

DOCUMENTO CONCLUSIVO

Costruire la vita. Per una bioetica dell'ingegneria genetica e delle biotecnologie.

Il Centro Culturale Francese Oltre il Chiostro ha promosso per il semestre primaverile dell'anno accademico 2000-2001 un Colloquium su temi di bioetica. I partecipanti al Colloquium sono stati: G. Acocella, G. Chieffi, M. Coltorti, L. De Caprio, R. Gallinaro, P. Giustiniani, U. Giani, A. Ianniello, M. A. La Torre, D. Matassino, G. Reale, R. Prodomo, A. Vicini. Si riporta qui la sintesi dei lavori presentata in occasione della seduta pubblica conclusiva del 7 giugno 2001 dal titolo Costruire la vita? Biologia e biotecnologia oltre il determinismo.

Il Colloquium si apriva il 6 marzo 2001 con una relazione introduttiva del prof. Franco Ajmar, ordinario di genetica all'Università di Genova. Egli, riprendendo non pochi punti nodali del suo volume *Chi? Piccolo galateo di bioetica*, edito dalla ESI nella collana "Bioetica e valori", interpretava a suo modo il titolo dato al Colloquium: "Costruire la vita. Per una bioetica dell'ingegneria genetica e delle biotecnologie", insistendo sulla "decisione" e sulla necessità di determinare soprattutto "chi" debba decidere di fronte alle nuove e inedite possibilità offerte dalla tecnoscienza in campo biotecnologico e, soprattutto, nell'ingegneria genetica, laddove si tocca quasi con mano la trasversalità e la pervasività delle nuove tecnologie, in grado di evocare, contemporaneamente, i problemi dell'etica della ricerca scientifica, delle sue ricadute sulla salute umana, dei rapporti economici e politici, delle abitudini sociali e della vita quotidiana delle persone. L'enfasi, da Ajmar posta, sulla *decisione* e sul *decisore*, oltre che dettata - come puntualizzato da A. Vicini - da un orizzonte di riferimento di evidente matrice liberale (peraltro, a svantaggio di altre possibili considerazioni relative, per esempio, alla necessità di accompagnare il decisore, oppure all'impossibilità di disporre di individui con il medesimo grado di capacità decisoria, o anche alla necessità di prendersi comunque cura dei soggetti più deboli e non in grado di tutelarsi da soli), risultava dettata soprattutto dalla constatazione della notevole accelerazione tecnologica registrabile oggi nel campo delle scienze "costruttrici" (o forse "creatrici") della vita, anche a motivo dell'uso sempre più diffuso dei sequenziatori genetici (il primo sequenziatore automatico risale al 1983), i quali consentono ormai di compiere in un triennio quanto un singolo ricercatore sarebbe, con mezzi tradizionali, riuscito a concludere in un migliaio di anni. Tutto ciò significa non soltanto un accrescimento delle conoscenze *tout court*, ma altresì maggiori possibilità di comprensione delle malattie a esclusiva, prevalente o concomitante componente genetica e, dunque, notevoli ricadute positive sul servizio da rendere alla salute umana. Del resto, basta guardare a quanto è avvenuto nel corso del secolo XX per rendersi conto delle tante tappe velocemente bruciate nel campo delle scienze che hanno a che fare con quelle che Steven Rose ha recentemente denominato "linee di vita". Si può partire dall'ipotesi di Walter S. Sutton circa la localizzazione dei geni sui cromosomi (1902), per giungere - è il 1953 - alla proposta di "struttura a doppia elica" che James Watson e Francis Crick avanzano per il DNA, acido che risulta dall'appaiamento specifico di 4 basi nucleotidiche, A.T.G.C.. Si giunge poi alla cosiddetta "decifrazione" del codice genetico, nei primi anni Sessanta, allorché viene stabilito il rapporto tra le 64 triplette risultanti da tutte le possibili associazioni delle 4 basi nucleotidiche con i 20 amminoacidi che formano le proteine. Gli ultimi trent'anni del "secolo breve" costituiscono una sorta di "piano inclinato" per quanto concerne la conoscenza ed il trattamento dei geni, ovvero di questi composti di DNA, la cui struttura molecolare si presenta come un lunghissimo filamento di circa due metri, risultante da una sequenza di miliardi di basi azotate disposte, appunto, a gruppi di triplette, che codificano ciascuna per un amminoacido, strettamente "impacchettate" nei cromosomi dove, in associazione con speciali proteine (istoni), formano, all'interno di ciascuna cellula vivente, una serie di eliche compatte e doppiamente spiralizzate che qualcuno ha coloritamente denominato "alberello della vita", in quanto su di esse viaggiano appunto le linee di vita di ciascun essere vivente. Già all'indomani dell'annuncio della possibilità tecnica - era il 1972 - di modificare il patrimonio genetico di un batterio, numerosi allarmi si erano diffusi dentro e fuori la comunità scientifica, a motivo dei rischi biologici per ricercatori e popolazione in caso di eventuale incontrollata liberazione di nuovi microrganismi, alcuni dei quali resistenti, per esempio, agli antibiotici. Allarmi che perdurano ancor oggi, generando più o meno fondate preoccupazioni e timori, acuitisi soprattutto a seguito delle recenti informazioni relative alle conseguenze o interazioni che degli Organismi Geneticamente Modificati potrebbero determinare sulle allergie umane, sulla resistenza dei viventi agli antibiotici, sulla massiccia "chimizzazione" delle tecniche agricole, sull'eventuale inquinamento genetico, sulla resistenza di specie vegetali agli insetticidi, sulla riduzione complessiva della biodiversità nell'ecosistema, sull'instabilità genetica dei raccolti agricoli, sulla sicurezza stessa della catena alimentare. Nonostante la Conferenza di Asilomar del 1975, allorché, in assenza di linee guida per la sicurezza delle manipolazioni genetiche, veniva proposta una *moratoria sugli esperimenti con il DNA ricombinante*, le cose continuano a procedere comunque, sia in

gruppi di ricerca a prevalente capitale pubblico che privato, ponendo la delicata questione dei limiti della ricerca scientifica, che sembra sempre di meno una indagine asettica ed indipendente da eventuali ricadute morali per cattivo uso o negativa applicazione: non a caso, sia Coltorti che Gallinaro e Vicini, nel corso del *Colloquium*, hanno più volte ricordato che sarebbe difficile, d'ora in poi, concepire la scienza (non soltanto quella applicata, ma anche quella cosiddetta "teorica") come "neutrale", ammesso che mai lo sia stata, anche a motivo delle cospicue implicazioni economiche, oltre che "ideologiche", della ricerca scientifica. Intanto, alla fine degli anni Settanta vengono sviluppate tecniche per "mappare" fisicamente i geni e le sequenze geniche sui cromosomi. Tra l'altro, si riesce a mappare il gene della corea di Huntington (1983), il gene per la distrofia muscolare (1987) e quello per la fibrosi cistica (1989). Gli anni Ottanta segnano addirittura la possibilità di produrre animali transgenici, mentre si avvia - è il 1989 - il Progetto Genoma che si propone di mappare e sequenziare, entro il 2005, l'intero genoma umano. Negli anni Novanta nasce, per clonazione, il primo di una lunga catena di mammiferi, la pecora Dolly (1997) e, finalmente, nel 2000, viene pubblicata la sequenza completa del genoma di *Drosophila melanogaster*. Intanto ben due gruppi di ricerca - lo Human Genome Project a carattere pubblico, e la Celera Genomics, a carattere privato, - annunciano l'avvenuto sequenziamento di tutte le basi nucleotidiche del DNA umano, mentre Tony Blair e Bill Clinton non soltanto inneggiano al grande progresso della ricerca, ma invitano esplicitamente - è il 14 marzo 1999 - a rendere liberamente accessibili agli scienziati di tutto il mondo i risultati del sequenziamento del genoma del DNA umano: evidentemente anche tra i capi degli Stati, nei quali la ricerca biotecnologica è più avanzata, è presente il timore, non infondato, di possibili corse alla privatizzazione delle "linee di vita" mediante lo strumento giuridico dei brevetti. Non è più remota, insomma, la possibilità di indagine condotta per esclusivo o prevalente scopo di lavoro e di lucro, oltre che di ricerca scientifica. Intanto il Rapporto Donaldson, nel medesimo anno 2000, risulta interamente dedicato ai problemi posti dalla ricerca e dal trattamento di cellule staminali umane, sia embrionarie (su cui nasce una grande controversia morale, a motivo dell'inevitabile manipolazione di embrioni umani, soprattutto soprannumerari a seguito di fecondazioni assistite, che molti continuano a ritenere degli individui con personalità, piuttosto che semplici agglomerati cellulari), sia adulte (essendo ricavabili, oggi, non soltanto da embrioni, ma anche da cordoni ombelicali, da altri tessuti e, come sembra da una notizia di stampa del maggio 2001, perfino dal cervello di cadaveri "freschi"). Essendo in grado di differenziarsi in qualunque tipo di cellula, le cellule staminali, in associazione alle tecniche di clonazione, sembrano offrire ai biotecnologi grandi prospettive per la terapia umana: se opportunamente modificate *in vitro* nel loro DNA e poi utilizzate quali "donatrici" di nucleo, potrebbero, infatti, essere impiegate, ad esempio, per lo studio *in vitro* dell'embrionogenesi, per l'approfondimento delle anomalie dello sviluppo embrionale, per la scoperta di nuovi geni umani, per l'effettuazione di test con farmaci e sostanze potenzialmente tossiche, per la produzione di cellule a fini di trapianto di tessuti e cellule. Secondo la "Commissione Dulbecco", incaricata dal ministro Veronesi, il 7 settembre 2000, di studiare l'utilizzo di cellule staminali totipotenti per finalità terapeutiche, si potrebbe fondatamente stimare che, grazie a questo settore di ricerca, i sistemi sanitari saranno in grado, nel prossimo futuro, di offrire ai cittadini nuovi ed efficaci trattamenti per una notevole serie di patologie degenerative, ma soprattutto potrebbero consentire di superare l'attuale scarsa disponibilità di organi da trapianto. Infatti, poter disporre di una grande quantità di cellule staminali e favorire la loro compatibilità con i tessuti del ricevente potrebbe precludere ad un uso clinico di routine, con grande vantaggio per la salute degli individui umani.

VERSOL'EPOCA POST-GENOMICA. In ogni caso, con il sequenziamento del genoma umano e con il trattamento massiccio delle cellule staminali, si può ritenere *chiusa l'epoca del genoma*, mentre si va aprendo, come puntualizza Matassino, una vera e propria "era postgenomica", il cui obiettivo principale sarà probabilmente quello di colmare il profondo divario tra la sequenza del gene e la fisiologia della cellula nel suo insieme. Sono passati poco più di tre lustri rispetto al Rapporto Warnock del 1984, con il quale il Regno Unito di Gran Bretagna e Irlanda dava il via libera per la ricerca sugli embrioni umani prima della comparsa della cosiddetta *stria primitiva* (la quale segna appunto la transizione delle cellule embrionarie dalla caratteristica di totipotenzialità a quella di cellule che concorrono a designare un determinato individuo di una determinata specie). L'accelerazione della tecnoscienza collegata alla vita rende sempre più sottile il margine tra ciò che era, fino a qualche tempo fa, definito "malattia" e ciò che è oggi detto "variabilità genetica", mettendo in crisi una certa concezione tradizionale della vita come realtà fatta a "scalini", con nette differenze tra l'uno e l'altro passaggio, avvalorando piuttosto - come già insinuava Ajmar - un paradigma "continuo" i cui punti-soglia sembrano sempre più convenzionali, non solo per quanto concerne le differenze tra individui all'interno della stessa specie, ma anche per quel che riguarda le soglie che marcherebbero la diversificazione tra specie e specie. Siamo, insomma, di fronte ad una serie di eventi che non appartengono più soltanto al mondo della ricerca e della tecnologia, ma coinvolgono inevitabilmente aspetti etici, economici, politici, medici, sociali... Se ne può davvero concludere, con Elena Mancini e Giovanni Berlinguer, che «le biotecnologie rappresentano, da questo punto di vista, una chiara esemplificazione delle complesse interazioni tra scienza, tecnica, etica e diritto che caratterizzano la società contemporanea e che

alimentano un appassionato dibattito bioetico» [Cf. E. Mancini-G. Berlinguer, *Eticità delle biotecnologie*, «Tendenze nuove»(novembre-dicembre 2000), 26-37, qui 26]. Di qui una situazione di grande euforia, ma anche di possibile "piano inclinato", lungo il quale «il passo verso forme di *eugenetica selettiva* o *negativa* (già oggi, peraltro, applicata sugli embrioni umani nello svolgimento delle indagini preimpianto) sarebbe brevissimo, con la conseguenza di riprodurre, come nel passato, situazioni di discriminazioni non più fondate sulla razza ma sulla presenza di un determinato patrimonio genetico» [L. Chieffi, *Ingegneria genetica e valori personalistici*, in Id. (cur.), *Bioetica e diritti*, Paravia - Mondadori, Milano 2000, 83]. Il problema maggiore dei biotecnologi sembra oggi quello di valutare il perché dell'impatto tendenzialmente positivo che, sull'opinione pubblica, hanno le biotecnologie inerenti alla medicina e alla cura della salute umana e dell'impatto, invece, tendenzialmente negativo che hanno le biotecnologie riguardanti la produzione di alimenti innovativi. Questa peculiare tendenza dell'opinione pubblica, oltre che nella stagione di "mucca pazza", si è andata mostrando in maniera peculiare con il "caso Monsanto", gigante statunitense dell'agrochimica. La Monsanto, proprietaria fino al 2111 in Europa e fino al 2113 negli Usa della soia RR, ovvero soia resistente al glifosato - un erbicida -, ha incontrato ed incontra fortissimi ostacoli alla brevettazione di una tecnologia in grado di rendere geneticamente sterili le sementi attraverso l'impollinazione ambientale, in vista dell'acquisizione di un monopolio privato nel commercio delle sementi nei mondi non occidentali. Da altro versante, il problema delle sempre più numerose persone e coppie che ricorrono alle applicazioni bioingegneristiche della genetica diviene sempre più quello di dover decidere pro o contro l'eventuale impianto di un embrione geneticamente testato e risultato affetto da malformazioni, pro o contro l'eventuale continuazione della gravidanza nel corso della quale un test genetico predittivo ha eventualmente sentenziato la presenza di malattie geneticamente rilevanti. Siamo, in questo secondo scenario, non soltanto di fronte al problema di dover decidere se alterare la catena alimentare dei viventi, oppure di brevettare e privatizzare linee di vita vegetale o animale modificate geneticamente, ma di fronte alla possibilità di predecidere in vista del destino di un altro, di un futuro vivente di cui si conosce abbastanza dal punto di vista delle predisposizioni ereditarie non soltanto fisiche, ma fisio-psichiche e di cui si può consapevolmente decretare la prosecuzione, la modificazione o la soppressione della linea vitale. Oltre a poter decidere del destino dell'ecosistema agroalimentare, si è in grado di decidere del futuro stesso dei venturi e dei non ancora venuti all'esistenza. Non è più remoto, per le persone del terzo millennio, uno scenario inedito nel quale si potrà sempre più predecidere il futuro della specie, degli individui umani all'interno di essa, del grado di compatibilità ambientale dell'ecohabitat, dell'accelerazione, mediante biotecnologie, dei processi che la "selezione naturale" già metteva in atto nel corso dei millenni e dei secoli. Il tutto, però, avviene con ritmo assai più serrato di quello, tendenzialmente più lento impiegato dalla discussione teorica, sia etico-filosofica che teologica. Pertanto si moltiplicano gli interrogativi acuti ed i dilemmi, di fronte al moltiplicarsi di studi di archeologia genetica, di storia e antropologia culturale relativi a intere popolazioni e gruppi umani, di ipotesi non infondate di *screening* genetici di massa prenatali e postnatali a scopo terapeutico, ma anche assicurativo o, ancora più problematicamente, migliorativo delle caratteristiche genetiche di un gruppo umano, o addirittura a scopo eugenetico. Davvero, come già segnalava Radovan Richta alla fine degli anni Sessanta, siamo in una società in cui scienza e tecnologia non sono più una parte, ma ne rappresentano, per così dire, il tutto, nel senso che tutti i fenomeni sociali sono strutturalmente gravidi di scientificità e tutti i fenomeni di scientificità biotecnologica sono, a loro volta, gravidi di implicazioni sociali, etiche, economiche e politiche. I TERMINI IN GIOCO. Su questo vasto orlato, che già di per sé meriterebbe ben ampio indugio riflessivo, si sono mossi gli studiosi del *Colloquium* i quali hanno, anzitutto, dovuto precisare il campo semantico dei termini in gioco, anche grazie all'apporto di Giovanni Chieffi e Donato Matassino. Si sono potute, così, inventariare la definizione della Federazione Europea per le Biotecnologie che, nel 1981, dichiarava che le biotecnologie "corrispondono alla utilizzazione integrata di biochimica, microbiologia e ingegneria genetica per realizzare applicazioni tecnologiche a partire dalle proprietà dei microrganismi, colture cellulari e altri agenti biologici". Ma soprattutto si è potuto prendere contatto con la più ampia definizione, offerta dall'Office for Technology Assessment del Congresso USA, nel 1984, che denomina appunto biotecnologia "ogni tecnica che utilizza organismi viventi (o loro parti) per fare o modificare prodotti, per migliorare piante e animali o per sviluppare microrganismi per usi specifici". In sostanza si potrebbe correttamente definire *biotecnologia* - come osserva D. Matassino - ogni "studio delle applicazioni dei processi biologici nel campo della tecnica". Essa non va confusa, pertanto, con l'utilizzazione progettuale di sistemi o processi biologici al fine di migliorare le produzioni o di ottenere sostanze e composti nuovi. Ovviamente, le biotecnologie - qualificabili sia come attività scientifiche che fortemente produttive, seppure in seconda battuta - operano oggi nei più svariati settori (zootecnico, agrario, farmaceutico...), ora con lo scopo di produrre vaccini ricombinanti, ora invece, per esempio di fronte al problema della fame, di realizzare vegetali e piante transgeniche in grado di ovviare alla cronica carenza di scorte agroalimentari nel mondo. Per quanto concerne il *campo strettamente agricolo*, senz'alcun dubbio l'impiego di prodotti e organismi interi ricombinanti provocherà delle rivoluzioni agrobiotecnologiche il cui impatto sarà pari, se non superiore, a quanto già avvenne nella società

moderna a seguito dell'introduzione della chimica o della meccanizzazione. Per quanto riguarda invece il *campo zootecnico*, basti accennare, per rendersi conto della trasformazione già in atto, al tema degli xenotrapianti, ovvero dei trapianti di organi, espuntati da animali nel cui genoma siano stati precedentemente inseriti dei geni umani al fine di ottenere, appunto, degli organi istocompatibili. In merito, conviene rammentare che, sulle applicazioni tecniche degli xenotrapianti, il Comitato nazionale italiano di bioetica si è già pronunciato per una moratoria, stante la scarsa conoscenza delle reazioni di rigetto dell'organo e delle patologie trasmissibili, soprattutto per quel che concerne la ricombinazione genetica e la ricombinazione virale. In altri settori biotecnologici sono ormai numerose le biotecnologie estese al trattamento dei rifiuti, alla produzione di vaccini, di anticorpi, di ormoni... Si può, in sintesi, affermare che gli ambiti d'interesse della biotecnologia spaziano oggi dalla medicina umana alla salute animale, dall'industria chimica alla protezione dell'ambiente, dalla produzione vegetale all'industria alimentare, dalla produzione animale alla sperimentazione sulle cellule staminali. Sicuramente le biotecnologie che hanno suscitato i maggiori entusiasmi, ma allo stesso tempo sollevato enormi interrogativi di ordine etico, giuridico, politico, sociale ed economico, sono quelle che operano in campo umano o, per dir meglio, quelle che studiano e lavorano per il *progressivo trasferimento operativo dei risultati dello studio biotecnologico all'uomo*, come avviene oggi soprattutto con la *biotecnica del DNA ricombinante* o *ingegneria genetica*. Tale biotecnica, su cui il *Colloquium* si è particolarmente soffermato, rende oggi possibile la fusione *in vitro* di porzioni di materiale genetico provenienti da organismi diversi (sia non umani che umani), al fine di ottenere nuove combinazioni di geni e, quindi, nuove espressioni fenotipiche. Il che permette non soltanto di migliorare, ad esempio, la disponibilità di cibi e mangimi, ma altresì di superare barriere d'incompatibilità sessuale tra specie diverse, nonché di trasferire singoli geni senza dover per forza unire interi genomi, oppure di trattare in maniera causale una malattia ereditaria determinata da un'alterazione del genoma (attualmente soltanto quella dovuta al difetto di un singolo gene), oppure di operare, anche in maniera selettiva, su cellule somatiche e su cellule germinali. Negli ultimi anni, poi, si diffondono sempre di più le *biotecnologie innovative*, le cui applicazioni prevedono l'immissione nell'ecosistema di virus, batteri, piante, animali, il cui patrimonio sia stato precedentemente modificato. Tra le biotecnologie innovative, ha avuto grande eco nell'opinione pubblica la *clonazione* che, in biologia, è la riproduzione agamica, naturale o non, di individui, di organi, di tessuti e di cellule, presumibilmente identici geneticamente. Esiste una corrente produzione di cloni di mammiferi, ottenuti sia con le tre tecniche classiche che con la recente tecnica che trasferisce una cellula somatica in un ovocita precedentemente enucleato. La clonazione, questa peculiare biotecnica innovativa, trova attualmente grande applicazione nei programmi di miglioramento genetico delle maggiori specie d'interesse zootecnico, al punto che - come segnala l'esperto di miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica, Matassino - viene oggi auspicata la costituzione di una rete mondiale di banche per la conservazione dei tessuti di tutti gli individui di ogni specie animale in pericolo, in modo da poter ricostituire, mediante clonazione, intere popolazioni di una data specie in rischio di estinzione.

IL RISVOLTO EPICO, PEDAGOGICO, GIURIDICO E POLITICO DELLE BIOTECNOLOGIE. Nonostante la vertiginosa evoluzione delle conoscenze e delle applicazioni biotecnologiche in campo agricolo e zootecnico, non va dimenticato che la nostra ignoranza rimane ancora somma nel settore della conoscenza delle informazioni genetiche e dei meccanismi che regolano l'espressione dei geni, che Matassino ritiene che operino, come quasi tutti i sistemi biologici, in maniera sistemica, cioè identificabile con una vera e propria rete biologica cibernetica. Ad accentuare la condizione d'ignoranza degli scienziati, in tale rete risulta ancora forte la presenza di "riserve profetiche", di "sequenze trasponibili" ovvero di DNA senza fissa dimora (nel genoma umano, si tratta del 45% del DNA), non senza omettere la presenza del DNA ripetitivo, coloritamente detto "spazzatura", nel quale potrebbero nascondersi, forse, molte risposte ai numerosissimi interrogativi ancora aperti. Così pure, di fronte ai propugnatori senza riserve della cosiddetta "seconda rivoluzione verde" o transgenica, non mancano coloro che, sul piano politico-economico avanzano non poche perplessità, tanto più che in futuro sembra si possa addirittura "costringere" gli agricoltori ad "affittare" determinati semi geneticamente trattati, quindi "imporre" delle alterazioni radicali dell'equilibrio dell'eco-habitat, con gravi perdite sia a livello di biodiversità, sia a livello del patrimonio delle agricolture locali. Se ne ricava che la "libertà" della ricerca biotecnologica non può non fare i conti con i suoi scopi reali, che non sono più soltanto "conoscitivi in astratto", ma implicano la consapevolezza - come puntualizzano diversi esponenti del *Colloquium* di "area umanistica" - di un corretto uso e di un eventuale spreco o abuso/deterioramento delle risorse del biosistema. Il bioscienziato, insomma, non si limita più ad "interrogare" la "natura" o a stabilire un equo rapporto tra esseri umani e disponibilità-risorse naturali, ma è in grado di "forzare" o addirittura "violentare" la natura, con evidenti risvolti sulla biologia e biografia dell'essere umano a cui essa è lasciata in custodia. Ovviamente, la valutazione dei benefici e dei costi di quella che possiamo definire, a ragione, la rivoluzione biotecnologica o epoca postgenomica, apre in ogni suo campo o settore, soprattutto in quelli dell'ingegneria genetica e del trattamento del genoma umano, degli scenari con notevoli implicazioni sociali, pedagogico-informative, etiche, giuridiche, politiche, economiche e

ambientali. In particolare, colpisce molto la relativa sicurezza d'uso in funzione della salute umana che sembrerebbero assicurare alcune biotecnologie peculiari. Ad esempio, la transgenia, essendo in grado di modificare il sistema produttivo zootecnico, accelerando tecnicamente un evento già presente in natura, ottiene dei prodotti biotecnici relativi ai farmaci per uso umano, produce le famose modificazioni genetiche a fini di xenotrapianto, crea modelli animali per lo studio della regolazione dell'espressione genica nel corso dello sviluppo embrionale e della vita adulta, dà luogo a prodotti animali con maggiore resistenza a malattie o con caratteristiche produttive e riproduttive migliorate, nonché prodotti lattieri con migliorata composizione in grassi e proteine. Tutte queste possibilità acuiscono, però, le domande circa i benefici/rischi per la popolazione complessiva a fronte di benefici per singoli soggetti o specie, circa gli eventuali attentati alla biodiversità, circa le eventuali trasmissioni a specie viventi non umane ed umane di agenti patogeni attualmente "silenti", circa eventuali danni più o meno irreparabili alla biosfera nel suo insieme, circa eventuali ingiustizie rispetto alle "ragioni morali degli animali e dell'eco-habitat, circa degenerazioni dovute ad usi politici o bellici a seguito di bio-piraterie o bio-dittature. A loro volta, le biotecnologie applicate al genoma umano a fini predittivi, curativi, modificativi, vanno suscitando tutta una serie di domande di valore etico e, spesso, valoriale, giuridico, economico e religioso, che da più parti sono poste, soppesate, valutate, dando luogo a numerose prese di posizione, documenti, testi con orientamenti normativi, a riprova della rilevanza etica, giuridica e politica di tali ricerche. Così, non si possono qui non ricordare la Convenzione per la protezione dei diritti dell'uomo e la biomedicina del Consiglio d'Europa (aprile 1997, in vigore dal dicembre 1999); la Dichiarazione universale sul genoma umano e i diritti umani (Conferenza generale dell'UNESCO, 11 novembre 1997); il Protocollo sulla clonazione umana del Consiglio d'Europa (12 gennaio 1998); La Direttiva europea sulla Protezione giuridica delle invenzioni biotecnologiche (Direttiva 98/44/CE: G.U. delle Comunità Europee, serie L 213, 30.7.1998) del Parlamento europeo e del Consiglio, del 6 luglio 1998. Non soltanto gli organismi politici internazionali ed i comitati etici nazionali, ma anche le Chiese, particolarmente quelle del Nord del mondo e dell'Europa, scendono in campo su tali problemi, quasi a ribadire che sono in gioco non soltanto lo statuto e gli sviluppi della ricerca scientifica, ma la stessa esistenza dei singoli con le loro peculiarità, nonché l'organizzazione della collettività dei viventi e perfino l'equilibrio della biosfera. È il caso, ad esempio, della Conferenza episcopale cattolica tedesca che, ad Augsburg, il 5-8 marzo 2001, ha reso pubblico il documento *L'uomo: creatore di se stesso*. In esso - anche sulla base delle considerazioni espresse dal Gruppo di lavoro per le questioni politico-culturali del Comitato centrale dei cattolici tedeschi circa le recenti prospettive della biotecnologia e della neurobiologia -, si fa appunto riferimento alle prospettive delle nuove "scienze della vita". In esse i vescovi inventariano le scienze biologiche, le agrarie, la bioinformatica, la biomedicina e la biofarmacologia, segnalando la necessità etica di affiancare, alla ricerca "naturalistica" in senso stretto, anche i ricchi contributi che, per la comprensione della vita, provengono dalle antropologie, dalle scienze della cultura, dalle tradizioni etiche, dalla filosofia e dalla teologia. I vescovi tedeschi si soffermano soprattutto sui problemi etico-religiosi derivanti dalla utilizzazione delle tecniche di riproduzione, particolarmente dalla clonazione e dalla decodificazione del genoma umano. L'indice dei temi da loro affrontati comprende: le conseguenze per la terapia umana derivanti dal progetto del genoma umano; le notevoli questioni etiche poste dalla diagnosi genetica prenatale, che diagnostica appunto, in vista di precoci cure, eventuali malformazioni del concepito, come ad esempio la mucoviscidosi o la sindrome di Down; le problematiche morali derivanti dalla diagnosi genetica pre-impiantatoria, posta in atto per selezionare degli embrioni, indenni da malformazioni genetiche, da impiantare in utero; le tematiche etico-giuridiche collegate alla diagnosi genetica pre-lavorativa o pre-assicurativa, posta in atto al fine di definire eventuali malattie invalidanti al lavoro, oppure calcolare costi/benefici delle compagnie assicurative. Non si manca di affrontare la nuova concezione di terapia genetica, praticabile sulle cellule somatiche adulte la cui guarigione non arreca modificazioni alle generazioni future, o anche sulle cellule embrionali in vista dell'eliminazione di difetti, non soltanto sul singolo soggetto, ma su tutti i suoi discendenti. Si discute altresì la questione della clonazione che, producendo embrioni umani per tecnica clonante, opera su di essi con la speranza d'inventare terapie in grado di guarire determinate malattie, oppure produce cloni (produzione di esseri umani con il medesimo patrimonio genetico). Si affrontano altresì la problematica della medicina che produce farmaci con tecniche genetiche; la questione dell'estensione della normativa sui brevetti (escogitate per la protezione di scoperte e realizzazioni materiali) anche alle scoperte relative ai geni umani ed alle loro sequenze, cioè al corpo umano che rischia così di esser ridotto a mero materiale (si rammenti che tra il 1981 ed il 1995 risulta che siano stati concessi già 1175 brevetti su sequenze di DNA, a partire dal caso più eclatante, quello dell'European Patent Office, EPO, che concesse all'Università di Edimburgo e ad un'impresa multinazionale la licenza di brevetto di alcune cellule di origine embrionale umana). Anche la VLKD (Conferenza episcopale delle Chiese luterane unite della Germania) affronta questioni analoghe in un testo del 13 marzo 2001, stigmatizzando la tendenza in atto a pianificare, programmare e selezionare il destino dei futuri esseri umani, non senza esimersi dal richiamare ricercatori, famiglie e società, a conciliare le legittime esigenze di avanzamento delle ricerche con il rispetto della legge fondamentale della

dignità della persona ed il rispetto delle altre leggi esistenti, ad esempio quelle che proteggono gli embrioni. LE GRANDI DOMANDE. Quando si fanno i conti con i valori della dignità della persona umana e con il rispetto delle leggi positive degli Stati, la discussione circa la "costruzione delle linee di vita" assume una caratura squisitamente bioetica ed apre ulteriormente alle grandi domande di rilevanza etica e religiosa. Anche il *Colloquium*, grazie all'apporto corale di scienziati, storici, filosofi e teologi, ha provato ad organizzarle intorno a delle macro-categorizzazioni. In primo luogo, le domande relative al rapporto tra natura e cultura o naturale e artificiale. Le biotecnologie spostano i confini del rapporto dell'uomo col mondo naturale, fino a far pensare che essi, piuttosto che due entità contrapposte, siano componenti di un medesimo sistema, il cui disegno potrebbe travalicare gli orizzonti che l'uomo stesso riesce ad intravedere. Se, in diversi ambiti, non risulta ancora superata una concezione epistemologica sostanzialmente riduzionistica e meccanicistica di fronte alla reale comprensione delle interazioni tra geni e ambiente, esseri viventi e loro sistemi d'interazione eco-culturali, si vanno facendo angusti i limiti tra natura e cultura, solo che si consideri adeguatamente il fatto che la tecnica - strumento peculiare con cui l'essere umano ottiene tutte le sue conoscenze ed il controllo razionale della realtà - è oggi divenuta ben più di un semplice strumento di applicazione delle scoperte teoriche e, insieme, il fatto che anche l'essere umano è "natura", seppure soltanto una natura diversificata, nella sua storia evolutiva, da quella di altri fattori naturali, che si sono andati a codificare in strutture o "regole" nel corso di milioni di anni. In secondo luogo, le domande relative alla valenza etica della cosiddetta "ricerca teorica", prima delle sue effettive ricadute o applicazioni tecnologiche. Viziata talvolta di un antropocentrismo eccessivo, tale ricerca, pur senza cadere nell'estremo opposto del biocentrismo radicale, non può non aspirare alla conciliazione della sua spiccata tendenza al progresso (nessun "bavaglio" o "limite" alla ricerca) con la irrinunciabile difesa della dignità dell'individuo umano, soprattutto dei deboli e di quanti non possono personalmente esprimere la propria volontà, della salvaguardia della biodiversità, della responsabilità di fronte alle future generazioni ed ai cosiddetti "diritti" dei non ancora esistenti. Il che richiede uno sforzo notevole per integrare l'attività dei ricercatori - che rischiano sempre di guardare un sol punto di vista dei diversi problemi in gioco, forse non valutando appieno la responsabilità morale anche circa l'uso che si potrebbe fare delle proprie scoperte - con uno sguardo che tenga conto, dunque, degli inevitabili aspetti etici di ogni lavoro di ricerca, anche sulla base della considerazione che, nella conoscenza scientifica e tecnologica, vede un "bene pubblico" alla cui realizzazione devono concorrere gruppi pubblici e privati. La stessa comunità scientifica, da considerare non come isolata, ma perfettamente inserita nel dibattito pubblico, non può non tenere adeguatamente conto dell'incertezza che accompagna oggi diversi settori della tecnoscienza, sia in ordine al rischio in senso tradizionale, sia in ordine all'indeterminatezza degli esiti e all'insufficienza delle conoscenze disponibili. Tutto ciò apre al vasto campo delle domande relative al rapporto tra possibilità tecniche ed effettiva utilizzazione di esse: in base a quali modelli e criteri possiamo usare le tecniche di cui disponiamo grazie alla ricerca biotecnologica? In futuro saranno autorizzati ad esistere soltanto esseri animali ed umani che corrispondano alle precise attese dei loro committenti o dei loro genitori genetici? La legittima ansia umana di migliorare la qualità della propria salute e di consentire livelli accettabili di abitabilità dell'ecosistema non può prendere ostinatamente indirizzi di ricerca a senso unico, tanto più se i progressi auspicati o raggiunti, invece di essere posti al servizio dell'umanità e del bene dei futuri pazienti destinatari dei progressi della ricerca biotecnologica, fossero posti al servizio esclusivo o prevalente degli interessi dei committenti economici. Il dovere morale del rispetto delle differenze tra le specie e della protezione della biodiversità deve aiutare a precisare i confini etici, oltre che tecnici, nei processi di combinazione di geni umani e geni animali, nei processi di mutazione degli embrioni, di selezione embrionaria, di tecniche di clonaggio, soprattutto tenendo conto della "indecidibilità" del ruolo svolto dal genoma all'interno dell'organismo vivente (non è infatti ancora chiaro se esso svolga un ruolo di programma e/o di archivio d'informazioni, ovvero se esso interpreti un programma, oppure sia un operatore, o anche un armonizzatore di questo e quell'altro compito, svolti da altre strutture e altri fattori. La tendenza in atto a "privatizzare" non soltanto la ricerca biotecnologica, ma i benefici, anche economici di esso, apre al vasto campo delle domande relative alla utilizzazione per scopi scientifici e medici ed alla brevettabilità di materiale biologico, soprattutto se umano. Se l'essere umano vale di più della somma dei suoi geni o neuroni, a motivo della concorrenza dei fattori culturali, educativi e sociali insieme con le sue linee di vita biologico-chimiche, non ci si può non domandare se l'utilizzazione dell'embrione umano a scopi terapeutici non finisca per sancire una vera e propria discriminazione tra gli esseri umani, stavolta basata non tanto su motivazioni razziali o etniche, ma sui tempi del loro sviluppo. Del resto il peso dei fattori economici, fin dal momento dell'elaborazione dei protocolli di ricerca e non soltanto nella fase di brevettazione e applicazione industriale dei risultati di una ricerca biotecnica, esige che venga meglio precisato sottile discrimine esistente tra scoperta (scientifica, quindi bene pubblico dell'umanità) e invenzione (soggetta anche alla privativa del prodotto dell'ingegno umano): se proprio si dà una brevettabilità, e quindi una sorta di "privatizzazione" anche a scopo economico (dunque una "monetizzazione" di questo patrimonio comune dell'umanità com'è stato chiamato) del materiale genetico, chi deve trarne vantaggio? Sono ancora

fitte le nebbie legate al concetto che è la possibilità di sfruttamento commerciale di una conoscenza a definirne la brevettabilità, tanto più che potrebbe esserci il rischio di privilegiare il finanziamento, e dunque l'investimento, soltanto per debellare malattie diffuse, oppure di ridurre oggettivamente la libertà di altri ricercatori che non avessero partecipato al piano di ricerca che ha condotto ad una determinata brevettabilità di una scoperta biotecnologia o genetica. Il settore dei test predittivi in campo genetico apre alla batteria di interrogativi sui possibili risvolti di tali tecniche non soltanto sulla privacy delle persone, ma sull'organizzazione stessa delle società complesse e dei loro rapporti con le nazioni sottosviluppate, nonché sulla divulgazione sull'uso di informazioni acquisite per via genetica. Non ci si può non interrogare sul "diritto di proprietà" del materiale genetico e sugli usi leciti o illeciti di esso, nonché sulle conseguenze sociali di eventuali diagnosi e terapie genetiche, sulla decisione circa la sorte degli embrioni con eventuali disposizioni genetiche alle malattie, soprattutto se queste fossero rare e non comportassero patologie di massa: che cosa potrebbe significare per le persone e per la società complessa conoscere le predisposizioni ad una malattia di determinati soggetti umani? Si potrebbe accettare deliberatamente la nascita di bambini disabili, con il carico di sfide che essi porrebbero, con la domanda di solidarietà di cui sarebbero portatori? Conviene generalizzare la diagnostica prenatale di massa, oppure essa andrebbe praticata soltanto in casi particolari e soltanto con il consenso informato della coppia e, almeno, della donna incinta dopo opportune consulenze? Come evitare di cadere nella fallacia del determinismo genetico fino a supporre che i geni, da soli, facciano l'organismo?

Conclusione

Ai partecipanti al Colloquium è divenuta sempre più chiara la oggettiva globalizzazione del problema bioetico delle biotecnologie la cui difficile discussione e gestione esigerebbe forse una sorta di "governo mondiale" (quindi anche giuridico ed economico), per identificare e suggerire, se non proprio dei valori universalizzabili in merito, almeno delle regole di prudenza pragmatica, senza eventualmente escludere, in base al principio di precauzione, già suggerito dalla Conferenza di Rio una sorta di "ecologia previsionale", attenta all'analisi dei possibili effetti a medio e lungo termine di determinate ricerche e applicazioni in campo biotecnico, evitando di proseguire ulteriormente ricerche nel caso in cui non fosse ancora provato che esse non risultino dannose per l'ecosistema. Si apre, così, il discorso delle implicazioni pedagogiche e giuridico-politiche delle biotecnologie. Già l'esigenza d'incentivare la conoscenza e la diffusione d'informazione tra tutti coloro che, in qualche modo, hanno a che fare con le opportunità ed i rischi delle biotecnologie apre uno scenario pedagogico e culturale di grande rilievo, soprattutto per quanto concerne le politiche educative d'inserimento dell'attività di formazione in merito a livello di educazione scolastica, di formazione degli adulti, di formazione permanente, di formazione professionale specifica, con l'inevitabile coinvolgimento dei grandi mezzi di comunicazione sociale in una sorta di campagna di media-bio-etica. Una discussione pubblica sulle biotecnologie, sull'ingegneria genetica e sulle biotecnologie innovative, oltre a rendere pubblico il dibattito circa la vita, la sua "proprietà", circa il potere di controllo che alcuni gruppi potrebbero assumere sul resto della popolazione mondiale anche controllandone soltanto l'alimentazione attraverso gli OGM, permetterebbe altresì di registrare consensi e dissensi circa l'azione da esse esercitata nelle produzioni vegetali e animalitratandosi di attività che potrebbe sia costruire un futuro "a misura d'uomo", sia generare nuove forme di colonialismo politico esercitato dal Nord sul Sud del mondo. In Italia, soprattutto, tale generalizzata e diffusa discussione permetterebbe un'ampia e non rinviabile discussione circa la correlazione teorica e pratica dei valori costituzionali di libertà di ricerca e di scienza con gli interessi e il benessere dell'essere umano e i suoi diritti e libertà, altrettanto costituzionalmente sanciti.