

## Non Animal Methods: una svolta etica e scientifica in corso?

Marco Celentano\*

NON-ANIMAL METHODS: AN EPOCHAL ETHICAL AND SCIENTIFIC TURNING POINT?

ABSTRACT: The new millennium has seen, in Great Britain, in the United States and, albeit with greater fluctuations and resistance, in the European Union, institutions and companies invest significant amounts in the emerging sector of the technologies alternative to animal testing, generally grouped under the acronyms NAT (Non-Animal Technologies) or NAM (New Approach Methodologies). Innovative techniques that, in addition to reducing the number of animals forced into captivity, suffering and early death for research purposes, are, in the areas in which they have been applied so far, more reliable, rapid and economical than traditional animal testing. The article offers an overview of the developments that have characterized this sector, in the last two decades, and of their current orientations, proposing, in the final section, some reflections on their scientific, social and ethical relevance.

KEYWORDS: animal testing; Non-Animal Technologies; “in vitro”; “in silico”; organoids; organ-on-a-chip; omics technologies

ABSTRACT: Il nuovo millennio ha visto, in Gran Bretagna, negli Stati Uniti e, sia pure con maggiori fluttuazioni e resistenze, nell’Unione Europea, istituzioni e aziende investire ingenti somme nel settore emergente delle tecnologie alternative alla sperimentazione animale, generalmente raggruppate sotto gli acronimi NAT (*Non-Animal Technologies*) o NAM (*New Approach Methodologies*). Tecniche innovative che, oltre a ridurre il numero di animali costretti alla cattività, alla sofferenza e alla morte precoce per scopi di ricerca, risultano, negli ambiti in cui sono state finora applicate, più affidabili, rapide ed economiche della sperimentazione animale tradizionale. L’articolo offre una panoramica degli sviluppi che hanno caratterizzato questo settore negli ultimi due decenni e dei loro attuali orientamenti proponendo, nella sezione finale, alcune riflessioni sulla loro rilevanza scientifica, sociale ed etica.

PAROLE CHIAVE: esperimenti animali; tecnologie non animali; “in vitro”; “in silico”; organoidi; organo su chip; tecnologie omiche

SOMMARIO: 1. Introduzione – 2. Sperimentazione in vivo e monitoraggio dei dati sulla sofferenza animale – 3. Tecnologie del nuovo millennio: lo sviluppo dei *metodi non animali* nel primo quarto del XXI secolo – 4. Principali tipologie

\*Marco Celentano, Professore associato, Università di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Lettere e Filosofia. Mail: [marco.celentano@unicas.it](mailto:marco.celentano@unicas.it). Contributo sottoposto a doppio referaggio anonimo.

di *Non-Animal Technologies* oggi in uso – 5. In che misura è oggi praticabile l'obiettivo di una *cruelty-free science*? – 6. Uno sguardo al dibattito in campo etico-filosofico – 7. Dilemmi etici insuperabili?

## 1. Introduzione

Diverse testimonianze attestano che la vivisezione fu praticata, come embrionale metodo di indagine scientifica, già nell'antico Egitto e nella Grecia classica<sup>1</sup>, e non meno antico risulta l'uso di animali per forme ancestrali di test tossicologici<sup>2</sup>. Dagli albori delle scienze mediche alla fine del XX secolo, queste tecniche sono, poi, indubbiamente, progredite in modo 'esponenziale' ma sono anche rimaste le principali, per non dire le sole, pratiche utilizzate per fare ricerca e sperimentazione di base e applicata sugli effetti di determinati trattamenti o sostanze in settori come l'anatomia, la neurofisiologia, la tossicologia, la farmacologia, la cosmetica, l'industria bellica.

Si tratta di tecniche che, come è stato evidenziato anche da alcuni contributi raccolti nel volume 2/2021 di questa rivista<sup>3</sup>, hanno indubbiamente consentito, nel corso dei secoli, importanti avanzamenti nella comprensione dei modi in cui funzionano i corpi animali, e negli sviluppi della ricerca medica e farmacologica.

D'altra parte, con evidenza non minore sono emersi, soprattutto a partire dal secondo Novecento, i limiti che questo tipo di ricerca mostra sul piano scientifico, i rischi per la vita e la salute umane che essa può comportare, e le problematiche etiche legate al fatto che le procedure standard in questo ambito implicano, ancora oggi, per di più di cento milioni di animali all'anno, prigionia, stress cronico e morte precoce e, per gran parte di essi, lesioni, malattie, quotidiana sofferenza fisica e psichica<sup>4</sup>.

Basti qui citare il dato, universalmente condiviso, secondo il quale non meno del 90% dei farmaci testati su animali si rivela poi inutilizzabile per l'uomo<sup>5</sup>, e ricordare quattro tra i casi più tragici di immissione in commercio di prodotti testati, secondo procedure standard, su due diverse specie animali modello, che si sono rivelati poi altamente tossici, e causa di danni irreversibili o morte, per gli esseri umani.

Il primo riguardò lo sciroppo per la tosse *Elixir Sulfanilamide* ottenuto, negli anni Trenta, da un ricercatore della *Massengill Company*, sciogliendo la sulfanilamide nel glicole dietilenico. Un composto che si rivelò altamente tossico, provocando la morte di più di cento persone, in gran parte bambini.

Non meno gravi furono le conseguenze del dietilstilbestrolo, estrogeno di origine sintetica sviluppato dall'Università di Oxford e messo in commercio senza brevetto, somministrato, dall'inizio degli anni Quaranta, alle donne in gravidanza come prevenzione o cura per un'ampia serie di sintomi e rischi, *per oltre*

<sup>1</sup> Cfr. M. R. MONTINARI, *La sperimentazione animale dall'antichità al diciannovesimo secolo*, in *Journal of History of Medicine*, 29/2, 2017, 467, 468.

<sup>2</sup> Cfr. F. MORELLI, *Viaggio nella storia della Farmacia: l'Età antica*, in *Farmacianews*, 03/05/22, <https://www.farmacianews.it/viaggio-nella-storia-della-farmacia-leta-antica/>.

<sup>3</sup> Cfr. *BioLaw Journal*, 2, <https://teseo.unitn.it/biolaw/issue/view/133>.

<sup>4</sup> Cfr. S. CAGNO, *Sperimentazione animale: un male da sconfiggere*, Firenze, 2015.

<sup>5</sup> Cfr. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, *Roadmap to Reducing Animal Testing in Preclinical Safety Studies*, 10 aprile 2025, <https://www.fda.gov/media/186092/download>, 1.

un trentennio, prima che i suoi effetti fortemente nocivi (che includono forme di cancro che si manifestano nella discendenza di linea femminile solo molti anni dopo la nascita) fossero dimostrati<sup>6</sup>.

Il caso più noto e tragico resta però quello della Talidomide, farmaco introdotto nel 1957 dalla compagnia tedesca *Grünenthal* come presunto rimedio contro insonnia e nausea per le donne in gravidanza che, distribuito in quaranta paesi, provocò, come è noto, la nascita di circa 10.000 bambini affetti da focomelia, con arti ridotti o assenti<sup>7</sup>.

Risale, invece, al 2006 il caso dell'«anticorpo monoclonale TGN1412, che ha causato una sindrome da rilascio di citochine potenzialmente letale in volontari umani, nonostante fosse apparso sicuro negli studi preclinici sulle scimmie. Questa tragedia ha evidenziato i limiti dei modelli animali per alcuni anticorpi monoclonali immuno-attivanti e ha stimolato gli sforzi per sviluppare test in vitro per prevedere meglio le risposte specifiche dell'uomo»<sup>8</sup>.

A partire dai primi anni del nuovo millennio è venuta, infatti, emergendo la possibilità di sviluppare tecniche alternative alla sperimentazione animale che, secondo orientamenti oggi prevalenti anche a livello legislativo e programmatico in aree come gli USA, l'UK e l'UE, se adeguatamente implementate potrebbero, nel giro di pochi decenni, rimpiazzarla, se non totalmente almeno in ampia misura, in molti settori di ricerca. Si tratta, tuttavia, di orientamenti che, come vedremo, suscitano ancora forti perplessità in una parte della comunità scientifica.

## 2. Sperimentazione in vivo e monitoraggio dei dati sulla sofferenza animale

Tra gli autorevoli contributi raccolti nel volume 2/2021 di *BioLaw* per il Forum «La sperimentazione con gli animali in Italia: opinioni a confronto», quello proposto da Giacomo Rizzolatti, neuroscienziato universalmente noto per aver guidato il team che ha prodotto l'importante scoperta dei neuroni specchio, esprime una posizione particolarmente netta a favore della sperimentazione animale sostenendo che:

- essa è scientificamente affidabile e risulta indispensabile per il progresso della ricerca medica e farmacologica;
- le *Non-Animal Technologies* possono coadiuvarla ma non sostituirla;
- l'argomento della «presunta sofferenza» degli animali da laboratorio su cui insistono i movimenti anti-specisti sia, in realtà, inconsistente, o irrilevante, in quanto dati dell'AMA (*American Medical Association*) dimostrerebbero che «il 94% degli animali da esperimento non sono esposti a sofferenza»<sup>9</sup>.

Discuteremo innanzitutto quest'ultima tesi, analizzando dati e fonti cui rinvia, mentre l'ultima parte del paragrafo introdurrà, attraverso il ricorso a un'altra autorevole fonte, una discussione sulle due tesi che la precedono.

<sup>6</sup> Cfr. K. JENSEN, *Relazione sulle sostanze chimiche dannose per il sistema endocrino*, Relazione - A4-0281/1998 Parlamento Europeo, 23/08/1998, [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-4-1998-0281\\_IT.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-4-1998-0281_IT.html).

<sup>7</sup> Cfr. R. BRYNNER, S. TRENT, *Dark remedy. The impact of thalidomide*, New York, 2001.

<sup>8</sup> FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, *op. cit.*, 2. Traduzione mia.

<sup>9</sup> G. RIZZOLATTI, *Sperimentazione animale: un dibattito privo di senso?*, in *BioLaw Journal*, 2, 2021, cit., 10.

Come conferma un precedente articolo dello stesso Rizzolatti<sup>10</sup>, il dato secondo il quale solo un 6% degli animali da laboratorio subirebbe sofferenze rilevanti è tratto dalla *Prefazione* al Libro Bianco *Use of Animals in Biomedical Research: The Challenge and Response* dell'AMA, del 1989, firmata da Rita Levi Montalcini<sup>11</sup>. Prefazione che, a sua volta, rinviava, sul tema, ad altra fonte: la tabella inclusa nel rapporto del Dipartimento Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) pubblicato l'anno precedente, e intitolato *Animal Welfare Enforcement Report - Fiscal Year 1988*<sup>12</sup>, qui di seguito riportata.

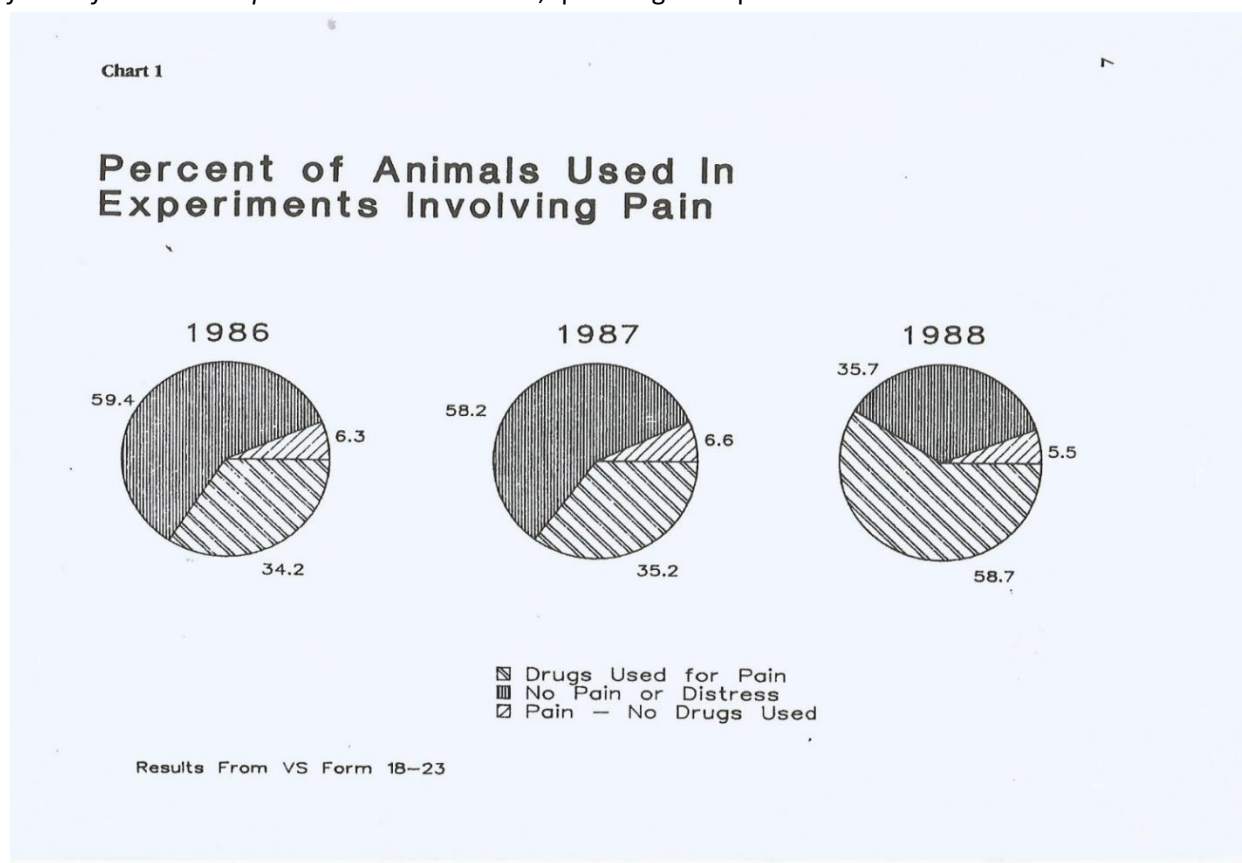


Figura 1<sup>13</sup>.

Si tratta, dunque, di un dato che fa riferimento, non a una dimensione globale, ma al solo territorio statunitense. Particolare, quest'ultimo, non irrilevante per poter leggere e contestualizzare correttamente il

<sup>10</sup> G. RIZZOLATTI, *Terra piatta e sperimentazione animale*, in *Gazzetta di Parma*, 4 febbraio 2020, <https://www.gazzetta-diparma.it/editoriale/2021/11/27/news/terra-piatta-e-sperimentazione-animale-l-opinione-di-rizzolatti-110418/>.

<sup>11</sup> Cfr. AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, *L'uso degli animali nella ricerca scientifica*, in *libro bianco*, prefazione di Rita Levi Montalcini, Bologna 1995.

<sup>12</sup> UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, ANIMAL, PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE, REGULATORY ENFORCEMENT AND ANIMAL CARE, *Animal Welfare Enforcement Report*, in Digital Library «Internet Archive», Fiscal Year 1988, <https://archive.org/details/CAT88887564016/page/n3/mode/2up>, 7.

<sup>13</sup> UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE, Regulatory Enforcement and Animal Care, *Animal Welfare Enforcement Report - Fiscal Year 1988*, 7. Documento archiviato nella Digital Library «Internet Archive», consultabile al link: <https://archive.org/details/CAT88887564016/page/n3/mode/2up>.

dato stesso. Negli USA, infatti, vigono ordinamenti che *consentono di omettere dalle statistiche ufficiali tutti gli animali usati per la sperimentazione non coperti dall'Animal Welfare Act (AWA)*<sup>14</sup>. Ovvero, non solo gli invertebrati, ma anche intere classi di vertebrati come i pesci e gli uccelli e alcune specie di mammiferi, in particolare topi e ratti. Vale a dire, come osserva L. Bertrand nell'articolo *Unseen Suffering: A Critical Examination of USDA Reporting on Animals in Laboratories*, pubblicato sul sito *Science Advancement & Outreach* dell'organizzazione *People for the Ethical Treatment of Animals* nel 2025, "la stragrande maggioranza"<sup>15</sup> o, secondo le stime riportate in un articolo di L. Carbone del 2021, addirittura, il 99% di tutti gli animali utilizzati in laboratorio negli USA. Si tratta, naturalmente, soltanto di stime, ma esse forniscono un quadro abbastanza chiaro della situazione: in pratica, *quasi tutti* gli animali usati per la sperimentazione negli Stati Uniti, *non essendo protetti dall'AWA, non vengono conteggiati* dallo *U.S. Department of Agriculture*<sup>16</sup>. Il dato riportato dall'*Animal Welfare Enforcement Report*, secondo il quale solo il 6% degli animali da laboratorio usati per la sperimentazione negli USA sarebbe sottoposto a pratiche dolorose va, dunque, contestualizzato chiarendo che esso risulta attendibile solo in riferimento *al 6% di quella esigua percentuale del numero complessivo di animali utilizzati che viene effettivamente censita dall'USDA*, mentre non fornisce alcuna informazione sul grado di sofferenza cui è esposta quella altissima percentuale di tali animali composta da topi, ratti, pesci e «purpose-bred birds» (principalmente polli) che, secondo le stime riportate da diverse autorevoli fonti, ne rappresentano, come abbiamo visto, più del 90%<sup>17</sup>.

Non ci si può, infine, esimere dal notare che il documento da cui il dato è ricavato, risalendo a circa 37 anni fa (1988), è inevitabilmente datato e pertanto poco attendibile rispetto al contesto attuale. Non a caso la sua riproduzione integrale in «Internet Archive» è preceduta dall'avvertenza: «Documento storico archiviato. Non dare per scontato che il contenuto rifletta le attuali conoscenze scientifiche, politiche o pratiche»<sup>18</sup>. Consiglio a mio avviso opportuno, a maggior ragione tenendo conto del fatto che dati più recenti, come il rapporto triennale pubblicato nel 2023 dallo stesso USDA, riferiscono che, negli Stati Uniti,

<sup>14</sup> Cfr. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, *Animal Welfare Act and Animal Welfare Regulations*, versione integrale aggiornata al 2023, [https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/ac\\_bluebook\\_awa\\_508\\_comp\\_version.pdf](https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/ac_bluebook_awa_508_comp_version.pdf), 6.

<sup>15</sup> L. BERTRAND, *Unseen Suffering: A Critical Examination of USDA Reporting on Animals in Laboratories*, 2025, <https://www.scienceadvancement.org/reflections/unseen-suffering-a-critical-examination-of-usda-reporting-on-animals-in-laboratories/>.

<sup>16</sup> Cfr. su questo i dati, suddivisi per tipologie e/o specie animali, riportati, a riguardo, sul sito della American Anti-Vivisection Society, <https://aavs.org/animals-science/animals-used/>.

<sup>17</sup> Secondo dati riportati nella pagina del sito della Stanford University School of Medicine dedicata alla «animal research», circa il 95% degli animali usati per esperimenti negli USA sono roditori (<https://med.stanford.edu/animalresearch/facts-and-myths.html>). Secondo gli autori dell'articolo *Ethical considerations regarding animal experimentation* (*Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 63, 2, suppl. 3, 2022, E255–E266, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9710398/#:~:text=Rodents%2C%20particlarly%20mice%20and%20rats,animal%20models%20for%20scientific%20research>), a livello globale, topi, ratti e «uccelli allevati appositamente» (purpose-bred birds) rappresentano almeno il 90% degli animali da laboratorio.

<sup>18</sup> Cfr. 1 del documento consultabile, come già indicato, al link: <https://archive.org/details/CAT88887564016/page/n3/mode/2up>.

nel solo periodo 2021-2023, si è registrato un incremento del 9% delle procedure e dei test che implicano dolore e sofferenze medio-alti per gli animali coinvolti e non prevedono l'uso di analgesici o anestetici<sup>19</sup>. Per quanto riguarda le altre due questioni cui accennava Rizzolatti (il grado di affidabilità scientifica della sperimentazione animale e la possibilità o impossibilità di una sua graduale sostituzione con forme di *Non-Animal Technologies*), si tratta indubbiamente di tematiche in merito alle quali, come si è accennato, non c'è, oggi, nella comunità scientifica, consenso unanime né un indirizzo nettamente prevalente. È, piuttosto, in corso un acceso dibattito che coinvolge, come è facile intuire, diversi orientamenti e portatori di interessi economici e scientifici, pubblici e privati.

Per chi voglia approcciarsi ad un sintetico, ma ben documentato, quadro dello 'stato dell'arte' in questo campo, possono però fungere da utile introduzione i primi capoversi del «Background» con cui si apre la *Roadmap to Reducing Animal Testing in Preclinical Safety Studies*, pubblicata dalla *Food and Drug Administration* statunitense il 10 aprile 2025:

«Vi è una crescente consapevolezza scientifica del fatto che gli animali non forniscono modelli adeguati per la salute e le malattie umane. Oltre il 90% dei farmaci che appaiono sicuri ed efficaci negli animali non ottiene l'approvazione della FDA negli esseri umani, principalmente a causa di problemi di sicurezza e/o efficacia. I dati basati sugli animali si sono rivelati predittori particolarmente scarsi del successo di un farmaco per diverse malattie comuni, tra cui il cancro, l'Alzheimer e le malattie infiammatorie [...]. Al contrario, alcuni composti che sono apparsi sicuri nei modelli animali si sono rivelati letali negli studi sull'uomo. Questi esempi evidenziano differenze fisiologiche fondamentali tra gli esseri umani e altre specie animali. A causa dei limiti della sperimentazione animale e delle preoccupazioni etiche relative alla sperimentazione animale, la comunità scientifica ha posto maggiore attenzione sulle *New Approach Methodologies* (NAM). Le NAM comprendono sistemi in vitro basati sull'uomo, modellazione in silico e altre piattaforme innovative in grado di valutare collettivamente immunogenicità, tossicità e farmacodinamica nell'uomo e offrono l'opportunità di migliorare la rilevanza predittiva dei test preclinici sui farmaci, riducendo o sostituendo al contempo l'uso di animali. Le NAM offrono anche un enorme potenziale di risparmio sui costi. Le recenti modifiche legislative hanno evidenziato la disponibilità del Congresso a innovazioni normative. Alla fine del 2022, il Congresso [...] ha «eliminato il requisito di utilizzare studi su animali» per la domanda di autorizzazione per i farmaci biosimilari (BLA). Questa politica storica ha autorizzato la FDA ad accettare le NAM in sostituzione degli studi su animali»<sup>20</sup>.

### 3. Tecnologie del nuovo millennio: lo sviluppo dei *metodi non animali* nel primo quarto del XXI secolo

Nel corso degli anni Novanta, gli sviluppi della tossicologia molecolare e cellulare (ramo della ricerca medica che studia gli eventi molecolari che portano a effetti tossici a livello cellulare e sistemico in seguito all'esposizione a sostanze chimiche) iniziarono a far comprendere alla comunità scientifica che era possibile giungere a una graduale emancipazione della ricerca tossicologica dai test in vivo, sostituendoli

<sup>19</sup> Cfr. CRUELTY FREE INTERNATIONAL, *USDA report reveals alarming rise in painful animal experiments*, 27/01/2025, <https://www.crueltyfreeinternational.org/usda-report-reveals-alarming-rise-in-painful-animal-experiments/>.

<sup>20</sup> FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, *op. cit.* Traduzione mia.





progressivamente con sperimentazioni effettuate su linee cellulari umane (in vitro), simulazioni elaborate al computer (in silico) e altre emergenti tecnologie.

Derivò da questa consapevolezza la scelta di impegnare fondi sempre più ingenti per l'implementazione di tali tecnologie alternative portata avanti, a partire dal decennio successivo, sia da importanti compagnie private del settore farmaceutico e biomedico, sia dai più importanti enti istituzionali competenti in aree come l'UK, gli USA e l'UE<sup>21</sup>.

Il primo quarto del XXI secolo ha così visto l'introduzione, il rapido sviluppo e la progressiva validazione di una serie di nuove tecnologie, comunemente indicate con le sigle NATs (*Non-Animal Technologies*) o, più recentemente, NAMs (*New Approach Methodologies*), già oggi capaci di sostituire efficacemente la sperimentazione animale in alcuni settori di ricerca (anche se certamente non ancora in tutti) offrendo risultati più predittivi per l'uomo, in tempi più rapidi e con costi assai più ridotti.

Un primo importante passo in questa direzione va fatto risalire alla pubblicazione dello studio *Toxicity Testing in the 21st Century: a Vision and a Strategy*, commissionato dall'*Environmental Protection Agency* statunitense al *Committee on Toxicity Testing and Assessment of Environmental Agents* del *National Research Council*, al fine di promuovere un approccio innovativo ai test di tossicità, pubblicato nel 2007.

Tre anni dopo il Parlamento Europeo, che già nel 1991 aveva istituito il Centro Europeo per la Validazione dei Metodi Alternativi (ECVAM), e dal 2004 con l'adozione del REACH (*Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals*) si era impegnato a promuovere tali metodi, emanava la direttiva 2010/63/UE<sup>22</sup>.

Un documento che, pur continuando a considerare l'impiego di animali vivi nella ricerca «necessario per tutelare la salute umana e animale e l'ambiente»<sup>23</sup>, compiva un importante passo programmatico in direzione del suo superamento assumendo l'obiettivo della completa sostituzione delle procedure su animali vivi «non appena ciò sia scientificamente possibile»<sup>24</sup>.

Tuttavia, se la UE e gli Stati Uniti hanno funto da apripista per gli sviluppi di questo settore di ricerca, un ruolo di avanguardia al suo interno se lo è presto guadagnato il Regno Unito che, nel 2015, pubblicando la *Non-Animal Technologies Roadmap for the UK*, redatta dall'agenzia governativa *Innovate UK* in collaborazione con il *National Centre for the Replacement Refinement and Reduction of Animals in Research*, il *Biotechnology and Biological Sciences Research Council*, l'*Engineering and Physical Sciences Research Council* e il *Medical Research Council*, lanciava una sfida epocale che, nonostante alcune oscillazioni, sostanzialmente, continua ancora a implementare: giungere, in pochi decenni, ad una quasi completa sostituzione della sperimentazione in vivo con metodi di ricerca che non contemplano l'uso di animali<sup>25</sup>.

L'anno dopo (2016), Caterina Lucchini, pubblicando sul *Notiziario Chimico Farmaceutico* un'inchiesta sugli sviluppi in corso nel settore, poteva legittimamente intitolarlo «Un mercato da oltre 26 miliardi di

<sup>21</sup> In anni recenti, anche in paesi come Canada, Giappone, Cina e Corea del Sud si sono avviati processi volti a incrementare l'uso delle metodologie non animali.

<sup>22</sup> Il documento è consultabile, in versione integrale, al link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010L0063-20190626&from=EN>.

<sup>23</sup> Cfr. «Direttiva 2010/63/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 settembre 2010 sulla protezione degli animali utilizzati a fini scientifici», pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea del 20/10/2010, punto 10, p. 276/34, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0063>.

<sup>24</sup> *Ibidem*.

<sup>25</sup> Il documento è consultabile, in versione integrale, al link: [https://nc3rs.org.uk/sites/default/files/documents/NonAnimalTechCO082\\_RYE\\_4\\_nrfinal2.pdf](https://nc3rs.org.uk/sites/default/files/documents/NonAnimalTechCO082_RYE_4_nrfinal2.pdf).

dollari»<sup>26</sup> facendo riferimento proprio ai dati e alle previsioni riportati in quel documento programmatico britannico. Ovvero, a dati relativi al fatturato complessivo e al Tasso Annuo di Crescita Composto (*Compound Annual Growth Rate: CAGR*) riscontrati, negli anni precedenti, nei principali comparti di mercato legati alle NAT.

La previsione secondo la quale il fatturato complessivo del settore avrebbe superato di lì a tre anni i 26 miliardi di dollari, riportata nel titolo dell'inchiesta, era infatti ricavata da dati e proiezioni presentati alla pagina 4 della *Non-Animal Technologies Roadmap* britannica: «si stima che nel 2018 il mercato globale basato sulle colture cellulari per la ricerca in ambito farmacologico, sicurezza e tossicologia raggiungerà 21,6 miliardi di dollari. A cui aggiungere, secondo le proiezioni, 2,9 miliardi di dollari che deriveranno dal mercato delle cellule staminali pluripotenti indotte (iPS) e altri 2,2 miliardi di dollari per le colture cellulari 3D entro il 2019»<sup>27</sup>. Stime che, sottolineavano gli estensori, pur risultando indicative solo di una parte dei flussi economici connessi alle NAT, erano in grado di segnalarne l'«enorme potenziale».

A questi calcoli l'autrice affiancava, dal canto suo, dati rilevati da un'altra fonte: il rapporto *In Vitro Toxicity Testing: Technologies and Global Market* pubblicato nel 2014 dalla BCC Research, compagnia attiva dal 1971 e specializzata in analisi e previsioni di mercato, secondo il quale il mercato dei test tossicologici in vitro valeva, già da solo, «4,9 miliardi di dollari nel 2012» e avrebbe raggiunto «quasi 9,9 miliardi nel 2017, con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 14,7% per il quinquennio 2012-2017»<sup>28</sup>. «Tenendo presente che sono cifre, già grandi, ma riferite solamente al mercato globale dei test in vitro in ambito tossicologico», sottolineava a sua volta Gianni Dal Negro, intervistato in proposito da Lucchini, «possiamo immaginare quanto importante sia il valore di quello che comprende anche i kit e i metodi applicati alla ricerca»<sup>29</sup>.

Previsioni sostanzialmente confermate, o solo in modesta misura ridimensionate, dai tassi di incremento che il comparto ha poi effettivamente realizzato nel decennio successivo. Infatti, anche se resta molto difficile raccogliere dati globali sugli sviluppi di un settore così diversificato al proprio interno, i dati relativi ai suoi principali sotto-settori attestano, per il periodo 2017-2022, un costante e rilevante incremento degli investimenti pubblici e privati, delle innovazioni tecnologiche e dei metodi validati<sup>30</sup>.

Il triennio 2022-2025 ha poi registrato, in questo settore, almeno due fenomeni meritevoli di attenzione. Il primo: la convergenza, quasi simultanea, di organismi come la Commissione Europea, il Congresso statunitense e il governo del Regno Unito verso il varo di programmi di sviluppo pensati per accelerare il

<sup>26</sup> Cfr. C. LUCCHINI, *Un mercato da oltre 26 miliardi di dollari Metodi alternativi alla sperimentazione animale*, in *Notiziario Chimico Farmaceutico*, giugno 2016, <https://static.tecnichenuove.it/notiziariochimicofarmaceutico/2016/12/Metodi-alternativi-alla-sperimentazione-animale.pdf>.

<sup>27</sup> *Ivi*, 39.

<sup>28</sup> *Ibidem*.

<sup>29</sup> *Ibidem*. Riguardo alle proiezioni per il prossimo quinquennio, secondo un report prodotto nel 2022 dalla piattaforma Market Research.com, il global non-animal alternative testing market dovrebbe arrivare a fatturare, entro il 2030, una cifra superiore ai 29 miliardi di dollari, con un CAGR annuo del 13,48%. Cfr. MARKET RESEARCH, *Non-Animal Alternative Testing Market By Technology*, giugno 2022, <https://www.marketresearch.com/Allied-Market-Research-v4029/Non-Animal-Alternative-Testing-Technology-32498434/>.

<sup>30</sup> Alcuni studi stimano che il flusso complessivo di capitali legato alle N.A.M. sia stato, nell'ultima decina d'anni, inferiore a quello previsto dalla Roadmap britannica del 2015. Cfr., ad esempio, il rapporto pubblicato dall'agenzia Global Market Insight nell'ottobre 2024, <https://www.gminsights.com/it/industry-analysis/non-animal-alternative-testing-market>.





cammino verso una piena sostituzione della sperimentazione animale con approcci «cruelty-free. Il secondo: il ruolo chiave che le cittadinanze di questi paesi hanno svolto nello spingere le istituzioni che li governano in questa direzione.

Nel 2022, la Commissione Europea pubblicava, in occasione del trentesimo anniversario della fondazione dell'ECVAM (*European Centre for Validation of Alternative Methods*), un report firmato dalla biologa Laura Gribaldo, del Joint Research Centre, intitolato *Non-Animal Models in Science: Challenges and Future Directions*. Documento di carattere strettamente scientifico che mirava a offrire, tramite una serie di tabelle, risposte circostanziate alla domanda «Why using human based models in biomedicine?», supportando l'idea che, almeno in questo ambito, sarebbe possibile, nel giro di qualche decennio, realizzare una svolta capace di onorare al contempo «scienza ed etica»<sup>31</sup>. Ne riassumeva in forma discorsiva i contenuti un articolo pubblicato nello stesso anno da Gribaldo e Dura sulla rivista *Animals*:

«I modelli in vivo vengono utilizzati nella ricerca biomedica per riprodurre patologie umane e sviluppare nuovi farmaci. Tuttavia [...] il loro utilizzo non è riuscito a identificare nuove terapie efficaci per molte malattie non trasmissibili ad alta prevalenza [...] Di conseguenza, circa il 90% dei farmaci fallisce negli studi clinici, in particolare nell'ambito della ricerca sul cancro e sulla malattia di Alzheimer»<sup>32</sup>.

D'altra parte, osservavano le autrici, «modelli basati sull'uomo, tecniche di imaging avanzate e studi epidemiologici sull'uomo possono aumentare la nostra comprensione dell'eziologia e della patogenesi delle malattie e consentire lo sviluppo di terapie sicure ed efficaci. In particolare, quando vengono utilizzati tessuti umani, possono produrre risultati più rapidi, economici e [...] predittivi per l'uomo»<sup>33</sup>.

L'articolo illustrava gli studi condotti dal «Laboratorio di Riferimento dell'UE per le alternative alla sperimentazione animale (EURL-ECVAM) [...] per produrre una base di conoscenze unificata che descrivesse in dettaglio i modelli non animali applicati in diverse aree della ricerca biomedica»<sup>34</sup> e, in particolare, in sette suoi settori: «malattie delle vie respiratorie, disturbi neurodegenerativi, cancro al seno, immuno-oncologia, autoimmunità, malattie cardiovascolari e immunogenicità dei medicinali avanzati»<sup>35</sup>.

L'«obiettivo finale» di eliminare gradualmente, almeno nell'ambito delle «valutazioni della sicurezza chimica», «la sperimentazione animale e sostituirla con alternative scientificamente valide che non prevedono l'uso di animali»<sup>36</sup> su tutto il territorio UE, espresso in quei documenti, è stato poi ribadito dal Report *Non-Animal Methods in Science and Regulation*, pubblicato dall'EURL ECVAM nel 2024. Un rapporto pensato per offrire supporto scientifico ai lavori che la Commissione Europea sta svolgendo per mettere a punto la *roadmap* per una graduale dismissione dei test in vivo che dovrebbe partire a marzo del 2026<sup>37</sup>. Un programma al cui varo hanno attivamente contribuito, come lo stesso report comunitario ricorda, le pressioni che l'opinione pubblica europea è riuscita a esercitare, in questo caso, principalmente attraverso

<sup>31</sup> Cfr. L. GRIBALDO, *Non-Animal Models in Science: Challenges and Future Directions*, <https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/250399/STOALG%20presentation%20dr%20Gribaldo.pdf>, 2.

<sup>32</sup> L. GRIBALDO, A. DURA, *EURL ECVAM Literature Review Series on Advanced Non-Animal Models*, in *Animals*, 12, (17), 2022, 2180 e sgg., <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/17/2180>.

<sup>33</sup> *Ibidem*. Traduzione mia.

<sup>34</sup> *Ibidem*.

<sup>35</sup> *Ibidem*.

<sup>36</sup> *Ibidem*. Sul territorio europeo risultavano attivi, in quell'anno (2022), 38 laboratori autorizzati allo sviluppo di metodi alternativi e le metodologie non animali convalidate da ECVAM superavano la sessantina.

<sup>37</sup> Documento scaricabile al link: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC141304>.

due recenti *Iniziative dei Cittadini Europei* (ICE): «Stop Vivisection» e «Save Cruelty Free Cosmetics – Commit to a Europe Without Animal Testing» che hanno raccolto, complessivamente, oltre un milione di firme<sup>38</sup>.

Se l'UE si sta avviando, pur non senza timori e riserve, in questa direzione, il Regno Unito, nonostante alcune discutibili scelte fatte negli ultimi anni, con l'introduzione di nuove deroghe al divieto di testare i cosmetici sugli animali che hanno suscitato aspre polemiche, resta, a livello globale, il paese che più spinge in direzione di un graduale superamento dei test in vivo. A febbraio del 2024, il governo allora in carica aveva destinato 20 milioni di sterline a progetti finalizzati all'implementazione dei metodi alternativi, raddoppiando la cifra stanziata negli anni precedenti, mentre l'attuale governo, insediatosi a luglio del 2024, ha preannunciato una tabella di marcia operativa finalizzata ad approfondire il dialogo con stakeholder scientifici, industria e ONG per l'implementazione dei NAMs entro la fine del 2025.

Il *National Centre for the Replacement, Reduction, and Refinement of Animals in Research*, finanziato direttamente dal governo del Regno Unito, resta ad oggi uno dei centri di ricerca più accreditati del settore a livello internazionale e rappresenta, come ricorda Isabella De Angelis, ricercatrice dell'Istituto Superiore di Sanità, tra i più autorevoli esperti italiani in questo campo, un «punto di riferimento europeo - sia per il rigore scientifico che per i finanziamenti erogati»<sup>39</sup>.

A sua volta, la *Food and Drug Administration* statunitense ha annunciato ad aprile del 2025 una *roadmap* in base alla quale i test obbligatori sugli animali dovranno essere gradualmente sostituiti da metodi «più efficaci e pertinenti per l'uomo»<sup>40</sup>.

#### 4. Principali tipologie di *Non-Animal Technologies* oggi in uso

Le principali tipologie di oggi in uso possono essere suddivise, come è illustrato dalla tabella 2 posta in chiusura di questo paragrafo, in almeno sette raggruppamenti:

Tecnologie in vitro basate, principalmente, su esperimenti eseguiti su colture cellulari, visualizzate con avanzate tecniche microscopiche. Procedimenti che, per limitarci a pochi esempi, già oggi, possono efficacemente sostituire la sperimentazione animale in ambiti come i test di irritazione, sensibilizzazione e tolleranza cutanea usando tessuti umani ricostituiti, nella valutazione dell'efficacia e sicurezza dei farmaci utilizzando linee cellulari umane o cellule staminali, nelle valutazioni di impatto ambientale tramite la sperimentazione su colture cellulari animali (ad esempio pesci). I modelli in vitro vengono utilizzati però anche come tecnologie di supporto, contribuendo a diminuire il numero di animali sacrificati per la ricerca, anche in molti altri settori in precedenza dipendenti esclusivamente dalla sperimentazione in vivo, come i test di valutazione della capacità di nuove molecole, nuovi farmaci o nuovi trattamenti chimico-fisici di inibire le infettività virali e gli eventuali rischi che il loro uso potrebbe comportare.

<sup>38</sup> EURL ECVAM, *Status Report 2024 Non-Animal Methods in Science and Regulation*, febbraio 2025, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC141304>, 8.

<sup>39</sup> I. DE ANGELIS in C. LUCCHINI, *op. cit.*

<sup>40</sup> Il documento in cui tali annunci sono contenuti è la *Roadmap to Reducing Animal Testing in Preclinical Safety Studies*, pubblicata dalla FDA statunitense nell'aprile 2025, scaricabile al link: [https://www.fda.gov/files/newsroom/published/roadmap\\_to\\_reducing\\_animal\\_testing\\_in\\_preclinical\\_safety\\_studies.pdf](https://www.fda.gov/files/newsroom/published/roadmap_to_reducing_animal_testing_in_preclinical_safety_studies.pdf).

Tecnologie in silico (silicio) che comprende tutte le ricerche condotte utilizzando programmi informatici capaci di simulare, sulla base di calcoli probabilistici, reazioni chimiche e biologiche che avvengono a livello molecolare, cellulare o tissutale creandone e rendendone visualizzabili dei modelli. Tra i modelli i più usati, nell'ambito della chimica computazionale, il PCM (*Polarizable Continuum Model*) «che simula l'interazione tra un gruppo chimico o biochimico e l'ambiente umido in cui è inserito» rendendo così descrivibile la relazione tra soluto e solvente in tutti i tipi di preparazione biologica in cui una struttura molecolare «sia a contatto con una soluzione ospitante»<sup>41</sup>. Anche le metodologie basate sul calcolo della Relazione Quantitativa Struttura-Attività Tridimensionale (3D QSAR) oggi capaci, grazie a diverse migliorie apportate nel corso del tempo, di prevedere in modo molto affidabile gli effetti fisici, biochimici e biologici delle molecole, sulla base di un'analisi delle loro strutture e proprietà tridimensionali, sono oggi ampiamente usate nei test tossicologici, nella sperimentazione farmacologica e in altri ambiti con livelli di attendibilità superiori a quelli offerti dalla sperimentazione animale<sup>42</sup>.

Protocolli di ricerca misti che prevedono l'uso di entrambe queste metodologie, e che procedono tramite esperimenti svolti in parallelo, ma indipendentemente l'uno dall'altro, di cui poi si confrontano metodicamente i risultati. «Un esempio evoluto di metodologia mista in silico/in vitro», osservava G. Tadolini in un articolo del 2022, «è rappresentato dalla tossicogenomica, disciplina che unisce tossicologia e genomica al fine di studiare gli effetti della tossicità di un composto sul genoma e, di conseguenza, sull'organismo. Le principali tecnologie tossicogenomiche sono: la trascrittomica e la tecnologia mRNA, molto utili in oncologia per interpretare la relazione tra espressione genica e composti oncogeni che la modificano»<sup>43</sup>. Tecniche che anche il CNR italiano ha in parte contribuito a implementare brevettando nel 2004 un set di test tossicologici che consentiva di «diminuire drasticamente» il numero di animali (nello specifico topi) fino ad allora utilizzati per questo tipo di test, come spiegava Paolo Vezzoni, dell'Istituto di Tecnologie Biomediche del CNR, co-autore del brevetto con la collega Maria Sacco e il team diretto dal biologo Marco Tripodi, della Sapienza di Roma: «Per verificare gli effetti negativi di un farmaco o di un'altra sostanza potenzialmente dannosa oggi si ricorre a cellule animali in coltura, in particolare agli epatociti, ossia alle cellule del fegato. Il limite maggiore di questa tecnica è costituita dalla brevità della vita degli epatociti. Per ottenerne di freschi è quindi necessario estrarne continuamente dai topi»<sup>44</sup>. «La metodica da noi realizzata», osservava lo studioso, consente invece, «di ottenere da topi transgenici cellule epatiche che [...] non perdono le caratteristiche dell'epatocita maturo, e quindi sono adatti alla sperimentazione, ma, nello stesso tempo, una volta raggiunta la differenziazione, non muoiono»<sup>45</sup>.

<sup>41</sup> G. TADOLINI, *I metodi alternativi alla sperimentazione animale*, in *State of Mind*, 18/10/2022, <https://www.stateofmind.it/2022/10/metodi-alternativi-sperimentazione-animale/>.

<sup>42</sup> Cfr. F. NITTA, H. KANEKO, *Two- and Three-dimensional Quantitative Structure-activity Relationship Models Based on Conformer Structures*, in *Molecular Informatic*, 40 (3), 2021, e2000123.

<sup>43</sup> G. TADOLINI, *op. cit.*

<sup>44</sup> M. FERRAZZOLI, *Test sugli animali: sempre meno con il brevetto del Cnr*, Comunicato stampa del CNR del 04/05/2004, <https://www.cnr.it/en/press-release/4103/test-sugli-animali-sempre-meno-con-il-brevetto-del-cnr>.

<sup>45</sup> *Ibidem*. Una perplessità in merito all'effettiva riduzione degli animali coinvolti negli esperimenti tossicologici che tale tecnica consente potrebbe scaturire dal fatto che la produzione di topi transgenici utilizzabili in determinati test sperimentali è, a sua volta, un processo che richiede il sacrificio di centinaia, in alcuni casi migliaia, di individui per ottenerne un esiguo numero con le caratteristiche genetiche desiderate e, quindi, è difficile valutare se, in questo caso, il risparmio di vite ottenuto 'a valle' compensi o meno adeguatamente, in termini numerici, il dispendio che ne viene fatto 'a monte'.

Si tratta, dunque, di test che non eliminano l'uso di animali ma, in osservanza al principio delle tre R<sup>46</sup>, consentono una riduzione del numero di individui utilizzati nei test tradizionali.

Il Consiglio nazionale delle Ricerche pubblicava poi, nel 2013, il rapporto intitolato *Test di tossicità nel XXI secolo: una visione e una strategia* che, attingendo soprattutto a fonti statunitensi, offriva una panoramica sui programmi orientati a rimpiazzare i tradizionali test tossicologici in vivo, definiti in quel documento «troppo lenti, troppo costosi e poco predittivi», con «analisi predittive, ad alta velocità, basate su cellule di origine umana»<sup>47</sup>.

Tecnologie basate sull'uso di organoidi, ovvero di aggregati tridimensionali di cellule staminali pluripotenti indotte (iPCS), o di cellule e tessuti adulti, coltivati in laboratorio, che riescono a riprodurre in miniatura e in modo semplificato, la struttura e alcune funzioni di organi o tessuti umani, e si sviluppano in modi, almeno parzialmente, simile ad essi. I primi risultati rilevanti in questo ambito risalgono al 2008 quando un team guidato dal Yoshiki Sasai, biologo cellulare del *Riken Center for Developmental Biology*, ottenne un tessuto neuroepiteliale corticale da cellule embrionali. L'anno successivo, un gruppo di ricerca coordinato dal genetista molecolare Hans Clevers, dell'Università di Utrecht, produceva il primo organoide intestinale. Una tecnica che è stata in seguito applicata alla riproduzione in miniatura di molti altri organi, dal fegato al pancreas, dai polmoni agli occhi. Modelli che permettono, oggi, di studiare il decorso di un ampio set di patologie, dalle infiammazioni intestinali ai processi neurodegenerativi, dalle malattie genetiche congenite a diverse tipologie di cancro<sup>48</sup>, e di personalizzare le terapie studiando le risposte individuali a specifici farmaci o molecole. In tempi recenti è iniziata anche la produzione di organoidi cerebrali che possono essere personalizzati, ovvero costruiti mirando a riprodurre, naturalmente sempre in modo molto semplificato, alcune caratteristiche individuali del cervello di un determinato paziente e delle sue patologie. Alessandro Fiorenzano, ricercatore presso l'Istituto di Genetica e Biofisica Adriano Buzzati-Traverso del CNR, è uno degli studiosi che attualmente lavorano alla progettazione e realizzazione di organoidi cerebrali le cui «cellule sono organizzate in strutture e formano strati, seguendo un modello simile alla formazione naturale di tessuti nell'organismo [...] grazie a una capacità delle cellule staminali chiamata "self-organization". In breve, sembrano comunicare tra di loro e costruire citoarchitetture specifiche in sintonia con le cellule circostanti. Questa caratteristica rende gli organoidi uno strumento potente per la generazione in laboratorio di tessuti cerebrali maturi e funzionali»<sup>49</sup>. Sulla base della quantità e tipologia delle cellule primarie che li compongono, gli organoidi vengono suddivisi in tre gruppi: epiteliali, multi-tessuto e multi-organo.

<sup>46</sup> Si tratta del noto principio introdotto da William Russel e Rex Burch, nel libro *The Principles of Humane Experimental Technique* (1959), finalizzato a ridurre il più possibile le sofferenze degli animali da laboratorio, e incentrato sull'incentivazione di tre pratiche: Replacement, ovvero, sostituzione dell'uso di modelli animali con altre tecniche, Reduction, ossia, progressiva riduzione del numero di animali utilizzati e delle sofferenze imposto loro durante le procedure, e Refinement, inteso come orientamento a tutelare, in maniera sempre più efficace, il loro benessere.

<sup>47</sup> G. Tadolini, *op. cit.*

<sup>48</sup> Cfr. M. VERSTEGEN, R. COPPES, A. BEGHIN et al., *Clinical applications of human organoids*, in *Nature Medicine*, 31, 2025, 409 – 421.

<sup>49</sup> A. FIORENZANO in R. MAZZARACCA, *Gli organoidi sono il futuro della ricerca sulle malattie del cervello?*, in *Osservatorio Terapie avanzate*, 11/03/2024, <https://www.osservatorioterapieavanzate.it/terapie-avanzate/organoidi-e-ricerca-biomedica/gli-organoidi-sono-il-futuro-della-ricerca-sulle-malattie-del-cervello>.

Tecnologie OoC (Organ-on-a-chip) che usano microfluidi<sup>50</sup> per produrre repliche in miniatura di organi umani inserendo cellule umane coltivate in laboratorio entro dei chip (microprocessori di computer costituiti da una piastrina di silicio con circuiti integrati), realizzando così dei minuscoli bioreattori dotati di un sistema elettronico di controllo integrato che consentono a tali colture di svilupparsi in modi simili a quelli di un organo naturale. Naturalmente, anche queste microstrutture non riproducono l'organo in tutte le sue parti, ma offrono piuttosto un modello multicellulare che ne imita determinate componenti e funzioni specifiche.

Tecnologie miste che integrano la produzione di organoidi con la produzione di strutture *Organ-on-a-chip*. Anche nel campo della produzione di modelli tridimensionali degli organi, gli anni più recenti hanno visto moltiplicarsi protocolli basati su procedure miste che utilizzano diverse tipologie di organoidi per riprodurre *sistemi multi-organo su chip* in grado di simulare le interazioni tra diversi organi del corpo umano. Si è invece, a quanto mi risulta, ancora ben lontani dalla possibilità di simulare, attraverso tali tecnologie, il funzionamento dell'intero organismo umano.

Tecnologie -Omiche: un raggruppamento che, forse, sarebbe stato più appropriato collocare all'inizio del nostro elenco essendo esso, per molti aspetti, alla base di tutti quelli già citati. Sono definite, infatti, «-omiche» quelle discipline o aree di ricerca «che utilizzano tecnologie di analisi che consentono la produzione di informazioni (dati), in numero molto elevato e nello stesso intervallo di tempo»<sup>51</sup> utili per studiare, a livello molecolare, i sistemi biologici. Queste tecnologie hanno registrato nel nuovo secolo, in seguito al sequenziamento del DNA umano (2003) e agli sviluppi della bioinformatica e dell'intelligenza artificiale, una rapida evoluzione, rilevante sia sotto il profilo tecnologico e applicativo, sia per i contributi che forniscono alla ricerca di base e al rinnovamento degli stessi modelli teorici della biologia molecolare, dello sviluppo ed evolutiva, rinforzando con riscontri sperimentali quel superamento del dogma gene-centrico cui, dagli anni Novanta del secolo scorso, ha dato avvio la scoperta dell'eredità epigenetica<sup>52</sup>.

Sulla base del tipo di pool molecolari che analizzano, tali discipline vengono solitamente suddivise in quattro principali settori: genomica (DNA), trascrittomica (RNA), proteomica (proteine) e metabolomica (metaboliti)<sup>53</sup>. Nel campo biomedico, queste tecniche stanno contribuendo in modo significativo a accelerare quel passaggio da una medicina generalizzante ad una terapeutica e una farmacologia personalizzate che sembra essere, oggi, tra i principali obiettivi della ricerca biomedica. Secondo un report pubblicato dal

<sup>50</sup> La microfluidica è una disciplina che si occupa della manipolazione e del controllo dei fluidi in canali di dimensioni micrometriche, generalmente inferiori ai 100 micrometri.

<sup>51</sup> A. MICCHELI, F. MARINI, *Treccani online*, voce «scienze omiche», [https://www.treccani.it/enciclopedia/scienze-omiche\\_\(Enciclopedia-Italiana\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/scienze-omiche_(Enciclopedia-Italiana)/).

<sup>52</sup> Cfr., per un primo approccio, M. COLLOTTA, *Le scienze «omiche», ovvero: dal dogma centrale della biologia alle scienze omiche*, in *Rivista della Società Italiana di Medicina Generale*, 1/25, 2018, pp. 3-7, [https://www.simg.it/Rivista/rivista\\_simg/2018/01\\_2018/1.pdf](https://www.simg.it/Rivista/rivista_simg/2018/01_2018/1.pdf). Per un approfondimento cfr. A. SON et. al., *Recent advances in Omics*, in *Toxics*, 12 (11), 2024, 822 e ss.

<sup>53</sup> In rapido sviluppo è però anche l'epigenomica, disciplina che studia, a livello dell'intero genoma, le modificazioni nella regolazione dell'espressione genica, influenzate dall'ambiente, dagli stili di vita, dalle patologie e da altri fattori, che avvengono, e possono in vari casi essere trasmesse ai discendenti, senza modificare le sequenze del DNA che compongono il codice genetico. Per un approccio cfr. la collection di articoli scientifici inerenti al tema intitolata *Epigenome Roadmap*, proposta dalla prestigiosa rivista *Nature* su un'apposita pagina del proprio sito, <https://www.nature.com/collections/vbqgtr>.

Consiglio Superiore di Sanità italiano, infatti, nel 2020 i «metodi di sequenziamento massivo del DNA» sviluppati negli ultimi due decenni «hanno abbattuto di oltre 100mila volte i costi e i tempi delle analisi genomiche e ne hanno aumentato esponenzialmente la processività, permettendone l'utilizzo su larga scala. La diffusione e il miglioramento delle tecnologie di scansione del genoma umano alla risoluzione di una singola base hanno permesso di sviluppare modelli applicativi che garantiscono lo studio contemporaneo di diversi livelli del flusso dell'informazione biologica, [...]. Altre importanti innovazioni tecnologiche in ambito biomedico permettono di caratterizzare sistematicamente la composizione dei metaboliti e delle proteine (comprese le modificazioni reversibili e non delle proteine), applicata a sistemi semplici e complessi (metaboloma e proteoma). L'utilizzo di queste tecnologie ha richiesto lo sviluppo di nuovi approcci analitici bioinformatici, in grado di gestire e processare un'enorme quantità di dati generati, nonché di strumenti di archiviazione dei dati generati. L'applicazione trasversale di queste tecnologie, che spazia dall'ambito biomedico a quello biotecnologico, interessa, ad ampio spettro, le scienze teoriche ed applicate e richiede l'integrazione di conoscenze e competenze multidisciplinari (ad es. medicina, fisica, ingegneria, informatica, robotica, scienze umane, etica)»<sup>54</sup>. «Il loro uso sistematico», scrivevano gli estensori del documento, «determinerà la crescita esponenziale della medicina di precisione»<sup>55</sup>.

<sup>54</sup> B. DALLAPICCOLA (coordinatore), *Trasferimento delle Tecniche Omiche nella pratica clinica*, 2020, <https://sigu.net/wp-content/uploads/2021/10/Trasferimento-delle-Tecniche-Omiche.pdf>, 3 (documento siglato dal Ministero della Salute e dal Consiglio Superiore di Sanità, Sessione LII - 2019-2022).

<sup>55</sup> *Ibidem*.





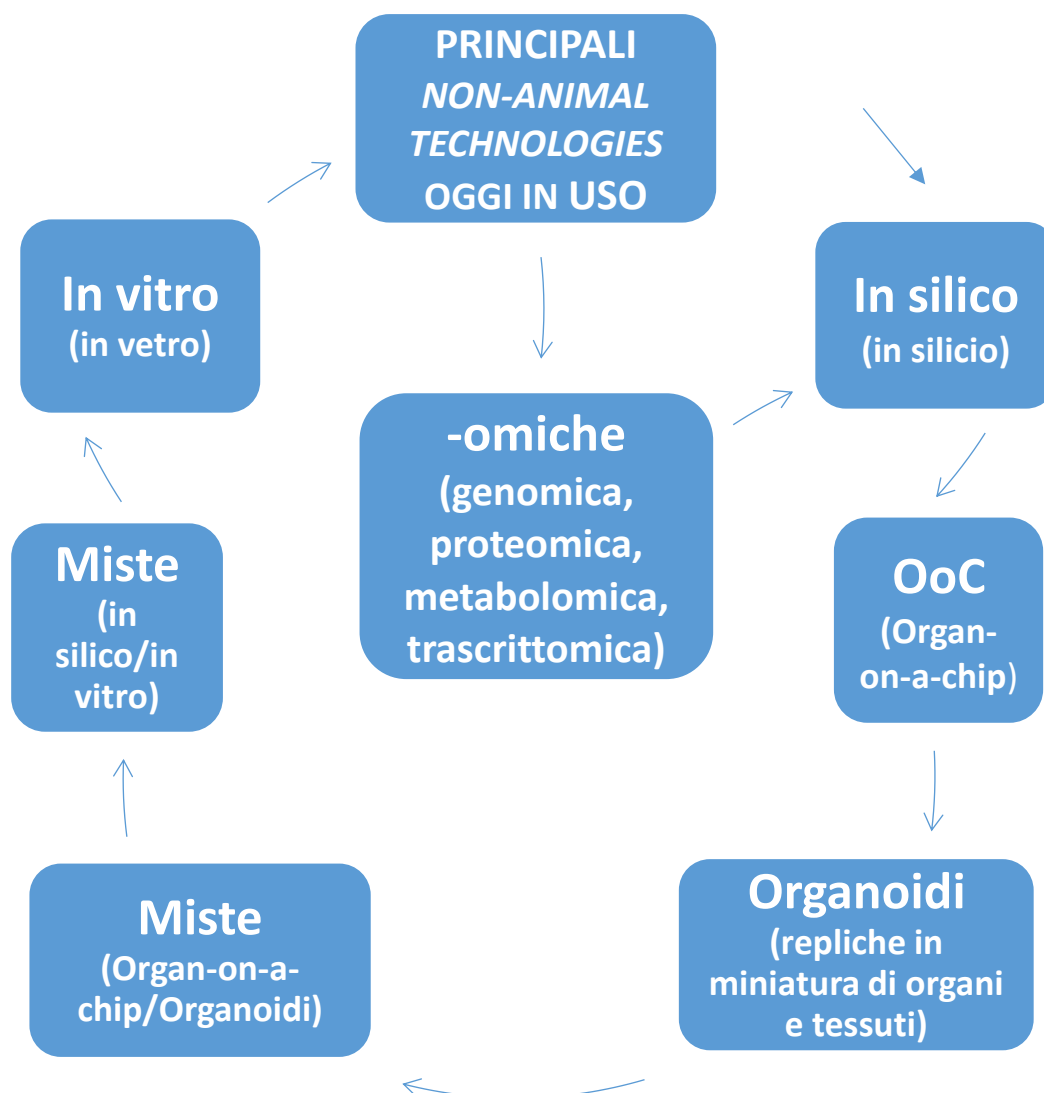


Figura 2: Principali tipologie di metodi non animali oggi in uso

### 5. In che misura è oggi praticabile l'obiettivo di una *cruelty-free science*?

In alcuni settori di ricerca, la svolta verso le *Non-Animal Technologies*, iniziata col nuovo millennio, ha già consentito risultati rilevanti anche sotto il profilo etico. Per esempio, nell'ambito degli studi «sulla reattività tissutale e la tossicologia regolatoria», gli approcci integrati in vitro/in silico sono ormai in grado di consentire, almeno sotto il profilo tecnico, un «definitivo superamento sia del Test di irritazione oculare di Draize, «(noto per la storica immagine dell'ulcerazione dell'occhio del coniglio che ha fatto il giro del mondo), che del modello in vivo LD-50 (dose letale al 50%) che prevedeva la morte per intossicazione

acuta, indotta dal composto oggetto di studio, del 50% degli animali utilizzati per la procedura»<sup>56</sup>. Già da anni è possibile svolgere test tossicologici finalizzati alla produzione di cosmetici senza ricorrere alla sperimentazione in vivo (non a caso vietata, in questo settore, sul territorio UE, dal 2013), adottando procedure che, grazie a programmi di modellistica molecolare capaci di gestire enormi archivi di big data, modelli di pelle artificiale in 3D e altre tecniche, risultano molto più rapide, meno dispendiose e in grado di fornire risultati più attendibili dei test tradizionali. Ciò, naturalmente, però, non significa che, a livello globale, la sperimentazione di sostanze tossiche o cosmetici sugli animali sia già stata pienamente sostituita da test alternativi; infatti, in diversi paesi e zone del mondo essa non è vietata. Più in generale, nonostante i notevoli progressi dei metodi sostitutivi, la sperimentazione animale continua ad essere, a livello globale, la tipologia di approccio più usata nella ricerca di base e avanzata, sia nel settore farmaceutico e biomedico, sia in vari altri ambiti che vanno dalla salvaguardia ambientale all'industria bellica.

Per limitarci a pochi esempi, negli studi sulle neoplasie, cui pure le tecnologie non animali stanno dando contributi importanti, ancora è prassi testare sostanze potenzialmente cancerogene somministrandole a coniglie incinte durante l'intero periodo di gravidanza o ai ratti per un paio di anni. Nei test su patologie cardiache e circolatorie, infarti o ictus vengono indotti artificialmente nei cani o in altri mammiferi, mentre in quelli sulle paralisi sono spesso utilizzati roditori cui vengono appositamente procurate paralisi o lesioni al midollo spinale<sup>57</sup>.

Quanto al numero complessivo degli animali usati ogni anno nei laboratori, a livello mondiale, naturalmente, non è semplice produrre stime attendibili. Nel 2008, tuttavia, quattro ricercatori tentarono, per la prima volta, questa ardua impresa giungendo alla conclusione che la media annua degli animali usati per esperimenti in vivo nel 2005 era stata di 115 milioni di individui<sup>58</sup>.

Più di cento milioni di esseri senzienti all'anno sottoposti, quotidianamente, a procedure che, se al loro posto vi fosse un essere umano, nessuno di noi esiterebbe a definire (anche nei casi in cui non implicino sofferenze fisiche particolari) *torture*. Si tratta, infatti, di prassi esplorative e sperimentali che implicano, da parte dello scienziato, una disponibilità ad infliggere, quotidianamente, ad animali non umani, sofferenze più o meno gravi per ricavare, da quel loro dolore, sapere. O, nei casi di esperimenti che riguardano solo l'ambito mentale e psicologico, comunque, a costringere animali che, non meno di qualunque essere umano, avrebbero bisogno di vivere liberamente a una vita in cattività per soddisfare curiosità umane relative alle loro capacità e attitudini.

Kant, che pure non era un antispecista, nella sua *Metafisica dei costumi* osservò che quando nell'uomo si affievolisce la compassione per le sofferenze animali, inevitabilmente, «si indebolisce fino ad annullarsi del tutto» anche un'altra delle sue attitudini: la compassione «nei confronti degli altri uomini»<sup>59</sup>. Partendo

<sup>56</sup> G. TADOLINI, *op. cit.*; Cfr. anche F. CALONI, I. DE ANGELIS, T. HARTUNG, *Replacement of animal testing by integrated approaches to testing and assessment*, in *Archives of Toxicology*, 96, 2022, pp. 1935-1950.

<sup>57</sup> Per un primo approccio cfr. ANIMAL ETHICS, *Sperimentazione biomedica sugli animali*, <https://www.animal-ethics.org/introduzione-alla-sperimentazione-animale/sperimentazione-biomedica-sugli-animali/>. Per approfondimenti cfr. F. NIN, D. NICASTRI, *La vera scienza non usa animali*, Sestri Levante (GE), 2022, per una panoramica delle posizioni favorevoli al superamento della sperimentazione animale; G. CORBELLINI, C. LALLI, *Cavie? Sperimentazione e diritti animali*, Bologna, 2016, per una sintesi delle posizioni che difendono l'uso di modelli animali.

<sup>58</sup> Cfr. K. TAYLOR et al., *Estimates for Worldwide Laboratory Animal Use in 2005*, in *Alternatives to Laboratory Animals*, 36 (3), 327-342.

<sup>59</sup> I. KANT, *Metafisica dei costumi*, Milano, 2006, 504.



da tale presupposto, riguardo all'uso di animali non umani per la ricerca scientifica, il filosofo si schierò contro tutti «quegli esperimenti fisici con cui li si tortura al semplice fine di speculazione o quando lo scopo potrebbe essere raggiunto in altro modo»<sup>60</sup>.

Personalmente ritengo che la peculiarità e la rilevanza etica che la questione delle NAT riveste oggi derivi proprio dal fatto che noi stiamo vivendo *un'epoca in cui «lo scopo» che finora ha spinto gli scienziati a usare test in vivo «potrebbe essere raggiunto in altro modo»*. Ovvero, un tempo in cui, se si puntasse ad una implementazione delle tecnologie non animali con adeguata mole di investimenti e piena disponibilità alla condivisione dei dati, gli sviluppi in questo settore e nelle filiere produttive a esso connesse potrebbero portare, nel giro di pochi decenni, la ricerca biomedica e farmaceutica a divenire realmente modello per una possibile *cruelty free science*.

A porre ostacoli a una accelerazione in tal senso sono, da un lato, come si è accennato, resistenze provenienti dalla stessa comunità scientifica, le cui tradizioni metodologiche, non possiamo dimenticarlo, sono legate da alcune migliaia di anni a pratiche che obbligano l'essere umano che le esegue a reprimere e rimuovere ogni spontanea empatia, ogni sentimento di *pietas* nei confronti degli animali che custodisce, manipola, fa soffrire, abbatte. Per altro verso, è la logica iperliberista dello *'sfrutta in fretta e scappa'*, imperante oggi in tutti i settori produttivi, che tende a ostacolare ogni progetto lungimirante. In terzo luogo, è la dipendenza strutturale delle classi dirigenti politiche di tutti i paesi dai dettami e interessi di alcuni grandi potentati privati internazionali, ormai egemoni in tutti i campi, che tutelano, al più, gli interessi a breve termine di un 10% della popolazione mondiale, a rendere oggi ogni possibile emancipazione, inclusa quella dalla *'scienza crudele'*, quanto mai incerta e fragile.

L'impegno per l'implementazione delle *New Approach Methodologies*, intrapreso negli ultimi venti anni, potrebbe essere abbandonato domani da governi che gestiscono territori molto vasti, esattamente come successe riguardo all'impegno contro la crisi ambientale negli USA, nel 2017, dopo la prima elezione alla presidenza di Donald Trump, o sta accadendo oggi, a livello internazionale, nei confronti di quella politica del disarmo a suo tempo inaugurata dagli accordi USA-URSS del 1987.

In merito a queste, come ad altre questioni di importanza sociale ed etica globale, probabilmente, solo l'azione dal basso, la pressione esercitata da movimenti popolari capaci di assumere una dimensione internazionale e al contempo ramificarsi in reti locali, e orientati a comunicare le proprie motivazioni in modi non ideologici, potranno fare la differenza. Per riuscirci, però, tali movimenti dovrebbero essere capaci di suscitare un dibattito scientifico, culturale, sociale e politico molto ampio, prendendo le mosse dalla consapevolezza del fatto che *un vero superamento della 'scienza crudele' richiederebbe un radicale ripensamento dei modi in cui l'Occidente ha concepito, sia i «saperi» sia la vita associata, sia le relazioni tra gli uomini, sia i rapporti dell'umanità con le altre specie animali e con l'ambiente*. In altre parole, almeno ad avviso di chi scrive, senza un'emancipazione delle società umane da quella *economia della "crueltà"*, incentrata sulla riduzione di ogni vita umana e non umana a fonte di reddito o a scarto del processo produttivo, oggi dominante su scala planetaria, la scienza stessa non potrà mai dirsi, o realmente divenire, *cruelty free*.

<sup>60</sup> *Ivi*, 505.

## 6. Uno sguardo al dibattito in campo etico-filosofico

Si è discusso nelle pagine precedenti, principalmente, dei contributi che, negli ultimi decenni, alcuni sviluppi tecnologici hanno offerto al profilarsi di possibili alternative all'uso di animali nella ricerca di base e applicata, e del dibattito da essi suscitato tra gli specialisti di diversi settori delle scienze biomediche e farmacologiche. Si farà cenno, invece, in questo paragrafo, alle posizioni emerse, in merito alle problematiche legate all'*animal testing*, e più in generale alle pratiche umane che implicano cattività, sottomissione e sfruttamento degli animali non umani, nell'ambito della riflessione filosofica e della bioetica animale, e ai loro intrecci con la nascita e gli sviluppi dell'etologia, da un lato, e con le istanze sociali rivendicate da diversi movimenti di liberazione tardo-moderni e contemporanei, e in particolare con i movimenti ecologisti, dall'altro.

Negli anni Settanta dell'Ottocento, mentre quell'opera di etologia *ante litteram* che fu il libro di Darwin *L'espressione delle emozioni negli animali e nell'uomo* (1872) schiudeva nuovi orizzonti alla comprensione umana delle capacità cognitive ed espressive animali, nel Regno Unito, la scrittrice irlandese Frances Power Cobbe, già attivista della *National Society for Women's Suffrage*, si faceva promotrice di un movimento che saldava l'istanza proto-femminista del suffragismo a quella "animalista", conducendo, nel 1875, alla fondazione della *Victoria Street Society*, poi ribattezzata *National Anti-Vivisection Society*. La nascita di questo movimento contribuì a far sì che, l'anno dopo, l'UK fosse il primo paese del mondo a varare una legge che regolamentava la sperimentazione animale, introducendo norme finalizzate a mitigare le sofferenze degli animali da laboratorio: il *Cruelty to Animals Act* (1876). Associazioni con finalità analoghe si andarono poi diffondendo, nei decenni successivi, in Germania, nei Paesi Bassi, in Francia e negli Stati Uniti, dove nel 1883 nasceva la *American Anti-Vivisection Society*.

Una forte saldatura tra antispecismo e lotte sociali emergeva, in quegli anni, nelle opere di un intellettuale come Henry Salt, filosofo e attivista nato in India ma naturalizzato inglese, fondatore della *Humanitarian League*. Simpatizzante del pensiero di Kropotkin, impegnato nelle lotte contro lo sfruttamento sociale, la pena di morte e i sistemi carcerari, e in campagne a favore dei diritti delle donne e delle minoranze oppresse, Salt fu anche l'autore di uno dei primi manifesti antispecistici: il libro *Animals' Rights*, del 1892.

Questa connessione tra l'oppressione dell'uomo sull'uomo e l'asservimento umano degli animali, che 83 anni dopo avrebbe funto da filo conduttore anche del primo manifesto dell'antispecismo contemporaneo, il libro *Animal Liberation* di Peter Singer (1975), iniziava a essere colta, tra fine Ottocento e primi decenni del XX secolo, da diversi intellettuali impegnati nel sociale, dal geografo anarchico Élisée Reclus, vegetariano e antispecista, alla naturalista, e marxista non "ortodossa", Rosa Luxemburg<sup>61</sup>, per limitarci a due nomi.

Dopo le tragedie delle guerre mondiali, la seconda metà del Novecento vide nascere, nei paesi occidentali, un movimento antispecista di vaste proporzioni, molto variegato al suo interno, e saldarsi, almeno in parte, le lotte antispeciste con quelle ambientaliste. A offrire contenuti empirici a tali rivendicazioni fu, innanzitutto, il parallelo risveglio di attenzione nei confronti del mondo animale suscitato, a partire dagli anni Sessanta, dalla nascita e dagli sviluppi dell'etologia culturale, che iniziò a dimostrare che il tramandarsi usi, tecniche e dialetti differenziati, attraverso l'apprendimento sociale, è fenomeno diffuso in molte

<sup>61</sup> Cfr E. RECLUS. *On Vegetarianism*, in *The Humane Review*, January 1901; *L'Homme et la Terre*, Paris, 1983; R. LUXENBURG, *Un po' di compassione*, Milano, 2007.



specie di mammiferi e di uccelli e non, come voleva la tradizione scientifica, solo nella nostra specie, ma anche dell'etologia cognitiva e della psicologia comparata che iniziarono a riconoscere e dimostrare, con metodi innovativi, evidenze dell'esistenza di un "pensiero animale" e a studiarne forme e capacità<sup>62</sup>. Si trattò, come hanno osservato Colin Allen e Mac Bekoff, di un vero e proprio fecondarsi reciproco tra orientamenti scientifici e movimenti sociali, portatori di istanze profondamente innovative<sup>63</sup>. Ne divennero simboli, fra gli anni Sessanta e Settanta, le figure delle *Leakey's Angels*, le tre giovani primatologhe Jane Goodall (da poco scomparsa), Dian Fossey e Birutė Galdikas cui Louis Leakey, uno dei più autorevoli paleoantropologi dell'epoca, offrì l'opportunità di compiere studi di lungo periodo, allora inediti, sui comportamenti delle scimmie antropomorfe nei loro ambienti naturali. Nei loro approcci, uno sguardo libero dai vincoli della tradizione accademica, e dai suoi presupposti antropocentrici, si accompagnava all'istanza etica di tutelare gli animali selvatici e i loro ambienti naturali, istruire, proteggere e coinvolgere nella tutela dell'ambiente le comunità umane indigene dei luoghi in cui operavano, disseminare tali valori ed esperienze in tutto il mondo, collaborando con scuole di ogni grado e università.

La metà degli anni Settanta segnò, per il delinearsi di questa feconda ibridazione, un momento decisivo scandito dalla pubblicazione, nel 1975, del già citato *Animal Liberation* di Singer, primo libro *cult* dell'antispecismo contemporaneo e, nel 1976, di *The Question of Animal Awareness*, di Donald Griffin, che segnava la nascita ufficiale dell'etologia cognitiva, e di *Animal Rights and Human Obligations*, libro collettaneo curato da Singer e da Tom Regan, che divenne a sua volta una sorta di manifesto dei "diritti animali". Singer, di orientamento utilitarista, inquadrava il movimento antispecista inserendolo nel solco dei grandi movimenti di liberazione sorti dall'età illuministica in poi. Regan, dal canto suo, tentava di riproporre, in una versione estesa anche al mondo animale, o almeno a una parte di esso, la prospettiva del "diritto naturale" che la tradizione medioevale e moderna aveva, invece, considerato ambito inerente in modo esclusivo alla sfera umana.

Pur partendo da approcci teorici tra loro molto diversi, Singer e Regan approdavano, infatti, in quegli anni, entrambi a un "sensiocentrismo" che riconosce agli esseri viventi dotati della capacità di provare piacere e sofferenza, esperienze traumatiche o rilassanti, emozioni e desideri, un "valore intrinseco". Ne derivava, per entrambi, una posizione molto critica nei confronti della sperimentazione animale, e favorevole ad una sua abolizione<sup>64</sup>.

Per Singer, le azioni vanno valutate, in ambito etico, da una prospettiva consequenzialista, vale a dire, in base agli effetti che possono produrre sugli esseri senzienti. Partendo da queste premesse, già in *Animal Liberation*, l'attivista poneva, riguardo all'*animal testing*, un sottile "dilemma" etico-scientifico: "o l'animale è diverso da noi, nel qual caso non c'è motivo per fare l'esperimento, ovvero è come noi, nel qual caso non dovremmo eseguire sull'animale un esperimento che, se fosse eseguito su di noi, sarebbe

<sup>62</sup> Per un primo approfondimento, cfr. M. CELENTANO, *La scoperta delle menti e delle culture animali*, in M. CELENTANO, R. MARCHESINI (a cura di), *Pluriversi cognitivi. Questioni di filosofia ed etologia*, Milano-Udine, 2018.

<sup>63</sup> Per un primo approfondimento, cfr. M. CELENTANO, *Contributions of Ethology to the birth of a post-anthropocentric ethics*, in R. MARCHESINI, M. CELENTANO (a cura di), *Critical Ethology and post-anthropocentric Ethics*, Cham, 2021, e in particolare 233-238.

<sup>64</sup> Riguardo a Singer, cfr. il secondo capitolo di *Animal Liberation* (1976), dedicato appunto al tema dell'*animal testing*. Riguardo a Regan, cfr. il capitolo conclusivo di *The Case for Animal Rights* (1983), dedicato ad una ricapitolazione dei "diritti animali".

ritenuto esecrabile”<sup>65</sup>. In un’intervista concessa a Valeria Barbi per *Lifegate*, nel 2024, ha ribadito queste sue posizioni, dichiarando: “l’uccisione di duecento milioni di animali per la sperimentazione non ha più senso e può risultare controproducente”<sup>66</sup>.

Regan, deceduto nel 2017, sosteneva che, a prescindere dalla loro specie, “tutti gli individui che sono in grado di sperimentare sé stessi come esseri autonomi e individuali sono soggetti-di-una-vita, sono depositari di un valore intrinseco e quindi hanno dei diritti”<sup>67</sup>. Riguardo ai parametri per valutare quali tipi di animali rientrino in questa categoria, il filosofo statunitense proponeva due criteri di valutazione, entrambi di ispirazione kantiana. Il primo prescrive che, quando non si possa stabilire una linea divisoria netta, si applichi il beneficio del dubbio e, nei casi in cui si sia incerti circa i confini della consapevolezza o sensibilità di un animale X, ci si ispiri ad un criterio di cautela morale agendo “come se” quell’organismo possedesse le caratteristiche per poter essere considerato “soggetto di una vita”. Il secondo criterio consisteva nel recepire la già menzionata teoria kantiana “della crudeltà”, o dei doveri indiretti, secondo la quale la sperimentazione sugli animali, rappresentando un esercizio di deliberata crudeltà, anche se esercitata per fini conoscitivi, potrebbe comunque contribuire a rendere gli esseri umani insensibili al dolore altrui.

Una precauzione lodevole che, tuttavia, può apparire, oggi, superata essendo ormai scientificamente accertato che *tutti gli animali sono dotati di specifici recettori che gli consentono di provare dolore e stress*<sup>68</sup>. Per limitarci anche qui a citare solo alcuni dei nomi più noti, su posizioni orientate ad un pieno riconoscimento della rilevanza etica della questione dello sfruttamento degli animali e della sofferenza animale, e favorevoli all’implementazione di un graduale superamento del loro uso nella ricerca scientifica ispirato al criterio delle tre R, si schieravano, già a partire dagli anni Ottanta/Novanta, filosofe e studiose di bioetica come le italiane Luisella Battaglia e Paola Cavalieri e la statunitense Martha Nussbaum. Pensatrici orientate a rivendicare, pur restando entro un orizzonte liberal-democratico, la necessità di superare, in

<sup>65</sup> P. SINGER, *Liberazione animale*, Lega Anti-Vivisezione, Roma, 1987, p. 46

<sup>66</sup> Cfr. l’intervista di Valeria Barbi a Singer, intitolata Peter Singer. *Gli animali soffrono come noi*, datata 23/04/24, al link: <https://www.lifegate.it/peter-singer-diritti-animali>. La media globale degli animali sacrificati ogni anno per la ricerca scientifica cui Singer fa qui riferimento è, molto probabilmente, quella prodotta nell’articolo di K. TAYLOR, L. ALVAREZ, *An estimate of the number of animals used for scientific purposes worldwide in 2015*, in *Alternatives to Laboratory Animals*, 47, pp. 196-213, che ne stimava in 192,1 milioni il numero complessivo, considerata una delle più accurate finora prodotte.

<sup>67</sup> T. REGAN, *I diritti animali*, Milano, 1990, 331.

<sup>68</sup> Era già noto, da tempo, che il sistema nervoso di alcuni insetti, quando è in atto una lesione dei tessuti, produce, analogamente a quello degli animali superiori, oppioidi, ovvero, molecole che esercitano un’azione analgesica quando, nel 2010, è stato individuato nella drosophila, il moscerino della frutta protagonista di molte delle maggiori scoperte biologiche del Novecento, un recettore, noto come TRPA1 che svolge un ruolo importante nella decodificazione degli stimoli dolorosi, che risulta presente in tutti i metazoi. Recettore che, secondo alcune ipotesi, potrebbe essersi conservato in forma pressoché inalterata, in tutti i discendenti di un organismo vissuto circa mezzo miliardo di anni fa, da cui sarebbero derivati tutti gli invertebrati e i vertebrati oggi esistenti. Cfr. K. KANGE *et al.*, *Analysis of Drosophila TRPA1 reveals an ancient origin for human chemical nociception*, in *Nature*, 464, 2010, 597-600. Per più recenti aggiornamenti sul tema cfr. L. A. PATTISON, G. CALLEJO, E. SMITH, *Evolution of acid nociception: ion channels and receptors for acid detection*, in *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374, 2019, <https://royalsocietypublishing.org/rstb/article/374/1785/20190291/23745/Evolution-of-acid-nociception-ion-channels-and>; M. ZHANG *et al.*, *TRP channels: history, structure, function and their role in disease*, *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 8, 261, 2023, [https://www.nature.com/articles/s41392-023-01464-x?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.nature.com/articles/s41392-023-01464-x?utm_source=chatgpt.com).





sede etica, sociale, culturale, giuridica e politica, non solo tutte le discriminazioni interne alla specie umana ancora persistenti, ma anche l'idea che la nostra specie sia l'unica a meritare una vita dignitosa.

Critiche ai tentativi di stabilire gerarchie tra i viventi che riservino un ruolo privilegiato al mondo animale sono provenute, invece, a partire dagli anni Settanta, da alcuni di orientamento biocentrico e/o ecocentrico. Da un approccio di questo tipo prendeva le mosse, per esempio, Arne Naess, il fondatore dell'"ecologia profonda", nell'ormai notissimo articolo *The shallow and the deep, Long-Range Ecology Movement*<sup>69</sup>, pubblicato sulla rivista *Inquiry* nel 1973, assumendo una posizione secondo la quale ogni essere vivente possiede un valore intrinseco che non dipende dalla sua utilità per gli scopi umani. Nel presentarlo, tuttavia, Naess tentava di evitare estremismi insostenibili riconoscendo la necessità di utilizzare, e sacrificare, vite vegetali e animali per soddisfare alcuni bisogni essenziali dell'uomo. Per valutare se e quando i bisogni umani possano essere considerati prioritari rispetto a quelli dei non umani, e viceversa, il filosofo norvegese ha successivamente proposto, in un articolo pubblicato insieme a G. Sessions nel 1984 e, in seconda edizione nel 1986, il seguente criterio: "Un bisogno vitale di un essere vivente non umano A è superiore a un interesse non indispensabile dell'essere umano B"<sup>70</sup>.

Una posizione simile assumeva, in quegli anni, anche il filosofo statunitense Kenneth E. Goodpaster che, nell'articolo *On Being Morally Considerable* (1978)<sup>71</sup>, argomentava in favore dell'abolizione di ogni distinzione tra specie o individui degni o non degni di considerazione morale, considerandola un'arbitraria discriminazione. Secondo Goodpaster, infatti, criteri come la razionalità, la capacità di provare dolore, e la complessità delle forme di intelligenza e comunicazione non dovrebbero essere chiamati in causa per decidere se un essere vivente sia degno o meno di "considerazione morale". Per rispondere a tale quesito, a suo avviso, l'unico criterio ammissibile è, infatti, l'"essere vivi"<sup>72</sup>. Ogni essere vivente ha, in questa prospettiva, rilevanza morale, qualunque sia la specie cui appartiene. Nonostante questa posizione radicale, Goodpaster giustificava la sperimentazione sugli animali ritenendo che l'"acquisire conoscenza" comportasse, inevitabilmente, per l'umanità, anche "sperimentazione su esseri viventi e uccisione" di esseri senzienti<sup>73</sup>, e proponeva, per supportare questa posizione, una distinzione tra il rispetto inteso come un criterio assoluto, che noi esseri umani, anche per assolvere ai nostri bisogni primari, non sempre possiamo rispettare pienamente nei confronti degli altri organismi, e il rispetto inteso come criterio regolativo e orientamento tendenziale.

A sua volta, il pensatore americano Paul Taylor, nel libro *Respect for nature* (1986), sosteneva che, non solo gli esseri umani, ma tutte le forme di vita hanno un "bene proprio", coincidente con ciò che favorisce il loro sviluppo. Il perno della sua proposta etica risiedeva nell'idea che *gli interessi vitali di ogni individuo dovrebbero avere priorità rispetto a quelli non vitali di altri individui*, indipendentemente dalla loro specie di appartenenza. Secondo il suo approccio, quindi, le società umane dovrebbe mirare a produrre il minor grado possibile di danno agli altri esseri viventi, compatibilmente con le condizioni in cui si trovano e le esigenze primarie che hanno da soddisfare.

<sup>69</sup> Cfr. A. NAESS, *The shallow and the deep, Long-Range Ecology Movement*, in *Inquiry*, XVI, 1973, 95-100.

<sup>70</sup> A. NAESS, G. SESSIONS, *Basic Principles of Deep Ecology*, in *Environmental Ethics*, 3 (4), 1986. Dall'originale non si evince la numerazione delle pagine. Il brano riportato corrisponde al "Principio 3" proposto dagli autori.

<sup>71</sup> Cfr. K. E. GOODPASTER, *On Being Morally Considerable*, in *Journal of Philosophy*, 75 (6), 1978, 308-325.

<sup>72</sup> *Ivi*, 314.

<sup>73</sup> *Ivi*, 315.

Un filo rosso ha poi unito, come si è accennato, fin dalle sue origini, anche il movimento femminista alla critica dello specismo e all'ecologismo trovando voce, in tempi recenti, nelle opere e nelle iniziative di studiose come Carol Adams, Marti Kheel, Sunaura Taylor o Greta Gaard, che è stata tra le prime a connettere *queer theory*, femminismo e antispecismo.

Tra gli anni Novanta e il nuovo millennio posizioni radicalmente abolizioniste nei riguardi della sperimentazione animale e, più in generale, dello sfruttamento degli animali sono state sostenute da studiosi come Gary Francione, docente di diritto e filosofia presso la *Rutgers School of Law–Newark* (USA), in una serie di volumi che vanno da *Animals, Property, and the Law* (1995) ad *Animals as Persons: Essays on the Abolition of Animal Exploitation* (2008), a *Why Veganism Matters: The Moral Value of Animals* (2020), e dall'etologo cognitivo e attivista antispecista Marc Bekoff, nella sua vasta produzione saggistica<sup>74</sup>.

Infine, approcci che, riprendendo alcuni aspetti dell'ecologia sociale di Murray Bookchin, della critica radicale del progetto di "dominio della natura" che ha storicamente caratterizzato la civiltà occidentale, svolta dalla Scuola di Francoforte, della concezione foucaultiana della biopolitica e alcune suggestioni de-leuziane, oltre che varie altre fonti, propongono di inserire la critica dello sfruttamento animale, e delle sue giustificazioni teoriche, nel quadro di una più ampia critica della società capitalistica, e di un progetto finalizzato al suo superamento in direzione di una società più egualitaria e libertaria, concepito come snodo ineludibile per una effettiva liberazione sia degli esseri umani, sia degli animali, e per una efficace tutela degli ecosistemi.

A un nesso costitutivo tra sistema capitalistico e riduzione (teorica e pratica) degli esseri umani, degli animali e degli ecosistemi a merci si richiama esplicitamente, ad esempio, il filosofo e attivista Steven Best, docente di *Humanities and Philosophy* presso l'Università del Texas e co-fondatore, insieme a Anthony J. Nocella II, di un gruppo di studio, attivo dal 2001, poi evolutosi nell'*Institute for Critical Animal Studies*. Nel volume *Terrorists or Freedom Fighters? Reflections on the Ethics of Animal Liberation*, che Best firmava con il sociologo David Nibert, nel 2003), il problema dello sfruttamento degli animali ai fini della ricerca scientifica veniva inquadrato, appunto, in questa ottica prospettica. Dal riconoscimento della centralità di tali connessioni prendono le mosse anche studiosi-attivisti che si sono fatti promotori, negli ultimi decenni, di un "antispecismo politico", come quello rivendicato, pur a partire da diversi approcci, da Massimo Filippi e Marco Maurizi, o del tentativo di delineare possibili percorsi e obiettivi di "un eco-comunismo libertario degli individui, dei generi, delle genti e delle specie" del XXI secolo, cui chi scrive ha tentato di dare alcuni minimali contributi<sup>75</sup>.

## 7. Dilemmi etici insuperabili?

L'esigenza di un superamento radicale, teorico e fattivo, dello specismo, posta da alcune correnti del pensiero contemporaneo, sembra mettere l'essere umano di fronte ad alcuni vincoli e dilemmi che, *nel suo sentire*, prima ancora che nella sua riflessione, appaiono talvolta non pienamente superabili.

<sup>74</sup> Cfr., per questi rimandi bibliografici, M. CELENTANO, *Contributions of Ethology to the birth of a post-anthropocentric ethics*, in R. MARCHESINI, M. CELENTANO, *Critical Ethology and post-anthropocentric Ethics*, Cham, 2021, 236 e 239.

<sup>75</sup> Cfr., per un primo approccio, M. CELENTANO, *Per un comunismo libertario degli individui, dei generi, delle genti e delle specie*, in *Umanità Nova*, 22/04/2016, <https://umanitanova.org/tag/marco-celentano/>; *Antispecismo anarchico e antispecismo "politico"*, in *Umanità Nova*, 17/06/2018, <https://umanitanova.org/tag/marco-celentano/>.



Ad esempio, come hanno sottolineato in alcuni loro saggi Konrad Lorenz e Luisella Battaglia<sup>76</sup>, verosimilmente, nessun essere umano il cui sentire e pensare non siano stati devastati da particolari traumi o patologie, metterebbe sullo stesso piano, da un punto di vista etico, l'uccidere altri uomini e lo sradicare un fascio di lattuga o schiacciare una zanzara che gli ronzia intorno, e tutti gli esseri umani, o quasi, sarebbero molto più profondamente turbati dall'assassinio deliberato, e non necessario, di uno scimpanzè che da quello di una formica, pur considerandoli, magari, entrambi ingiusti. Voglio dire che, non solo la consapevolezza del fatto che il vivente forma anche una catena trofica, entro la quale tutti gli organismi animali non possono sopravvivere senza togliere la vita ad altri organismi, animali o vegetali che siano, e del fatto che a volte possiamo trovarci nei confronti di altri organismi in un non mediabile conflitto di interessi, ma, di fatto, pur non disponendo noi di alcun criterio sufficiente per giustificare una gerarchia assoluta di importanza degli esseri viventi, *anche il grado di somiglianza degli altri organismi con noi stessi ci condiziona profondamente nell'attribuire loro rilevanza etica, e sarebbe, a mio avviso, intellettualmente disonesto non ammetterlo.*

D'altra parte, questo orientamento spontaneo verso un certo grado e tipo di discriminazione specistica, che potremmo definire prossimale, nel senso che essa diminuisce proporzionalmente alla prossimità o somiglianza degli altri organismi a noi, non è regola che agisca in modo universale e uniforme negli esseri umani, o sancisca, a livello emotivo ed etico, una gerarchia assoluta a priori che induca necessariamente l'essere umano a dare priorità, sempre e in ogni circostanza, alla salvaguardia della vita di un essere umano rispetto a quella di altri animali e, in subordine, agli animali più simili all'uomo rispetto ad altri.

Io stesso, dovessi sottopormi ad uno di quei dilemmi ipotetici che tanto piacciono a certe correnti della filosofia analitica statunitense e anglosassone, avrei da confessare che, costretto a scegliere, per esempio, se salvare dall'annegamento un torturatore e violentatore seriale umano o un gatto cui mi legano molti anni di profondo affetto reciproco e amicizia, non mi sentirei di garantire a priori che darei priorità al legame di specie preferendo il primo al secondo. D'altra parte, sono abbastanza certo che non avrei esitazioni a calpestare alcune centinaia di formiche per tentare di salvare da un incendio un essere umano o anche un cane, pur non conoscendoli personalmente.

Con questo sentire emotivo e questo valutare etico, retaggio della nostra storia evolutiva e culturale, così come con l'impossibilità di preservare sempre e integralmente ogni vivente da danni derivanti dall'impatto umano, non meno che con gli effetti devastanti che il modello di sviluppo vigente oggi in tutte le società umane ha prodotto, e con l'urgenza estrema di un suo cambiamento di rotta, dobbiamo e dovremo, dunque, a mio avviso, fare i conti, sia nell'elaborare le nostre prospettive di sviluppo sociale, orientandole in ogni campo verso il minor danno possibile agli esseri umani, agli organismi tutti e agli ecosistemi, sia in ogni nostra singola scelta quotidiana, sapendo che, spesso, non ci sarà risparmiato un conflitto etico, uno scontro di affetti e inclinazioni perturbante e tutt'altro che facile da gestire.

<sup>76</sup> Cfr. K. LORENZ, *L'aggressività, Il Saggiatore*, Milano, 1969, 287; L. BATTAGLIA, *Ambiguità e paradossi del concetto di specie*, in M. CELENTANO, B. DE MORI, P. ZECCHINATO, *Etologia ed etica*, Roma, 2012, 141-148.