

**RIVISTA GIURIDICA DELL'AMBIENTE**

Anno XXVII Fasc. 3-4 - 2012

Stefano Nespore

---

**LA BIOLOGIA SINTETICA. IL  
*DUAL-USE DILEMMA***

---

Estratto



Milano • Giuffrè Editore

## **La biologia sintetica. Il *dual-use dilemma***

**STEFANO NESPOR**

1. Premessa. — 2. Un virus letale creato dall'uomo. — 3. Promesse e pericoli della biologia sintetica. — 4. Il *dual-use dilemma*: i precedenti. — 5. Le reazioni istituzionali ai progressi nelle scienze della vita. — 6. Quale *governance* nelle scienze della vita? — 7. La scelta degli Stati Uniti: autoregolazione della comunità scientifica. — 8. Nell'Unione Europea: regole e principio di precauzione. — 9. Considerazioni conclusive.

### 1. *Premessa.*

Nel fascicolo n. 2 di quest'anno è stato pubblicato un mio primo articolo sulla biologia sintetica e sugli effetti sull'ambiente dei rapidi e tumultuosi progressi di questa disciplina, ultima arrivata tra le « scienze della vita », dopo biotecnologie e ingegneria genetica. In questo contributo mi soffermo su uno degli aspetti attualmente più delicati e dibattuti: le questioni giuridiche ed etiche poste dalle applicazioni della biologia sintetica con riferimento al cosiddetto « *dual-use dilemma* ». La biologia sintetica infatti da un lato offre concrete possibilità di enormi benefici in numerosi settori, tra cui la medicina e la tutela dell'ambiente, d'altro lato porta con sé anche la possibilità di essere utilizzata in modo distorto e di provocare quindi danni, involontari o deliberati, di enorme entità. Il « *dual-use dilemma* » pone la questione se e con che modalità le ricerche scientifiche e tecnologiche in questo settore, e più in generale le ricerche idonee a produrre non solo benefici all'umanità, ma anche danni, debbano essere controllate e, in caso affermativo, da quali organi.

## 2. *Un virus letale creato dall'uomo.*

Nel maggio del 1997 appare per la prima volta a Hong Kong l'influenza aviaria o *bird flu*; ricompare, in una variante più pericolosa, nel 2003 a Hong Kong. Il virus, denominato scientificamente H5N1, pur essendo tra i più mortali — ha ucciso sinora 330 persone, il 60% dei casi conosciuti (una percentuale assai più elevata, per fare un solo esempio, dell'influenza spagnola che nel 1918 provocò tra 20 e 100 milioni di morti) — si diffonde con difficoltà: non bastano un colpo di tosse o una stretta di mano per il contagio, è necessario il contatto con pollame infetto.

Nel settembre del 2011, al congresso annuale del *European Scientific Working Group on Influenza*, uno scienziato dell'Erasmus Medical Center di Rotterdam, Ron Fouchier, annuncia di essere riuscito a modificare il codice genetico dell'influenza aviaria e di aver ottenuto un virus trasmissibile con l'aria e quindi altamente contagioso. Per la prima volta nella storia l'uomo manipola una forma di vita di per sé pericolosa, rendendola letale. Più o meno nello stesso periodo di tempo ottiene risultati analoghi un *team* di ricercatori statunitensi dell'Università di Madison in Wisconsin. Entrambe le ricerche avevano finanziamenti dell'*America's National Institutes of Health* (NIH).

L'annuncio di Fouchier provoca preoccupate reazioni a livello mondiale. Si teme che la diffusione dei dati riguardanti l'esperimento permetta la riproduzione del virus da parte di laboratori non forniti di attrezzature di biosicurezza o, peggio, da parte di sperimentatori dilettanti — i c.d. scienziati DIY (*do it yourself*) o *biohackers* che conducono i loro esperimenti in cantina o nel garage di casa (1) — con il rischio di incidenti o di immissione involontaria nell'ambiente di agenti patogeni oppure da parte di gruppi o organizzazioni terroristiche o anche di « Stati carogna » che intendono creare letali armi biologiche (2).

Negli Stati Uniti, un organo consultivo del Governo federale, il Comitato scientifico nazionale per la biosicurezza (*US National Science Advisory Board for Biosecurity - NSABB*) interviene e richiede alle due più importanti riviste scientifiche, *Science* e *Nature* di non

(1) HEIDI LEDFORD, *Lifehackers: Amateur Hobbyists Are Creating Home-brew Molecular-Biology Labs, but Can They Ferment A Revolution?*, in *Nature*, 2010, 467, p. 650; GAYMON GENNETT et al., *From Synthetic Biology to Biohacking: Are We Prepared?*, in *Nature Biotechnology*, 2009, 27, p. 1109.

(2) Sul concetto e la definizione di armi biologiche si veda *Federation of American Scientists, Introduction to Biological Weapons*, consultabile in [www.fas.org/programs/bio/bwintro.html](http://www.fas.org/programs/bio/bwintro.html).

pubblicare i dati dell'esperimento in modo da non agevolare la riproduzione del batterio modificato. Le due riviste aderiscono alla richiesta, pur precisando che si trattava di una decisione di carattere volontario e temporaneo.

Poco dopo, nel mese di dicembre i Governi degli Stati Uniti e dell'Olanda proibiscono la pubblicazione della documentazione che rendeva noti i dettagli tecnici dei due esperimenti, utilizzando disposizioni dettate per restringere la diffusione di informazioni e di materiali idonei ad utilizzazioni non solo civili ma anche militari (3). Le decisioni sollevano un'accesa polemica in merito alla ammissibilità di interventi di Autorità pubbliche volti a proibire o limitare la diffusione delle informazioni sulle ricerche scientifiche in corso.

Nel dibattito prevale nettamente l'orientamento contrario ad interventi autoritativi che limitano la libera circolazione dell'informazione scientifica; così nel mese di aprile il NSAAB ritira la propria richiesta, anche a seguito di alcune modifiche e precisazioni introdotte da Fouchier nell'articolo in pubblicazione e dopo aver sentito quest'ultimo e alcuni esperti di bioterrorismo. A seguito di questa decisione anche il Governo statunitense revoca la propria opposizione alla pubblicazione. Analoga decisione viene assunta poco dopo dalle autorità olandesi.

### 3. *Promesse e pericoli della biologia sintetica.*

Questa vicenda, con il dibattito che ne è seguito, si inserisce nella discussione già da tempo in corso a seguito degli sviluppi delle ricerche nelle biotecnologie e nell'ingegneria genetica (4). La discussione si acuisce poi per effetto dei rapidi progressi realizzatisi nella biologia sintetica che consentono di realizzare artificialmente nuove forme di vita, ponendo delicati problemi giuridici ed etici: negli Stati Uniti la Commissione per lo studio dei problemi bioetici ha osservato che « *i recenti progressi hanno trasformato le scienze biologiche con una velocità cui si è raramente assistito nella storia dell'uomo. Si pongono quindi molti complessi e controversi problemi. L'innovazione può essere d'aiuto all'umanità in molti modi, ma porta inevitabilmente con sé dei*

---

(3) Nell'Unione Europea è stata introdotta una ampia normativa in materia di biosicurezza. Si veda *European group on ethics in science and new technologies, Ethics of synthetic biology*, Bruxelles 17 novembre 2009 pp. 27 e ss. in [http://ec.europa.eu/bepa/european-group-ethics/docs/opinion25\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/bepa/european-group-ethics/docs/opinion25_en.pdf).

(4) Sulle implicazioni degli studi sulla mappatura del genoma umano si veda R. COOKE-DEEGAN, *The gene wars: science, politics, and the human genome*, New York, Norton, 1994.

*rischi. Le scoperte di nuovi modi per migliorare organismi vitali ed anche l'uomo sollevano speranze e aspettative, ma anche preoccupazione e paura. I sostenitori della biologia sintetica indicano le enormi possibilità di sostituire i combustibili fossili e trasformare l'assistenza medica e la salute umana, i critici il pericolo di giocare ad essere Dio, alterando l'organizzazione naturale delle specie e sfilando il significato della vita. È quindi necessario valutare attentamente promesse e pericoli delle innovazioni proposte dalle scienze della vita » (5).*

Ci sono così preoccupazioni di carattere etico-religioso, secondo le quali con la biologia sintetica — come già in passato si sosteneva per l'ingegneria genetica — l'uomo vuole sostituirsi a Dio nel creare la vita, mentre la natura, così come è stata creata, non si deve modificare (6).

Ci sono poi le preoccupazioni di carattere specificatamente ambientalista. È stato così sostenuto che la biologia sintetica pone gravissimi rischi in quanto, creando nuove forme di vita, è potenzialmente la più pericolosa fonte di inquinamento, determinando l'alterazione del disegno originale della vita sulla terra e ignorando l'equi-

(5) PRESIDENTIAL COMMISSION FOR THE STUDY OF BIOETHICAL ISSUES, *New Directions: The Ethics of Synthetic Biology and Emerging Technology*, Washington dicembre 2010. Benefici e rischi delle nuove tecnologie e velocità del cambiamento tecnologico nelle scienze biologiche sono due tipi ricorrenti nella letteratura che si occupa di questi argomenti. Vedi per esempio, A.C. LIN, *Technology Assessment 2.0 Revamping Our Approach To Emerging Technologies* in Brooklyn L. Rev., 2011, 76, p. 1309 e i due simposi organizzati nel 2010, il primo dal *Journal of Law, Medicine & Ethics Summer*, dal titolo *Law, Science, and Innovation: The Embryonic Stem Cell Controversy: Will Embryonic Stem Cells Change Health Policy?* In *J.L. Med. & Ethics* 2010, 38, p. 342, e il secondo dal *Minnesota Journal of Law, Science & Technology* dal titolo *Rising Stars: Recognizing Important New Voices in Law, Medicine, Science & Technology*, in *Minn. J.L. Sci. & Tech.*, 2010, 11, p. 563.

(6) Nel XVI secolo il Consiglio dei teologi (della chiesa cattolica) dell'Impero spagnolo allorché si oppose alla canalizzazione della Castiglia, osservando che « *compie un attentato contro la divina provvidenza chi cerca di migliorare ciò che ella, per motivi imperscrutabili, ha voluto fosse imperfetto* ». Come si vede, le possibilità di imitazione di Dio cambiano con il tempo: qualche secolo fa, erano sufficienti semplici opere idrauliche. Per la Spagna e per i suoi abitanti il rispetto della proibizione ha avuto effetti disastrosi: la Castiglia è rimasta infatti arida ed è crollata nell'arretratezza, mentre nella vicina Francia la realizzazione di quelle stesse opere di canalizzazione e di riassetto idraulico e ambientale del territorio contribuì allo sviluppo economico del paese e al consolidamento dello stato moderno. In realtà, accanto a religioni, come quella cattolica, « a creazione definita », secondo cui la natura è stata fatta da Dio secondo proprie leggi non modificabili, ci sono religioni « a creazione continua » secondo cui Dio avrebbe creato l'uomo per controllare, perfezionare e eventualmente riparare il mondo naturale: per *tikkun olam*, prendendo a prestito un'espressione della kabbala medioevale. Ma anche secondo il filosofo statunitense Ralph Waldo Emerson Dio crea non solo i muratori, ma, per mezzo loro, anche i mattoni e gli edifici.

librio perfetto del mondo naturale e « *l'intrinseca saggezza della natura, acquisita a seguito di miliardi di anni di evoluzione* » (7).

Ma ci sono anche preoccupazioni che riguardano i fondamenti della politica della scienza e della ricerca e le modalità da adottare per disciplinare i rapporti tra la comunità scientifica e gli organi pubblici che si occupano di tutela della salute, della protezione dell'ambiente e di sicurezza. È di questi che intendo occuparmi (8).

Un primo importante tema di discussione, cui già si è accennato, è l'opportunità di introdurre limiti e censure alla diffusione di informazioni o di dati sia, più radicalmente, sulla liceità di effettuare sperimentazioni che contrastino con esigenze di tutela della salute pubblica o di sicurezza nazionale o internazionale o che siano idonee a produrre non solo benefici ma anche danni (9). È una riproposi-

(7) Una delle più note organizzazioni ambientaliste, Friends of the Earth, annuncia di essere contraria al fatto che « *agli esseri umani sia permesso di disegnare o creare forme di vita... Il tentativo di migliorare il disegno originale della vita ignora e offende il perfetto equilibrio del mondo naturale* ». Queste critiche però dimenticano che anche gli esseri umani con le loro capacità creative sono un prodotto della natura; dimenticano soprattutto che il mondo naturale così come viene mitologicamente immaginato, è ormai scomparso da tempo. L'ambientalista americano Bill McKibben osservava qualche anno fa in *The End of Nature* (Random House 1996) che lo sviluppo della tecnologia moderna ha segnato la fine della natura, così come era stata precedentemente intesa, cioè come un'entità separata e indipendente. Tutto, ormai, è artificiale, tutto porta l'etichetta « *made by man* ».

(8) C'è oggi un vantaggio nell'affrontare i problemi sollevati dalla biologia sintetica ed è che essi in gran parte sono già stati esaminati negli scorsi decenni in occasione dell'emergere di altre nuove scienze e, specificatamente, delle nanotecnologie e prima dell'ingegneria genetica. È quindi possibile utilizzare i risultati dei dibattiti precedenti per approfondire e sviluppare i vari temi, senza dover ripartire da zero? Proprio sfruttando l'esperienza acquisita con le altre tecnologie emergenti, il dibattito sui rischi di carattere etico e sociale posti dalla biologia sintetica si è avviato con grande anticipo.

Negli Stati Uniti molti centri di ricerca prevedono appositi organismi che si occupano degli aspetti etici delle ricerche in corso di svolgimento. Così il *NSF Synthetic Biology Engineering Research Center* (SynBERC), il cui obiettivo è quello di sviluppare gli aspetti di ingegneria biologica che possano permettere di progettare e creare sistemi biologici standard integrati, ha istituito un *Practices Thrust* con il compito di studiare gli aspetti concernenti la sicurezza e la salute. Parimenti, iGEM ha costituito un gruppo di attenzione ai problemi etici e sociali. In Europa, il programma di sviluppo della biologia sintetica ha previsto un progetto denominato *Synbiosafe*, mentre a livello generale opera, con il compito di offrire consulenza di carattere etico e sociale alla Commissione, il Gruppo europeo per l'etica nella scienza e nelle nuove tecnologie (EGE). Nel Regno Unito il *Biotechnology and Biological Sciences Research Council* (BBSRC) ha commissionato un apposito rapporto su questi temi: cfr. A. BALMER-P. MARTIN, *Synthetic biology: social and ethical challenges*, Institute for Science and Society, University of Nottingham, 2008.

(9) Si veda, fra le molte, P. PALESE, *Don't censor life-saving science*, in *Nature*, vol. 481, n. 7380, 11 gennaio 2012 e B. MARTIN, *Science: contemporary censorship*, in DEREK

zione del c.d. « *dual-use dilemma* » (10), oggetto di dibattito all'epoca della ricerca sul nucleare e della scoperta della bomba atomica. Con questa espressione si indicano, come già si è accennato, le questioni che sorgono ogni volta che una ricerca scientifica innovativa quale quella cui stiamo assistendo non è solo idonea a produrre benefici per l'umanità, ma è anche fonte di pericoli se utilizzata per altre finalità. In proposito, è stato osservato che « *per millenni, ogni importante innovazione tecnologica è stata utilizzata anche per fini non benefici e sarebbe ingenuo pensare che gli straordinari progressi nelle scienze della vita e nelle tecnologie ad esse associate non avranno la stessa sorte e non si cercherà di farne uso anche per finalità distruttive* » (11). Può accadere che i pericoli non siano inizialmente previsti e quindi l'impiego dannoso costituisca una distorsione successiva dello scopo per la quale la ricerca è stata avviata. Ma in molti casi, primo fra tutti quello concernente la realizzazione della bomba atomica, la coesistenza di aspetti benefici e dannosi è chiara fin dall'inizio.

L'espressione è stata tradizionalmente impiegata per indicare le possibili utilizzazioni sia civili che militari di una ricerca, e, in questi casi, il doppio uso può riguardare quattro aspetti, spesso confusi o sovrapposti: le *finalità* per le quali una ricerca viene condotta (quindi, finalità formalmente civili e militari, ma anche, come talvolta è accaduto, dichiaratamente civili, ma in realtà, seppur non dichiarate, anche militari), gli *utilizzatori* finali (che possono rivelarsi diversi da

JONES, *Censorship: A World Encyclopedia*, Volume 4, London: Fitzroy Dearborn, 2001, pp. 2167-2170 consultabile in <http://www.bmartin.cc/pubs/01cescience.html>; ROB CARLSON, *Censoring Science is Detrimental to Security*, 9 gennaio 2012 in Synthesis, consultabile in <http://www.synthesis.cc/2012/01/censoring-scientific-publication-is-detrimental-to-security.html>.

(10) Sul *dual-use dilemma* si vedano SEUMAS MILLER e MICHAEL J SELGELID, *Ethical and Philosophical Consideration of the Dual-use Dilemma in the Biological Sciences*, in *Sci. Eng. Ethics* (2007) 13:523-580; Michael J. SELGELID, *Governance of dual-use research: an ethical dilemma*, in *Bull World Health Organ* 2009; 87, pp. 720-723.

(11) COMMITTEE ON ADVANCES IN TECHNOLOGY AND THE PREVENTION OF THEIR APPLICATION TO NEXT GENERATION BIOWARFARE THREATS, *Globalization, Biosecurity, and the Future of the Life Sciences*, The National Academies Press, 2006, consultabile in [http://books.nap.edu/catalog.php?record\\_id=11567#toc](http://books.nap.edu/catalog.php?record_id=11567#toc). Questo Rapporto e il Rapporto Fink che lo precede (sul quale, vedi *infra*) si inseriscono in una cospicua serie di ricerche e rapporti curati dalle *National Academies* statunitensi sul rapporto tra sviluppo della scienza e sicurezza. Si vedano: *Scientific Communication and National Security*, 1982; *Chemical and Biological Terrorism: Research and Development to Improve Civilian Medical Responses*, 1999; *Firepower in the Lab: Automation in the Fight Against Infectious Diseases and Bioterrorism*, 2001; *Making the Nation Safer: The Role of Science and Technology in Countering Terrorism*, 2002; *Biological Threats and Terrorism: Assessing the Science and Response Capabilities*, 2002; *Countering Agricultural Terrorism*, 2002.

quelli che sono o appaiono i destinatari della ricerca), l'uso concreto dei risultati ottenuti e, infine, gli stessi *risultati* (che possono rivelarsi diversi da quelli che la ricerca ha perseguito) (12).

#### 4. Il dual-use dilemma: *i precedenti*.

La realizzazione della bomba atomica è il caso che ha posto le basi per gli sviluppi giuridici, istituzionali ed etici del *dual-use dilemma*: apparve subito chiaro agli scienziati coinvolti nel progetto Manhattan che la fissione nucleare avrebbe potuto portare enormi benefici per l'umanità ma anche porre le basi per la realizzazione di armi di potenza mai vista prima (13). Alcuni si interrogarono sul ruolo etico dello scienziato in una società democratica (14); pochi sostennero, inutilmente, l'importanza di una autocensura da parte degli scienziati del settore (15).

Proprio muovendo dal settore nucleare molti Stati (essenzialmente quelli con una avanzata ricerca scientifica nel settore, quindi Stati Uniti, Gran Bretagna e Francia) avevano adottato normative che, nel quadro degli accordi internazionali esistenti, restringevano l'esportazione di materiali o la diffusione di informazioni idonei a consentire la realizzazione di armi non convenzionali anche a stati che erano privi delle necessarie conoscenze tecnologiche (16).

(12) RONALD M. ATLAS-MALCOLM DANDO, *The Dual-Use Dilemma for the Life Sciences: Perspectives, Conundrums, and Global Solutions in Biosecurity and Bioterrorism: Bio-defense Strategy, Practice, and Science*. September 2006, 4(3), pp. 276-286.

(13) BADASH, L./HODES, E./TIDDENS, A., *Nuclear Fission: Reaction to the Discovery*, in *Proceedings of the American Philosophical Society*, 1986, 130, p. 196.

(14) Questi temi sono ampiamente e approfonditamente trattati ricostruendo la posizione di due scienziati che parteciparono alla realizzazione della bomba atomica prendendo parte al progetto MANHATTAN, J. Robert Oppenheimer e Hans Bethe da S. SCHWEBER, *In the shadow of the bomb*, Princeton University Press, 2000.

(15) Tra questi il più noto è LEO SZILARD, sul quale vedi DONALD WILLIAMS, *The Birth Of The Bomb: Leo Szilard*, in *The Jung Page*, 1 dicembre 2006, consultabile in [www.cgjungpage.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=809&Itemid=40](http://www.cgjungpage.org/index.php?option=com_content&task=view&id=809&Itemid=40).

(16) I Trattati internazionali rilevanti per l'adozione di disposizioni nazionali restrittive della diffusione di informazioni o dell'esportazione di materiali sono il Trattato di non proliferazione nucleare (NPT), il Trattato sulle armi biologiche e tossiche (BWC) e il Trattato sulle armi chimiche (CAC). Per ciò che riguarda il primo Trattato, fin dall'immediato dopoguerra iniziarono trattative per giungere a un accordo internazionale volto ad evitare il diffondersi degli armamenti nucleari. Solo alcuni decenni dopo, nel 1968, si è giunti alla stipulazione del Trattato per la non proliferazione nucleare (NPT) che interdice agli Stati che ne siano sprovvisti l'acquisizione di tecnologia per la costruzione di armamenti nucleari: si veda per il testo del Trattato e la storia dei lavori che hanno condotto alla sua stipulazione il sito delle Nazioni Unite:

Così nel 1979 il Dipartimento federale dell'energia ottiene un provvedimento d'urgenza per impedire la pubblicazione di un articolo che contiene istruzioni per la costruzione di una bomba all'idrogeno (nonostante che le informazioni necessarie fossero da tempo a disposizione del pubblico).

Come si è detto, le questioni connesse con il *dual-use dilemma* tornano prepotentemente alla ribalta con lo sviluppo delle scienze della vita: biotecnologie, ingegneria genetica e, soprattutto, biologia sintetica (anche se non sono limitate a questo settore: problemi analoghi si pongono, per esempio, anche nel settore delle neuroscienze) (17).

Ecco alcuni dei casi più noti.

Nel 2001 in Australia un gruppo di ricercatori è riuscito a modificare il virus del vaiolo del topo. Secondo le intenzioni, il virus trasformato avrebbe dovuto sterilizzare gli animali ed essere quindi un mezzo per contenerne la diffusione. Esso invece colpiva anche i topi resistenti al virus non trasformato e quelli vaccinati: era stato realizzato un potentissimo « supervirus » del vaiolo per il quale ad oggi, salvo la vaccinazione, non esiste cura (18).

Nel 2002 un gruppo di ricercatori della *State University* di New York hanno realizzato sinteticamente il genoma del virus della poliomielite, mescolando segmenti di DNA ottenuti via internet. Poi hanno aggiunto una proteina ed hanno ottenuto un nuovo virus in grado di paralizzare le cavie di laboratorio. Lo studio, pubblicato sulla rivista *Science*, offriva tutti gli elementi necessari per riprodurre l'esperimento (19).

Nell'ottobre del 2005 la rivista *Science* riceve uno studio che ricostruisce tutti i geni del virus dell'influenza (la c.d. « spagnola ») del 1918, ponendo così le basi per risolvere l'enigma sulle origini e la natura della pandemia alla cui soluzione si erano dedicati decine di

---

<http://www.un.org/en/conf/npt/2005/npttreaty.html>. I due Trattati sulle armi biologiche, tossiche e chimiche interdicono l'acquisizione, il possesso e il trasferimento di armi chimiche e biologiche e impongono il controllo dei materiali necessari per la loro realizzazione. Sul primo, entrato in vigore nel 1975, si veda <http://www.opbw.org/>; sul secondo, entrato in vigore nel 1997, si veda <http://www.opcw.org/chemical-weapons-convention/>.

(17) CATHERINE JEFFERSON, *Neuroscience, conflict and security: a dual-use dilemma*, in <http://blogs.royalsociety.org/in-verba/2012/02/08/neuroscience-conflict-and-security-a-dual-use-dilemma/>; National Research Council, *Emerging Cognitive Neuroscience and Related Technologies*, Washington DC, 2008.

(18) Lo studio sul supervirus del topo è stato pubblicato sul *Journal of Virology* nel 2001.

(19) Si veda A. POLLACK, *Scientists create a live polio virus*, in *New York Times*, 2 luglio 2002.

scienziati nel corso del XX secolo. La decisione di procedere alla pubblicazione desta molte perplessità: si teme che essa permetta a organizzazioni terroriste o a *biohackers* di riprodurre il virus responsabile della morte di un numero imprecisato di persone in tutto il mondo (tra 20 e 100 milioni). Gli editori di *Science* richiedono così un parere preventivo al NSAAB il quale decide all'unanimità che i benefici derivanti dalla diffusione dell'informazione superavano i possibili rischi. NSAAB suggerisce di pubblicare, insieme all'articolo, anche un editoriale che tratti gli aspetti della ricerca concernenti la biosicurezza (20).

Tutti questi casi hanno richiamato l'attenzione degli organismi nazionali e internazionali preposti alla sicurezza e alla tutela della salute sui pericoli derivanti dalle ricerche sulle scienze della vita e, in particolare, sulla biologia sintetica che, come si è visto nell'articolo già pubblicato, offre la possibilità di utilizzare componenti sintetiche di DNA per realizzare forme viventi non esistenti in natura. È stato in proposito affermato che i tumultuosi progressi verificatisi nelle scienze della vita e le attuali possibilità tecnologiche offerte dalla biologia sintetica e dalle scienze collegate hanno radicalmente modificato i confini del bioterrorismo, estendendone gli spazi e lo spettro delle minacce in modo smisurato (21).

##### 5. *Le reazioni istituzionali ai progressi nelle scienze della vita.*

Nel 2003 un rapporto della C.I.A. avverte che « *i progressi nelle biotecnologie possono creare una minaccia di aggressioni biologiche con agenti assai più pericolosi di ogni virus conosciuto* » (22). A seguito di questo rapporto vari editori di riviste scientifiche assumevano l'impegno, con una apposita dichiarazione, di predisporre sistemi interni di verifica se gli articoli da pubblicare avessero posto rischi per la sicurezza pubblica e di astenersi dalla pubblicazione se fosse stato

---

(20) JEFFERY K. TAUBENBERGER, JOHAN V. HULTIN, DAVID M. MORENS, *Discovery and characterization of the 1918 pandemic influenza virus in historical context*, in <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2391305/>.

(21) In realtà, le armi biologiche sono state usate da secoli. In genere, il primo caso che viene ricordato risale al 1346 allorché catapultarono cadaveri di vittime della peste all'interno della città di Kaffa, in Crimea, in modo da contagiare gli abitanti: vedi *Biological Weapons*, *cit.*

(22) C.I.A., Directorate of Intelligence, *The darker bioweapons future*, 3 novembre 2003, consultabile in <http://www.fas.org/irp/cia/product/bw1103.pdf>.

ritenuto che i rischi erano superiori ai benefici derivanti dalla circolazione delle informazioni contenute nell'articolo (23).

Di un anno dopo è il c.d. Rapporto Fink (24). Esso indica i mezzi per attenuare i rischi derivanti dalle ricerche scientifiche. Tra questi: una accurata informazione degli scienziati sui rischi connessi alle ricerche in determinate settori; un incremento di poteri dei comitati preposti al finanziamento delle ricerche nel settore delle biotecnologie per verificare tutti i potenziali rischi, non solo alla sicurezza nazionale, ma anche all'ambiente, delle ricerche per le quali era richiesto il finanziamento; l'incoraggiamento di pratiche di autocontrollo da parte della comunità scientifica sulle pubblicazioni e la diffusione delle informazioni.

Il Rapporto Fink suggerisce anche di costituire un apposito organo consultivo per offrire pareri e assistenza al governo sulla vigilanza delle ricerche con potenziali pericoli per la sicurezza. È così istituito il NSABB, composto da esperti nelle scienze biologiche e nella sicurezza, da rappresentanti di enti che finanziano la ricerca e da giuristi. Il NSABB (ne abbiamo riferito l'intervento nella vicenda dalla quale abbiamo preso le mosse) ha fissato dei criteri per evitare il diffondersi di informazioni scientifiche idonee a creare rischi non controllabili e ha predisposto codici di condotta, raccomandazioni e direttive per vigilare anche a livello internazionale sugli sviluppi delle ricerche su determinati argomenti e, specificatamente, sulle ricerche biogenetiche. Ad esempio, nel 2006 ha segnalato a tutti i centri di ricerca che sintetizzano e commercializzano il DNA l'opportunità di verificare la provenienza delle richieste ricevute, in modo da evitare di fornire materiali a acquirenti che potrebbero utilizzarli in modo non corretto.

## 6. *Quale governance nelle scienze della vita?*

La soluzione più semplice per risolvere il *dual-use dilemma* potrebbe sembrare quella di applicare gli stessi criteri già messi a punto e sperimentati nella ricerca sul nucleare: sottoporre a controllo e

---

(23) *Statement on scientific publication and security*, pubblicato su *Science, Nature, the Proceedings of the National Academy of Sciences* e sulle riviste pubblicate dalla *American Society for Microbiology*. Lo si può vedere su *Science*, 2003, 229, p. 1149. La dichiarazione è il frutto di un simposio tra editori, scienziati e esperti di sicurezza organizzato dalla *US National Academies of Science and the Center for Strategic and International Studies* nel gennaio del 2003.

(24) NATIONAL RESEARCH COUNCIL, *Biotechnology Research in an Age of Terrorism*, National Academies Press, 2004.

eventualmente a autorizzazione preventiva e censura successiva tutte le ricerche che possano avere effetti sulla sicurezza pubblica e sulla salute della collettività.

Ma nucleare e scienze della vita sono discipline assai diverse: rispetto all'energia nucleare che prevedeva solo un uso pacifico per la produzione di energia e un uso bellico per la creazione di bombe atomiche, incalcolabili e allo stato in gran parte imprevedibili sono i possibili usi benefici che possono scaturire dalle ricerche di ingegneria genetica e, oggi, di biologia sintetica, e altrettanto numerosi e imprevedibili possono essere gli usi distorti di queste discipline e i rischi connessi.

La *governance* degli sviluppi nelle scienze della vita e in particolare della biologia sintetica deve quindi soppesare questioni molto delicate: troppa libertà potrebbe condurre al verificarsi di rischi tuttora sconosciuti concernenti non solo l'ambiente e la salute, ma anche rapporti sociali e economici consolidati; troppe regole potrebbero impedire lo sviluppo di un settore estremamente promettente per i benefici che esso può offrire, anche proprio al fine della tutela della salute e dell'ambiente.

Proprio tenendo conto di queste peculiarità della biologia sintetica, il Rapporto Fink ha escluso che alle biotecnologie e alla biologia sintetica possano essere applicati gli stessi criteri utilizzati per controllare la ricerca sul nucleare e si è dichiarata contraria a regolamentazioni vincolanti dell'attività di ricerca e di pubblicazione scientifica osservando che lo sviluppo delle scienze biologiche, e specificatamente della biologia sintetica, propone problemi del tutto nuovi anche per ciò che riguarda la tutela dell'ambiente e della sicurezza e richiede quindi l'adozione di meccanismi di controllo che debbono essere appositamente studiati.

Quest'ultima conclusione è stata confermata di lì a qualche anno, nel 2006, dal c.d. Rapporto Lemon-Relman osservando: « *mentre ci sono lezioni della storia che debbono essere tenute presenti e mentre dobbiamo sfruttare gli insegnamenti che derivano dalla nostra esperienza con la tecnologia delle armi nucleari, le differenze tra la ricerca nucleare e la ricerca biologica sono troppo grandi per poter applicare anche a quest'ultima la stessa combinazione di non proliferazione, deterrenza e difesa* » (25).

Nello stesso tempo, è importante riuscire a comprendere tempestivamente gli effetti e i rischi dei prodotti della biologia sintetica e adottare le opportune misure prima che l'immissione sul mercato renda assai difficile effettuare operazioni di contenimento.

---

(25) Vedi nota 4.

L'atteggiamento verso questi problemi è marcatamente differente negli Stati Uniti e nell'Unione Europea.

7. *La scelta degli Stati Uniti: autoregolazione della comunità scientifica.*

Negli Stati Uniti, prevalgono nell'ambito della comunità scientifica le posizioni contrarie a forme di controllo o censura da parte di organi governativi o istituzionali, ritenute incompatibili con l'interesse generale allo sviluppo della ricerca, alla tutela della salute ed anche alla tutela della sicurezza.

La tesi ricorrente è che la difesa più efficace contro eventuali azioni di bioterrorismo è proprio una ricerca scientifica priva di vincoli e di costrizioni: « *il progresso scientifico ha creato i vaccini e gli antibiotici per combattere il bioterrorismo della natura, e sarà in grado di creare in futuro strumento contro il bioterrorismo prodotto dall'uomo. La trasparenza scientifica e non il segreto è l'unica difesa* » (26).

Mentre non sembra praticabile la soluzione di affidare a ciascuno scienziato o a ciascun centro di ricerca la valutazione sulla non pericolosità della ricerca e sulla pubblicazione dei dati relativi (sia perché, proprio in quanto interessati a vedere pubblicato il frutto della propria attività difficilmente sarebbero imparziali, sia perché certamente non avrebbero tutte le nozioni e le informazioni necessarie per valutare l'effettivo rischio per la sicurezza pubblica) (27) la soluzione che raccoglie un maggior numero di consensi è quella di affidare la predisposizione di meccanismi di autoregolazione alla comunità scientifica.

A sostegno dell'efficacia di questa possibilità molti adducono un noto caso di autoregolazione da parte della comunità scientifica, offerto proprio dall'ingegneria genetica, la c.d. moratoria di Asilomar.

Nel 1974, allorché l'ingegneria genetica era ai suoi albori, un gruppo di biologi molecolari aveva lanciato la proposta di una moratoria sugli esperimenti di ricombinazione del DNA, per il timore che potessero verificarsi pericoli per la salute umana o per l'ambiente e avevano sospeso la loro attività in attesa della fissazione di regole idonee. Era così stata convocata nel 1975 la *Asilomar Conference on*

---

(26) RONALD BAILEY, *Bird Flu Research Censorship is not a Good Idea*, 23 gennaio 2012 in <http://reason.com/blog/2012/01/23/is-bird-flu-research-censorship-a-good-i>.

(27) MICHAEL J SELGELID, *Governance of dual-use research: an ethical dilemma in Bulletin of the World Health Organization*, 2009, 87, pp. 645 ss. consultabile in [www.who.int/bulletin/volumes/87/9/08-051383/en/](http://www.who.int/bulletin/volumes/87/9/08-051383/en/).

*Recombinant DNA*. Lì 140 scienziati che operavano in questa disciplina, assistiti da alcuni scienziati politici e alcuni giuristi, stabilirono un insieme di regole in base alle quali sperimentazioni manifestamente non pericolose avrebbero potuto essere condotte in laboratori specificatamente attrezzati utilizzando precauzioni di ordinaria amministrazione, mentre sperimentazioni con maggiore margine di rischio, quali quelle effettuate su virus ancora vitali, avrebbero potuto essere effettuate solo adottando misure idonee ad evitare la diffusione accidentale degli organismi nell'ambiente o pericoli per la salute degli operatori e delle collettività. Infine, gli scienziati decisero di prorogare la moratoria per esperimenti condotti su organismi patogeni, in attesa della messa a punto di tecniche che offrirono elevate garanzie di sicurezza, in quel momento non ancora disponibili. Poco dopo, nel 1976, la moratoria fu sospesa perché il National Health Institute statunitense adottò integralmente le indicazioni contenute nella moratoria con le NIH *Guidelines for Research Involving Recombinant DNA*.

Si tratta di regole non vincolanti poste da un organo con poteri esclusivamente consultivi. Esse sono tuttavia seguite da tutti i centri di ricerca pubblici e privati statunitensi.

A questo modello si è sostanzialmente attenuta la Commissione federale per gli studi delle questioni bioetiche incaricata dal Presidente Obama di predisporre un rapporto a seguito dell'annuncio di Craig Venter di aver realizzato il primo organismo vivente artificiale (28). Il Rapporto individua cinque principi etici da tenere presenti nello sviluppo della biologia sintetica e di altre scienze della vita (29):

a) *Beneficio pubblico*, in base al quale la società e i governi debbono promuovere le attività private che abbiano le potenzialità di migliorare il benessere della collettività, vigilando sempre su possibili effetti negativi ed essendo sempre preparati a prendere in considerazione rischi precedentemente non considerati.

b) *Gestione responsabile*, in quanto l'essere umano si trova in una posizione tra gli esseri viventi di gestire il patrimonio naturale

---

(28) Vedi in questa *Rivista*, 2012, 2, p. 161 e ss.

(29) PRESIDENTIAL COMMISSION FOR THE STUDY OF BIOETHICAL ISSUES, *New Directions: The Ethics of Synthetic Biology and Emerging Technologies*, Washington, Government Printing Office, 2010. Il rapporto è stato oggetto di molti commenti nella stampa statunitense: proposita si vedano A. POLLACK, *US Bioethics Commission Gives Green Light to Synthetic Biology*, in *New York Times*, 16 dicembre 2010; J. KAISER, *Synthetic Biology Doesn't Require New Rules, Bioethics Panel Says*, in *Science Insider*, 16 dicembre 2010 in <http://news.sciencemag.org/scienceinsider/2010/12/synthetic-biology-doesnt-require.html?ref=hp>.

anche nell'interesse di coloro che non sono in grado di farlo, e la responsabilità è tanto maggiore quanto gli sviluppi tecnologici sono ancora non perfettamente chiari. Questo principio impone anche un accurato esame del rapporto tra rischi e benefici, evitando di favorire l'innovazione senza limiti a scapito di una corretta valutazione dei pericoli o, viceversa, cautele non necessarie a scapito dei possibili benefici derivanti dall'innovazione. Il criterio cui attenersi è, in sostanza, quello della vigilanza prudente da protrarre, con ogni opportuna verifica, mentre lo sviluppo della ricerca è in corso, con la massima disponibilità a modificare in un senso o nell'altro, le regole esistenti.

c) *Libertà e responsabilità*, dalle quali dipende la sopravvivenza degli ordinamenti democratici. La creatività dell'individuo è necessaria per espandere i limiti delle conoscenze umane e sviluppare tecnologie competitive sul mercato. La semplice possibilità di un *dual-use* delle conoscenze acquisite non può essere considerata sufficiente per porre limiti alla libertà intellettuale, che deve essere protetta e incoraggiata dalle Autorità.

d) *Decisioni democratiche*, fondate su un libero confronto delle diverse opinioni e delle diverse idee e sull'attiva partecipazione dei cittadini. Il presupposto è la ricerca di un accordo tra le diverse opinioni, ove possibile, e il mutuo rispetto delle reciproche posizioni quando l'accordo non è possibile. Questo principio comprende un aspetto di grande importanza per regolare le innovazioni tecnologiche e cioè il riconoscimento che nessuna decisione deve essere considerata definitiva, essendo sempre possibile modificarla o correggerla per effetto di dibattiti o di informazioni successive.

e) *Giustizia ed equità*, che attiene alla distribuzione dei benefici e degli oneri nella collettività. Questo principio deve trovare applicazione anche a livello internazionale, a tutti coloro che risentono gli effetti, positivi o negativi, delle ricerche nel settore della biologia sintetica.

Sulla base di questi principi, la Commissione ha ritenuto inopportuno disporre restrizioni alle ricerche attualmente in corso e imporre una moratoria sulla commercializzazione o l'uso di organismi biologicamente sintetizzati, essendo sufficiente una corretta applicazione del principio della prudente vigilanza.

Il Rapporto ha suscitato dissensi e proteste da parte di varie associazioni che operano nel settore della protezione dell'ambiente, della tutela della salute e dei diritti umani.

Nel marzo del 2012 è stato reso pubblico un documento che indica i principi da adottare per limitare i rischi posti dalle innovazioni nella biologia sintetica e richiede, fino a quel momento, che

venga imposta una moratoria sull'immissione nell'ambiente e la commercializzazione di tutti i prodotti ottenuti con tecniche di biologia sintetica, osservando che « autoregolazione equivale a nessuna regolazione » (30). Secondo il documento questi sono i principi da rispettare:

- I. Applicazione del principio di precauzione
- II. Adozione di specifiche regole con efficacia vincolante per la biologia sintetica
- III. Protezione della salute pubblica e di coloro che lavorano nei centri di ricerca
- IV. Tutela dell'ambiente
- V. Garanzia del diritto di conoscere del pubblico e della partecipazione democratica
- VI. Previsione di meccanismi di responsabilità delle imprese e dei produttori
- VII. Tutela della giustizia ambientale sociale e economica.

In realtà, il limite del modello etico adottato negli Stati Uniti per tener sotto controllo i rischi derivanti dalle innovazioni della biologia sintetica non è dato dal fatto che esso non ha efficacia formalmente vincolante, ma dal fatto che la sua efficacia è limitata ai soli Stati Uniti dove gli scienziati e i centri di ricerca accademici e in gran parte anche quelli privati rispettano le direttive provenienti dal NIH o da altri organismi rappresentativi della comunità scientifica, ancorché non vincolanti, in quanto eventuali violazioni porterebbero alla sospensione dei finanziamenti pubblici indispensabili per portare avanti le costose ricerche di biologia sintetica.

Il modello auto regolativo è difficilmente applicabile al di fuori del mondo scientifico statunitense e della particolare integrazione ivi esistente tra ricerca, università e finanziamento pubblico e quindi tra libertà di ricerca e la forte capacità persuasiva derivante dall'erogazione di sussidi pubblici.

Non esiste infatti attualmente nessun organo che, a livello sopranazionale, rappresenti la comunità scientifica in generale o suoi particolari settori di ricerca e sia in grado di emettere indicazioni o direttive vincolanti; inoltre, se un organismo di questo tipo esistesse, mancherebbero gli strumenti per garantire l'effettività delle sue decisioni.

Infatti, la globalizzazione, con il conseguente abbattimento delle distanze fisiche e delle barriere tra Stati, ha posto alla portata di tutti

---

(30) FRIENDS OF THE EARTH e altre 110 organizzazioni, *The Principles for the Oversight of Synthetic Biology*, marzo 2012 in [http://libcloud.s3.amazonaws.com/93/11/7/1204/1/Principles\\_for\\_the\\_oversight\\_of\\_synthetic\\_biology.pdf](http://libcloud.s3.amazonaws.com/93/11/7/1204/1/Principles_for_the_oversight_of_synthetic_biology.pdf).

la fuga dal proprio ordinamento giuridico e la possibilità di ricercare in altri ordinamenti giuridici ciò che il proprio ordinamento vieta o rende eccessivamente oneroso. È la *lex mercatoria* estesa non solo alle transazioni commerciali e finanziarie (che ne riflettono l'origine) ma a molteplici segmenti del sistema giuridico (31), tra i quali, per fare solo alcuni esempi, il campo della riproduzione, dell'eutanasia, del matrimonio e dello scioglimento del matrimonio, del consumo di sostanze stupefacenti e, appunto, della ricerca scientifica. Inevitabilmente, si creerebbe anche ricerca di ordinamenti che non aderiscono a direttive degli organismi che rappresentano la comunità scientifica internazionale o non si curano di farle rispettare (32).

#### 8. *Nell'Unione Europea: regole e principio di precauzione.*

Più articolata è la situazione all'interno dell'Unione Europea dove esistono normative e direttive riconducibili al principio di precauzione in modo da evitare e prevenire i rischi che possono derivare dall'evolversi delle nuove tecnologie (33).

All'interno dell'Unione Europea il principio di precauzione costituisce uno dei pilastri del diritto ambientale comunitario. Inserito dapprima — in modo generico e senza precisarne il contenuto — nel 1992 nel trattato di Maastricht (art. 130) è oggi previsto nell'art. 174 del trattato di Amsterdam ove (insieme con altri principi) sta alla base dell'obiettivo dell'Unione di garantire « *un elevato livello di tutela* » ambientale. Secondo la decisione del parlamento europeo del 23 ottobre 2007 che istituisce un secondo programma d'azione comunitaria in materia di salute (2008-2013), il principio di precauzione è un « *fattore chiave per la protezione della salute umana* », dell'ambiente e dei consumatori. In definitiva, il principio di precauzione entra in gioco quando vi è *incertezza scientifica*, cioè quando le informazioni o

---

(31) Sulla moderna *lex mercatoria* vedi FRANCESCO GALGANO, *Lex Mercatoria*; ALESSANDRO NASI, *Lex mercatoria: un diritto a la carte* in *Altalex* 13 marzo 2007 consultabile in [www.altalex.com/index.php?idnot=36260](http://www.altalex.com/index.php?idnot=36260); RALF MICHAELS, *The True Lex Mercatoria: Private Law Beyond the State*, in *Indiana Journal of Global Legal Studies*, 2007, 14, pp. 447-468, consultabile in [http://scholarship.law.duke.edu/faculty\\_scholarship/1822](http://scholarship.law.duke.edu/faculty_scholarship/1822).

(32) MARY WARNOCK, *Nature and Morality*, London, Continuum Books, 2003, p. 130.

(33) Va tuttavia detto che il principio di precauzione è assai meno chiaro di quanto sembra. « *Better safe than sorry* » è lo slogan che ne esemplifica il contenuto. Meglio assumere misure cautelari in anticipo, che pentirsi dopo che il danno si è verificato. Ma spesso le conoscenze della realtà sono approssimative; talvolta il rischio è sconosciuto, o sottostimato; in altri casi, è necessario correrlo per conseguire determinati vantaggi, o per eliminare situazioni di pericolo preesistenti.

le conoscenze scientifiche sono insufficienti, non conclusive, o contraddittorie. L'esame degli aspetti di carattere etico-giuridico connessi con l'applicazione del principio di precauzione è affidato nell'Unione Europea al Gruppo sull'etica nelle scienze e nelle nuove tecnologie (EGE), incaricato di redigere per la Commissione europea dei pareri che prendono in esame i nuovi sviluppi nella scienza e nelle nuove tecnologie per l'adozione di nuove regole e nuove strategie. Nella sua *presa di posizione del 18 novembre 2009 sulla biologia sintetica* l'EGE indica i possibili ambiti di applicazione a cui la valutazione etica si riferisce: produzione e sviluppo di carburanti biologici, produzione di materiali tessili e cosmetici, sviluppo di apparecchi diagnostici e terapeutici, sviluppo di vaccini e farmaci, forniture di alimentari e foraggi, come pure lotta contro l'inquinamento.

In realtà, la disciplina della biologia sintetica si iscrive in un quadro di regole già predisposto e sperimentato per le innovazioni nel campo della biotecnologia e dell'ingegneria genetica. Tra le normative di maggior rilievo vanno ricordate la direttiva 2001/18/CE che disciplina il rilascio nell'ambiente di organismi geneticamente modificati; il regolamento (CE) n. 1946/2003 che ha dato attuazione nell'ambito dell'Unione Europea al Protocollo di Cartagena sulla biosicurezza; la direttiva 98/81/CE che disciplina l'utilizzazione di organismi modificati.

#### 9. *Considerazioni conclusive.*

Il problema di fondo del principio di precauzione, che assume particolare rilievo proprio per le ricerche di biologia sintetica, è se gravi su chi promuove la nuova tecnologia e vuole darvi applicazione l'onere di dimostrarne l'innocuità, quando le conoscenze scientifiche in merito a possibili rischi dell'intervento esaminato manchino del tutto o siano il frutto di mere ipotesi. Secondo una rigida interpretazione del principio i prodotti ottenuti con nuove tecnologie non dovrebbero essere immessi sul mercato prima che la loro innocuità non sia sufficientemente comprovata, anche se ciò dovesse richiedere una lunga attesa.

In effetti, esempi come l'amianto, il DDT, il talidomide, i cloro-fluorocarburi (scoperti negli anni venti del secolo scorso e divenuti di uso comune prima che fossero scoperti i danni provocati alla fascia di ozono) le cui proprietà nocive e pericolose sono state scoperte a distanza di molto tempo dal momento della loro immissione nell'ambiente e sul mercato giustificano questo tipo di richiesta.

Tuttavia, non va dimenticato da un lato che proprio sull'incertezza si costruisce il progresso scientifico, d'altro lato che l'incertezza scientifica è a sua volta un dato incerto, in quanto può dipendere da

molti fattori. Può dipendere dalla mancanza di riscontri o prove che dimostrino che a un determinato intervento seguono conseguenze dannose. Si parla di incertezza scientifica anche allorché vi siano riscontri che dimostrano la possibilità di conseguenze dannose, ma divergono le valutazioni in merito alla probabilità del loro verificarsi, e quindi all'entità del rischio.

È certo tuttavia che è più che mai necessario evitare di ripercorrere lo stereotipo abituale per molte altre discipline che hanno preceduto la biologia sintetica, e specificatamente le nanoscienze, le biotecnologie e le tecnologie genetiche.

In particolare, sarebbe necessario evitare aprioristiche o fideistiche adesioni a posizioni o schieramenti. Questo significa formulare giudizi e valutazioni basati su una conoscenza dei fatti e su una loro serena valutazione, tenendo conto del fatto che l'applicazione del principio di precauzione non comporta necessariamente una opposizione ad ogni innovazione tecnologica ma il sostegno a tutte quelle che permettono di superare modalità di produzione e di consumo che fino ad oggi hanno consentito e incrementato il degrado dell'ambiente e l'irragionevole spreco delle risorse naturali.

L'adozione di nuove tecnologie non deve quindi essere considerata solo per i suoi aspetti di pericolo, ma anche per gli aspetti che permettono di conseguire nuovi livelli di benessere e nuovi e diversi modi di sviluppo. Infatti il rifiuto a priori di rischi nuovi con rigide applicazioni del principio di precauzione non è, come spesso si crede, una scelta di sicurezza e di tranquillità, ma un'implicita opzione per il mantenimento di rischi vecchi, vecchie tecnologie e vecchi centri di potere, spesso ben più pericolosi per la salute e per l'ambiente o, peggio ancora, una scelta di mantenere posizioni privilegiate di benessere economico a danno di tutti coloro che vi sono esclusi.

Tutto ciò non significa, naturalmente, che possano essere ignorati o sottovalutati i pericoli posti dalla biologia sintetica: essendo ormai comunemente accettato che l'ambiente sano e non degradato costituisca l'oggetto di un diritto fondamentale dell'individuo, le innovazioni che essa propone potrebbero infatti collidere con la tutela di un vero e proprio diritto umano all'ambiente. E non c'è dubbio, a questo proposito, che allo stato manchino regole e limiti per disciplinare la ricerca e gli investimenti in questo settore.

In conclusione, nel caso della biologia sintetica è necessaria una valutazione ponderata e obiettiva dei vantaggi e dei rischi di ciascuna singola innovazione: ma il dato di partenza deve sempre essere la situazione attuale e la sua proiezione futura.

S. NESPOR, *La biologia sintetica. Il dual-use dilemma*, in *Rivista Giuridica dell'Ambiente*, Milano, Giuffrè, 2012, n. 3-4, pp. 357-374.

Questa è la seconda parte di un articolo sullo sviluppo della biologia sintetica focalizzato sugli aspetti etici della ricerca scientifica in questo settore. In particolare l'articolo esamina la reazione all'annuncio di un virus artificiale e il dibattito concernente la pubblicazione del rapporto scientifico. Il punto principale della discussione ha riguardato gli effetti del *dual use dilemma* applicato alle scienze naturali e alla biologia sintetica. L'articolo esamina i differenti approcci negli Stati Uniti e in Europa.

*This is the second part of an article on the development of synthetic biology, focused on some ethical aspects of the scientific research in this field. In particular, the article examines the reactions on the announcement of a manmade lethal virus and the debate concerning the publication of the scientific report. The main point of the discussion has concerned the effects of the dual-use dilemma applied to the life sciences and to the synthetic biology. The article surveys the different approaches in the United States and in Europe.*