

MATTM, *Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, La Strategia nazionale per la biodiversità*, 2010, https://www.minambiente.it/files/archivio/allegati/biodiversita/Strategia_Nazionale_per_la_Biodiversita.pdf; E. BIONDI, C. LASEN, G. SPAMPINATO ET AL., *Habitat*, in ISPRA, *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend*, a cura di P. Genovesi, P. Angelini, E. Bianchi et al., Rapporti, nr. 194, Roma 2014, http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto-194/Rapporto_2014_194.pdf/view; SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, *Global biodiversity outlook 4. Summary and conclusions*, Montréal 2014, <https://www.cbd.int/gbo/gbo4/gbo4-summary-en.pdf>; F. STOCH, F. RONCHI, P. GENOVESI, *Fauna: Introduzione, Risultati generali*, in ISPRA, *Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend*, a cura di P. Genovesi, P. Angelini, E. Bianchi et al., Rapporti, nr. 194, Roma 2014, http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto-194/Rapporto_2014_194.pdf/view; WWF, *World wild Fund for nature, Living planet report. 2018: aiming higher*, ed. M. Grooten, R.E.A. Almond, Gland 2018, https://www.wwf.org.uk/files/2018-10/LPR2018_Full%20Report.pdf; IPBES, *Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, The global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Summary for policymakers*, ed. S. Diaz, J. Settele, E.S. Brondizio et al., Bonn 2019, https://ipbes.net/files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf; UNEP, *United Nations environment Programme, GEO-6. Summary for policymakers*, Cambridge 2019, https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27539/GEO6_2019.pdf?sequence=1&isAllowed.

Tutte le pagine web si intendono visitate per l’ultima volta il 4 luglio 2020. Valentina Rastelli

BIOETICA. – LA BIOETICA COME ETICA PUBBLICA. LA BIOETICA COME DISCIPLINA PRATICO-GIURIDICA. LA BIOETICA COME SAPERE SECOLARE. LA CENTRALITÀ DEL PRINCIPIO DI AUTONOMIA. UNA NUOVA AGENDA PER LA BIOETICA DEL 21° SECOLO? UNA NUOVA DEFINIZIONE: LA NASCITA DELLA ‘BIOETICA GLOBALE’. SUPERAMENTO O RIDEFINIZIONE DELL’ANTROPOCENTRISMO? UN’ALTRA STORIA DELLA BIOETICA? NUOVA BIOETICA, NUOVI PRINCIPI? PROBLEMI APERTI. Bibliografia

La bioetica è una disciplina relativamente giovane. Una descrizione esaustiva del suo stato attuale e dei suoi compiti futuri non può tuttavia prescindere dal ricostruirne la storia. La versione canonica della nascita della bioetica è offerta dall’eticista statunitense Albert Jonsen nel suo libro *The birth of bioethics* (1998). Secondo Jonsen, la bioetica ha un’origine precisa: si sviluppa a partire dagli anni Sessanta del secolo scorso, nelle società occidentali e in particolare negli Stati Uniti, ed è il prodotto di determinati fattori scientifici, sociali e culturali. Il progresso delle nuove tecnologie biomediche, l’*ethos* liberale con la sua insistenza sulla libertà dell’individuo e l’ideologia di mercato creano una nuova concezione del rapporto medico-paziente, che sostituisce il tradizionale paternalismo medico che affidava all’autorità del curante il monopolio delle decisioni in materia sanitaria. La tesi della ricostruzione storica di Jonsen

è che la bioetica rappresenta la nuova etica medica delle società occidentali tecnologicamente avanzate e secolarizzate, nata per risolvere problemi nuovi, cui l’etica medica tradizionale non era più in grado di dare risposte soddisfacenti. Queste sono le caratteristiche fondamentali con cui la bioetica è giunta ai giorni nostri.

LA BIOETICA COME ETICA PUBBLICA. – La bioetica non è nata nelle aule universitarie, ma si è sviluppata al crocevia tra sapere scientifico, pratiche e istituzioni sociali: di qui la sua natura strutturalmente pubblica, irriducibile a una specifica scuola o corrente accademica. Questo è il motivo per cui, a metà del Novecento, la bioetica ha ridato slancio e vitalità alla filosofia morale: i problemi posti dallo sviluppo della scienza hanno indotto l’etica a tornare a occuparsi di questioni concrete, lasciando da parte l’astrattezza delle discussioni metodologiche e metaetiche che a quell’epoca impegnavano prevalentemente la ricerca filosofica. Il carattere interdisciplinare della bioetica – che rende difficile definire in modo esauriente la figura professionale del ‘bioeticista’ – è diretta conseguenza del compito che le è stato attribuito: filosofi e teologi, scienziati e giuristi, medici ed economisti sono stati incaricati di mettere a punto una serie di strumenti per pensare e per risolvere questioni sociali, politiche e giuridiche di immediata rilevanza sociale.

LA BIOETICA COME DISCIPLINA PRATICO-GIURIDICA. – Questo quadro consente anche di spiegare perché a un approccio teorico, prevalente soprattutto nei primi anni, si sia progressivamente affiancata un’attitudine pratica sempre più marcata, che risponde all’esigenza di mettere a punto soluzioni realistiche a problemi concreti. La monotonia di parte della letteratura bioetica degli ultimi anni deriva dalla tensione tra queste due anime: la comprensione delle questioni di senso è spesso finalizzata (e subordinata) alla soluzione di dilemmi etici e giuridici. Paradossalmente, è proprio questa vocazione pubblica e politica, e dunque storicamente collocata, che vivacizza la discussione sulle questioni etiche poste dalla scienza, a minacciare l’universalità della bioetica stessa. Questo conflitto è emerso con particolare evidenza nel dibattito italiano degli ultimi quarant’anni, caratterizzato da una perenne guerra culturale tra opposti schieramenti che pretendono di detenere il monopolio della verità e di indirizzare le politiche pubbliche. Ne è derivata una teoria, quella che oppone il paradigma laico della ‘qualità della vita’ e il paradigma cattolico della ‘sacralità della vita’, che, modellata sul caso italiano a livello politico e sociologico, non rende conto della varietà dei principi e degli schieramenti che compongono il campo della bioetica a livello internazionale.

LA BIOETICA COME SAPERE SECOLARE. – La bioetica ha strutturalmente a che fare con il problema del pluralismo, non solo perché opera all’incrocio tra saperi

differenti, ma perché è nata in circostanze storiche e geografiche particolari: le società occidentali tecnologicamente avanzate, composte di individui e comunità che non condividono una visione comune del bene, i cosiddetti «stranieri morali», secondo la fortunata formula del filosofo e biologo statunitense Hugo Tristram Engelhardt jr. In ragione della conflittualità potenziale che porta con sé, il pluralismo richiede di essere regolato: richiede di conciliare posizioni valoriali estreme (si pensi alle dispute sulla liceità dell'interruzione volontaria di gravidanza, v. ABORTO, che proseguono da decenni in diverse parti del mondo) e di produrre soluzioni etiche e giuridiche che, senza reclamare universalità, siano considerate legittime dalla maggior parte dei cittadini. La bioetica tende sempre più a pensarsi come una metodologia adatta a favorire il dialogo tra i differenti attori del dibattito sulla biomedicina. E questa è la ragione per cui si è secolarizzata, adottando un registro concettuale che ha indotto i bioeticisti ad abbandonare il discorso sui fondamenti o ad affrontarlo in termini puramente razionali. I teologi sono a poco a poco scomparsi dal discorso sulla bioetica o sono diventati interlocutori tra altri, sempre più restii a esprimersi in termini teologici. Come ha suggerito il filosofo italiano Maurizio Mori, il momento simbolicamente più rilevante di questo processo di secolarizzazione può essere individuato nella decisione (1971) di porre un laico, il ginecologo olandese André Hellegrers, a capo del neonato Kennedy Institute of ethics presso l'università gesuitica di Georgetown (Washington, D.C.). Da questo punto di vista, possiamo distinguere due fasi fondamentali nella storia della bioetica: dopo un primo momento in cui le confessioni religiose, soprattutto cristiane, hanno accettato di secolarizzarsi, la deteologizzazione è stata vissuta come perdita della specificità del discorso religioso. Si è manifestata dunque in modo esemplare la dinamica che il filosofo scozzese Alasdair MacIntyre ha definito «polarità» di adattamento e rifiuto del moderno: se il discorso religioso si adatta alla modernità rinuncia alla sua connotazione specifica; se la rifiuta diventa settario e perde la possibilità di far sentire la propria voce a livello politico e legislativo.

LA CENTRALITÀ DEL PRINCIPIO DI AUTONOMIA. – La bioetica può dirsi moderna non solo perché ha secolarizzato il suo registro argomentativo, ma perché ha riconosciuto l'autodeterminazione individuale come principio fondante delle scelte morali dei soggetti che compongono una data società. L'esempio più eclatante di questo riconoscimento si può ricavare dalla storia delle diverse edizioni dei *Principles of biomedical ethics* (1979) dei filosofi statunitensi Tom Lamar Beauchamp e James Franklin Childress, i più autorevoli rappresentanti del modello concettualmente egemone in bioetica, quello laico e liberale di stampo anglosassone. Gli autori propongono una teoria etica pluralista e coerentista che, almeno inizialmente, intendeva descrivere i principi bioetici fondamentali: autonomia, be-

neficenza, non maleficenza e giustizia. Nelle situazioni etiche concrete, tali principi avrebbero dovuto essere sottoposti a un processo di specificazione e di bilanciamento, senza che tra essi venisse stabilita alcuna gerarchia *a priori*. In realtà, nel corso degli aggiornamenti dell'opera, il ruolo della libertà decisionale dell'individuo si è notevolmente accresciuto, fino a fare del principio di autonomia il cardine attorno al quale ruotano gli altri tre principi. Ora, se l'insistenza sul principio di autonomia, in bioetica come in altri campi della società, ha certamente avuto un effetto emancipatorio in termini di libertà individuali e di diritti civili (si pensi alle battaglie, condotte anche in Italia in anni recenti, per l'autodeterminazione in campo sanitario sul fronte del fine vita), è altresì vero che la teoria etica liberale, incentrata sulla tutela della libertà di scelta dell'individuo, non sembra in grado di affrontare adeguatamente la cosiddetta *slippery slope*, la «china scivolosa» innescata dallo sviluppo tecnico e dal nodo di questioni politiche ed economiche che ne deriva. Viene ignorata, insomma, una questione decisiva: chi controlla la tecnologia? E si evidenzia un'impasse paradossale: il pensiero liberale, nato per difendere l'individuo dai soprusi dell'autorità umana, finisce per restare vittima del potere, altrettanto temibile, della tecnica e dell'economia.

UNA NUOVA AGENDA PER LA BIOETICA DEL 21° SECOLO? – Negli ultimi anni queste contraddizioni sono diventate impellenti. Le difficoltà connesse al processo di globalizzazione e al multiculturalismo (v. TRANSCULTURALISMO), la crisi ecologica planetaria e lo scoppio della pandemia (v.) da Covid-19 (*Coronavirus disease 2019*) hanno ampliato l'agenda della bioetica e avviato un inedito dibattito, tuttora in corso, sulla storia, sui principi e sulla definizione stessa della bioetica. La crisi ambientale ha riproposto i problemi della giustizia ecologica intergenerazionale e dell'interdipendenza di tutte le forme di vita, non solo umane. La pandemia, a sua volta, ha sollevato dilemmi sulla necessità di limitare alcune libertà individuali per tutelare la salute pubblica o sul modo di allocare risorse sanitarie in situazioni di scarsità estrema. Tre sono i punti decisivi di questo nuovo dibattito: la consapevolezza del fatto che le questioni bioetiche più urgenti richiedono ormai soluzioni globali e di lungo periodo; una rinnovata attenzione alle determinanti sociali e ambientali del concetto di salute; la critica alla separazione tra etica medica ed etica della natura in nome di un approccio maggiormente integrato. Tutto questo non significa che i temi tradizionali dell'etica medica siano scomparsi dal dibattito pubblico e accademico. Le questioni di inizio e quelle di fine vita, il *genome editing* (v. BIOTECNOLOGIE) e l'*enhancement*, la gravidanza per altri (v. anche FECONDAZIONE) e la medicina di precisione restano centrali, ma a essi si sono sovrapposti problemi nuovi, nati dall'esperienza di una situazione di crisi e di estrema vulnerabilità sociale e sanitaria a livello mondiale.

UNA NUOVA DEFINIZIONE: LA NASCITA DELLA 'BIOETICA GLOBALE'. – Questo processo di ridefinizione ha portato alla nascita della cosiddetta bioetica globale. Suo punto di riferimento privilegiato è l'oncologo olandese Van Rensselaer Potter (anche se non vanno dimenticati i contributi del teologo eterodosso francese Pierre Teilhard de Chardin e del filosofo tedesco-statunitense Hans Jonas). Sin dalla metà degli anni Settanta, Potter si dichiarò sempre insoddisfatto della rigida suddivisione tra etica medica ed etica ambientale, che aggirava il legame imprescindibile tra la disciplina che si occupa delle conseguenze a breve termine dell'impatto della tecnica sulla vita dei malati, e quella che tematizza le determinanti sociali e ambientali della salute e della vita umana, sviluppando una visione a lungo termine dei rapporti tra l'uomo e le altre forme di vita sulla Terra. Potter coniò il termine *bioetica globale* per sollecitare un approccio più ampio e inclusivo ai temi della salute e della vita. Sulla scorta delle sue indicazioni, la bioetica globale si articola su un triplice livello: si occupa della salute di tutti gli esseri umani e non solo degli abitanti delle società occidentali tecnologicamente avanzate; ha a che fare con il benessere e la sopravvivenza delle generazioni future, così come con la salvaguardia del mondo ambiente nel suo complesso e la sopravvivenza del pianeta Terra. Il termine *globale* acquisisce una portata che trascende la dimensione puramente spaziale e geografica, 'inglobando' gli esseri umani futuri e gli enti non umani, facendosi carico della vita del pianeta e della sua costitutiva vulnerabilità: la salute globale mira al benessere del tutto. Una preoccupazione non dissimile da quella dell'enciclica di papa Francesco, la *Laudato si'*, pubblicata nel 2015, in cui si saldano l'attenzione per l'ecologia e quella per le crescenti disuguaglianze sociali a livello planetario, in nome di una maggiore consapevolezza dell'intima connessione di tutte le realtà che compongono il creato; consapevolezza che entra in potenziale conflitto con una cultura scientifica e tecnologica la quale, in alcuni casi, sembra svilupparsi all'insegna della separazione tra i viventi e del perfezionismo. Si è molto discusso se il pontificato di Francesco rappresenti una reale svolta nella concezione della bioetica delle gerarchie ufficiali della Chiesa cattolica romana. Il tema non può essere risolto in poche righe, ma sinteticamente possiamo notare come, nelle pagine dell'enciclica, emerga una concezione della natura come legame creaturale, diversa dalla concezione tradizionale, assai diffusa in ambito cattolico, della natura come ordine da cui trarre indicazioni normative stringenti sul piano etico e politico.

SUPERAMENTO O RIDEFINIZIONE DELL'ANTROPOCENTRISMO? – La presa di coscienza della crisi ecologica si è tradotta anche in una crescente sensibilità pubblica nei confronti della natura. Dal punto di vista filosofico, si è radicalizzato il processo che, più o meno a partire

dalla metà del secolo scorso, aveva già portato a un allargamento delle categorie tradizionali dell'etica, da sempre concentrata in modo pressoché esclusivo sul rapporto interumano (o sul rapporto umano-divino). La relazione degli esseri umani con la natura e con gli esseri viventi diversi dall'uomo è diventata un problema morale e ha iniziato a essere valutata in termini etici, come un insieme di azioni giuste o ingiuste, lecite o illecite, buone o cattive. Questo percorso si è tradotto in una critica dell'antropocentrismo, quell'atteggiamento teorico secondo cui il valore di tutto ciò che è va pensato in rapporto al beneficio o all'utilità che arreca agli esseri umani. Sotto accusa è finita anche la natura concepita esclusivamente sul modello delle scienze naturali e quindi ridotta a mero spazio concettuale, oggettivabile e quantificabile. Si è cercato di recuperare un interesse morale per l'ambiente che nasce nell'incontro quotidiano con un mondo che non può essere ridotto a un insieme di pure variabili quantitative di spazio, tempo e movimento. Non è chiaro, tuttavia, se tale percorso debba condurre a un ripensamento dell'antropocentrismo, liberato dall'angustia degli schemi culturali tradizionali, o al suo rifiuto. Rimane controverso, insomma, se l'ambiente debba continuare a essere considerato, seppure con uno sguardo lungimirante e rivolto alla tutela delle generazioni future, come un patrimonio degli esseri umani (o più in generale degli esseri senzienti) o se invece, più radicalmente, sia necessario accordare un valore intrinseco alla natura e spingersi ad affermare i diritti di tutti gli enti naturali.

UN'ALTRA STORIA DELLA BIOETICA? – Il cambiamento di agenda politica e le discussioni attorno al concetto di bioetica globale non potevano non portare a una ridefinizione della storia stessa della bioetica. La ricostruzione di Jonsen è stata contestata, in particolare, dal bioeticista olandese Henk ten Have, che ne ha sottolineato la parzialità: lungi dall'essere oggettiva e neutrale, essa presupporrebbe una definizione specifica e una particolare idea dei temi, dei principi e delle istituzioni che dovrebbero costituirne il campo. La storia di Jonsen, secondo ten Have, presuppone i concetti di invenzione e di esportazione: la bioetica sarebbe stata inventata in un determinato contesto e successivamente esportata in tutto il mondo in seguito all'avanzamento dei processi di modernizzazione economica e tecnologica; presupporrebbe inoltre una precisa, sebbene non esplicita, filosofia della storia, o, per l'esattezza, una teoria della secolarizzazione come processo inarrestabile e irreversibile, destinato a diffondersi su scala globale. L'implicita identificazione di modernità e secolarizzazione – recentemente messa in discussione anche da un autore come il sociologo austriaco-statunitense Peter Berger – si tradurrebbe in una forma di pensiero eurocentrico e imperialistico la cui unità di misura è il modello di sviluppo sociale e culturale del mondo occidentale, che viene meccanicamente applicato alle culture non occidentali. Non

è questo il luogo adatto per entrare nel merito della questione posta da ten Have; è sufficiente osservare come, nel momento in cui si ridefinisce (globalizzando) il concetto di bioetica, cambia anche la sua storia. Se la bioetica è pensata prevalentemente come etica medica, essa è effettivamente nata in America a metà del Novecento. Se la bioetica è pensata come un'etica della natura nel senso globale del termine, la sua genesi storica diventa molto più ampia. La sfida del futuro, in tal modo, diventa quella di integrare la bioetica dei Paesi occidentali tecnologicamente avanzati con la bioetica del resto del mondo: il che, va fatto notare, rimanda perlopiù a una storia che deve ancora essere scritta.

NUOVA BIOETICA, NUOVI PRINCIPI? PROBLEMI APERTI. – Se la discussione riguardo ai temi e alla storia della bioetica del 21° sec. sembra procedere in modo abbastanza chiaro e lineare, la questione relativa ai principi di cui essa dovrebbe fare uso è molto più complicata. È certamente vero che lo spostamento dell'asse della discussione su un livello globale sembra avere provocato una relativizzazione del principio di autonomia, che, se da un lato non può più essere considerato come un magico passe-partout adatto a risolvere qualsiasi problema, dall'altro richiede anche di essere calato in realtà sociali e culturali differenti da quella in cui esso è nato (si pensi alle discussioni sul modo in cui è possibile intendere il consenso informato nei Paesi non occidentali). Ed è altrettanto vero che, per risolvere questioni globali come il cambiamento climatico o la gestione della pandemia, non è sufficiente una regolazione di tipo esclusivamente nazionale e statale, ma diventano necessarie politiche e azioni coordinate di tipo sovranazionale. Il punto controverso, tuttavia, è se sia possibile definire un insieme di valori e principi transculturali universalmente validi o se la bioetica sia costretta ad arrendersi di fronte alla molteplicità dei contesti entro cui è praticata. Sorge il problema di come sia possibile arrivare a definire questi principi senza ricadere in una forma di etnocentrismo che pensa l'universalità dei valori come allargamento a tutto il pianeta dei valori occidentali. Una soluzione plausibile fa leva sul ruolo delle istituzioni internazionali (per es., l'OMS, *Organizzazione Mondiale della Sanità*, o l'UNESCO, *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) come luogo idoneo alla costruzione di un insieme di principi minimi universalmente condivisi, che dovrebbero poi venire articolati e ridiscussi all'interno delle specifiche culturali, dando vita a una dialettica locale-globale che sfugga a qualsiasi logica di imperialismo culturale e che proceda secondo una sorta di metodo deliberativo allargato su scala internazionale. Non è possibile, in questo momento, predire gli sviluppi e gli esiti di questo processo. È evidente, infatti, che sui temi maggiormente controversi (dall'eutanasia all'aborto, dalla sperimentazione su embrioni alla regolazione del cambiamento

climatico) permane un profondo disaccordo tra le varie realtà locali. Più che a una ridefinizione dei principi tradizionali della bioetica occidentale, al momento sembra si stia assistendo a una loro sempre più estesa moltiplicazione: ai quattro originari principi di Beauchamp e Childress ne sono stati aggiunti altri – come la dignità, la vulnerabilità, la solidarietà sociale, il rispetto delle diversità culturali –, senza che si sia ancora giunti a una teoria comprensiva che consenta una loro sistematizzazione complessiva.

BIBLIOGRAFIA: T.L. BEAUCHAMP, J.F. CHILDRESS, *Principles of biomedical ethics*, New York 1979, 2012⁷ (trad. it. Firenze 1999); H.T. ENGELHARDT JR, *The foundation of bioethics*, New York 1986 (trad. it. *Manuale di bioetica*, Milano 1991); V.R. POTTER, *Global bioethics. Building on the Leopold legacy*, East Lansing (Mich.) 1988; A.R. JONSEN, *The birth of bioethics*, New York 1998, 2003²; P. BERGER, G. DAVIE, E. FOKAS, *Religious America, secular Europe? A theme and variations*, New York 2008 (trad. it. *America religiosa, Europa laica? Perché il secolarismo europeo è un'eccezione*, Bologna 2010); M. MORI, *Manuale di bioetica. Verso una civiltà biomedica secolarizzata*, Firenze 2010; *Handbook of global bioethics*, ed. H.A.M.J. ten Have, B. Gordijn, Dordrecht 2014; *Encyclopedia of global bioethics*, ed. H.A.M.J. ten Have, Dordrecht 2016. Si veda inoltre *Laudato si'*, 2015, http://www.vatican.va/content/francesco/it/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_encyclica-laudato-si.html (13 luglio 2020). Luca Savarino

BIOINFORMATICA. – BREVE STORIA. GLI IMPATTI. Nella ricerca scientifica. Nella medicina. Nell'industria farmaceutica. Nella biotecnologia industriale. **CONCLUSIONE.** Bibliografia. Webgrafia

La bioinformatica è la disciplina scientifica che utilizza o sviluppa metodi computazionali per lo studio della biologia. Il suo impatto nel mondo di oggi si può trovare principalmente in quattro ambiti: innanzitutto, nella ricerca scientifica, dove la bioinformatica ha sbloccato intere linee di ricerca che dipendono dalla corretta analisi di enormi quantità di dati generate dalle cosiddette tecnologie omiche (per es., la proteomica che sottende la misura simultanea di tutte le proteine presenti in un certo sistema, come la cellula), nonché per simulare e interpretare sistemi complessi, come ecosistemi o altri network biologici; in secondo luogo, nella medicina, dove un'identificazione sempre più granulare di malattie con origine nel DNA (*DeoxyriboNucleic Acid*), quali le malattie genetiche o il cancro, è resa possibile dall'analisi del DNA stesso attraverso metodi propri della bioinformatica, con importanti conseguenze per la diagnostica; in terzo luogo, nell'industria farmaceutica (v. FARMACO), dove il processo di scoperta e sviluppo di nuove terapie è costellato da metodi bioinformatici che spaziano dalla simulazione di nuove molecole farmacologicamente attive alla modellazione della farmacodinamica e della farmacocinetica, che predicono l'efficacia di una nuova terapia quando amministrata a un paziente; e infine, nell'industria biotecnologica o alimentare, dove la bioinformatica si occupa