi rischi, anche se paventare di immunogenicità le piante Gm si rivelasse soltanto paranoia, il problema di fondo rimane e si acuisce: miglio-

re è la pianta geneticamente modificata e sviluppata secondo criteri esclusivamente produttivi, maggiore sarà la tendenza a perdere tutte le altre varietà. Non è in discussione se fare o non fare ricerca, non è in discussione se vada o non vada prodotto cibo per chi ha fame. Il problema è conservare l'integrità genetica della biosfera che ha permesso la nostra esistenza e la nostra evoluzione. Il problema è applicare il Principio di Precauzione alla conservazione della ricchezza di informazione che ci è stata tramandata. Il giardino dell'Eden è in grado di accoglierci nel modo migliore, le sue regole sono regole vitali, «*Vere tument terrae et germinalia semina poscunt*» (Virgilio, *Georgiche*, II, in primavera la terra chiede di germinare).

Il Principio di precauzione non può essere disgiunto dal Principio di responsabilità. Per esprimerlo non ci sono parole migliori di quelle di Giordano Bruno: «*Non è furor d'atrabile che fuor di consiglio, raggione ed atti di prudenza lo faccia vagare guidato dal caso e rapito dalla disordinata tempesta; come quei, ch'avendo prevaricato da certa legge della divina Adrastia vegnono condannati sotto la carnificina de le Furie, acciò sieno essagitati da una dissonanza tanto corporale per sedizioni, ruine e morbi, quanto spirituale per la iattura dell'armonia delle potenze conoscitive ed appetitive*»⁴.

L'italiano di Giordano Bruno è aspro ma il messaggio è chiaro: il sonno del-

la ragione, le disordinate tempeste, ci espongono al rigore della divina Adrastia, al suo castigo corporale, spirituale, conoscitivo, appetitivo. Adrastea non è dea molto nota, ad essa rimangono pochissimi riferimenti, in sostanza uno di Plotino (*Enneadi*, III, 2, 13), uno di Platone (*Fedro*, XXVII). La ragione è soprattutto la maledizione associata alla ineluttabilità della sua vendetta, la cattiva sorte priva di alternative che insegue le colpe più estreme al di là delle generazioni.

Il brano di Plotino, nel paragrafo delle *Enneadi* eloquentemente intitolato: "Gli eventi nel tempo accadono secondo giustizia", è particolarmente chiaro: «...si deve guardare per ciascun essere non al suo stato presente, ma ai suoi periodi passati ed anche al suo avvenire, sicché di qui si deve partire per distribuire le sorti secondo il merito: di quelli che sono stati prima padroni, farne degli schiavi se sono stati cattivi padroni; [...] Chi ha ucciso la propria madre rinascerà donna per essere ucciso dal figlio, chi ha violentato una donna rinascerà donna per essere violentata; di qui la divina formula Adrastea; questo è ordine veramente inevitabile, vera giustizia, ammirabile saggezza».

La responsabilità genetica riguarda i *periodi passati* e anche il suo *avvenire*, ma questo ogni genetista

dovrebbe già saperlo, ogni politico dovrebbe intuirlo.

Chi fuor di metafora ha espresso meglio questi concetti se non il Giordano Bruno de *Il Candelaio* che fa dire alla prostituta Porzia: «*Mal potrà prendere l'ucel che vola, chi non sa mantener quello ch'ha in gabbia*», e più avanti: «*Il mondo sta bene come sta. – Or, torniamo a proposito, Porzia: conviene, a chi è bella per la gioventù, che sii saggia per la vecchiaia. Altro n'abbiamo l'inverno che quel che raccolsemo l'estate*». A chi sostiene: *mea res agitur*, è cosa mia, abbiamo laicamente il diritto di rispondere: No.

I valori della nostra *naturalis historia* rilevanti in questo contesto sono stati accennati: sono l'unicità della vita e di ogni singolo individuo, il suo valore evolutivo, il suo essere punto di incontro di passato e futuro nell'evoluzione di un genoma che viene da lontano nel tempo e del cui futuro siamo (dovremmo essere) tenuti a prenderci rigorosamente cura, sono essere con l'ambiente in un equilibrio nutrito di evoluzione, presente e futura.

Questo quadro è complesso; è, nella sua realtà più vera, impossibile capirlo fino in fondo; ci costringe in un equilibrio difficile da mantenere, detta regole dure. Ma quello che rimane fuori è il non-valore della violenza contro la nostra natura. *Parce, Pater.* □

Gli italiani hanno fiducia nella Scienza, la politica meno.

di Mauro Cresti, Roberto De Fez, Giorgio Gnocchi, Domenico Mariotti
Miriam Odoardi, Carla Scotti, Michele Stanca

Sono passati oltre quattro anni da quel 13 febbraio 2001 quando per la prima volta in un Paese democratico gli scienziati italiani sentirono la necessità di insorgere contro un governo di centro-sinistra per reclamare la libertà di ricerca negata e offesa dall'allora ministro delle Politiche Agricole. Oggi gli stessi scienziati si ribellano allo stesso Ministero, ora di centro-destra, tornando a scontrarsi contro lo stesso oscurantismo di allora senza che un singolo dato si sia accumulato sulla pretesa pericolosità degli Ogm in agricoltura. Anzi le coltivazioni di Ogm in tutto il mondo sono quasi raddoppiate in questi anni e di molto sono anche cresciute le importazioni di derivati di Ogm in Italia. La radicalizzazione campanilistica dello scontro lasciava presagire già quattro anni fa che le posizioni sarebbero rimaste incomunicabili, ma allora eravamo in un momento in cui i Ds erano senza guida, essendo operativamente senza Segretario e senza Presidente. Quello che oggi appare sconcertante è che l'elezione di Piero Fassino a Segretario dei Ds non è coincisa con una ritrovata capacità di conduzione politica della vicenda. Non ha corrisposto alla capacità di gestione e di analisi dello scontro, non

ha corrisposto nemmeno a una chiara scelta di campo. Eppure quella manifestazione degli scienziati (quasi tutti elettori del centro-sinistra) aveva fortemente impressionato l'allora ministro della Giustizia e candidato vice-premier tanto da spingerlo ad usare ben sei minuti della sua relazione conclusiva del Congresso di Pesaro per parlare della *libertà di ricerca* e dei ritardi accumulati dal partito. Tanto da riempire molte riunioni dei Ds del ricordo di quella manifestazione come del momento in cui lui stesso si era reso conto che se anche gli scienziati lo abbandonavano le elezioni sarebbero state una sconfitta. Tanto tempo è passato da allora ed è ora difficile trovare traccia di quello strappo che pure resta più vivo che mai. Ma cerchiamo di approfondire i punti di maggiore incomprensione.

I motivi di disagio della scienza

Al secondo punto del programma dell'Ulivo (dopo l'ingresso nell'Euro) c'erano la ricerca e la formazione. Come è finita l'abbiamo visto tutti: la manifestazione degli scienziati è stata solo la goccia che ha fatto traboccare il vaso. A riempirlo sono stati la "vicenda Di Bella" con la sua cura del cancro affidata a rimedi da stregoni e

l'affidare il Ministero dell'Università e Ricerca a personalità di primo piano quali l'On. Ortensio Zecchino. Sulla seconda preferiamo non commentare ricordando solo come il ministro in carica si dimise due mesi prima delle elezioni per tentare di fare l'ago della bilancia a favore del centro-destra. Ma quante chemioterapie sono state interrotte per quell'inganno irresponsabile del dott. Di Bella? Valeva la pena di mettere in ginocchio l'intera oncologia nazionale (facendosi ridere dietro dal mondo intero) per correre dietro alle credenze popolari?

Col governo Amato infine l'Italia è scesa per la prima volta al di sotto dell'1% per quel che riguarda l'investimento in ricerca rispetto al Pil. Più importanti degli scienziati sono stati finanche le quote latte degli allevatori e la rottamazione delle auto per la Fiat: purtroppo questi temi sono restati due buchi neri della finanza pubblica. Oggi il Decreto Alemanno, congegnato per disattendere la raccomandazione 556/2003 dell'Ue che ci esorta a permettere la coesistenza tra i diversi tipi di agricolture, ha visto l'intera opposizione fare solo modifiche peggiorative del testo, votando una modifica proposta dalla Lega Nord che trasforma un illecito amministrativo in illecito penale. Se qualcuno oggi volesse piantare nel proprio campo semi autorizzati dall'Unione europea e giudicati sani ed adatti all'alimentazione umana dall'Agenzia europea per la sicurezza alimentare, Efsa, commetterebbe un reato (solo

in Italia) passibile di pene detentive fino a due anni!

Le bugie dei populistici da salotto

Di allarmi ambientali causati dagli Ogm e rivelatisi poi falsi ne abbiamo visti tanti in questi anni, tutti puntualmente smentiti da rapporti accurati dell'Onu, dell'Unione europea, dell'Agenzia europea per la sicurezza alimentare, dalla Fao, dall'Oms e da tutte le più prestigiose Accademie scientifiche del mondo, inclusa la Pontificia accademia per le scienze. Solo in Italia i campi sperimentali restano chiusi agli Ogm dal dicembre 2002 a tutt'oggi. In nessun altro Paese europeo la ricerca è stata negata come in Italia senza che una voce forte ed alta si levasse dal gruppo dei Ds. Anzi il suo rappresentante all'Agricoltura dice sul *Manifesto* del 5 novembre 2004 che: «...le nostre Dop e Igp, i nostri formaggi tipici sono come la Ferrari simboli dell'*italian style* e non possono avere di fianco coltivazioni Ogm».

I prodotti Dop e Igp, i formaggi tipici tanto quanto i salumi, le carni pregiate, il latte e lo yogurt le coltivazioni Ogm non le hanno "di fianco", le hanno "dentro"! Senza soia Ogm non si farebbe Grana Padano, Prosciutto di Parma, Parmigiano Reggiano, Prosciutto di San Daniele, culatelli, lardi e via dicendo. Non lo diciamo noi qui, lo dice un rapporto di Nomisma che tutti gli addetti ai lavori hanno letto a febbraio 2004. Parole riprese e rilanciate dall'ultimo mini-

stro dell'Agricoltura italiano degno di questo nome, Paolo de Castro, principale consulente di Prodi in Europa per le Politiche agricole, uno dei pochi ad aver studiato davvero prima di fare il ministro delle Politiche Agricole.

Come mai non ci si è chiesto perché nessuno di questi consorzi si qualifica per la vendita un prodotto "biologico"? come mai nessuno fuori Italia conosce un prodotto tipico italiano "biologico"? La Ferrari per correre ha bisogno della benzina ed in genere ad estrarla sono sempre stati i petrolieri, di certo con una vela e una brezza "biologica" la rossa non andrebbe molto lontano.

Ma il vocabolario delle bugie anti-Ogm è variegato e immutabile. Parla di biodiversità quando la sola coltivazione biotech che potrebbe essere piantata in Italia è il mais, pianta dell'America centrale che già oggi coltiviamo su oltre un milione di ettari in assoluta monocultura: ma di quale biodiversità vaneggiano se a venderci i semi sono sempre lo stesso pugno di multinazionali che controllano sia i semi Gm che quelli *Ogm-free*? Sta a noi se scegliere a chi pagarli, ma sempre da Pioneer, Monsanto e Syngenta li dovremo comperare: forse sta in questa scelta la biodiversità di cui si riempiono la bocca.

Le multinazioni biotech e non

Il termine stesso dispregiativo di "multinazionale" assomiglia molto all'etichetta razzista appiccicata sugli alimenti da Ogm. La più classica delle multinazionali è la Monsanto, basa-

ta a S.Louis nel profondo *mid-west* repubblicano degli Usa. L'Emiliana Parmalat è invece una "risorsa" nazionale da rilanciare. Peccato che il buco della Parmalat di un anno fa ammonti a circa tre volte il fatturato annuo della Monsanto. Peccato ancora che una sola catena della distribuzione alimentare italiana fatturi due volte più della stessa Monsanto, con la piccola differenza che il fatturato Monsanto è spalmato sull'intero Mercato mondiale.

Il paradosso tutto italiano è che siamo il Paese più integralista sugli Ogm come se dovessimo difendere una industria sementiera *Ogm-free* che non abbiamo o una industria chimica che produce pesticidi che altrettanto non abbiamo. Questa è infatti la principale partita economica che si sta giocando: più Ogm vuol dire meno chimica e i fatturati internazionali della chimica stanno scendendo di tanto quanto crescono i fatturati dell'industria biotech agricola. Noi siamo assenti da tutti i tavoli e passiamo quindi il tempo ad accanirci con i ricercatori pubblici.

Gli Ogm e la sinistra

Le sirene dei devoti alla "dea della sconfitta", ossia l'area tra il Correntone diessino e Rifondazione, gridano contro il frutto avvelenato del cibo Ogm *made in Usa*. Appare strano che tutti i simboli internazionali dell'universo *new-global* coltivino piante da Ogm. In testa alla classifica c'è il Sudafrica di Nelson Mandela

con ritmi di incremento annui per mais e cotone biotech del 30% ed oltre. Lo segue da presso Ignatio Lula da Silva che ha messo a dimora in Brasile l'inezia di 4 milioni di ettari a soia Ogm (ufficiali, per non parlare degli ufficiosi), più o meno come se tutta l'Emilia e la Toscana fossero coltivate a soia senza un solo abitante e una sola costruzione. A chiudere la comitiva ci sono i vari brevetti di varietà di canna da zucchero Ogm depositati dal noto "servo" delle multinazionali di nome Fidel Castro per l'intermediario dell'Istituto Cubano di Biotecnologia, brevetti validi negli Usa nonostante l'embargo. Nella stessa Europa il sogno di una sinistra nuova e non soggiogata agli Usa è incarnata dal premier spagnolo Zapatero che ha ritirato subito le truppe dall'Iraq, ma ha esteso di parecchio i quasi 50.000 ettari coltivati a mais transgenico per fini commerciali che vengono da diversi anni piantati con successo in Spagna. Inutile ricordare che gli scienziati cinesi e indiani stanno piantando loro varietà di semi Ogm a un prezzo tre volte più basso di quello della Monsanto.

I DS sono un partito di Governo?

Sono anni che ai ridicoli finanziamenti pubblici a tutta la ricerca scientifica pubblica, si aggiunge un sistematico utilizzo di singoli esponenti della comunità scientifica nazionale per assecondare i voleri del Ministro di turno. Questa attitudine è una vera e propria delegittimazione dell'intera comunità

scientifica nel suo complesso. L'elenco di casi di questo tipo è lunghissimo e include oltre agli Ogm e alla vicenda Di Bella anche casi come quelli della guerra al Vaticano dichiarata in piena campagna elettorale per la vicenda dell'inquinamento elettromagnetico. Più di recente abbiamo visto quanto ha inciso sul sentire comune questa sistematica negazione dell'uso del parere scientifico usato come arbitro nei dissidi tra amministratori e cittadini. I casi di Scanzano Ionico e del termovalorizzatore di Acerra (seguito a ruota da tutti gli altri siti identificati in Campania) sono gli esempi tangibili di come la sistematica disistima dell'intera comunità scientifica si traduca in problemi insolubili per la stessa politica. Le scorie radiattive per ora restano in Piemonte, dove vivono evidentemente cittadini di serie B che possono mangiare pane e neutroni tutti i giorni. Altrettanto dicasi per il pattume campano che sta bene ovunque tranne che nella regione del Sarno e dei depositi dove la camorra sotterra i rifiuti speciali di tutta Italia. Aver ignorato sistematicamente l'intera comunità scientifica nazionale, dall'Accademia dei Lincei all'ultima Società scientifica, avrà come conseguenza che questi e tanti altri problemi insolubili ricadranno sulle spalle del prossimo governo il quale dovrà fronteggiare le prossime sommosse popolari. In casi spinosi come questi gli altri Paesi fanno ricorso a una autonoma, autorevole, indipendente commissione scientifica capace di

essere terza fra le parti in disputa: un ruolo che si costruisce insieme nel tempo e nel reciproco rispetto dei ruoli. Ricordo solo che quando un isolato medico ginecologo italiano ha preteso di voler clonare esseri umani, a smontare la sua credibilità scientifica è stata una apposita commissione della prestigiosa Accademy of Sciences degli Stati Uniti.

Vorrei che fosse chiaro che nell'ultimo intervento del Prof. Veronesi (3 novembre 2004) a sostegno della ricerca sugli Ogm e contro il decreto Alemanno, l'illustre oncologo era solo il portavoce di un documento sottoscritto da 18 società scientifiche (tra cui l'Accademia delle Scienze) in rappresentanza di 10.000 scienziati che incidono tra studenti, borsisti e dottorandi su una platea vastissima. In nessun collegio elettorale italiano gli scienziati eleggono un loro rappresentante, ma temo sia almeno miope non valutare la figura che sta facendo un partito di governo che sul tema degli Ogm parla, anzi sussurra, in maniera perlomeno ondivaga. Non ricordiamo traccia di un evento recente in cui l'intera Comunità scientifica si sia schierata copatta su un tema spinoso e impopolare come quello degli Ogm in aperto disaccordo col giudizio di vastissimi settori della politica da cui gli stessi scienziati dipendono sia per la carriera personale che per i finanziamenti alle loro ricerche. Ancora oggi a quattro anni da quel 13 febbraio 2001 la ferita tra scienza e politica non è ri-

marginata. Ancora oggi non un solo scienziato italiano di prestigio si è schierato contro la ricerca sugli Ogm. Se scienza e tecnologia sono uguali a progresso i DS possono ancora definirsi progressisti? Noi vorremmo ancora poterci dire sicuri di sì.

Saper leggere i segnali della Società

Purtroppo da anni crediamo in maniera fideistica ai sondaggi d'opinione. Quelli sugli Ogm sono coerenti nel tempo e nello spazio: il 70% degli italiani non li vogliono mangiare. Basta questo dato, più volte confermato, per scegliere quale sia la politica più vantaggiosa per un grande partito di massa?

I sondaggi andrebbero letti per intero e i dati incrociati come si fa in una indagine. Gli stessi sondaggi che dicono che in Italia il 70% degli italiani non vogliono gli Ogm, dicono anche due cose assai interessanti. Resta ancora un 30% di italiani che nonostante sia sottoposta a una martellante "informazione di regime" sugli Ogm non sono stati convinti della loro pericolosità. Ma dicono soprattutto che la comunità scientifica gode sul tema di una credibilità doppia rispetto sia alle organizzazioni ambientaliste che a quelle dei consumatori e prima in assoluto tra tutte le categorie. Tale credibilità tanto elevata si traduce nel fatto che il 57% degli intervistati dice che le biotecnologie agricole con gli Ogm devono continuare (ossia ricominciare). A testimonianza del fatto che i cittadini pur

spaventati dalle campagne mediatiche credono nella responsabilità della ricerca pubblica italiana.

Non sarebbe il caso di investire in questa credibilità non urlata e non supportata dalle apparizioni mediatiche? Non è strategico mandare ai giovani il messaggio che studiando si acquisisce rilevanza nella società o vogliamo continuare a produrre solo veline e calciatori? Non è che forse gli italiani sono più avanti dei loro politici sulla via di Lisbona per la società della conoscenza intesa anche come libertà di scelta?

Quale modello di sviluppo

Il modello di società che emerge dall'attuale ondata individualista si configura con una Sanità di serie A e una per chi non può pagare, una Scuola d'élite e una pubblica, la partita del cibo sembra andare esattamente nella stessa direzione. I prodotti biologici rappresentano appena il 2% di quello che noi mangiamo ogni anno. Il 98% deriva alla cosiddetta agricoltura tradizionale: forse dovremmo rendere questa agricoltura più sana e salubre, lasciando che altri si occupino del "cibo degli dei". Forse ci dovremmo occupare di altri ben più rilevanti "fenomeni" agricoli. Elenchiamoli: il pomodoro di Pachino ora si fa in Marocco e noi lo importiamo. La migliore uva da tavola del mondo, quella pugliese viene pagata il 40% del suo costo di produzione e gli agricoltori sono in ginocchio. I settori del grano sono in crisi profonda e così tutta l'ortofrutta.

Importiamo il 60% delle farine di grano tenero, il 50% del pomodoro da industria oltre all'olio extravergine d'oliva: non facciamo più in casa gli ingredienti base della dieta Mediterranea. Nel 2005 è facile stimare che più di metà della pasta italiana verrà prodotta con grani duri stranieri.

La bilancia commerciale verso l'estero dell'agroalimentare italiano è in deficit per oltre 7 miliardi di euro con spaventosi ritmi di incremento che hanno raggiunto un più 36,5% nel primo quadrimestre 2004 rispetto allo stesso trimestre 2003. Qualcuno dovrà pur rendere conto di questa politica dissennata ai contribuenti. Qualcuno dovrà pur rimettere in ordine i conti e forse capire che la politica, attuata dagli ultimi due titolari delle politiche agricole, di privilegiare le sole produzioni d'élite è fallita miseramente.

La tradizione non si vende, si vende la qualità che è figlia dell'innovazione tecnologica di prodotto, non solo dell'innovazione di processo che possiamo far fare anche ad altri Paesi. La ricerca scientifica pubblica va messa al lavoro per innovare l'asfittica agricoltura nazionale a cominciare dal Sud Italia. Non possiamo competere sui mercati internazionali per le produzioni, possiamo farlo per l'innovazione, possiamo competere coi cervelli, non con i muscoli o le ore lavorate. Gli Ogm non sono l'unica via, ma vietarli per ideologia e per ingraziarsi la Coldiretti è una politica dal fiato corto. Serve tornare ad ascoltare la scienza e non in convegni dove parlano i soli

politici promettendo più soldi o più assunzioni di ricercatori. Smettiamola di parlare sempre e solo di dare più soldi per la scienza, parliamo di cosa vogliamo farci e perché, poi si potrà parlare di quanti soldi servono.

L'Unione europea finanzia chi non coltiva i suoi campi. La ricerca italiana non vuole diventare un peso per l'economia nazionale, non vogliamo essere relegati nel ruolo dei "lavoratori socialmente utili". La ricerca non ha bisogno di assistenzialismo, ma di investimenti, di progetti e di strategia per raggiungerli. Basta promettere fondi senza sapere come vengono distribuiti e da chi, perché e verso quale modello di sviluppo. Smettiamo di ripetere che in Italia ci sono pochi laureati in discipline scientifiche. Se i migliori scienziati e docenti compiono un grande sforzo di

mediazione e di moderazione stilando il cosiddetto *Consensus Document* sugli Ogm (quello sottoscritto da 18 Società scientifiche in rappresentanza di 10.000 scienziati) e vengono ignorati sarà difficile pensare che categorie tanto bistrattate possano essere ambite dai giovani che si affacciano a un corso superiore di studi. Forse si prevede di raddoppiare i dottori italiani nei prossimi anni facendo a meno dell'opinione di tutti i più prestigiosi scienziati italiani?

Gli Ogm sono un argomento scomodo e impopolare, ma maggiori sono le responsabilità politiche, più si evidenzia la distanza tra un politico con lo sguardo chino al suo collegio elettorale e uno statista che progetta di governare il Paese per decenni. □

Situazione e prospettive delle biotecnologie in Italia

di Roberto Gradnik

Negli ultimi anni si è finalmente assistito anche in Italia, benché con una partenza in forte ritardo rispetto a tutti i Paesi di dimensioni e rilevanza economica paragonabili (e anche a molti “piccoli” Paesi del Nord Europa), alla nascita di un vero e proprio settore *biotech* costituito da imprese specializzate, che ha mostrato un ritmo di crescita davvero considerevole, tanto da costituire un forte segnale del potenziale delle piccole e medie imprese dedicate alle biotecnologie - sia di nuova formazione (*startup*), sia risultanti da *spin-off* dell'industria farmaceutica tradizionale - quale straordinario strumento per il rilancio della nostra competitività. Si tratta infatti di un settore ancora molto giovane, fiorito malgrado l'assenza di specifiche misure di sostegno, e con potenziali prospettive di ulteriore accelerazione del tasso di crescita, capace di generare un'innovazione pervasiva per l'intero sistema produttivo e di apportare così un reale contributo economico e sociale al sistema-Paese.

Nonostante siano numerose e diverse le applicazioni consentite dalle nuove tecnologie biologiche, in Italia il settore delle imprese specializzate per ora è costituito in grandissima prevalenza da realtà focalizzate sulle

applicazioni mediche (le cosiddette *red biotech*), e confrontando la realtà italiana con quella di altri Paesi europei, dove il settore è molto più maturo e il numero delle aziende ben più elevato, constatiamo una particolare validità delle imprese del nostro Paese, non solo sotto il profilo dell'equilibrio finanziario ma, cosa che più conta, sulle potenzialità in termini di prodotti in sviluppo. L'Italia notoriamente sconta una strutturale debolezza dei mercati finanziari: questo fatto ha imposto una rigida selezione delle nuove realtà, per cui quelle esistenti hanno dovuto, per iniziare e proseguire il cammino, disporre di una solida base scientifica e di un'altrettanto valida forza imprenditoriale, che consentono loro di ottenere apprezzabili risultati in termini di nuovi prodotti. Quando infatti verifichiamo la classifica europea per nazioni dei medicinali in fase avanzata di sviluppo, vediamo l'Italia risalire dall'ottavo posto (dov'è relegata considerando la classifica per numero di imprese) al sesto: vale la pena di notare come si collochi davanti alla Germania, che può contare su un numero di imprese cinque volte maggiore.

Nel contesto nazionale, spicca poi in particolare l'esempio “virtuoso” della Lombardia, ove si sta verificando un

processo di concentrazione delle imprese altamente specializzate: risulta infatti l'area di gran lunga con il maggior tasso di sviluppo del settore, con quasi la metà di tutte le imprese *biotech* presenti sul territorio italiano. Inoltre, le imprese in quest'area tendono anche ad una maggior crescita nelle dimensioni: il numero medio degli occupati per impresa risulta superiore di oltre il 50% rispetto alla media nazionale. Questa concentrazione consente la creazione di un tessuto comune tra le diverse realtà, una rete di collaborazioni che produce quegli effetti positivi e sinergici che, secondo le esperienze in diversi Paesi, sono alla base del progresso dell'industria biotecnologica poiché si tratta di condizioni essenziali per lo sviluppo della massa critica sufficiente allo svolgimento di un ruolo realmente competitivo.

L'esempio della Lombardia, che sottolinea l'importanza della formazione di un reale “tessuto” imprenditoriale strettamente intrecciato con il mondo della ricerca scientifica, deve costituire un forte stimolo per il nostro Paese. L'Europa ha già compreso l'importanza delle biotecnologie, riconosciute come una delle leve principali per la crescita economica e sociale. Altri Stati membri stanno già da tempo attuando concreti piani di sostegno al settore, avendolo chiaramente individuato come uno dei motori principali di progresso economico: di fatto, Gran Bretagna, Germania e Francia hanno anticipato la strategia della

Commissione europea per lo sviluppo della bioindustria europea mettendo in atto, appunto, progetti di promozione specifica per la creazione e la crescita di imprese biotecnologiche, voluti e attuati dai rispettivi governi nazionali, che non hanno mancato di produrre considerevoli risultati in termini di nascita e sviluppo di imprese altamente innovative, generando non solamente nuovi beni e servizi ma anche nuove conoscenze e l'offerta di occupazione altamente qualificata.

Il nostro Paese si ritrova oggi in una posizione non solamente di sicura (e doverosa) possibilità di recupero ma, quasi paradossalmente e sperabilmente, di “distinzione” nel grande potenziale di creazione di imprenditoria biotecnologica: esso è davvero rilevante per risorse scientifiche, umane e culturali esistenti, e ancora ampiamente da sfruttare rispetto agli altri Stati dell'Unione Europea simili per dimensioni e rilevanza economica complessiva. Per superare l'attuale *gap* occorre però davvero un mutamento radicale nell'atteggiamento complessivo nei confronti dell'industria biotecnologica da parte delle Istituzioni nazionali, che ne dovrebbero comprendere le potenzialità in termini di competitività generale e garantire un contesto idoneo al loro sviluppo. Attualmente, il clima politico nazionale nei confronti delle biotecnologie ha mostrato sporadici segnali di interesse unicamente riguardo alla consapevolezza dell'importanza dell'innovazione biotecnologica in

ambito medico, limitandosi però a provvedimenti concretamente assai circoscritti, riguardanti quasi esclusivamente i farmaci biotecnologici già sul mercato o in fase molto avanzata di validazione clinica. D'altro canto, nulla è stato fatto per sostenere proattivamente la creazione di una reale competitività nazionale attraverso un supporto specifico all'innovazione prodotta dalle imprese dedicate: al contrario, si è assistito al congelamento dei pochi strumenti strutturali positivi disponibili, primi fra tutti i Fondi per la ricerca Industriale e l'innovazione tecnologica (Far e Fit), peraltro non specificamente dedicati alle biotecnologie. Per cogliere appieno il potenziale di sviluppo della bioindustria innovativa nel nostro Paese è indispensabile una generale inversione di tendenza: se non vogliamo rimanere tagliati fuori dalla corsa all'innovazione produttiva a costi sostenibili – *in primis* in ambito sanitario, certo, ma senza sottovalutare il grande apporto potenziale in altre aree cruciali quali l'agroalimentare e la sostenibilità ambientale delle produzioni industriali – occorre riconoscere come priorità strategica per gli interessi nazionali il sostegno alla creazione e alla crescita di imprese *biotech*, nonché la loro integrazione nello spazio industriale e di ricerca europeo, mediante una politica di largo respiro, forte di iniziative di promozione industriale specifica e di azioni che consentano di misurare il valore dei risultati della ricerca svolta dalle istituzioni pubbliche secondo

parametri economici, facilitandone così il trasferimento alle imprese o in impresa. Competenze e vocazioni non mancano, ma occorre creare le condizioni affinché si ottenga una massa critica sufficiente a far svolgere al Paese un ruolo realmente competitivo nel contesto internazionale. Le biotecnologie sono strumenti abilitanti all'approfondita comprensione e alla gestione mirata delle risorse biologiche, e occorre ricordare come beni e servizi collegati alla biosfera rappresentino più della metà del Pil dell'Unione europea, e una quota ancora superiore in termini di consumi. Appare dunque del tutto evidente che la scelta non è tra l'accogliere o il respingere la penetrazione di tali strumenti nel nostro mondo produttivo, bensì tra il dotarsi di capacità tecnologiche proprie o diventare esclusivamente dipendenti e consumatori degli sviluppi ottenuti altrove. Perciò, come già ricordato, la competitività della bioindustria europea ha ormai conquistato una posizione preminente tra le priorità strategiche dell'Ue e dei suoi Paesi membri più importanti. Questa consapevolezza ha tra i suoi effetti concreti – oltre a ricadute virtuose di maggior integrazione e interconnessione transnazionale a livello della ricerca – l'innescare di una rinnovata competizione per uno sviluppo dei risvolti economici delle biotecnologie, che coinvolge i singoli Paesi membri e li pone a confronto in materia di offerta ai potenziali investitori e ai migliori talenti in questo cam-

po. A questa competizione, nonostante la sempre più stretta integrazione economica dell'Ue, non possono rimanere estranee le singole realtà nazionali: i Paesi membri tendono quindi ad entrare nel sistema competitivo offrendo ciascuno la propria peculiarità territoriale, amministrativa, legislativa o fiscale allo scopo di attirare investimenti e *know-how* tecnologico. È evidente come il nostro Paese possa e debba giocare le sue carte in particolare sull'enorme potenziale esistente per la creazione di nuove realtà imprenditoriali dedicate, di dimensioni tali da abbassare il livello di rischio degli investimenti necessari a un loro proficuo avvio. L'Italia offre infatti un'inclinazione naturale del proprio "modo di fare impresa" alla linea di tendenza in atto nell'ambito dell'industria biotecnologica, dove gli imponenti fenomeni di acquisizione, fusione e in ultima analisi di concentrazione delle imprese operanti nei settori produttivi tradizionali intersecati dall'innovazione biotecnologica – chimica fine, farmaceutica, agrolimentare – si sono accompagnati alla diffusa creazione di nuove piccole realtà imprenditoriali a vocazione specialistica. Queste piccole società o nascono intorno a una idea-business vincente e tendono a occupare nicchie di sviluppo e anche di mercato difficilmente appetibili per le grandi società, oppure svolgono attività di R&S potenzialmente interessanti per le grandi imprese (spesso su loro esplicito incarico) e costituiscono quindi l'indot-

to scaturito dalla dismissione della ricerca in proprio, che è oggi il tratto distintivo della grande industria per quanto concerne tutte le attività ad elevato contenuto innovativo ed ad elevato tasso di aggiornamento che non facciano immediatamente capo al loro *core business*.

Molti degli esempi di eccellenza biotecnologica italiana scaturiscono dal mondo della ricerca pubblica, e rappresentano il risultato della politica nazionale per le biotecnologie attuata in Italia nel corso degli anni ottanta. Allora – quando non un solo prodotto biotecnologico era presente sul mercato internazionale – gli investimenti in R&S biotecnologica del Murst (e.g. Programmi Nazionali di Ricerca e Progetti Finalizzati del Cnr) e dei grandi Gruppi industriali (e.g. Enichem e Montedison) sono stati di tutto rilievo, sia nei confronti di altre tecnologie a livello nazionale, sia nei confronti di altri Paesi europei. Nonostante il disimpegno del governo e della grande industria nazionale nel decennio successivo, l'Italia eredita da quel periodo una forte disseminazione di una vera e propria *cultura biotecnologica* originale nel tessuto accademico e negli Istituti del Consiglio nazionale delle ricerche, nonché nei Centri sperimentali facenti capo al ministero delle Risorse Agricole, e dispone oggi di corsi di formazione universitaria per biotecnologi capillarmente diffusi in gran parte del territorio nazionale. Inoltre, il nascente tessuto della bioindustria italiana di-

mostra già oggi la capacità di occupare con successo particolari “nicchie” produttive, quale quella dei cosiddetti *farmaci orfani*, considerate di scarsa appetibilità per le grandi imprese ma di elevatissimo valore etico e sociale, oltre che meramente innovativo: ben sei dei 18 farmaci biotecnologici attualmente in sviluppo da parte di imprese italiane hanno infatti ottenuto lo status di medicinale orfano dall’Ema (e cinque di essi anche dalla Fda).

Naturalmente, una politica di innovazione produttiva – in particolare se basata sullo sviluppo di nuove tecnologie – per essere efficace deve essere esplicita, in modo da venire chiaramente percepita come impegno stabile da quanti, individui o istituzioni, possano essere liberamente disposti ad impegnarsi nello studio, nella R&S, nel rischio imprenditoriale e in quello finanziario. In un contesto europeo sempre più orientato alla sussidiarietà e alla valorizzazione delle particolari vocazioni esistenti in

specifici territori, è del tutto evidente come la qualità dell’offerta in materia di *condizioni* e di infrastrutture locali costituisca un fondamentale strumento di stimolo per far crescere le risorse esistenti e *catturarne* di nuove, in alternativa e in competizione con altre aree. E non è dunque un caso che il nascente tessuto della bioindustria italiana sia oggi concentrato nell’unica realtà regionale che ha chiaramente indicato lo sviluppo delle biotecnologie tra le proprie priorità strategiche. Oltre ad un chiaro e deciso impegno a livello nazionale, volontà e sforzi espressi dalle Regioni a concreto sostegno di uno sviluppo economico basato sulle attività biotecnologiche – reso ovviamente possibile dalla valorizzazione dei propri specifici tessuti di risorse scientifiche e tecnologiche – hanno e avranno un ruolo e una preminenza sempre maggiori nella determinazione dei fattori discriminanti nel favorire ed attrarre investimenti e insediamenti. □

Le biotecnologie in Italia: opportunità e criticità

di Arturo Falaschi

Le cosiddette biotecnologie avanzate (che consistono nell’uso degli organismi, delle strutture e dei processi biologici per ottenere beni e servizi, sfruttando gli straordinari progressi conoscitivi e tecnologici della biologia e della genetica molecolari degli ultimi decenni) sono ormai un settore scientifico e produttivo ampiamente affermato in tutti i Paesi industrializzati, e rappresentano uno dei campi più dinamici soprattutto negli Stati Uniti, ma anche in Giappone, nel Regno Unito, in Germania, Francia, Paesi Bassi e Svizzera. L’Italia è rimasta significativamente indietro, soprattutto per quanto riguarda il mondo produttivo, considerando che il numero di imprese attive nel settore è solo una frazione (dell’ordine di un decimo) di quelle attive, per esempio, in Francia, che pure non rappresenta il Paese di punta per le biotecnologie su scala internazionale. Questa situazione è particolarmente deplorabile per un Paese come il nostro, che ha un bisogno impellente di sviluppare settori produttivi avanzati, in cui l’innovazione tecnologica di punta compensi il relativamente (rispetto ai Paesi emergenti) alto costo del lavoro e la scarsità di fonti di energia e di altre risorse naturali. Oltre che deplorabile, la situazione è anche paradossale, in quanto le due grandi aree di sviluppo delle biotecnologie,

com’è noto, sono quella sanitaria e quella agro-alimentare, due aree in cui il nostro Paese, in passato, dimostrava capacità produttive e innovative di tutto rispetto: si pensi soltanto alla realizzazione di antibiotici e chemioterapici di avanguardia (a suo tempo) e la realizzazione di varietà cereali di alta qualità e rendimento (sempre nel passato non troppo remoto). Quali cause possiamo individuare per questa situazione, e che rimedi si possono proporre?

Le cause più remote (che potremmo definire croniche) riguardano la scarsa attenzione rivolta tradizionalmente dalla nostra classe dirigente ai problemi della ricerca scientifica; per l’investimento pubblico nella ricerca l’Italia è sempre stata il fanalino di coda, almeno dalla fine della seconda guerra mondiale (non è il caso di fare paragoni nel periodo precedente, per diverse, ovvie ragioni). Ciò nonostante, grazie alle capacità diffuse nella comunità scientifica del Paese, i ricercatori italiani sono riusciti a raggiungere e a mantenere il contatto con le punte di ricerca più avanzate su scala internazionale, e a convincere le autorità, pur nelle generali ristrettezze appena citate, a creare organi di ricerca e lanciare progetti nazionali in questo settore: penso soprattutto agli Istituti del Cnr

di Pavia, Roma e Napoli, ai Progetti Finalizzati di Ingegneria Genetica, di Oncologia e di Biotecnologie, e al più recente Programma del Fondo Investimenti per la Ricerca di Base rivolto alla post-genomica. Queste iniziative si sono però andate affievolendo nel corso degli ultimi anni, così che, dopo un'iniziale, se pur timida, partecipazione italiana al progetto di sequenziamento del genoma umano, anche quel piccolo finanziamento è stato cancellato, lasciando così il nostro Paese assolutamente fuori da questo filone di grande interesse e prestigio; il finanziamento del *Fondo per gli investimenti della ricerca di base* (Firb) non ha al momento, seguito, con prevedibili gravi difficoltà per i gruppi di ricerca migliori del Paese.

Il discorso è diverso (ma non più incoraggiante) per quanto riguarda il settore privato. Qui i governi precedenti, sulla scia di quanto realizzato sul terreno della ricerca pubblica, come sopra indicato, lanciarono anni addietro due Programmi Nazionali di Ricerca nelle Biotecnologie, sia sanitarie che agricole, rivolti all'industria italiana, ma il nostro mondo imprenditoriale biotecnologico, pur percependo i non disprezzabili finanziamenti erogati (complessivamente, oltre 500 miliardi di lire in circa un decennio), si è dissolto nello stesso periodo come neve al sole: il mondo dei farmaci e diagnostici, in seguito alla crisi del sistema di fissazione dei prezzi basato sulla corruzione (per intendersi, il "dopo-Poggiolini"), mentre quello chimico

e agro-alimentare è stato travolto dalla tragedia della vicenda Enimont, senza più risollevarsi.

A queste difficoltà si è aggiunta più recentemente la legislazione e la campagna anti-biologia avanzata che sta colpendo diversi Paesi, ma il nostro con particolare virulenza. Da una parte, la legislazione sulla fecondazione assistita, con la proibizione, tra l'altro, di svolgere ricerche su cellule staminali totipotenti di derivazione embrionale, dall'altra la legislazione – e la psicosi – anti-Ogm.

Quali sono gli elementi fondamentali di possibili interventi che delineino una nuova politica e una nuova iniziativa dell'Italia in questo settore, che, come accennavo sopra, appare invece a priori particolarmente adatto per esplicitare le potenzialità scientifiche e produttive del Paese? Si possono individuare, a mio parere alcuni punti chiave, in parte a carattere politico-amministrativo e di portata più generale, con inevitabili implicazioni finanziarie, in parte a carattere culturale.

L'elemento innovativo più importante riguarda la politica nei riguardi della ricerca scientifica in generale, con particolare attenzione a quella bio-medica che, in tutti i Paesi più avanzati rappresenta oggi il campo con maggiore sviluppo e potenzialità sia conoscitive che produttive. Questo significa un'impostazione nuova della politica del Paese che, lungi dal trascurare come in passato questo campo di investimenti, lo

consideri essenziale per l'economia (e per la cultura!) del Paese.

Negli ultimi anni dei governi della precedente legislatura si era iniziato un processo in questa direzione, con una previsione di aumento dell'investimento pubblico nella ricerca, compresa quella bio-medica, e, soprattutto, con un processo di riorganizzazione degli enti pubblici di ricerca, che, pur tra limitazioni e imperfezioni, stava procedendo nella giusta direzione di assicurare maggiore creatività ed efficienza ai centri di ricerca fondamentale del Paese. Questo processo, sia per quanto riguarda l'impegno finanziario che per quello organizzativo, è stato arrestato e invertito dall'attuale governo, come dimostrano la diminuzione dei fondi pubblici per la ricerca, sia di base che applicata, e la riorganizzazione in direzione regressiva in atto negli enti pubblici di ricerca. È indispensabile riprendere, nel più breve tempo possibile, la politica avviata nello scorcio della precedente legislatura, ma con maggior vigore e determinazione; le limitazioni finanziarie non devono essere un elemento di freno a questo processo, dato che non si ha comunque a che fare con cifre enormi, e che questo investimento non rappresenta un lusso ma una precondizione essenziale per permettere al Paese di restare nel novero di quelli civili.

Un atteggiamento, che non posso definire altro che "culturale" diverso, deve però caratterizzare il mondo imprenditoriale italiano, che deve uscire dalla sua pigrizia e miopia

per quanto riguarda la ricerca e l'innovazione, e imparare (come sapeva fare un tempo: vedi gli esempi fatti sopra, o il poli-propilene della Montecatini, i computer dell'Olivetti, ecc.) a dialogare e interagire fruttuosamente col meglio della cultura scientifica del Paese.

Infine, anche la cultura della sinistra deve saper guardare alle potenzialità delle biotecnologie avanzate con un occhio laico, razionale e senza pregiudizi. Per quanto riguarda il mondo bio-medico, mentre si devono certamente condannare e combattere le applicazioni della ricerca biologica con serie implicazioni etiche, non c'è giustificazione per assecondare, ad esempio, le opposizioni codine alla fecondazione eterologa o all'uso di specifiche linee cellulari umane di derivazione embrionale. Per quanto riguarda poi il possibile uso di organismi vegetali modificati con l'ingegneria genetica, una razionale vigilanza contro eventuali – e realistici – pericoli non deve portare a condanne e proibizioni aprioristiche di qualunque sperimentazione e produzione basata su queste potentissime tecnologie. Ogni organismo così ottenuto va valutato per le sue proprietà intrinseche e per la sua capacità di interagire con la biosfera, ma non condannato a priori sulla base di ossessioni oscurantiste e irrazionali che sono purtroppo molto presenti nella cultura della sinistra, oltre che in quella dell'attuale ministro responsabile e dei suoi col-

laboratori. L'agricoltura italiana, anche quella di nicchia e altamente specializzata, potrebbe migliorare le sue produzioni (per quanto riguarda, ad esempio, la resistenza a parassiti o infezioni, o per il miglioramento delle proprietà organolettiche, etc.) anche utilizzando queste tecnologie, in un quadro di chiara regolamentazione e valutazione scientifica dei ri-

schì. È necessario quindi anche uno svecchiamento culturale di parte della cultura di sinistra per assicurare in futuro un posto significativo al nostro Paese in campo agro-alimentare.

C'è poco tempo: ancora pochi anni dell'attuale andazzo e l'Italia uscirà dal novero dei Paesi che plasmano il futuro del mondo e sono in grado di offrire una vita dignitosa ai loro cittadini. □

Le gerenze

Direttore editoriale: Andrea Margheri

Direttore responsabile: Giorgio Franchi

Direzione e amministrazione

Editoriale Il Ponte Srl - Via Manara, 5 - 20122 Milano

Tel. 02 54 12 32 60 - Fax 02 45 47 38 61

e-mail: redazione@gliargomentiumani.com

Codice Fiscale e Partita Iva: 12568620152

Impaginazione: Aces di Alberto Turati, Via Pasta 81, 20161 Milano

Stampa: Ancora S.r.l. Via B. Crespi 30, 20100 Milano

Abbonamenti 2005

gli argomenti umani + Le scienze dell'Uomo - I Quaderni

Italia □ 65,00 - Estero □ 130,00 - Sostenitore □ 350,00

Utilizzando:

-il c.c. postale n. 42658203 intestato a:

Editoriale Il Ponte Srl, Via Manara, 5 - 20122 Milano.

-assegno non trasferibile intestato a:

Editoriale Il Ponte Srl, Via Manara, 5 - 20122 Milano.

-via internet: all'indirizzo elettronico

della Coop Reds scrl (www.redscoop.com)

la homepage accoglie l'immagine della nostra copertina.

Cliccandola si procede all'abbonamento.

Per evitare disguidi e accelerare le spedizioni è necessario inviare gli estremi dei versamenti alla redazione via fax o per posta

Distributore nazionale

Coop Reds Scrl, via Bastioni di Michelangelo, 7 - Roma

Una copia □ 6,50

Arretrati Italia e Unione Europea □ 6,50 + □ 1,00 di spese postali

Arretrati per i Paesi non Ue □ 6,50 + □ 2,50 di spese postali

Reg. del Tribunale di Milano n° 702 del 10/11/99.

Poste Italiane SpA - Spedizione in abb. postale D.L. 353/2003 (conv. In L. 27/02/2004 n:46) art.1, comma 1, DCB Milano - Taxe perçue □ 6,50.

Si accettano abbonamenti in ogni periodo dell'anno

con decorrenza gennaio; verranno inviati i fascicoli arretrati.

Ogni cambiamento di indirizzo deve essere segnalato

all'amministrazione. I diritti di riproduzione e produzione sono

riservati per tutti i Paesi. La redazione non si considera

impegnata alla restituzione degli originali, anche se non pubblicati.

Finito di stampare il 2 marzo 2005

Indice degli autori

Luigi Agostini, Direttore Fondazione Cespe

Fabrizio Rufo, Docente di Bioetica,
Università "La Sapienza" di Roma

Pietro Greco, Giornalista scientifico

Telmo Pievani, Docente di Epistemologia,
Università di Milano "Bicocca"

Bernardino Fantini, Docente di Storia
delle Scienze Biomediche,
Università di Ginevra

Gianna Milano, Giornalista scientifico

Amedeo Santosuosso, Giudice,
Corte d'Appello di Milano

Giuseppe Gennari, Giudice, Tribunale
di Milano

Valentina Sellaroli, Sostituto Procuratore
della Repubblica per i Minorenni Torino

Carlo Alberto Redi, Docente Zoologia
e Biologia dello Sviluppo,
Università di Pavia

Silvia Garagna, Docente di Biologia
dello Sviluppo, Università di Pavia

Maurizio Zuccotti, Docente di Istologia
ed Embriologia, Università di Pavia

Antonino Forabosco, Docente di Genetica
Medica, Università di Modena

Barbara Pollastrini, Deputata
Democratici di Sinistra

Alberto Mantovani, Capo Dipartimento
Immunologia e Biologia
Cellulare, Istituto "Mario Negri", Milano

Emanuela Gambini, Docente di Scienza
Tecnologia e Diritto Università
"Cattolica del Sacro Cuore", Piacenza

(sede di Piacenza)

Rino Rappuoli, Responsabile globale
ricerca Chiron Vaccini

Paolo De Castro, Docente di Economia
Agraria, Università di Bologna

Ernesto Di Mauro, Docente di Genetica
Molecolare, Università
"La Sapienza" di Roma

Roberto De Fez, Istituto di Genetica
e Biofisica "A. Buzzati Traverso"
del Cnr di Napoli

Mauro Cresti, Università degli Studi di Siena,
Dipartimento di Scienze Ambientali
"G. Sarfatti" e Presidente
del Consorzio Interuniversitario Nazionale
per la Biologia Molecolare delle Piante

Giorgio Gnocchi, Istituto Sperimentale
Colture Foraggere - Cra, Lodi

Domenico Margotti, Istituto di Biologia
e Biotecnologia Agraria del Cnr di Roma

Miriam Odoardi, Istituto Sperimentale
Colture Foraggere - Cra, Lodi

Carla Scotti, Istituto Sperimentale Colture
Foraggere - Cra, Lodi

Michele Stanca, Istituto Sperimentale
Cerealicoltura - Cra, Fiorenzuola d'Arda (PC)

di Roberto Gradnik, Presidente
di Assobiotec

di Arturo Falaschi, Direttore dell'Icgeb
(International Centre for Genetic Engineering
and Biotechnology) di Trieste



GLI ARGOMENTI UMANI

PENSARE IL MONDO NUOVO

Abbonamenti 2005

Gli argomenti umani + Le scienze dell'Uomo - I Quaderni
Italia € 65,00 - Estero € 130,00 - Sostenitore € 350,00

Da effettuare:

Utilizzando il c.c. postale n. 42658203 intestato a:
Editoriale Il Ponte Srl, Via Manara, 5 - 20122 Milano.

Utilizzando bonifico bancario su Banca Intesa BCI;
Agenzia Repubblica - Milano
c.c. n. 000003094046 - Cod. ABI 03069 - Cod. CAB 09484.

Utilizzando assegno non trasferibile intestato a:
Editoriale Il Ponte Srl, Via Manara, 5 - 20122 Milano.

Utilizzando internet: all'indirizzo elettronico
della Coop Reds srl (www.redscoop.com)
la homepage accoglie l'immagine della nostra copertina.
Cliccandola si procede all'abbonamento.

IMPORTANTE

Per evitare disguidi e accelerare le spedizioni è necessario inviare
gli estremi dei versamenti, sia postali sia bancari,
nonché indicare intestatario e indirizzo dell'abbonato.

Le comunicazioni possono pervenire:

- via E-mail redazione@gliargomentiumani.com;
- via posta Editoriale Il Ponte Srl, Via Manara, 5 - 20122 Milano;
- via fax (02 45473861).

Editoriale Il Ponte

www.gliargomentiumani.it