

# naturalmente scienza

giugno 2021

anno 2

numero 2

quadrimestrale

## in questo numero:

IN PRIMO PIANO: *Prove, non opinioni per affrontare l'emergenza salute* di Fabrizio Bianchi • *Pensare al di là dell'“epidemia di epidemie”* di Giuseppe Longo • *La scienza ai tempi dell'incertezza* di Sara Campanella e Elena Gagliasso • RITRATTO DI FAMIGLIA: *Latimeriidae* di Giambattista Bello • Focus: *Bomba demografica?* di Fabio Fantini • *Uomini e insetti* di Piero Sagnibene • *Italia senza italiani e mondo in frenata* di Pietro Bianucci • UNO SCATTO ALLA NATURA: *Zuffa tentacolare* di Vitor Antunes e Giambattista Bello • CONTRIBUTI: *L'Associazione Amici della Generazione Thunberg* intervista a Giuseppe Longo • *Einstein incontra Dante Alighieri* di Riccardo Mansani • *L'uccello delle tempeste mediterraneo* di Bruno Massa • *Gang Science* di Robert J. Warren II • FARE SCUOLA: *Ascoltare* di Maria Castelli • *L'arte di ascoltare di Primo Levi* di Lucia Stelli

*Redazione*

Giambattista Bello, Luciana Bussotti, Francesca Civile,  
Fabio Fantini, Luciano Luciani, Lucia Stelli,  
Vincenzo Terreni, Lucia Torricelli, Maria Turchetto

*Informazioni e contatti*

<https://www.naturalmentescienza.it>  
redazione@naturalmentescienza.it  
+39 349 6396739

*Proprietà della testata*

Vincenzo Terreni

*Direttore responsabile*

Alessandra Borghini

*Impaginazione*

Maria Turchetto

In copertina e controcopertina:

*Provenza: campo di lavanda*, foto di Patrizia Panicucci

Registrazione presso il Tribunale di Pisa n. 1/2021

*Prezzi e condizioni di abbonamento*

singolo fascicolo formato PDF: € 5,00

singolo articolo formato PDF: € 2,00

singolo fascicolo cartaceo: € 11,00

abbonamento annuale privato

(3 numeri) formato PDF: € 10,00

abbonamento istituzionale

(3 numeri) formato PDF: € 15,00

abbonamento annuale privato

(3 numeri) cartaceo: € 25,00

abbonamento istituzionale

(3 numeri) cartaceo: € 35,00

Indirizzare i pagamenti a:

BANCO POPOLARE IBAN IT38G0503414011000000359148

© Copyright 2021

Edizioni ETS

Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16, I-56127 Pisa

info@edizioniets.com

www.edizioniets.com

*Distribuzione*

Messaggerie Libri SPA

Sede legale: via G. Verdi 8 - 20090 Assago (MI)

*Promozione*

PDE PROMOZIONE SRL

via Zago 2/2 - 40128 Bologna

ISBN 978-884676060-9

# editoriale

Con l'estate arriverà il richiamo della vaccinazione agli ultimi in classifica e forse la dose completa a chi era stato escluso. C'è un clima di moderato ottimismo e palpabile sollievo per le restrizioni che si allentano o scompaiono del tutto. Alcuni specialisti continuano a raccomandare prudenza, una prudenza niente affatto da trascurare per il continuo palesarsi di varianti più o meno pericolose che hanno spinto l'Inghilterra a rinserrare di corsa le porte (ma hanno già detto che gli stadi saranno apertissimi per gli europei di calcio).

Certo che la macchina governativa si è mossa con rara efficacia e i primi rigagnoli di quella che si promette una alluvione di denaro cominciano a farsi vedere e sentire. È certo un bel segnale, ma altri segnali arrivano che sono meno rassicuranti. In un articolo de *le Scienze* del mese di giugno Cristina Da Rold illustra la situazione verificatasi in Italia a proposito del Fascicolo Sanitario Elettronico FSE. Se ne consiglia la lettura per le caratteristiche generali dell'episodio che potrebbe rappresentare un esempio di un mare di disorganizzazione, inutilizzo dei moderni mezzi di lavoro e raccolta dati e un atteggiamento quanto meno superficiale di molte regioni italiane.

La tutela della salute in Italia ha sempre rappresentato un punto di forza e il sistema sanitario nazionale è uno tra i più avanzati del mondo, rimanendo tale anche dopo la prestazione non particolarmente brillante nella gestione generale della pandemia. Si sono verificati scollamenti tra le regioni e il Ministero e gli episodi di intolleranza o di ostentata faciloneria non sono mancati.

Siamo entrati in un periodo in cui l'informatizzazione è inevitabile e i dati raccolti debbono essere rielaborati con la maggiore profondità e velocità possibile. Questa attività di studio serve ad organizzare il meglio possibile la macchina, mastodontica, del Sistema Sanitario Nazionale, ma i dati con cui alimentarla si sono fatti attendere, sono arrivati incompleti oppure non sono arrivati affatto. In queste condizioni viene messo in discussione il diritto alla salute di ciascuno di noi, si spendono risorse per opere inutili o tardivamente realizzate: insomma la macchina che è stata costruita non riesce a girare in piena efficienza a causa di atteggiamenti non sempre cristallini di parte degli amministratori e dei politici.

Da questa situazione, che credo si possa estendere ad ogni settore produttivo, scaturisce una domanda maligna, ma persistente: non sarà che i sistemi informatici non funzionano bene perché si preferisce che sia così? Siamo arrivati ad un punto talmente sofisticato di possibilità di analisi – se si è in possesso della quantità e qualità necessaria delle informazioni da interpretare – che diverrebbe facilissimo scoprire dove e perché il processo programmato non funziona o funziona male.

La condivisione dei dati necessita che i programmi che li trattano siano compatibili tra loro e non risulta che tutte le ASL abbiano questa possibilità costringendo i pazienti a portarsi dietro voluminosi incartamenti quando è necessario farsi curare da un'altra parte d'Italia.

Un dato curioso, che rende più chiara la situazione: il consumo di carta negli uffici pubblici dall'inizio dell'informatizzazione è triplicato! Ora, con i telefonini, in ogni tasca, si comincia a vedere un andamento diverso, in privato, ma il pubblico sembra sempre recalcitrante.

## SOMMARIO

### IN PRIMO PIANO

Prove, non opinioni per affrontare l'emergenza salute <i>di Fabrizio Bianchi</i> .....	5
Pensare al di là dell' "epidemia di epidemie" <i>di Giuseppe Longo</i> .....	8
La scienza ai tempi dell'incertezza e l'evoluzione ecologica delle pandemie <i>conversazione di Sara Campanella con Elena Gagliasso</i> .....	11

### RITRATTO DI FAMIGLIA

Latimeriidae <i>di Giambattista Bello</i> .....	17
--	----

### FOCUS: POPOLAZIONI E SOVRAPPOLAZIONI

Bomba demografica? <i>di Fabio Fantini</i> .....	25
Uomini e insetti: <i>Solenopsis saevissima</i> <i>di Piero Sagnibene</i> .....	33
Italia senza italiani e mondo in frenata <i>di Pietro Bianucci</i> .....	38

### UNO SCATTO ALLA NATURA

Zuffa tentacolare <i>di Vitor Antunes e Giambattista Bello</i> .....	43
---	----

### CONTRIBUTI

L'Associazione Amici della Generazione Thunberg <i>intervista a Giuseppe Longo</i> .....	45
Einstein incontra Dante Alighieri <i>di Riccardo Mansani</i> .....	51
L'uccello delle tempeste mediterraneo <i>di Bruno Massa</i> .....	56
Gang Science <i>di Robert J. Warren II</i> .....	62

### FARE SCUOLA

Ascoltare <i>di Maria Castelli</i> .....	66
L'arte di ascoltare di Primo Levi <i>di Lucia Stelli</i> .....	75

## Prove, non opinioni, per affrontare l'emergenza salute

Fabrizio Bianchi

La pandemia da Covid-19 ha evidenziato le difficoltà interpretative e comunicative dei risultati scientifici, oltre all'abuso di termini come verità, certezza, realtà oggettiva e alla sovrapposizione spesso poco meditata di meccanismi probabilistici e deterministici. Il problema si pone in modo particolare per le "malattie multifattoriali" in cui entrano in gioco agenti infettivi, fattori di rischio ambientali e stili di vita. Per una ripartenza con un piede diverso sarebbe utile dotarsi di strumenti di partecipazione multidisciplinare tra scienze umane e sociali e scienze "dure", alla cui base porre la condivisione di principi etici e di valori democratici prima ancora di definire gli obiettivi.

Sui risultati scientifici si registrano quotidianamente interpretazioni sbagliate o strumentali. Le difficoltà interpretative e comunicative diventano più acute quando si passa dalla semplice descrizione dei fenomeni alla ricerca delle cause che li hanno generati. Il doppio caso delle cause delle malattie infettive, come Covid-19, e di quelle non trasmissibili, come quelle attribuite all'inquinamento, pare calzare a pennello e mi ci soffermerò, fatta una breve premessa.

Non parlo degli errori degli studi, dai quali – per dirla con Karl Popper – si dovrebbe imparare. Parlo piuttosto di interpretazione scambiata o proposta come verità o verità assoluta (aggettivo, quest'ultimo, sempre più usato e abusato). Il problema dell'interpretazione basata sull'opinione travalica l'errore ed è perfino più insidioso. Ogni persona sa che i risultati scientifici dovrebbero essere ancorati alle prove empiriche, proprio per non essere alla mercé delle opinioni, ma non si può assumere che questo sia un patrimonio comune.

Non che le opinioni, e i loro cambiamenti, siano da sottovalutare o trascurare, quando si sa che nella vita sociale, politica, delle interrelazioni e della comunicazione assumono rilevanza, a volte perfino centralità, fino a diventare l'oggetto del desiderio – l'esempio più evidente è quello dei sondaggi per comprendere e cambiare le opinioni. Ma non dovrebbero sfuggire



i caratteri di soggettività e volubilità delle opinioni che si formano riguardo a particolari fatti in assenza di criteri certi per giudicare la natura delle cose. Volendo essere conseguenti, insieme all'espressione di un'opinione dovrebbe anche accompagnarsi l'ammissione della possibilità di sbagliarsi. Questo a volte succede, spesso si sentono dire o si leggono frasi difensive come: fino a prova contraria, è solo la mia opinione, secondo la mia modesta opinione. Oppure per dare forza alla propria opinione si sente aggettivare con: corrente, maggioritaria, comune, generale fino all'ultima gradazione di unanime o universale – insinuando così, senza alcuna prova quantitativa, che l'opinione combacia con la verità. Cosa ancora diversa è il punto di vista su una situazione in itinere, su come contenersi e sui provvedimenti da prendere, elementi della vita quotidiana e fondamento del confronto sociale e politico: in questo caso occorre fare i conti con la legittima aspirazione a far cambiare opinione agli altri facendo prevalere la propria. Già nel XVII secolo Bacone osservava che l'uomo, quando si forma un'opinione, fa poi di tutto per sostenerla, nonostante le tante evidenze contrarie. Una riflessione importante, tanto più perché distingue tra opinione ed evidenza. La comprensione e l'uso corretto delle evidenze scientifiche effettivamente disponibili dipendono dal modo di comunicarle e dalla cultura scientifica diffusa, ma anche dalla dose di interpretazione soggettiva di fatti ancora incerti. In questo la responsabilità della comunità scientifica è grande. Beninteso, il “male” non si annida nell'interpretazione soggettiva, ma nel non rendere chiari i criteri e i limiti interpretativi. Per non parlare dell'incapacità di interpretare per mancanza di competenza: davvero difficile sentir dire: questo non lo so, su questo non sono competente, non rientra nella mia disciplina. Anche nell'attuale tragedia pandemica concetti come opinione corrente, verità, realtà oggettiva sono spesso usati con nonchalance. Di rado lo scienziato comunicatore si assume la responsabilità di trasmettere i limiti conoscitivi, di calarsi nella situazione caratterizzata dalla provvisorietà e dall'incertezza, di “umanizzarsi” – nonostante chi lo fa sia in genere piuttosto apprezzato.

Per approfondire il ragionamento possono essere utili i quattro metodi proposti da Charles Sanders Peirce (1839-1914), fondatore del pragmatismo e tra i padri della semiotica moderna, per produrre e diffondere conoscenze:

1. asserire che una cosa è vera perché si continua a dire che è vera (metodo della tenacia);
2. asserire che una cosa è vera perché stabilita da un soggetto dotato di autorità (metodo dell'autorità);
3. asserire che una cosa è vera perché è ragionevole (metodo a priori o dell'intuizione);
4. asserire che una cosa è vera perché determinata da realtà esterna non influenzata dal pensiero umano (metodo della scienza).

Sulla vicenda della comunicazione relativa alla pandemia di Covid-19 non è difficile decifrare l'uso e l'abuso dei quattro metodi per sostenere/ostentare la verità, e ognuno si potrà dilettere a riempire le caselle con gli “esperti” che con costanza e alterne fortune intervengono da vari mesi sui media. Ciò che è più difficile da identificare è invece la commistione dei quattro criteri, peraltro variabili nel tempo, anche perché solitamente si propende per ritenersi ragionevoli e scientifici, tenaci in accezione positiva e autorevoli, mai autoritari.

Le difficoltà interpretative riguardano sia le malattie ambientali, che dipendendo da molte cause (multi-causali) lasciano spazio alla discussione, sia le malattie infettive (come Covid-19) che si trasmettono attraverso agenti patogeni che entrano in contatto con l'individuo. In termini più tecnici, le malattie cronico-degenerative hanno una certa probabilità di accadere dipendente da tanti fattori (meccanismo probabilistico), mentre quelle infettive accadono in ragione delle condizioni di trasmissibilità dell'agente patogeno e della complessa interazione tra il sistema immunitario e l'organismo estraneo (meccanismo deterministico).

Come per l'ecologia, anche per l'epidemiologia si parla di transizione, perché ci si sta spostando sempre più verso malattie multifattoriali, in cui entrano in gioco sia cause ambientali sia individuali (stili di vita ma anche caratteristiche genetiche) e un pericoloso intreccio tra malattie tra-

smisibili e non trasmissibili. Il modello offerto dalla pandemia da Covid-19 è significativo: pur provocata da un agente infettivo – il coronavirus SARS-Cov-2 – ha come cause ambientali distali i cambiamenti climatici e i conseguenti cambiamenti comportamentali di specie animali. Inoltre, il Covid-19 interagisce con numerose malattie croniche e con molti fattori di rischio, tra cui obesità, fumo, iperglicemia, inquinamento atmosferico che caratterizzano il nostro tempo: un'interazione tra pandemie di natura diversa definita sindemia. Molti studi, anche precedenti l'arrivo della pandemia, hanno mostrato che popolazioni esposte a inquinamento, oltre a essere più suscettibili a malattie ambientali, essendo più fragili, lo sono anche a patogeni batterici e virali. I 6,7 decessi prematuri per ictus, infarto, diabete, cancro ai polmoni, malattie polmonari croniche e malattie neonatali, attribuibili globalmente a inquinamento atmosferico, sono la punta dell'iceberg di una fragilità molto più vasta, esposta a sindemie. La portata e le implicazioni dei fenomeni che sono sotto i nostri occhi dovrebbero ridurre lo spazio delle opinioni a vantaggio della ragione, intesa come strumento dialettico di accesso alla verità e come esercizio critico di riconoscimento del proprio limite. La tecnica e la tecnologia possono dare moltissimo, ma in equilibrio con le capacità della scienza di comprendere gli effetti e finalizzata al governo della società della conoscenza. Più la situazione è complessa e critica e più occorre valorizzare la conoscenza storicamente acquisita e al contempo aderire a semplici regole, la prima delle quali ritengo sia la necessità di argomentare razionalmente sulla base di dati di pubblico dominio, anziché dare ricette basate su dati controversi, usati in modo parziale e proponendo come proposizioni scientifiche quelle che sono opinioni. Quando invece i dati disponibili non sono sufficienti per un'argomentazione cogente, dovrebbe essere spiegata l'incertezza e incoraggiato il dissenso e la competizione tra diverse ipotesi senza pretendere di stabilire prematuramente nuovi paradigmi.

Per una ripartenza con un piede diverso da quello che ha lasciato le impronte così profonde che oggi stiamo sperimentando, sarebbe utile dotar-

si di strumenti e luoghi in cui soggetti diversi si confrontano per trovare un consenso: luoghi di partecipazione multidisciplinare tra scienze umane e sociali e scienze "dure", alla cui base porre la condivisione di principi etici e di valori democratici prima ancora di definire gli obiettivi. ●

**Pietro Greco**

***Errore, Doppiovoce, Napoli 2019***

"L'errore, diciamo, ha una pessima immagine", scrive Pietro Greco nel prologo di questo aureo libretto. Identificato con il male dai padri della Chiesa, ma anche da alcuni filosofi e uomini di scienza del Seicento; attribuito all'ignoranza; paragonato a una malattia della ragione per cui – a partire da Francis Bacon – si cercano misure di cura e profilassi.

L'immagine cambia nel Novecento. Karl Popper, che sull'errore ha costruito la sua filosofia della scienza, ammonisce che "impariamo dai nostri errori" e afferma: "non il possesso della conoscenza, della verità irrefutabile, fa l'uomo di scienza, ma la ricerca critica, persistente, inquieta della verità". Pietro Greco sposa questa posizione nel capitolo conclusivo, intitolato *Elogio dell'errore*.

Tra il prologo e l'epilogo si snoda un istruttivo percorso attraverso "errori d'autore". Dalle "conseguenze fortunate" dell'errore commesso da Tolomeo nel calcolo del diametro terrestre che spinse Colombo a tentare di raggiungere le Indie per occidente; agli "errori di valutazione dei dati" di Fermi e di Lamarck; all'"errore che non è un errore" di Galileo (a proposito delle maree), passando per Newton, Kelvin, Einstein e approdare infine a Hilbert, il cui errore consiste nell'aver creduto nella certezza della matematica, smantellata nel corso del Novecento da Russel, Gödel, Turing, Cohen.

"La certezza è andata perduta", scrive Pietro Greco commentando quest'ultima vicenda. Eppure la scienza sopravvive a questa perdita, con una nuova consapevolezza, cambiando alle radici l'immagine dell'errore. Nel Novecento, scrive l'autore, "gli errori sull'errore vengono corretti": l'errore non è la patologia, ma la fisiologia della produzione di conoscenza. Come scriveva Federico Enriquez nel 1934: "benché possa sembrare paradossale nego che la scienza e la storia della scienza contemplino solo ciò che è vero. Niente è vero in un senso assoluto, che sarebbe quello di Parmenide; c'è invece il vero relativo, il che vuol dire che nell'evoluzione delle scienze la verità si mescola all'errore".

*Maria Turchetto*

---

## Pensare al di là della “epidemia di epidemie”\*

Giuseppe Longo

---

La possibilità di una previsione precisa è la chiave dell'intervento possibile nei processi fisici. Allora le scienze del vivente, che consentono solo conoscenze di tipo probabilistico, con un numero molto grande di variabili casuali, non consentono alcuna azione umana di prevenzione o aggiustamento? Non è così: la teoria darwiniana, riportando la storicità tra le dimensioni della “natura”, non ci consente di fare previsioni, ma, permettendoci di capire, ci rende capaci di agire, se assumiamo il rischio di appoggiarci alle migliori conoscenze disponibili. L'esame della frequenza di eventi epidemici virali in anni recenti mostra che un certo grado di previsione su qualcosa di simile alla pandemia Covid-19 sarebbe stato possibile, qualcosa avrebbe potuto, e potrebbe per il futuro, essere deciso per attrezzarci ad affrontare eventi simili.

Una delle principali sfide nell'ambito delle scienze storiche è il ruolo delle previsioni. La biologia è una scienza storica, perché un organismo può essere compreso solo in una prospettiva temporale, filogenetica e ontogenetica. In particolare il tempo della biologia, e quindi delle scienze correlate (ecologia e simili) è un tempo del cambiamento di un intero “spazio di possibilità” (di “fasi”, come si direbbe in fisica, ma di “fenotipi” in ecosistemi, gli osservabili ed i loro parametri pertinenti in biologia); un tempo punteggiato inoltre da rari eventi, che inducono novità evolutive, quali la speciazione. In fisica lo spazio (delle “fasi”) è dato come un a priori della conoscenza, come “condizione di possibilità” per “scrivere equazioni”, spiegano Newton e Kant; questo a priori contiene tutti i possibili percorsi. Sono tali percorsi ad essere imprevedibili, ma tutti già “pre-dati”: lo spazio dei possibili di un dado comprende sei valori, non uno di più, non uno di meno. In biologia, quindi, alla imprevedibilità fisica si aggiunge l'imprevedibilità dei cambiamenti dello spazio di possibilità e quella degli eventi rari, a ognuno dei quali è impossibile associare valori di probabilità<sup>1</sup>: la placenta di certi mammiferi, risultato di una infezione retrovirale, che ha co-costituito la sua nicchia



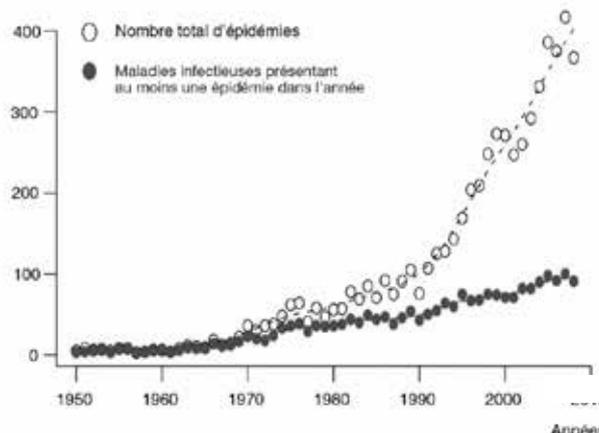
\*Apparso in inglese in *Organisms: Journal of Biological Sciences*, 1: 113-114, 2021. DOI: 10.13133/2532-5876/16967.

1. Longo G (2020) *Naturalizing Physics. Or, embedding physics in the historicity and materiality of the living*, *Deleuziana*, 11, 2020,

special issue on “Differential Heterogenesis: Deleuze, Mathematics And The Creation Of Forms”.

corporea ed ecosistemica circa 120 milioni di anni fa, non era in una lista di possibilità già data, salvo nella mente di Dio, e non era necessaria, come gli australiani sanno bene. Altrettanto dovrebbe dirsi, in quanto temporalità ed imprevedibilità, della storia degli eventi umani, anche se la cultura simbolica, in tutte le sue forme, impone importanti cambiamenti degli strumenti di analisi.

Tenendo conto dell'intrinseca imprevedibilità dunque della storia della vita, dovremmo restarcene in silenzio? Rinunciare a conoscere ed agire? No, la scienza non è (o non è soltanto) la parodia analitica di “esperienza/osservazione, teoria, previsione, verifica/falsificazione”, ma prima di tutto una costruzione di obiettività, nonché di validi oggetti di conoscenza, tramite la difficile operazione di “ritagliare” e “qualificare” la realtà. È per questo che la teoria Darwiniana ci propone una notevole visione storica della vita, delle “specie”, nozione che va continuamente reinterpretata e riqualficata. Questa teoria non ci consente di fare previsioni, ma, permettendoci di capire, ci rende capaci di agire, se assumiamo il rischio di appoggiarci alle migliori conoscenze disponibili. Decidiamo ad esempio di misurare le “biodiversità”, basata su di una suddivisione che ammettiamo essere arbitraria di specie e forme di vita, sempre aperta alla discussione e alla revisione, e valutiamo l'impatto dell'uomo su un ecosistema, la complicata determinazione delle conseguenze di attività che durano a volte da secoli. Possiamo anche darci una misura della nozione di “epidemia” e disegnare il diagramma storico (fig. 1). Conoscenze parziali e rivedibili; è abbastanza per poter agire? Sì, lo è. Dal 1990 molti epidemiologi ci hanno messo in guardia: la nozione di “epidemia di epidemie” risale al 1993, e questo grafico del 2016 ce ne mostra l'andamento. Le cause sono ben descritte in fig. 1: molti



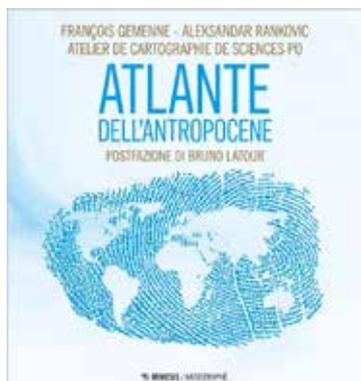
**Figura 1. Evoluzione del numero di epidemie di malattie infettive nel mondo dal 1950 al 2010, in nero quelle ricorrenti (da Morand S., Foguie M. (eds.), *Émergence de maladies infectieuses. Risques et enjeux de société*. Editions Quae, Paris, 2016.**

casi sono da attribuire alla biologia di sintesi che si proclama onnipotente e ci fa credere di poter controllare completamente gli organismi viventi modificando (“editing”) il loro DNA/RNA – nel 2014, l’NSF e l’NIH, i massimi organismi pubblici di finanziamento della ricerca americani, quindi mondiali, hanno dichiarato una moratoria delle esperienze di gain-of-function di genetica molecolare a seguito di ripetuti incidenti e fughe, moratoria sospesa da Trump nel 2017. Tuttavia, oltre il 70% delle malattie epidemiche degli ultimi 60 anni, provengono da animali che si confrontano con un contesto ambientale nuovo. La deforestazione per far posto a insediamenti agricoli, unita a pratiche di allevamento intensivo, favoriscono il passaggio di batteri e virus dagli animali selvatici a quelli di allevamento, e quindi agli umani. Il calo della biodiversità provoca la rottura di clusters animali e profonde modificazioni della spazi virali e batterici. Nessuno di questi casi, e dei microrganismi coinvolti, erano prevedibili singolarmente, e non lo saranno nemmeno in futuro; li possiamo studiare e conoscere solo a posteriori. Ma l’azione, il cambiamento di modi di rapportarci all’ecosistema, è possibile.

La negazione interessata della storicità della vita, della dinamica evolutivista dell'ecosistema, delle sue diversità e specificità, è la causa principale delle attività che lo distruggono. Spesso questo genere di negazionismo trova la sua giustificazione in una sorta di neo-scientismo che pervade le nostre scienze: da un lato, la ritenuta spontaneità delle dinamiche uomo/economia/natura individuerebbe il miglior percorso possibile – un cattivo uso della matematica della fisica all'equilibrio del XIX secolo. D'altra parte, la natura stessa sareb-

be una specie di macchina riparabile, addirittura programmabile, con risorse materiali e biologiche sempre disponibili. Una nuova consapevolezza ed una reale conoscenza scientifica di questi fenomeni è in fase di costruzione, un cambiamento è possibile: la conoscenza della dimensione storica, come nel diagramma visto sopra, e una visione degli organismi nella loro autonomia e nella loro dipendenza dall'ecosistema rende possibile agire, individuare risposte possibili, sempre da re-inventare, ricalibrare. ●

**François Gemenne, Aleksandar Ronkovic,**  
**Atelier de Cartographie de Sciences Po,**  
*Atlante dell'Antropocene*, Mimesis Edizioni,  
 Milano-Udine 2021, pp. 160, € 20



L'*Atlante*, che cerca di rappresentare appunto gli aspetti cruciali dell'Antropocene, rappresenta – come scrive Alessio Malcevschi nella Prefazione all'edizione italiana – “uno sforzo titanico degno di (un) Atlante perché significa non solo raccogliere e sistematizzare una enorme quantità di dati geografici, ambientali, economici, sociali tramite grafici, didascalie e immagini, ma anche integrarli in una visione sistemica”. In effetti questo *Atlante* ha il pregio di intrecciare problemi che sono trattati molto spesso come distinti mentre sono profondamente collegati. L'Antropocene viene così osservato e rappresentato attraverso l'insieme delle scienze naturali e delle scienze sociali, discipline che non solo vengono insegnate distintamente a livello scolastico e universitario, ma che a volte sui temi qui trattati confliggono apertamente o quanto meno divergono nell'indicare le priorità degli interventi necessari ad affrontare le criticità, dal

momento che il compromesso tra sviluppo economico e salvaguardia dell'ambiente è davvero difficile. Qui vediamo finalmente una ragionevole convergenza.

Una prima parte dell'*Atlante* è dedicata al concetto stesso di Antropocene: la nascita del termine, le diverse accezioni in cui viene usato, i dibattiti che solleva, le critiche che ha ricevuto. Seguono le sezioni dedicate a *ozono* (considerato “la prima allerta mondiale” e anche il primo caso in cui si è giunti a un trattato mondiale), *clima*, *biodiversità*, *inquinamento* e *demografia*. Ogni sezione è composta da brevi capitoli, affidati soprattutto alle immagini e alle elaborazioni grafiche e corredati da testi brevi ma molto chiari. L'ultima sezione, dedicata alle *politiche dell'Antropocene*, è particolarmente interessante – in particolare la ricostruzione di “mezzo secolo di diplomazia al capezzale del pianeta” e l'analisi delle vere e proprie “campagne di disinformazione” finalizzate ad alimentare lo scetticismo ecologico – e militante.

L'*Atlante* si chiude con una postfazione di Bruno Laroui, il quale ricorda che Atlante rappresenta nella mitologia il gigante capace di sorreggere la Terra senza esserne schiacciato, ma che da quando nel XVI secolo Mercatore pubblica con il titolo di Atlante un insieme di tavole stampate, qualcosa che si sfoglia e si tiene in mano, il rapporto si inverte: “non si tratta più della Terra che abbiamo sulla schiena e che ci schiaccia, ma della Terra che dominiamo, che possediamo e controlliamo completamente. Quasi cinque secoli dopo, ecco che la situazione si ribalta di nuovo: compare un Atlante che permette ai lettori di capire perché è assolutamente inutile pretendere di dominare, di controllare, di possedere la Terra e che il solo risultato che deriverebbe da questa idea folle è il fatto di ritrovarsi schiacciati da ciò che nessuno è in grado di reggere sulle proprie spalle”.

*Maria Turchetto*

---

## La scienza ai tempi dell'incertezza e l'evoluzione ecologica delle pandemie

Conversazione di  
Sara Campanella  
con Elena Gagliasso

---

L'immagine della scienza è messa alla prova dall'emergenza pandemica. La scienza della quantificazione e della verifica sperimentale va ripensata e ricontestualizzata. Covid-19, mostrando la fragilità delle previsioni e la parzialità dei ragionamenti riduzionistici, può rappresentare un formidabile "acceleratore di interdisciplinarietà", che ci obbliga a unire algoritmo, sperimentazione, modellizzazione con spiegazione storica e visione sistemica.

---

La scienza e l'immagine della scienza sono messe alla prova dall'attuale emergenza pandemica, con ricadute sui metodi, sui rapporti e sulle gerarchie disciplinari, sulle capacità previsionali, sulla relazione tra scienza e società. Abbiamo provato a ragionarci con Elena Gagliasso, epistemologa, docente di Filosofia delle scienze del vivente all'Università la Sapienza di Roma, che ha lavorato sulla metodologia dell'evoluzionismo e dell'ecologia, sul ruolo delle metafore scientifiche e dei loro contesti socioculturali.

**Sara Campanella (SC):** "Alla luce di ciò che sta accadendo tra umani e virus, ritieni sia tempo di ripensare il discorso scientifico standard e i suoi ampliamenti? Come muoversi, e con efficacia, su tanti piani di incertezze, di bassa prevedibilità, sul collegamento tra scienza e società?"

**Elena Gagliasso (EG):** "Quanto sta accadendo ci obbliga a riprendere in mano distinzioni classiche che si rivelano ancor più obsolete di quanto gli epistemologi già indicassero anni fa. E a farlo ormai con una certa urgenza. Il metodo che avevamo ereditato dalla scientificità classica era nato per estrapolazione dalle scienze esatte: le leggi del moto dei pianeti della fisica e dell'astronomia, il mondo delle leggi fisse, gli 'universi della precisione' per dirla con il grande storico della scienza Alexandre Koyré, l'isolamento delle variabili, le loro relazioni misurative, la replica dell'esperimento, la ricerca di nessi causa-effetto lineari. Tutto ciò – e molto altro ancora – co-



**Friedrich Heinrich Füger (1751-1818), *Allegoria della verità e delle scienze***

stituiva il cuore del metodo scientifico standard e garantiva che la spiegazione coincidesse con la previsione dei fenomeni, che la semplicità e l'eleganza dei calcoli fosse la spiegazione migliore e ne garantisse la certezza. Questo impianto era stato messo da tempo in discussione, almeno dagli anni '80 del XX secolo. Ma un conto è discutere in astratto del metodo scientifico, un conto trovarsi sbattuti in una prova di realtà che rappresenta un gigantesco esperimento a cielo aperto e in tempo reale in natura. Un test di cui siamo noi stessi una parte in gioco e che concretizza la fragilità delle previsioni e la parzialità dei ragionamenti riduzionistici, mentre si presenta come un gigantesco 'acceleratore di interdisciplinarietà'".

(SC): "Secondo te la scienza delle misurazioni e dell'esperimento ha fatto il suo tempo? Non ti pare un'affermazione al limite?"

(EG): "La scienza della quantificazione e della verifica sperimentale va ricontestualizzata: deve unire algoritmo, sperimentazione, modellizzazione con spiegazione narrativa, storica e visione sistemica. Mettiamola così. C'è bisogno di un potenziamento di misurazioni e sperimentazione, e in effetti oggi ci sono i Big Data che raccolgono un'enorme mole di dati eterogenei. Ne è un esempio *Zenodo*, l'archivio *open access* sul Covid-19 del Cern, progettato dalla sua direttrice Fabiola Giannotti con la virologa Ilaria Capua. Una potenza di calcolo in tempo reale per l'intera collettività scientifica, ma insieme una straordinaria realizzazione democratica. Ma è anche cruciale un altro atteggiamento di fondo che integri *hard sciences* con scienze dei processi viventi o storia della vita sul pianeta. È l'urgenza di adattare gli strumenti di più metodi e più teorie con bricolages nuovi, ibridando più stili di conoscenza.

Mi dirai, di tutto ciò gli epistemologi in fondo parlavano da tempo, da quando già si ragionava sulle teorie della complessità. Ma ora dalle parole si passa alle pratiche e concretamente si dovranno ibridare gli stili di ricerca, perché l' 'acceleratore di interdisciplinarietà' Covid-19 lo esige come urgenza".

(SC): "Restando sul piano epistemologico, quale 'ibridazione stilistica' va messa a segno nel modo più consapevole?"

(EG): "Da due secoli ci accompagna una scissione tra spiegazioni predittive (delle scienze esatte) e narrazione storica (delle scienze umane). Qui, nel caso della pandemia, da un lato dobbiamo intercettare come e dove agirà il virus e a partire dalle conoscenze sperimentali della sua contagiosità, creare prospezioni sui suoi ceppi mutanti: un arcipelago di stime probabilistiche gettate sul futuro, attraverso campionamenti, sperimentazioni, modellizzazioni epidemiologiche e microbiologiche. Dall'altro siamo dentro a una pagina importante della storia evolutiva. Dobbiamo esplorare la storia delle interazioni tra mondi microbici e mondi animali (e quindi umani) fatta di complessità retroattive, casualità random, contingenze fortuite. Ci serve l'indagine ricostruttiva delle tappe passate di questa storia, dei suoi processi lenti o repentini, delle sue latenze, degli eventi unici, dei vincoli che ne conseguono. Migrazioni tra specie diverse dei virus, crescita esponenziale della loro mutagenicità e quindi della loro biodiversità, ritmi di diffusione delle epidemie e delle pandemie, con i contraccolpi di ciò sulle nostre vicende umane, sociali, economiche e psichiche. Ci servirà tutto questo per sapere, per riorientarci, mettendo in sinergia e non in contrapposizione il metodo storico di narrazione dei percorsi evolutivi, le quantificazioni degli effetti e le prospezioni. E ciò proprio mentre noi stessi siamo parte in causa del processo in atto qui e ora. In modo perturbante e duplice: come 'vittime' del contagio adesso, e come 'agenti causali' delle condizioni ecologiche di fondo nel passato. Quelle condizioni e alterazioni dei contesti ambientali che ne hanno permesso l'intensificarsi in frazioni di tempo sempre più vicine. Quell'impatto antropico che, con intensità crescente da due secoli, ha stressato la resistenza e la resilienza degli habitat dove abitano gli usuali ospiti selvatici di miliardi di virus, cambiandone i parametri".

(SC): "Quindi ci servono due storie, o almeno dovremmo far interagire due lunghezze tempora-

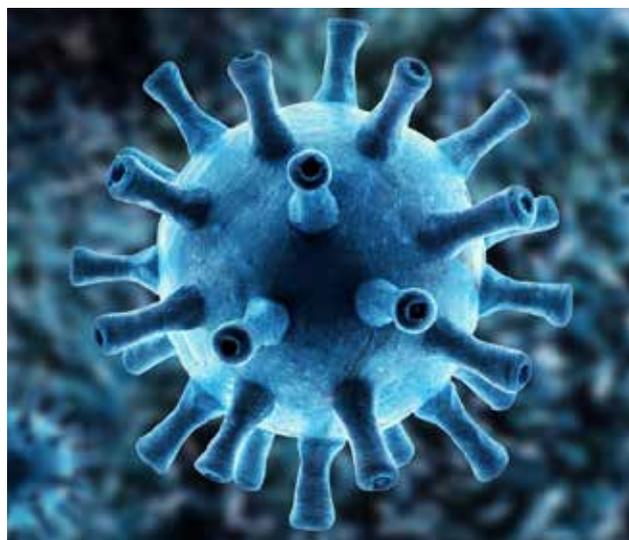
li. Una di breve periodo, contemporanea, e una di lungo, lunghissimo respiro, quello delle ere geologiche e dei primordi di un mondo vitale che ora ci riguarda da vicinissimo”.

**(EG):** “Proprio così. La vicenda della storia di Sars-Cov-19 sul breve periodo, da un anno e mezzo a questa parte abbiamo ormai imparato a conoscerla un po’ tutti. È una piccola frazione all’interno della ininterrotta coevoluzione microbi-specie umana e va colta come una sequenza evolutiva: si parte da un certo ‘evento’ puntiforme, spazialmente lontano da qui (una città, anzi un quartiere di una città della Cina, Wuhan), ma temporalmente vicino (nella seconda metà di novembre del 2019, come ebbe modo di ricostruire la dottoressa cinese Ai Fen). L’evento è una mutazione sulle molecole d’attracco della superficie di un coronavirus che viveva endemico tra i pipistrelli selvatici delle caverne e delle foreste. Una mutazione, tra le tante incessanti, che nemmeno si esprimono o che nemmeno possiamo sapere, che si rende ‘evolutiveamente utilizzabile’ per migrare dall’ambiente interno di una specie classica convivente a quello di una nuova. Il virus ‘tracima’, trasmigra in altre specie prossime, ‘amplificatrici’ della sua originaria micro-nicchia ecologica e, forse attraverso altri mammiferi ‘ponte’, le si dischiude un vasto e interconnesso mondo di 7.7 miliardi di umani. L’ambiente di vita di quella specie di chiroteri (come di molte altre selvatiche) stava mutando. L’espansione dell’urbanizzazione, il consumo di suoli selvatici, la fuoriuscita dei loro abitanti, le decimazioni epidemiche negli immensi allevamenti intensivi locali, l’immissione di sostanze di sintesi che alterano equilibri e temperature nell’atmosfera, mescolano specie di per sé lontane in una promiscuità che è la vera e propria nuova nicchia ambientale degradata. Intanto, anche l’‘ambiente interno’ dei pipistrelli, con la loro fisiologia iperstressata, dev’essersi alterato chimicamente e dunque la micro-nicchia delle cellule interne in cui il virus ha vita, modificandosi, ha favorito la mutagenicità. Ecco, una frazione di una storia”. Cui stanno aggiungendosi le ulteriori ininterrotte veloci mutazioni che il virus attiva in diverse parti del mondo degli

umani. Quelle che noi denominiamo con i luoghi dove compaiono, la variante inglese, sudafricana, brasiliana, indiana, in attesa delle altre in arrivo.

**(SC):** “E perché non potremmo fermarci qui?”

**(EG):** “Manca il lungo periodo. Quello che troppo spesso è sottaciuto. L’indagine richiede un metodo indiziario a ritroso, con non poche incognite, anche sul piano categoriale: come classificare i mondi virali? Li vogliamo considerare viventi o non viventi? Come ne monitoriamo con finezza la comparsa sul pianeta (dato che non fossilizzano)? E quante teorie in merito confliggono? Se li si considera ‘viventi’ dobbiamo allargare la nozione stessa di ‘vivente’ a chi per vivere non è autonomo, ma ha bisogno di un ospite. Ma se accettiamo questo, a partire dal mondo virale le ripercussioni impattano sulla categoria stessa di ‘vita’. Quante altre forme, peraltro note, di cooperazione, sfruttamento, parassitismo, inserzione prendono nuova evidenza tra specie distanti? Il campo è affascinante e in fermento. Ma va notato che quello che rivela è semplicemente (anche se non è affatto semplice, ma molto complesso!) il cammino tortuoso e ininterrotto di una storia profondissima che continua e si riattualizza qui tra noi oggi. È la storia di quello che il mondo dei virus ha fatto fin dagli albori della vita sul pianeta: evolvere e accrescere la propria biodiversità, ibridando, infettando altri organismi, diversificandosi con essi, creando patchwork intrecciati



viventi tra specie, generi, famiglie che solo percettivamente per noi umani sono separate, ma che la ricerca bioevolutiva ed ecoevolutiva rivela come mondi interconnessi. Un esempio noto? Percettivamente noi stessi ai nostri occhi siamo ‘individui’, ma per le migliaia di cellule batteriche che ospitiamo, e per le intersezioni genomiche dei retrovirus remoti che portiamo nei nostri geni, in realtà noi siamo dei mosaici di diversità biologica, dei ‘micro-biomi’. O, volendo, sul piano filosofico, siamo dei ‘condividui’”.

**(SC):** “Vorrei però tornare al tuo discorso sul doppio metodo: allora l’esperienza, la certezza e l’esattezza sono, quantomeno, prematuri, se non estranei, al metodo storico-ricostruttivo?”

**(EG):** “Separerei questi termini. L’esperienza, il calcolo, le modellizzazioni sono essenziali e virologi e clinici sono al lavoro anche grazie a questi cardini basilari della ricerca. L’intera vicenda della pandemia è inoltre indirettamente una corroborazione contemporanea della teoria darwiniana e del suo metodo storico. Un perenne inseguimento segna invece la ricerca di esattezza e certezza nei dati. È un inseguimento che nasce anche da un bisogno di rassicurazione umana, mai così forte come ora. Da un lato ‘la Scienza’, come aspettativa ipostatizzata, viene oggi più che mai pressata dalle richieste sociali di essere ‘Verbo’ di certezze. Dall’altro, avendo tempi che non appagano le nostre urgenze di azioni risolutive, è oggetto di sospetto. Ogni plot complottistico che presenti una causazione più lineare per la nostra mente (come i virus ingegnerizzati nel laboratorio cinese e rilasciati per errore o volontà) intercetta anche persone colte, ma digiune del ruolo cardine della contingenza e del caso nell’evoluzione dei viventi. La cifra della ricerca scientifica consiste proprio nel fatto che non produce mai certezze incontrovertibili, è sempre autocorrettiva, si deve poter falsificare, e proprio ciò la differenzia dalle ideologie, dai saperi magici, dalle religioni e da tutte le altre forme di rassicurazione umana. Vediamo che proprio in questo lungo anno e mezzo di pandemia è cresciuta un’interessante letteratura sull’epistemologia dell’incertezza, pilastro

delle nuove discipline epidemiologiche. Quanto più andiamo sui tempi delle ere profonde della storia dell’evoluzione, tanto più l’esattezza è una pretesa frustrante. Qui lo spazio dell’inesattezza, che pur si riduce grazie a forme di datazione sempre più raffinate, resta peraltro come tensione inesausta nelle ipotesi di molti percorsi remoti e non preclude certo la possibilità di conoscere. Credo sia oggi particolarmente importante distinguere le giustificabili ma fuorvianti pretese di certezza ed esattezza dal lento lavoro della ricerca: fallibile e autocorrettivo, tanto più a fronte di sistemi altamente complessi quali i processi del mondo virale, per i quali è importante riuscire a collegare i due piani: dell’esperienza e delle modellizzazioni con quelli della ricostruzione indiziaria e della sistemica”.

**(SC):** “Cioè riconnettere i due livelli del metodo esplicativo dell’evoluzione: quello delle cause remote e quello delle cause prossime”.

**(EG):** “Esatto. Le ragioni remote dell’origine filogenetica di quest’ultimo virus di una lontana discendenza, difficilmente rintracciabili a ritroso lungo il tempo profondo delle ere geologiche, sono qualcosa di distaccato da noi. Un evento non certo evolutivamente improbabile (e che in futuro continuerà a ripresentarsi si ripeterà), ma non determinabile con esattezza, né prevedibile nel suo accadere più vicino. Ovvero, quella causa prossima di un giorno del novembre 2019, in un dato quartiere di Wuhan, e segnata profondamente dalla *casualità*, sta cambiando il nostro mondo. Avere uno sguardo evolucionista ci consentirebbe di connettere i messaggi, spesso recepiti come ‘diverse campane’ delle ricerche dei virologi, delle prospezioni degli epidemiologi, dei tentativi dei medici, in un tessuto coerente. Dovremmo dotarci degli strumenti per capire che si mescolano insieme *casualità fortuite con determinismi stratificati e da noi prodotti nello stravolgimento degli ecosistemi*. Si gioca una circolarità che richiede il criterio della narrazione storica dell’inseguimento degli eventi, la lettura di panorami sulle dinamiche del tempo profondo, assieme alla partecipazione consapevole delle nostre scelte

sociali, politiche e geopolitiche qui e ora. Che richiede di percepirci connessi tra noi, con gli altri viventi, con il respiro del pianeta stesso”.

**(SC):** “Pensarci, percepirci ‘in connessione’ sembra essere una svolta decisiva non solo per le strategie sociali di contenimento, ma soprattutto per questa presa di coscienza della difficile prevedibilità dei processi coevolutivi. Cosa dovrebbe significare ‘convivere in un mondo infetto’, come recita il sottotitolo del visionario libro della biologa e filosofa della scienza Donna Haraway, *Chtulucene?*”

**(EG):** “Direi che da un lato abbiamo bisogno di nuove ‘cornici di senso’, un cambio di quei sistemi di premesse con cui si sviluppa il punto di vista sulle cose, in questo caso sull’incontro/scontro virus-umani, spia delle gravi trasformazioni imposte agli ecosistemi selvatici. D’altra parte un impianto di fondo di queste cornici già esiste, fin dalla nascita della teoria dell’evoluzione: si tratta di riattualizzarle. L’esperienza collettiva in corso che ci attraversa come enti biologici e sociali, sulla nostra pelle, va urgentemente colta in queste cornici, quelle nuove e quella già assodata da tempo. Dici giusto: l’intera materia biologica si conferma ‘in connessione’ con lo stato complessivo del pianeta. La natura agisce dentro la *sua propria* e la *nostra* storicità. Insieme ci sovradermina e noi la influenziamo: siamo infettati e infettiamo mondi. Come dice la Haraway, siamo in un’era in cui ereditiamo la distruzione dei ‘rifugi’ per la vita con le conseguenze di ciò e ci è richiesta l’invenzione di nuovi modi di essere: di *co-esistere tra viventi*. Apprenderlo in modo diretto, anche attraverso questa dura lezione, è, ritengo, un vaccino di igiene mentale”.

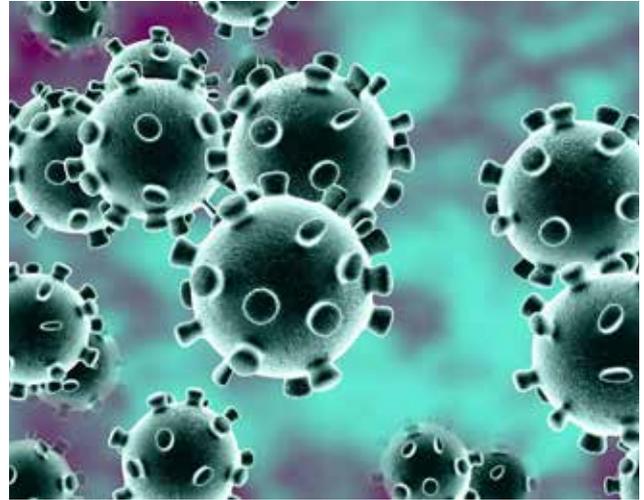
**(SC):** “Sembra quindi che la governance planetaria dei prossimi anni dovrà fare sempre più i conti con questo cambiamento di prospettiva: l’essere umano come uno degli ultimi luoghi privilegiati di retroazione e mutazione di agenti patogeni ancestrali?”

**(EG):** “Già. Eppure, a ben pensarci, il ‘dono fatale del bestiame’ del paleolitico, di cui già parlava

Jared Diamond nel 1997 in *Armi Acciaio e Mollatie*, l’inesausta drammatica convivenza di tutte le specie eucarioti con virus patogeni è stata il ritmo di fondo della storia. Il terreno di connessione tra la storia della materia vivente tutta e la storia umana, delle sue istituzioni, delle civiltà, delle tecniche, dei rovesciamenti di civiltà. E il ritmo si è intensificato più ci siamo velocemente interconnessi tra noi e quanto più ci si è mescolati con specie diverse: la cecità espansiva degli allevamenti intensivi come produzione carnea è strettamente connessa a quanto sta accadendo. Solo nella frazione di tempo di poco più di un secolo abbiamo contato un gran numero di salti virali di specie che ci hanno riguardato. Dall’influenza Spagnola del 1918-19 circa 100 milioni di morti (in base ai calcoli degli storici della medicina) alle ondate sempre più ravvicinate di epidemie più o meno locali, ai morti dell’Asiatica del 1957, dell’AIDS negli anni ’70, della Sars, della Mers, dell’Ebola, di Zika, Dengue e molte altre: ‘l’infezione è uno dei processi fondamentali studiati dagli ecologi, come la predazione, la competizione, la decomposizione e la fotosintesi’ ricordava nel 2012 David Quammen in *Spillover*. Ma incredibilmente non riusciamo a renderci conto di convivere con il pericolo devastando l’ambiente. Anzi, le pandemie, come i disastri ‘naturali’ – come ricorda la storica Gabriella Gribaudo in *La memoria, i traumi la storia* (2020) – proprio perché sembrano poste al di fuori delle intenzionalità umane, sono state confinate dagli storici alle scienze naturali. Oppure sono oggetto di storie ‘disciplinari’ come la storia dell’igiene sociale o della medicina: negli innumerevoli saggi sulla Grande Guerra, la Spagnola viene considerata (nonostante superasse di gran lunga il numero di morti della guerra stessa) come un ‘effetto collaterale’. Quasi tutti i più grandi storici della modernità hanno privilegiato la storia ‘fatta da noi’ e marginalizzato quella ‘da noi subita’ a causa dei patogeni. Tanto più disinvoltamente sorvolata se sterminava selettivamente popoli remoti e ‘ininfluenti’. Una cecità disciplinare che mostra la corda e oggi non ci aiuta”.

(SC): “Patogeni che scatenano una paura oscura ma ci rimettono ‘al nostro posto’, si potrebbe dire. Saranno mica un *pharmakon*, che per i Greci era veleno ma anche antidoto?”

(EG): “Già... Un evento ambivalente e forse, come dici tu, un *pharmakon*, che ci smuove alla responsabilità reciproca, l'altra faccia della pandemia. Una responsabilità di ciascuno per gli altri, che raffrena le nostre libertà individuali per il bene di tutti, qui e ora. Ma che esige poi un'altra responsabilità, più vasta, collettiva, che serve anche per il domani: la responsabilità di progettare quelle forme di vita, di convivenza e di riprogettare quelle dell'economia che l'etica e le politiche ambientali ci richiedono con urgenza”. ●



**Valeria Fieramonte, *La via di Laura Conti. Ecologia, politica e cultura al servizio della democrazia*, Edizioni Enciclopedia delle Donne, Milano 2021**



L'uscita di questo libro a cento anni dalla nascita di Laura Conti potrebbe far pensare a una doverosa e puntuale commemorazione di una grande donna del Novecento. Nulla di meno vero: il libro ha avuto una lunghissima gestazione ed è stato nella mente e nel cuore della sua autrice per decenni. Come racconta nella premessa Valeria Fieramonte, fin dalla primo incontro, quando era sedicenne, è stata colpita dalla luminosa intelligenza e dalla comunicativa di Laura Conti, un mito nella sinistra milanese per essere stata partigiana e per essersi impegnata a partire dagli anni sessanta nella medicina sociale e come consigliera provinciale del PCI, attività alla quale affiancava la scrittura di articoli e libri di denuncia e di divulgazione. Da allora l'autrice ha continuato a seguire la Conti nelle sue battaglie politiche e ambientali apprezzandone sempre più l'impegno e la fedeltà ai propri ideali. Ha letto tutti i suoi libri ed articoli, consultato tutti gli archivi esistenti, parlato con chi la conobbe accumulando un'enorme

documentazione che ora trova il giusto spazio in questo suo libro che è molto di più di una semplice biografia. Le informazioni biografiche si alternano infatti alle prese di posizione sociali e politiche e all'intensa attività di scrittrice di Laura Conti il cui percorso di vita, terminato bruscamente nel 1993, è punteggiato da pubblicazioni di cui Valeria Fieramonte riporta i brani più significativi.

Grazie a questa scelta narrativa poco alla volta veniamo a conoscere tutti gli aspetti della variegata personalità della Conti: lo sfortunato amore per Armando Sacchetta nel Lager di Bolzano, dove entrambi erano internati come antifascisti, l'impegno politico nel PCI, la consapevolezza dell'importanza del ruolo sociale della medicina, la svolta ambientalista del 1976 dopo l'incidente dell'Icmesa a Seveso, l'importanza che attribuiva all'educazione sessuale, l'allarme nei confronti delle droghe e la convinzione che di problemi importanti come l'aborto, la condizione femminile, i danni che l'industria reca alla salute e all'ambiente si può e si deve parlare.

L'affinità che lega l'autrice a Laura Conti affiora in ogni capitolo. Se la Conti già dagli anni settanta aveva evidenziato il deterioramento del rapporto uomo-ambiente e i problemi dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del terreno a causa dell'incontrollata attività industriale, la Fieramonte attualizza e aggiorna il discorso con nuovi dati. Se la prima sentiva il bisogno di occuparsi di aree protette e dei problemi dell'agricoltura e degli allevamenti intensivi fondando la Lega per l'Ambiente, la seconda va oltre riportando i più recenti rapporti delle Agenzie internazionali su questi temi. Un approccio non convenzionale che spiega molto bene la scelta del titolo del libro: Laura Conti ha indicato la via da seguire, una via che, per chi abbia la capacità e la volontà di farlo, si dimostra di eccezionali attualità ed efficacia.

*Adriana Giannini*

# ritratto di famiglia

**Latimeriidae**  
Giambattista Bello

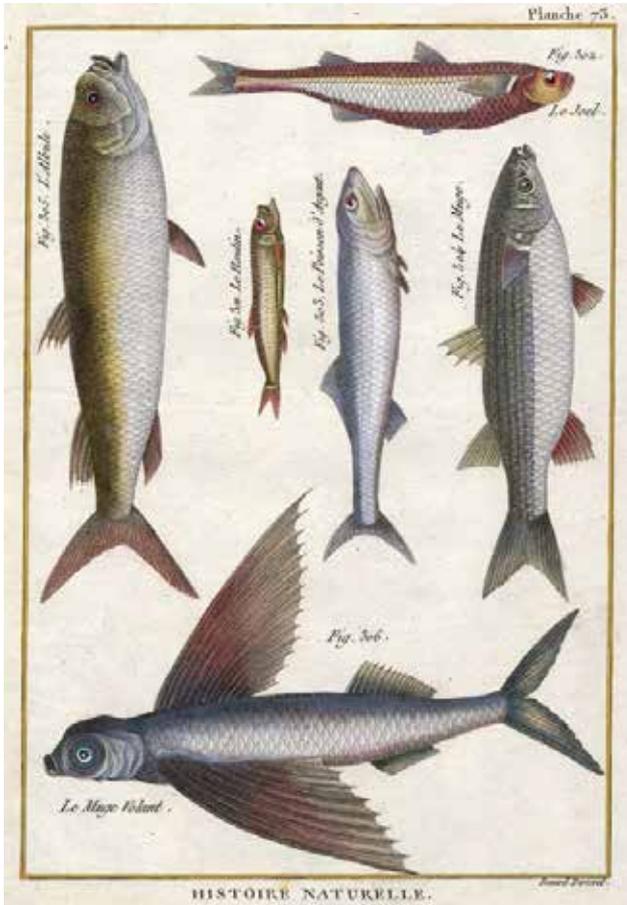


**Figura 1.** Il celacanto indonesiano, *Latimeria menadoensis* (foto: Mark V. Erdmann, da Naturalmente Scienza.it)

In questa rubrica, presentiamo un gruppo familiare zoologico per volta, quale esemplificazione della varietà animale. La famiglia è un'unità tassonomica contenente un insieme di specie aventi in comune determinate caratteristiche, frutto dell'evoluzione, che testimoniano l'origine da un unico progenitore. Questo "ritratto" tratta di Latimeriidae, la famiglia che contiene due sole specie, gli unici celacanti viventi a noi noti.

## Uno strano pesce

Chiunque veda la foto qui sopra non può avere dubbi: questo organismo marino è un pesce, e pure piuttosto grosso (Fig. 1). Guardando più attentamente, però, potrà accorgersi della stranezza delle pinne, che non hanno i raggi inseriti direttamente sul corpo come in tutti i pesci a noi noti (Fig. 2). Infatti, essi sono collegate al corpo tramite un peduncolo carneo, una specie di arto di scarso sviluppo (Fig. 3). Si tratta, quindi, di pinne pedunculato, che, più in dettaglio, hanno uno scheletro con più ossa e sono collegate al corpo tramite un solo osso. Una caratteristica questa che, attraverso innumeri passaggi evolutivi, ha portato ai Tetrapodi, il taxon che include tutti gli animali a quattro zampe, cioè anfibi, rettili, uccelli e mammiferi. Di fatto, possiamo verificare tale caratteristica anche nel tetrapode uomo, dotato di quattro arti collegati al corpo tramite un unico osso: l'omero per gli arti superiori/anteriori, il femore per quelli inferiori/posteriori.



**Fig. 2.** Tavola da *Histoire Naturelle* di Pierre-Joseph Bonnaterre raffigurante diversi teleostei. Si può notare come, in tutte le specie raffigurate, i raggi di tutte le pinne sono inseriti direttamente sul corpo del pesce.

### Il “fossile vivente”

Raccontata così la faccenda, sembrerebbe che gli animali terrestri a quattro zampe si siano evoluti a partire da pesci simili a quello raffigurato sopra, appartenente alla famiglia Latimeriidae, comunemente noti come celacanti. FALSO! come vedremo più avanti. Seguendo un simile erroneo filo di pensiero, la scoperta del primo celacanto vivente, nel 1938, fece persino gridare al fenomenale ritrovamento di un potenziale anello di congiunzione

tra pesci e animali terrestri, complice il nomignolo popolare di “Old Fourlegs” [Vecchio a quattro zampe], con riferimento alle due coppie di pinne pettorali e addominali; nomignolo affibbiatogli dal Prof. J.L.B. Smith<sup>1</sup>, l’ittiologo che descrisse la nuova specie nel 1939, denominandola scientificamente *Latimeria chalumnae*.

Lo stesso Smith definì “fossile vivente” questo celacanto, perché i celacanti erano ritenuti estinti da circa 65 milioni di anni e, purtroppo, ancora in tempi vicini a noi, sono in molti a considerare le latimerie fossili viventi<sup>2</sup>. Per inciso, fu Darwin a coniare quell’espressione per indicare le specie



**Fig. 3.** Pinna pettorale sinistra di esemplare museale di celacanto africano, che ha tutto l’aspetto di un vero e proprio arto (foto: Gianni Insacco; da Insacco G, Nulens R, Zava B, *The Coelacanth, Latimeria chalumnae* Smith, 1939 at the Natural History Museum of Comiso, taxidermic preservation and notes on the other world specimens, *Natura Rerum*, 4: 25-37, 2016).

1. Si veda il libro divulgativo dello stesso Smith, *Old Fourlegs: the Story of the Coelacanth*, London, Longmans Green, 1956.

2. Forey P, *The Coelacanth as a Living Fossil*, in N. Eldredge et al. (eds.), *Living Fossils*. New York, Springer-Verlag, 1984.

molto simili ai loro antenati di milioni di anni fa che, secondo lui, si erano poco evolute<sup>3</sup>.

### I due celacanti

Non starò a rinarrare per l'ennesima volta la meravigliosa storia del ritrovamento del primo esemplare vivente di celacanto, di come il comandante del peschereccio che l'aveva pescato allertò Miss Marjorie Courtenay-Latimer, curatrice di un piccolo museo di storia naturale di East London (Sudafrica), di come lei rocambolescamente portò in salvo il pesce grondante olio e lo affidò alle cure del Prof. Smith e di come quest'ultimo lo descrisse (Fig. 4). I particolari di tutto ciò si trovano in parecchi testi e siti web; tra tutti, consiglio vivamente l'eccellente *La storia del celacanto* di Keith Thomson<sup>4</sup>. Qui aggiungo solo che il celacanto fu assegnato a un genere nuovo, *Latimeria*, dedi-

cato alla solerte curatrice museale, mentre il suo nome specifico, *chalumnae*, menziona il fiume presso la cui foce il pesce era stato pescato.

Pochi anni dopo, nel 1940, l'insigne ittiologo russo Lev Semënovič Berg, considerando le caratteristiche che differenziavano cospicuamente *Latimeria chalumnae* da tutti i celacanti fossili, per alloggiare il nuovo genere creò la famiglia Latimeriidae, definendola con sole tre parole "Pinne pettorali peduncolate"<sup>5</sup> riferite al carattere più evidente.

Latimeriidae, oggetto del *Ritratto* di questo numero, ora comprende due specie. Infatti, un paio di decenni addietro è stata scoperta una seconda specie, a Celebes (Indonesia), in seguito denominata *Latimeria menadoensis*, dalla città di Manado presso il cui mercato ittico il celacanto era stato trovato (Fig. 1). Pare che la scoperta di ogni



**Fig. 4.** *Latimeria chalumnae*, esemplare conservato presso il Museo Civico di Storia Naturale di Comiso (foto: Gianni Insacco; da Insacco et al., cit.).

3. Darwin C. *On the origin of species by means of natural selection*, London, John Murray, 1859.

4. Questo libro, pubblicato da Bompiani (1993), è andato fuori catalogo, ma meriterebbe di essere ristampato.

5. Trad. dal russo. Berg LS, *Sistema ryboobraznykh i ryb, nyne zhivushchikh i iskopaemykh*, Trudy Zoologicheskogo instituta Akademiia nauk

Soiuza Sovetskikh Sotsialisticheskikh Respublik, 5: 87-517, 1940.

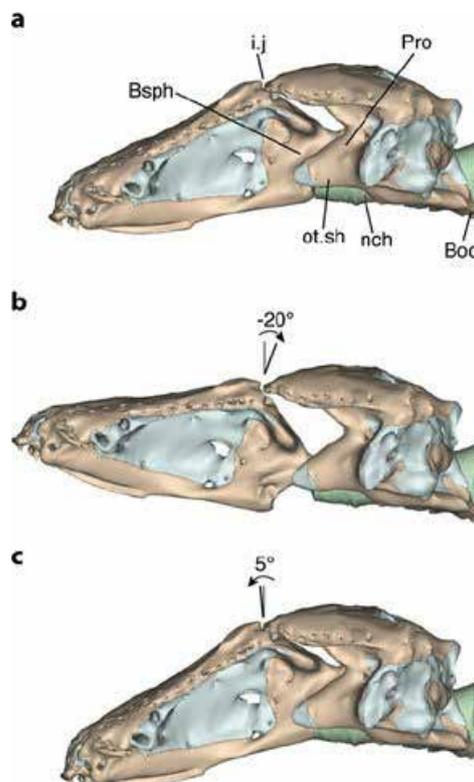
nuova specie di celacanto vivente sia sempre accompagnata da eventi movimentati. Ciò accadde per *Latimeria chalumnae* ed è accaduto pure per *Latimeria menadoensis*, che fu oggetto di tortuose vicende fraudolente. Anche in questo caso non racconterò di nuovo una storia già scritta, ma rimando il lettore all'articolo *Il celacanto indonesiano*, sul sito web di *Naturalmente Scienza*<sup>6</sup>.

Le due specie di *Latimeria* sono molto simili tra loro, a parte la difformità di colore e piccole differenze morfologiche (testa relativamente più lunga in una specie e più corta nell'altra, corpo più o meno snello, numero diverso dei raggi di alcune pinne, e altri dettagli minori). La prova decisiva per stabilire l'appartenenza a due entità specifiche diverse venne, comunque, da analisi genetiche<sup>7</sup>.

### I caratteri famigliari

La caratteristica immediatamente evidente della famiglia Latimeriidae e del genere *Latimeria* è data, come s'è detto, dalle pinne peduncolate carnee, sia quelle pari (pettorali e addominali) sia quelle impari (seconda dorsale e anale). La pinna caudale è trilobata, col lobo centrale sostenuto dalla notocorda. Un'altra importante peculiarità scheletrica di questi celacanti è la divisione del neurocranio in due parti (etmo-sfenoidale anteriormente e ottico-occipitale posteriormente), collegate da un'articolazione intracranica mobile che aiuta a ingerire prede grandi (Fig. 5).

A queste si accompagnano peculiarità più sottili ma non meno importanti, quali la retina dell'occhio dotata di *tapetum lucidum* (uno strato riflettente situato dietro la retina) che consente di vedere anche in condizioni di quasi totale oscurità; la capacità di consumare bassissime quantità di ossigeno nella respirazione, un particolare siste-



**Fig. 5.** L'articolazione intracranica di *Latimeria chalumnae* capace di una rotazione di circa 25° (da Dutel H, Herrel A, Clément G, Herbin M, *A re-evaluation of the anatomy of the jaw-closing system in the extant coelacanth Latimeria chalumnae*, *Naturwissenschaften*, 100: 1007-1022, 2013).

ma escretorio, l'assenza della cloaca (al contrario degli altri pesci), e così via.

Anche le modalità riproduttive dei celacanti sono particolari<sup>8</sup>, giacché sono ovovivipari e ogni femmina partorisce da 5 a 12 neonati, lunghi intorno ai 40 cm. In effetti, le femmine sessualmente mature esaminate portavano un numero di uova mature variabile tra 19 e 26, progressivamente ridotto rispetto alle fasi precedenti della maturazione, che contano circa 60 oociti. Evidentemen-

6. Bello G, *Il celacanto indonesiano*, <http://www.naturalmentescienza.it/sections/?s=283>, 2014.

7. Pouyaud L, Wirjoatmodjo S, Rachmatika I, Tjakrawidjaja A, Hadiaty R, Hadie H, *Une nouvelle espèce de cœlacanthe. Preuves génétiques et morphologiques*, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*;

sér. III, *Sciences de la Vie*, 322: 261-267, 1999.

8. Le informazioni biologiche ed ecologiche si riferiscono prevalentemente al celacanto africano.

te, come avviene in gran parte degli animali, la produzione iniziale di oociti è ben più alta rispetto a quanti ne arrivano alla maturazione completa seguita da fecondazione e sviluppo embrionale completo. Il fatto più sensazionale, tuttavia, non è l'ovoviviparità, nota per tanti altri pesci (molti squaliformi, per esempio), bensì la durata della gestazione: circa 3 anni, la più lunga nota tra tutti i vertebrati<sup>9</sup>.

La maturità sessuale è raggiunta dalle femmine ad una lunghezza media di circa 150 cm, a cui corrisponde un'età media di 16 anni. Per completare il discorso su lunghezze corporee, aggiungiamo che le femmine sono più grandi dei maschi; questa è una caratteristica che favorisce la produzione di prole, ancor più trattandosi di specie ovovivipare: più grande è il corpo della madre, più feti può portare, al contrario dei maschi che producono solo sperma. Le dimensioni massime calcolate sono di ca. 2 m per le femmine (a cui corrisponde un peso di 80 kg) e ca. 1,7 m per i maschi.

I celacanti attuali si distinguono anche per la longevità molto elevata. Le varie fonti riportano tra 50 anni e un secolo. Qualunque sia la realtà, si tratta comunque di una bella età, trattandosi di pesci.

Altre "stranezze" riguardano la mobilità dei celacanti. Qualcuno aveva ipotizzato che essi si spostassero sul fondo utilizzando le pinne pari a mo' di zampe, presumibilmente fuorviato dalla convinzione erronea (scusate la ripetizione, ma ritengo essenziale ribadirlo) che dai celacanti sono derivati i tetrapodi. Le osservazioni dirette, in natura, operate dal mini-sommergibile *Jago* da Hans Fricke e la sua squadra<sup>10</sup>, ha rivelato che, ovviamente, i celacanti non camminano sul fondo. Sono tuttavia unici (o quasi) anche in questo, giacché usano la propulsione tramite coda (la

norma per i pesci) per una spinta iniziale, mentre, per spostarsi lentamente usano le due pinne peduncolate impari dorsale e anale come remi da bratto (similmente alla tecnica dei marinai che adoperano un solo remo dalla poppa di piccole imbarcazioni, manovrato alternativamente a destra e a sinistra, per avanzare). Le pinne pari sono usate sia per la spinta iniziale sia, prevalentemente, come stabilizzatori. A tal proposito, va aggiunto che i peduncoli carnei delle pinne hanno una muscolatura piuttosto complessa, come si è visto in uno studio recente<sup>11</sup>, il che spiega il loro peculiare utilizzo. Peraltro, essi sfruttano le correnti ascensionali e discendenti, di cui percepirebbero velocità e direzione, per spostarsi nella colonna d'acqua e, giunti nella zona di caccia, non troppo distanti dal fondo, si posizionano verticalmente con la testa in alto per predare i pesci che si muovono in prossimità del fondo del mare. Si è ipotizzato che l'avvicinamento di potenziali prede sia percepito grazie alle facoltà elettroperceptive dell'organo rostrale (ennesima particolarità dei celacanti)<sup>12</sup>.

In definitiva si tratta di un predatore piuttosto lento che solitamente si sposta lentamente. È stato calcolato che, in media, i celacanti consumano in un anno una quantità di prede (in peso) circa 1,4 volte il loro peso, di cui convertono solo il 10% per la loro crescita somatica<sup>13</sup>.

Il solito Hans Fricke ha anche condotto studi sulla conduzione dell'esistenza del celacanto africano. Durante il giorno, quando non va a caccia, vive intorno ai -200 m (comunque al disotto dell'isoterma dei 18° C) in grotte sottomarine condivise con altri membri della specie; si sono contati fino a 14 individui in una grotta. Di notte, ciascun individuo si muove indipendentemente dagli altri per alimentarsi, spingendosi a maggiori profon-

9. Froese R, Palomares MLD, *Growth, natural mortality, length-weight relationship, maximum length and length-at-first-maturity of the coelacanth Latimeria chalumnae*, Environmental Biology of Fishes, 58: 45-52, 2000.

10. Fricke H, Reinicke O, Hofer H, Nachtigall W, *Locomotion of the coelacanth Latimeria chalumnae in its natural environment*, Nature, 329: 331-333, 1987.

11. Mansuit R, Huby A, Herbin M, Herrel A, *Revision of the muscular anatomy of the paired fins of the living coelacanth Latimeria chalumnae (Sarcopterygii: Actinistia)*, Biological Journal of the Linnean Society, in stampa, 2021.

12. Fricke H, Reinicke O, Hofer H, Nachtigall W, *cit.*

13. Froese R, Palomares MLD, *cit.*

dità (250-300 m) sfruttando, come s'è detto, le correnti. A tal proposito ricordiamoci di quanto detto sopra riguardo alla particolare retina e alla capacità visiva nell'oscurità. Grazie alle macchie chiare della loro livrea, diverse da un individuo all'altro, Fricke è riuscito a distinguere e a seguire le sorti di diversi singoli esemplari e ha potuto così stabilire che questi pesci erano stati fedeli alla propria grotta per tutti i cinque anni durante il quali la ricerca era stata condotta<sup>14</sup>.

Tirando le somme, i celacanti sono animali "pigri" (perdonate il termine antropo-giudicante) o, se preferite, piuttosto sedentari, che fanno tutto con lentezza, incluse la gestazione e la crescita, e vivono a lungo. Paradossalmente, anche se delle due specie viventi di celacanti si sa ancora relativamente poco, soprattutto in merito alla dinamica di popolazione (densità, mortalità naturale e da pesca, tasso di natalità, ecc.), questi straordinari animali, soprattutto l'africano *Latimeria chalumnae*, nonostante la loro rarità, sono stati studiati più della maggioranza dei pesci.

### Specie da proteggere

A proposito della dinamica di popolazione, la teoria ci dice che un pesce a crescita lenta, con età tarda di prima maturazione sessuale, con gestazione lunga (lunghissima nelle latimerie), con prole ridotta – caratteristiche che incontriamo tutte nei celacanti – ha un tasso di ricambio generazionale bassissimo ed è molto vulnerabile alla pesca. Difatti, lo stato di conservazione è considerato "critico" per il celacanto africano e "vulnerabile" per quello asiatico (Lista rossa dell'IUCN).

Una seppur non recentissima novità a doppia faccia è la pesca a strascico di esemplari di questo celacanto anche lungo la costa del Kenya<sup>15</sup>: da

un lato questo evento ha fatto estendere l'areale conosciuto della specie dal Sudafrica al Kenya incluso il Madagascar, dall'altro ha sollevato preoccupazioni per la sua sopravvivenza a causa di tale tipo di pesca, ben più devastante per il celacanto della pesca artigianale con l'amo.

In definitiva, mentre alcuni ricercatori sostengono che la *gombessa* (nome comorense del celacanto) dovrebbe essere in equilibrio con la pesca artigianale<sup>16</sup>, l'ottimo Franz Fricke, che l'ha molto studiata e si è molto battuto per la sua salvaguardia, sostiene la necessità di limitarne al massimo il prelievo dal mare; e con lui sono d'accordo tanti ittologi. In merito, i dati parlano chiaro: già tre decenni addietro, in meno di quattro anni, tra il 1991 e il 1994, si stimò che la popolazione di celacanti dell'isola Gran Comora (la meglio esaminata) si era ridotta del 30% a causa della pesca e nel 1995 l'ampiezza della popolazione fu valutata a meno di 300 individui<sup>17</sup>.

### Fossili viventi?

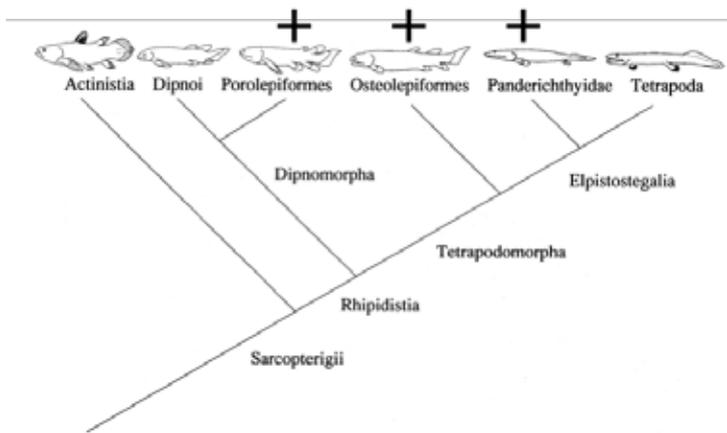
Prima di chiudere, riprendo il già ribadito discorso sull'erroneità dell'ipotesi di una discendenza diretta dei tetrapodi, uomo incluso, dai celacanti. Inquadrando i celacanti nel sistema zoologico cladistico, vediamo che sono parte del taxon Sarcopterygii, una sottoclasse di vertebrati che comprende pesci con pinne carnee e i tetrapodi. Limitandoci ai soli gruppi viventi, i Sarcopterigi includono gli Actinisti (di cui sopravvivono solo i celacanti) e i Ripidisti, che tra le specie viventi annoverano solo Dipnoi (pesci dotati di polmone) e Tetrapodi. In altri termini, considerando solo le specie attuali, i Tetrapodi sono più affini ai Dipnoi che ai celacanti, come è stato provato anche geneticamente (Fig. 6).

14. Hissmann K, Fricke H, Schauer J, *Population Monitoring of the Coelacanth (Latimeria chalumnae)*, Conservation Biology, 12: 759-765, 2008.

15. De Vos L, Oyugi D, *First capture of a coelacanth, Latimeria chalumnae Smith, 1939 (Pisces: Latimeriidae), off Kenya: news & views*, South African Journal of Science, 98: 345-347.

16. Bruton MN, Armstrong MJ, *The demography of the coelacanth Latimeria chalumnae*, Environmental Biology of Fishes, 32: 301-311, 1991.

17. Hissmann K, Fricke H, Schauer J, *cit.*



**Fig. 6. Cladogramma dei Sarcopterigii; le crocette indicano i taxa estinti (da Triques ML, Christoffersen ML, Exaptations in the conquest of land by Tetrapoda, Gaia Scientia, 3(2): 69-74, 2009; modificato).**

Per chiudere definitivamente la faccenda, riferisco che Casane e Laurenti<sup>18</sup> hanno demolito la definizione di ‘fossili viventi’ sia attribuita ai celacanti in particolare e sia, più in generale, a diversi altri organismi viventi, ribadendo la maggiore affinità dei Tetrapodi ai Dipnoi piuttosto che ai celacanti.

Insomma, Smith avrebbe fatto meglio a definire il celacanto “pigrone oleoso” anziché “vecchio a quattro zampe”. ●

### Ringraziamenti

Sono grato al Dr. Gianni Insacco (Museo Civico di Storia Naturale di Comiso) per avermi concesso il permesso di pubblicare le sue foto. Ringrazio anche il Dr. Ronald Fricke (Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart) per avermi fornito un articolo scientifico di difficile reperimento.

18. Casane D, Laurenti P, *Why coelacanths are not 'living fossils': A review of molecular and morphological data*, Bioessays, 35: 332-338, 2013.

### I fossili viventi

L’abusato ossimoro ‘fossile vivente’, di grande effetto come tutti gli ossimori, non mi è mai stato gradito, perché, secondo un ragionamento logico semplice (quindi alla portata di tutti), ogni specie vivente deve necessariamente aver subito una sia pur minima evoluzione che lo differenzia dagli antenati estinti. E poi, cosa sappiamo di tutte le caratteristiche che non fossilizzano?

Qualche anno fa, questa opinione logica è stata ampiamente confortata dallo scritto a firma di Emanuele Rigato *Perché i celacanti non sono “fossili viventi”*, apparso su *Pikaia – Il portale dell’evoluzione* (4 maggio 2013), in cui si discute dell’articolo di Casane e Laurenti (*cit.*). Non ripeterò né sunteggerò tale scritto, facilmente reperibile nel sito pikaia.eu. Compirò, piuttosto, un’incursione, da profano, intorno alla figura retorica dell’ossimoro, abbondantemente utilizzata nei componimenti poetici tra Cinquecento e Settecento.

Potrei giustificare l’ossimoro “dolce amarezza”, un assurdo per chi ama torte e pasticcini, pensando ai degustatori di caffè – notoriamente amaro – non zuccherato o anche ai liquori digestivi etichettati come ‘amari’ ma che spesso sono tanto dolci da risultare stucchevoli. Ma come giustificare il metastasiano “Mi lagnerò tacendo”? Come può uno lagnarsi senza emettere lamento, per definizione della Treccani “voce, parola di dolore, spesso mista al pianto”? D’accordo, le poesie sono il posto giusto per gli ossimori perché il loro contrasto verbale produce un effetto seducente; lo sapevano bene i compositori cinquecenteschi di madrigali che hanno ben sfruttato le espressioni ossimoriche, sottolineando musicalmente quel contrasto.

Però, compito della Scienza è di avvicinarsi alla verità e non di fare poesia... anche se la Natura è di per sé l’espressione più mirabile della poesia. Perciò, mettiamo da parte una volta per tutte l’abusata espressione “fossile vivente” e altre comode ma inadeguate definizioni.

Giambattista Bello

**Adriana Giannini, Lynn Margulis.**  
***La scoperta dell'evoluzione come  
cooperazione***

L'Asino d'oro, Roma, 2021

Lynn Margulis è stata, probabilmente, la più grande biologa del '900.

Ricordo che quando la conobbi, a Pavia, nel 2006, al "Festival dei saperi", mi colpì in primo luogo la sua vitalità, un insieme di intelligenza, fantasia, energia e autentica gioia nel raccontare le sue scoperte, che la rendevano una sorta di "magnete" intellettuale. Avevo letto *La danza misteriosa* (Mondadori, 1992), dove tra l'altro scriveva che nel 1584 delle donne condannate per stregoneria furono mandate al rogo con l'accusa di avere "sognato di commettere adulterio con gli spiriti". Scherzosamente, per attaccare bottone, le dissi: "Se una specie come la nostra, capace di inventare perversità tali da impedire alle donne persino la fisiologia del sonno (gli stanzini di prigionia del carcere di Salem, in Massachusset, per esempio, erano così angusti da non permettere neppure di stare sdraiate), se una specie come la nostra, dicevo, è riuscita lo stesso a proliferare così tanto, senza dubbio l'universo deve brulicare delle forme di vita più svariate...". Non la prese tanto bene e mi rispose: "Non mi interessa parlare degli esseri umani, dopotutto sono una varietà di mammifero così prevedibile...".

Perché Lynn aveva come amanti principali i batteri (attenzione, non i virus, che non le interessavano affatto), che riteneva esseri quasi immortali, radice di ogni forma di vita sulla terra e gli unici esseri in grado di abitare davvero l'intero universo.

Lynn ammirava Darwin, ma il suo *L'origine delle specie* era stato scritto nel 1859, oltre centocinquanta anni fa, e da allora le ricerche biologiche erano molto progredite, e avevano permesso di studiare anche gli organismi molto piccoli, che all'epoca di Darwin venivano del tutto ignorati. Di qui la sua convinzione che "la nostra intera vita dal ventre alla tomba è di fatto solo uno stadio intermedio nel ciclo vitale di minuscole cellule fuse". Sono stati i batteri, infatti, a determinare la vita sulla terra, a introdurre il DNA ricombinante, la fotosintesi, la simbiosi e la simbiogenesi, e non gli animali e neppure le piante, comparse sul pianeta molto tempo dopo, non più di circa 500 milioni di anni fa.

Nel corso delle sue affascinanti descrizioni sul ruolo di questi minuscoli esserini (circa un milionesimo di metro, tanto per dire), Lynn rovescia l'impostazione darwiniana e mette in discussione il concetto di "sopravvivenza del più adatto". Secondo lei la "selezione naturale" sarebbe di fatto anch'essa artificiale e il concetto di "lotta per l'esistenza" è troppo umano per essere applicabile a dei batteri. Questi ultimi non si sono evoluti per competizione, ma piuttosto per cooperazione, affiliazione, anzi addirittura per reciproca totale assimilazione.

Ora Adriana Giannini ha approfondito gli studi su questa eminente scienziata, e scritto il libro *Lynn Margulis, la sco-*

*perta dell'evoluzione come cooperazione*, che ci permette di conoscere qualcosa di più sul pensiero e la invero bellissima vita di Lynn.

"A parte l'Antartide, tutti i continenti l'hanno avuta come ospite - scrive Giannini - prima come assistente volontaria e poi, con l'avanzare della carriera, come conferenziera e destinataria di lauree honoris causa" (ne ha prese più di 20, e Clinton le conferì, nel 1999, la National Medal of Science).

Lynn parlava fluentemente spagnolo, portoghese, francese e italiano, cosa non frequente tra i cittadini di lingua anglosassone. Questo le ha aperto le porte di proficue collaborazioni e non solo, specie con la Spagna, il Messico e i paesi di lingua latina. In Italia è invece ancora, si può dire, una conoscenza di nicchia.

Tuttavia Luciano Secchi (Università di Pavia) e Claudio Bandi (Università degli studi di Milano), hanno approfondito con lei il ruolo degli 'endosimbionti microbici' e i loro studi sono ora considerati una pietra miliare di ciò che oggi viene definito con termine di 'microbiota', (cioè l'insieme della popolazione microbica presente in un dato organismo). Nei laboratori di Claudio Bandi e Luciano Sacchi è stato descritto e studiato il primo batterio intra mitocondriale (*Midichlorian mitocondri*), un ulteriore frammento del grande puzzle della teoria simbiogenica sostenuta da Lynn. Nel 2010, inoltre, la collaborazione tra Lynn e Luciano Sacchi ha fornito le attese prove circa l'origine batterica e successiva evoluzione delle cilia nei microrganismi simbiotici delle termiti. La conoscenza di questo ennesimo importante tassello della biologia evolutiva è stata resa possibile anche dall'avvento della microscopia elettronica ad altissima risoluzione.

A differenza che per i mitocondri e i cloroplasti non era stato possibile trovare tracce di DNA nei flagelli (ma Lynn preferiva il più preciso termine di "undulipodi", sono quelle codine che sporgono dai batteri rendendoli un po' simili a spermatozoi, *nda*) e dunque mancava la prova decisiva della loro origine.

A proposito dei risultati del lab di Pavia, grande fu l'entusiasmo di Lynn, che commentò: "In una sola cellula sono riassunti eventi che si sono svolti in due miliardi di anni".

È sempre Luciano Sacchi intervistato da Adriana a ricordare che in realtà la teoria della simbiogenesi era stata formulata per la prima volta dal russo Kozo-Polyansky nel 1924. Lynn lo venne a sapere solo in occasione dell'International Botanic Congress tenutosi a S. Pietroburgo nel 1975, dove era stata invitata per parlare delle sue scoperte.

Da allora si era attivata per entrare in possesso di uno dei pochi lavori di Kozo-Polyansky ancora reperibili (si sa che in Russia le vicende della biologia sono state tragiche per tutto il periodo staliniano), e anni dopo ne curò a sue spese la traduzione in inglese.

Era tipico del suo carattere: non aveva avuto alcuna esitazione a rinunciare alla *paternità* della teoria della simbiogenesi, una prova della sua profonda onestà intellettuale.

Valeria Fieramonte

# focus: popolazioni e sovrappopolazioni

## Bomba demografica?

Fabio Fantini

Successivamente a un periodo di forte crescita nel secondo dopoguerra, dovuta in buona parte alla transizione demografica dei Paesi più popolosi, la popolazione umana si va stabilizzando su un livello previsto poco oltre i 10 miliardi di individui per la fine del secolo. La stabilizzazione della crescita della popolazione dipende dalla diffusione del benessere, che storicamente determina diminuzione del tasso di natalità. La compatibilità del numero di individui con la capacità portante del pianeta dipenderà da molti fattori, non ultimo il livello medio di accesso alle risorse, con decisioni che dovrebbero essere prese tenendo conto anche dei valori etici maturati nel corso dell'evoluzione della nostra specie.

### Dinamiche della popolazione umana

Immaginiamo di tornare agli anni Sessanta del secolo scorso. Per qualche lettore non sarà difficile, ma bando ai sospiri, non è questo il momento delle nostalgie. Nel 1968, il biologo statunitense Paul Ehrlich pubblicò un libro destinato al grande pubblico per richiamare l'attenzione sul problema della popolazione umana, che allora contava 3,5 miliardi di persone (figura 1). Il libro era intitolato *The population bomb*<sup>1</sup> e avviò accesi dibattiti e intense discussioni. Ehrlich sosteneva che la popolazione umana avrebbe presto superato i limiti imposti dalla finitezza delle risorse ambientali, con esiti catastrofici. A meno di una immediata riduzione delle nascite, nel corso dei successivi anni Settanta sarebbero morte per fame centinaia di milioni di persone, stante l'impossibilità di produrre cibo a sufficienza per una popolazione sempre più numerosa.

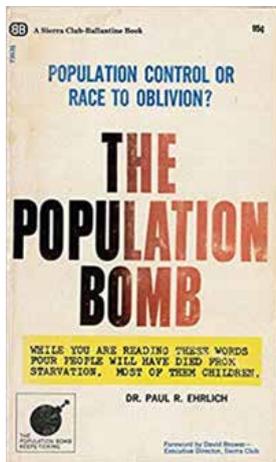
Le funeste previsioni di Ehrlich, che non tenevano conto dello spettacolare miglioramento delle rese agricole che si stava già allora verificando<sup>2</sup>, sarebbero state smentite. Tuttavia si trattava di considerazioni in qualche modo giustificate, sulla base dei dati demografici allora disponibili. Dal secondo dopoguerra, la popolazione mondiale era andata crescendo al ritmo medio di quasi il 2% annuo, tale da causarne un aumento di quasi il 50% in venti anni e il prevedibile raddoppio in trentacinque anni.



1. Ehrlich P. *The population bomb*, 1968, New York, Ballantine.

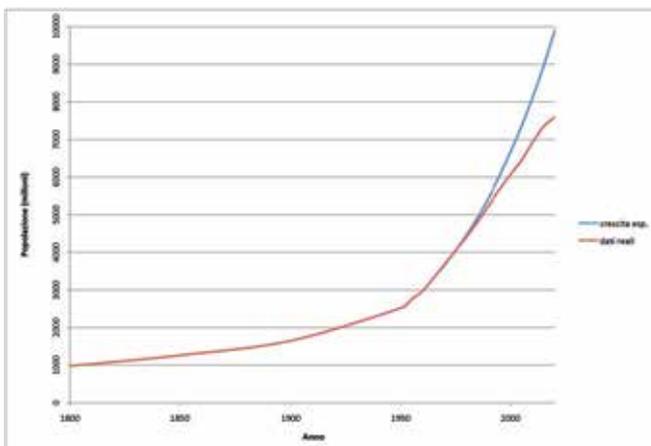
2. Gli effetti della cosiddetta Rivoluzione verde, sperimentata localmente fin dal 1944, determinarono

un consistente incremento delle produzioni agricole in tutto il mondo, e in particolare nei Paesi meno sviluppati, a partire dagli anni Sessanta.



**Figura 1.** La copertina del libro di Ehrlich ha un occhiello e un sottotitolo drammaticizzanti, che recitano rispettivamente: *Controllo della popolazione o corsa verso l'oblio? e Mentre leggete queste parole quattro persone saranno morte di fame, per la maggior parte bambini.*

Ehrlich aveva tutte le ragioni per provare sgomento davanti a un incremento annuo che, nella prudente ipotesi che si mantenesse costante al 2%, avrebbe portato l'umanità a contare oltre quattro miliardi di individui nel 1975, oltre sei miliardi nel 2000 e dieci miliardi nel 2020. La sua estrapolazione, però, era affrettata, come è messo in evidenza dalle curve nel grafico di figura 2, che descrivono la crescita della popolazione mondiale (reale e prevista) fra il 1800 e il 2020. La curva rossa è costruita sulla base dei dati reali relativi all'intero periodo. La curva azzurra estrapola a dopo



**Figura 2** – L'extrapolazione dei dati disponibili nel 1965 portava a ipotizzare che la crescita della popolazione umana avrebbe seguito la curva azzurra del grafico. La curva rossa descrive l'andamento dei dati reali.

il 1965 la crescita teorica prevista all'epoca, nell'ipotesi di un tasso annuo costante di crescita del 2%. Fino al 1970 le due curve di fatto coincidono, ma poi la curva rossa inizia a distaccarsi dalla curva azzurra e mostra una pendenza meno accentuata, a indicare un tasso di crescita reale minore rispetto a quello previsto.

### Semplici modelli matematici per la dinamica di popolazione

Per meglio apprezzare la differenza tra le due curve, occorre una fugace digressione matematica. La curva azzurra descrive la crescita di una popolazione con incremento proporzionale al numero di individui presenti ed è rappresentata da un'equazione differenziale del primo ordine:

$$dP/dt = rP \quad (1)$$

dove il primo termine rappresenta la variazione della consistenza numerica  $P$  della popolazione rispetto al tempo e  $r$  è una costante ottenuta dalla differenza tra tasso di natalità e tasso di mortalità. La soluzione della (1) è data da una curva esponenziale<sup>3</sup>, come quella azzurra nel grafico di figura 3. Il modello della crescita esponenziale, per esempio, è adatto a descrivere la crescita di una popolazione batterica su un terreno di coltura con disponibilità di nutrienti.

La crescita esponenziale non può proseguire indefinitamente: se protratta troppo a lungo, porta la popolazione a una catastrofe, cioè a un brusco ridimensionamento. Nel caso dei batteri, la crescita cessa allorché i nutrienti sono consumati e aumenta la concentrazione dei metaboliti di rifiuto. La popolazione batterica cessa ogni attività biologica, gli individui sopravvissuti formano spore di resistenza e rimangono quiescenti, in attesa di un eventuale nuovo contatto con un ambiente favorevole.

3. L'aggettivo "esponenziale" è spesso usato, nel linguaggio comune, fuori di proposito. L'equazione (1) ne fornisce l'interpretazione più semplice e corretta: la grandezza  $P$  varia rispetto al

tempo in modo proporzionale alla sua consistenza, cioè  $\Delta P$  o  $P$ . Un fenomeno che non rispetti questa relazione non può, a rigore, essere qualificato di "comportamento esponenziale".

Il comportamento *malthusiano* dei batteri è lontano dall'essere la regola nelle popolazioni naturali. In molti organismi il tasso di accrescimento  $r$  non è costante, ma varia in dipendenza della densità della popolazione. Per descrivere questo secondo modello di accrescimento si fa ricorso ancora a un'equazione differenziale del primo ordine, nella quale si introduce un contributo negativo che dipende dal quadrato del numero degli individui presenti:

$$dP/dt = rP - bP^2 \quad (2)$$

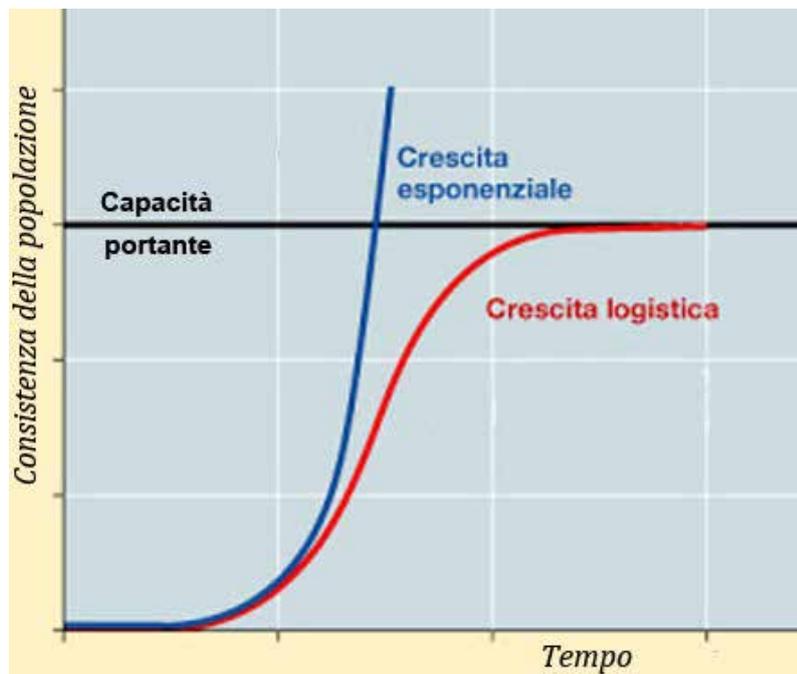
dove  $b$  è una costante, in genere molto piccola. Possiamo considerare il termine  $bP^2$  una sorta di freno dinamico, irrilevante fino a che la consistenza numerica è ridotta e poi via via sempre più consistente all'aumentare del numero di individui, fino a annullare il fattore di crescita  $rP$ . Il parametro  $b$  è scelto con un valore molto piccolo, in modo che il termine  $bP^2$  inizi a essere significativo solo per una popolazione con una certa consistenza numerica. Il numero di individui  $P$  compare al quadrato nel termine  $bP^2$ , perché in linea generale le limitazioni alla crescita dipendono da interazioni tra individui, cioè dalla loro probabilità di incontro e, in un'area determinata, la densità della popolazione è direttamente proporzionale al numero di individui presenti.

La soluzione della (2) è data da una curva chiamata *logistica*, indicata in rosso nel grafico di figura 3. La curva logistica di fatto coincide con la (1) nel primo tratto, finché la scarsa consistenza numerica della popolazione contiene il termine  $bP^2$  entro limiti poco significativi, poi si discosta dalla curva

esponenziale sempre più al crescere della popolazione, fino a raggiungere un valore costante quando  $bP^2 = rP$  e pertanto la variazione della popolazione nel tempo è uguale a zero. Questo numero costante di individui corrisponde alla capacità portante dell'ambiente per quella popolazione. L'accrescimento descritto dalla curva logistica è comune in tutti i Mammiferi, uomo compreso. I dati demografici degli ultimi decenni indicano che la popolazione umana sta per raggiungere un valore intorno al quale sembra destinata ad assestarsi.

### Transizione demografica

Dal punto di vista della modellizzazione, le equazioni (1) e (2) sono concettualmente diverse. L'equazione della crescita esponenziale ha un fondamento empirico, fondato sulla constatazione che la crescita della popolazione dipende direttamente dal numero di individui presenti. Più è numerosa la popolazione, maggiore è il suo incremento. L'equazione logistica è, invece, puramente descrittiva: non è stata dedotta da ipotesi specifi-



**Figura 3 – Rappresentazione analitica della curva di crescita esponenziale di una popolazione e di quella di crescita logistica. La curva esponenziale è solo teorica, perché nella realtà la capacità portante dell'ambiente stabilisce un limite alla consistenza della popolazione.**

che sul modo in cui la densità della popolazione influenza la riproduzione. Si tratta solo della più semplice espressione matematica per descrivere un modello di crescita osservato. Il parametro  $b$  è calcolato in funzione dell'andamento della curva di crescita, non dipende dalla conoscenza del comportamento riproduttivo degli individui. In altri termini, il modello è indifferente alle cause del rallentamento della crescita, che probabilmente variano da caso a caso. In una popolazione di faggi, per esempio, il rallentamento della crescita all'aumentare della popolazione potrebbe dipendere dalla ridotta disponibilità di superfici adatte all'attecchimento. In una popolazione di topi allevata in laboratorio, come ha dimostrato un ben noto esperimento<sup>4</sup>, potrebbe dipendere dalla diminuzione della fertilità e dall'incremento di aggressioni letali verso i conspecifici.

Quale che sia il meccanismo a livello individuale, *microscopico*, dietro il rallentamento della crescita che porta alla stabilizzazione della popolazione, l'aumento di densità della popolazione finisce con il ridurre il tasso di crescita, anziché aumentarlo come prevedrebbe il modello della crescita esponenziale. Per questo motivo la curva dell'equazione logistica, dopo avere corso insieme a quella dell'equazione esponenziale, comincia a distaccarsene in modo sempre più marcato appena la popolazione inizia a crescere.

I demografi si interessano della popolazione umana e fanno uso della terminologia disciplinare propria. Il fenomeno che in dinamica delle popolazioni sarebbe descritto come passaggio dall'accrescimento esponenziale all'accrescimento logistico è descritto, nel linguaggio dei demografi, come *transizione demografica*. Nel periodo che precede la transizione demografica, le popolazioni sono caratterizzate da tassi di natalità e di mortalità entrambi elevati, che si traducono in un ritmo di crescita moderato ma continuo. Questa situazione ha caratterizzato di fatto tutte le popolazioni uma-

ne fino alla seconda metà del XVIII secolo. La transizione si avvia quando il tasso di mortalità inizia a declinare, a causa della accresciuta disponibilità di risorse alimentari e del miglioramento delle condizioni igieniche. Per tutto il periodo di transizione, il permanere del tasso di natalità su valori alti provoca incremento della popolazione. La transizione demografica ha termine quando il tasso di natalità diminuisce fino ad adeguarsi ai nuovi, bassi valori del tasso di mortalità, con conseguente graduale stabilizzazione della consistenza numerica della popolazione.

### **Benessere e natalità**

Sono ormai oltre due secoli che le popolazioni umane hanno iniziato, con episodi sporadici inizialmente e poi con crescente frequenza, il processo di transizione demografica. Ciò che accomuna tutte le popolazioni umane nel percorso di transizione demografica è un aumento del benessere medio. Misurare il benessere di una popolazione non è facile, ma se ne può effettuare una stima basata su due indicatori: tasso di mortalità infantile e PIL *pro capite*.

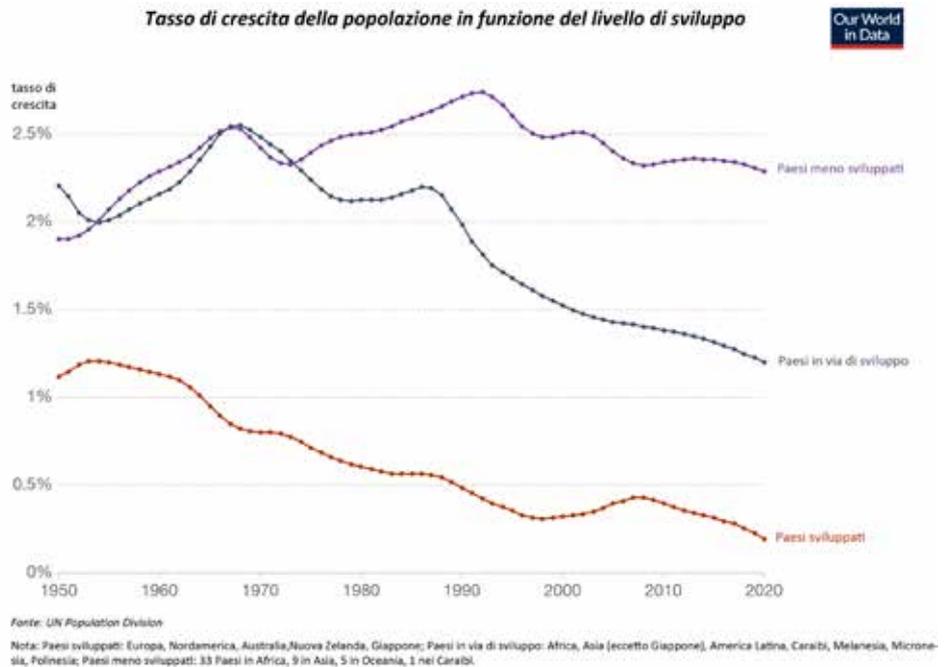
La riduzione della mortalità infantile significa l'adozione di politiche di assistenza all'infanzia e rispecchia una organizzazione statale in grado di fare funzionare i servizi sociali basilari, come assistenza sanitaria, istruzione di massa e sistema pensionistico. La presenza di un sistema di garanzie sociali riduce la propensione dei genitori a generare una prole numerosa come assicurazione sul proprio futuro.

Il PIL misura lo sviluppo delle attività economiche e quindi della disponibilità di merci e servizi. In una organizzazione sociale complessa, caratterizzata da intensi scambi di merci, servizi e informazioni e pertanto con un PIL *pro capite* elevato, i ritmi di vita imposti dalle esigenze economiche e sociali limitano il tempo da dedicare alla cura dei figli. La crescita del benessere agisce attra-

4. Calhoun JB, *Population density and social pathology*, Scientific American, 206(2):139-150, 1962.

verso questi percorsi, diversi ma convergenti dal punto di vista degli effetti, che sono appunto quelli di limitare il tasso di natalità (figura 4). In questo quadro, il fattore forse decisivo è l'accesso della componente femminile della popolazione all'istruzione scolastica. La conseguente maggiore presenza di persone istruite di sesso femminile nelle attività lavorative si ripercuote sulla programmazione dei tempi di vita e sulla maggiore consapevolezza nell'uso della contraccezione come metodo per la pianificazione familiare. Se volessimo determinare il valore per il parametro  $b$  in una equazione logistica da applicare alla popolazione umana, dovremmo trovare il modo di tenere conto di questi comportamenti.

Accanto ai fattori sociologici, che probabilmente non hanno analogo nelle popolazioni non umane, studi recenti hanno messo in evidenza anche fenomeni di carattere più strettamente biologico. Infatti, si è registrato a livello globale un declino generalizzato del tasso di fecondità. Questo declino procede al ritmo di circa l'1% annuo, apparentemente trascurabile ma tale da provocare una riduzione di quasi il 50% in quaranta anni<sup>5</sup>. Una delle cause fondamentali della diminuita fecondità è stata individuata nella presenza nell'ambiente di

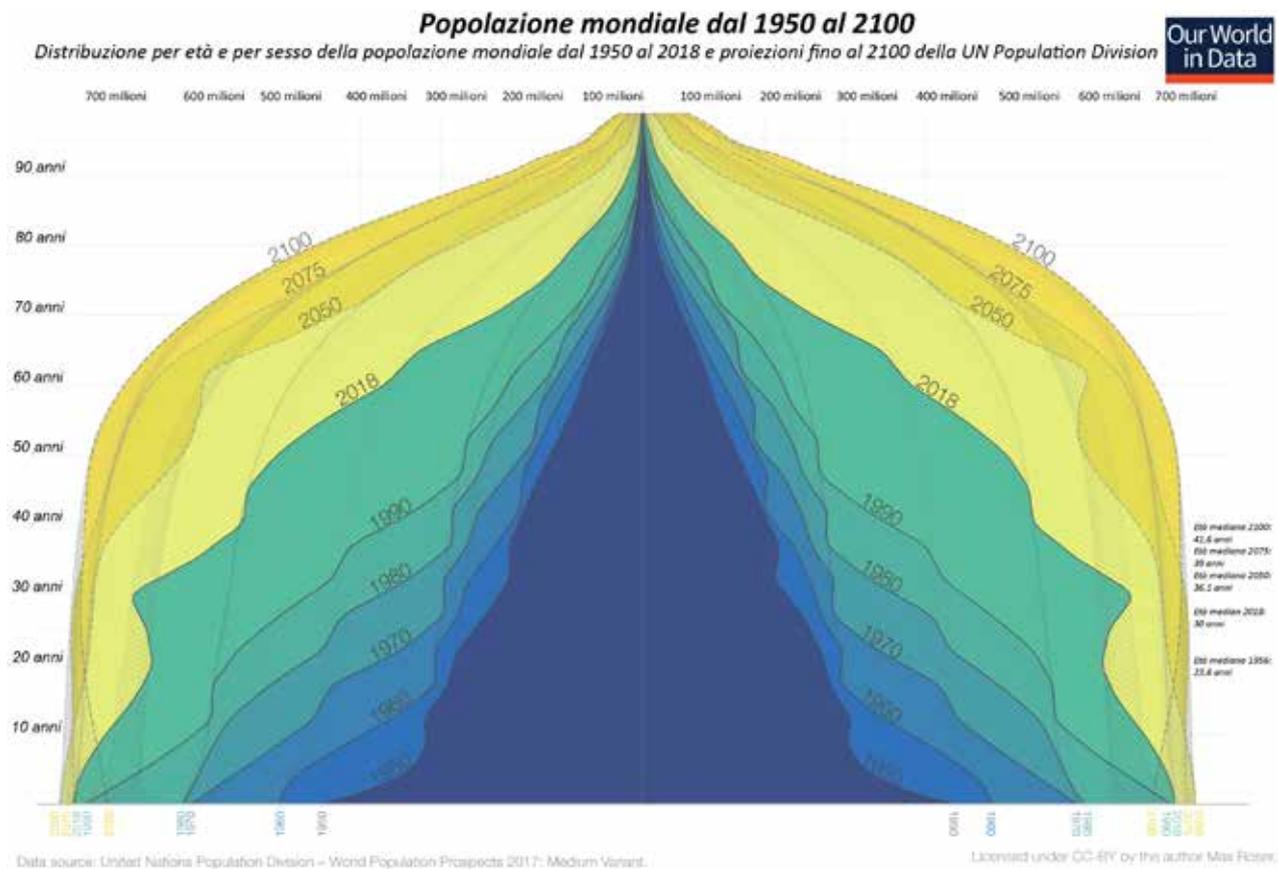


**Figura 4. Il tasso di crescita della popolazione è correlato al livello di sviluppo economico. Tra i Paesi che erano più poveri fino al 1970, alcuni hanno intrapreso un cammino di sviluppo economico che ha non solo migliorato le condizioni economiche, ma anche frenato il tasso di crescita della popolazione. In tutti i Paesi del mondo, nessuno escluso, il tasso di natalità è diminuito negli ultimi cinquanta anni. Modificato da <https://ourworldindata.org>**

sostanze chimiche che agiscono da interferenti endocrini. Si tratta di sostanze come gli ftalati (agenti plastificanti impiegati nella produzione di contenitori di alimenti, di cosmetici, di materiali da imballaggio), bisfenolo A (impiegato nella produzione di recipienti a uso alimentare) e ritardanti di fiamma (sostanze aggiunte alle materie plastiche per soffocare spontaneamente un eventuale processo di combustione). In conseguenza del loro uso sempre più esteso, queste sostanze si sono diffuse nell'ambiente, hanno contaminato suolo e fonti alimentari, sono ormai entrate nella nostra catena alimentare. La riduzione della fecondità è una sorta di effetto collaterale dell'aumento della popolazione, deter-

5. Levine H, Niels Jørgensen N, Martino-Andrade A, Mendiola J, Weksler-Derri D, Mindlis I, Pinotti R, Swan S H, *Temporal trends in sperm*

*count: a systematic review and meta-regression analysis*, Human Reproduction Update, Volume 23, Issue 6:646–659, 2017.



**Figura 5 – Evoluzione temporale dei grafici che rappresentano la popolazione mondiale suddivisa per classi di età (valori in ordinata) e per genere (sesso maschile nella metà sinistra, sesso femminile nella metà destra), comunemente indicati come «piramidi della popolazione». La forma piramidale degli anni Cinquanta si gonfia lentamente nelle parti superiori, fino ad assumere, nelle proiezioni, un profilo a cupola schiacciata. Le cause di queste modificazioni sono la diminuzione del tasso di natalità e l'aumento della durata della vita media degli individui. Modificato da <https://ourworldindata.org>**

minata da sostanze immesse nell'ambiente come conseguenza indesiderata della esigenza di distribuire cibo a una popolazione che vive in gran parte lontana dai siti di produzione degli alimenti. A ben vedere, si tratta di un processo a retroazione negativa, simile a quelli che agiscono su molte popolazioni selvatiche. L'astrazione teorica del parametro  $b$  presente nell'equazione (2) comincia a sostanziarsi in qualcosa di piacevolmente concreto.

### Capacità portante del pianeta

La popolazione umana si sta avviando verso una fase di assestamento numerico, stimato intorno a 10 miliardi di individui per il termine del secolo (figura 5). Allo stato attuale dello sviluppo scientifico e tecnologico, questo numero di individui potrebbe trovare sostentamento sufficiente nelle risorse del pianeta<sup>6</sup>. Definire se si tratti della capacità portante dell'ecosistema Terra per quanto

6. Per dare un'idea quantitativa, allo stato attuale la denutrizione è una condizione che interessa quasi il 9% della popolazione globale (rapporto annuale Nazioni Unite 2020), mentre lo spreco alimentare globale riguarda una percentuale pressoché doppia del

cibo disponibile, il 17% (Food Waste Index Report 2021). Una parte dello spreco è ineliminabile, legato a problemi di distribuzione e scarto di parti poco commestibili, ma occorre tenere conto anche che una parte consistente della popolazione mon-

diale consuma alimenti in misura eccedente le necessità energetiche individuali, con conseguenze deleterie sulla propria salute.

riguarda la specie *Homo sapiens* diventa, però, difficile da stabilire. La difficoltà deriva in parte dal fatto che successive innovazioni tecnologiche hanno permesso alla nostra specie di ricavare quantità crescenti di risorse dall'ambiente naturale<sup>7</sup> e in parte dal fatto che il livello medio individuale di consumo delle risorse non è costante. Mentre per i batteri, così come per i leoni e qualsiasi altra popolazione selvatica, le esigenze energetiche individuali rimangono costanti, generazione dopo generazione, per gli umani la situazione è diversa. Come risultato dell'evoluzione culturale, il consumo medio di risorse varia, infatti, da una generazione all'altra e anche da un luogo all'altro del pianeta nel corso della medesima generazione.

La capacità portante relativa alla popolazione umana potrebbe essere misurata sul numero massimo di individui compatibile con un consumo di risorse naturali non superiore al ritmo del loro rinnovo attraverso i cicli biogeochimici. Con una disponibilità finita di risorse, però, il livello di consumo individuale e numero di individui corrispondente alla capacità portante sono fattori tra loro inversamente proporzionali. La capacità portante dell'ambiente va rapportata al livello medio di consumo delle risorse, e non solo quelle alimentari. Se considerassimo desiderabile un consumo delle risorse *pro capite* equivalente a quello di un cittadino medio australiano, la capacità portante del pianeta sarebbe di 1,5 miliardi di abitanti. Se invece ci adeguassimo al consumo medio di un cittadino turco, la capacità portante sarebbe di 6 miliardi di abitanti; se stabilissimo di vivere come un cittadino vietnamita medio, potremmo anche starci in 10 miliardi, perché no?

A rendere ancora più complicata la discussione sulla capacità portante per la popolazione umana, si aggiunge il fatto che, in un insieme così

complesso di relazioni ecologiche come quello che caratterizza la nostra specie, è difficile individuare un fattore limitante prioritario. Si potrebbe pensare al cibo, all'energia utile, all'acqua potabile, alla temperatura atmosferica. Forse, però, nel caso della specie umana si dovrà pensare alla carenza combinata di risorse che consentono attualmente a gran parte della popolazione non solo di dissetarsi e di sfamarsi, ma anche di difendersi dalle malattie e di usare apparecchi tecnologici avanzati.

### Opzioni per il futuro

Il mantenimento di una popolazione di dieci miliardi di umani accompagnata a un consumo di risorse medio come quello attuale non è compatibile con il mantenimento delle condizioni ambientali ottimali per la nostra specie. Il risultato di una prolungata condizione di sovraconsumo delle risorse avrà come risultato la catastrofe ambientale e una riorganizzazione degli equilibri nella biosfera, con conseguenze non necessariamente favorevoli alla specie umana.

Occorre essere consapevoli che bisogna operare una scelta, stabilire cioè come bilanciare il consumo delle risorse con la consistenza della popolazione. Al momento una questione del genere non appare affrontabile, perché risolverla richiederebbe una pianificazione globale, con scelte condivise e vincolanti, non compatibile con la competizione internazionale che caratterizza la geopolitica dei nostri tempi. La situazione in cui viviamo ci spinge ad affidare il futuro della nostra specie a una condivisibile fiducia nella prossima stabilizzazione della popolazione globale, che però non può essere disgiunta da una più opinabile fiducia in un robusto incremento delle capacità tecnologiche di controllo sull'ambiente,

7. Gli esempi di innovazioni tecnologiche che hanno aumentato la disponibilità alimentare per la specie umana accrescendo la resa agricola non mancano. La fissazione dell'azoto, ormai disponibile a livello industriale da oltre un secolo, ha consentito di

produrre industrialmente grandi quantità di concimi. La selezione di varietà di cereali, in particolare riso e grano, di taglia contenuta e dal fusto relativamente corto avviata a partire dagli anni Quaranta del Novecento, ha consentito di ottenere maggiori quantità di

semi per unità di massa del prodotto. La rivoluzione neolitica e quella industriale sono esempi di eventi più remoti.

magari accompagnato da una migliore distribuzione delle risorse. Una sfida impegnativa, una scommessa azzardata che forse accetteremmo di affrontare più volentieri, se non fosse giocata sulla pelle delle generazioni future.

L'alternativa alla frugalità dei consumi, che comporterebbe il profondo ripensamento dei modelli di sviluppo vigenti<sup>8</sup>, consiste nel dimensionare opportunamente la popolazione mondiale. Se la scelta del numero ottimale di abitanti sembra già un quesito problematico, provi il lettore a pensare alla domanda successiva: come facciamo a conseguire quel numero ottimale desiderato? La strategia che punta al controllo delle nascite non ha molto senso, perché questo controllo c'è già nei fatti da tempo. Come indica la figura 5, tratta con modifiche dal sito ourworldindata.com, l'aumento residuo della popolazione umana da qui al prossimo mezzo secolo avverrà sull'inerzia della sostituzione delle attuali classi di età più avanzate con le classi di età attualmente più giovani. La riduzione drastica delle nascite equivarrebbe a un suicidio di specie, con un graduale slittamento del consumo prevalente di risorse verso classi di età poco o per niente atte alla riproduzione, cosa parzialmente già in atto. Sulla carta esistono altre intuibili opzioni per contenere la consistenza della popolazione umana. Si tratta di opzioni che vanno da una guerra (strumento storicamente di elezione, ma reso incerto negli esiti finali dal tipo di armi di cui oggi l'umanità dispone) al pilatesco "lasciamo che la natura faccia il proprio corso" (strategia prediletta da chi si trova in posizione vantaggiosa nell'accaparramento delle risorse).

Forse i sostenitori delle strategie di riduzione della popolazione mondiale, prima ancora di preoccuparsi di aspetti come il ridimensionamento drastico dell'economia o le prospettive pensionistiche, dovrebbero esplicitare la via che intendono per-

correre per conseguire il proprio obiettivo. Chi scrive nutre la convinzione che la salvaguardia dei valori etici che si sono evoluti in una specie altamente sociale come la nostra sia altrettanto importante di quella dell'ambiente. ●

### scheda: Uomini e topi

Oggi pochi ricordano il clamoroso esperimento condotto da John B. Calhoun nel lontano 1962, che pure all'epoca fece molto scalpore.

L'esperimento in questione si chiamava *Universe 25: Universe*, perché si trattava di un microuniverso per topi; 25, perché si trattava della venticinquesima messa a punto delle condizioni sperimentali. Più che un "universo", era un piccolo "paradiso" per topi: con acqua e cibo in abbondanza; regolari pulizie; spazi organizzati in "rifugi", "corridoi" e "piazze" per permettere una varietà di scelte comportamentali. In questo paradiso vennero inseriti 8 topi (4 coppie). La popolazione cominciò a raddoppiare ogni 55 giorni. Arrivati a 600 individui (*Universe 25* poteva ospitare in teoria fino a 3500 topi) la crescita demografica cominciò a declinare. Dopo 560 giorni, raggiunti i 2200 individui, la crescita cessò del tutto e iniziò un rapido processo di estinzione. Il paradiso si era trasformato in un inferno. E non per mancanza di risorse, come qualcuno ha erroneamente scritto commentando l'esperimento: cibo e acqua venivano sempre forniti. L'estinzione si verificò per lo stress da sovraffollamento.

L'aumento della natalità e la riduzione della mortalità avevano portato a un disfacimento dell'organizzazione sociale (una "morte al quadrato", come la definì Calhoun) e alla "perdita della capacità di impegnarsi in comportamenti essenziali alla sopravvivenza della specie"<sup>1</sup>. Lo stress da sovrappopolazione comportò per le topoline femmine perdita dell'estro, infertilità, incapacità di portare a termine le gravidanze. Per i topolini maschi prima "ipersessualità" (scopavano, o meglio stupravano qualsiasi cosa) e poi "asessualità", aggressività in certi gruppi e apatia in altri. I baby topini morivano (una mortalità infantile del 96%) per mancanza di cure o mangiati dai topi adulti (mamme comprese), cui pure il cibo non mancava.

Calhoun e moltissimi commentatori si lanciarono in foschi parallelismi tra il destino dei topi di *Universe 25* e quello dell'umanità in crescita incontrollata. Forse affrettatamente, forse senza valutare fino in fondo le differenze. L'allarme, in ogni caso, non era insensato. Era il 1962: la popolazione mondiale arrivava "appena" a 3 miliardi. Oggi siamo oltre i 7 miliardi e mezzo.

Maria Turchetto

8. Un articolo del quotidiano il manifesto del 15 aprile 2021 (una recensione di Luciana Castellina del libro di Federico Butera *Affrontare la complessità. Per governare la transizione*

*ecologica*) aveva come emblematico titolo: *Il disastro della Terra si chiama capitalismo.*

1. Calhoun JB, *Population density and social pathology*, Scientific American, 206(2):139-150, 1962.

---

## Uomini e insetti: *Solenopsis saevissima*

C'è da sempre una guerra silenziosa tra uomini e insetti: gli insetti competono con l'uomo per il possesso stesso del pianeta Terra. Gli esempi sono molti: dagli scarafaggi che infestano da decenni la Casa Bianca alle cavallette che desertificano vaste regioni dell'Africa. L'articolo si sofferma in particolare su *Solenopsis saevissima*, detta "formica di fuoco" o "formica argentina". La guerra – che l'uomo combatte con armi chimiche, insetticidi e gas asfissianti estremamente dannosi per l'ambiente – è in corso dal 1930 e non è affatto finita: le *Solenopsis saevissima* continuano a guadagnare terreno e ad espandersi.

---

Piero Sagnibene

---

*“Le formiche contendono all'uomo il ruolo di organismi predominanti sulla terraferma”* hanno scritto Bert Hölldobler ed Edward O. Wilson, i due più eminenti mirmecologi viventi.

C'è una guerra silenziosa e persistente che dura da sempre, possiamo dire, tra uomini ed insetti. Più della metà del potenziale agricolo mondiale, 55% circa, è divorato da organismi parassiti e circa il 96% di questa quota, cioè circa il 53%, è divorato da Insetti. L'uomo combatte questa guerra con l'arma chimica, immettendo nell'ambiente sempre nuovi composti insetticidi (che poi finiscono negli alimenti). Si tratta di composti in gran parte inventati e fabbricati a scopi bellici e come tali tuttora utilizzati per colpire popolazioni inermi. Il loro uso in agricoltura ha lo scopo di contenere la voracità degli insetti, i quali, per parte loro, rispondono non soltanto con la loro enorme prolificità, ma anche con la plasticità genetica, la quale, ad una pressione selettiva anche di durata relativamente breve, risponde determinando differenziazioni di forme, ceppi, razze, linee biologiche adatte alle nuove circostanze. La capacità degli insetti di sopravvivere ed adattarsi, già oggi, ai nuovi ambienti tossici, determinati dall'uomo, ne fa i candidati più idonei alla successione degli umani nel possesso del pianeta.

Ma quanti sono gli insetti che popolano il pianeta? Considerando che in una determinata località vi sono solo poche specie con un gran numero di individui, mentre molte altre specie contano pochi individui, e confrontando il numero di individui per ciascuna di esse, C. B. Williams (vedi scheda alla pagina seguente) ricavò una curva matematica costante. Applicando questo



principio al numero degli insetti nel mondo, Williams tentò di tracciare tale curva e di desumere il numero complessivo di insetti e di specie probabilmente esistenti. Il procedimento implica parecchie supposizioni, ma porta all'ipotesi che, in ogni istante, la popolazione degli insetti è di  $10^{18}$ , ossia un miliardo di miliardi di individui compresi in qualcosa come tre milioni di specie. Se per fare una stima molto prudente, l'1% di questa moltitudine fosse costituito da formiche, la loro popolazione complessiva ammonterebbe a dieci milioni di miliardi ( $10^{16}$ ). Una formica operaia, che è grande meno di un milionesimo di un essere umano, pesa in media tra 1 e 5 milligrammi, a seconda della specie; messe assieme, tutte le formiche del mondo peserebbero all'incirca quanto tutti gli esseri umani messi assieme.

Gli insetti sono ovunque vi sia materiale organico, anche là dove le condizioni ambientali sembrerebbero proibitive per la vita: dai ghiacciai alle caverne sotterranee, ai crateri vulcanici, ai depositi di petrolio, ecc. Si nutrono di tutto. I soli insetti fitofagi comprendono quasi 500.000 specie, ma il numero è crescente perché la pressione selettiva, esercitata dagli stessi insetticidi, forza a

produrre nuovi adattamenti. Si pensava che soltanto il 5% delle specie fitofaghe vivesse a spese delle piante utilizzate dall'uomo, ma studi recenti mostrano che altre specie si vanno adattando allo sfruttamento delle colture, quando non invadono gli stessi ambienti urbani per sfuggire alla tossicità delle serre e delle coltivazioni trattate con i più disparati veleni.

Quale significato possiamo dare alla affermazione di Hölldobler e Wilson? Semplicemente che gli insetti competono con l'uomo per il possesso stesso del pianeta Terra.

### **Blatte e cavallette**

Un caso emblematico di competizione tra uomo ed insetto per il possesso dello spazio terrestre è rappresentato da una popolazione di milioni di scarafaggi *Periplaneta americana*, che da molti decenni ha invaso la Casa Bianca, residenza del Presidente degli USA, e che, da circa 50 anni, 50 milioni di scarafaggi sono stabilmente insediati nel Pentagono, Sede del Quartier Generale delle forze armate americane, e dei quali non c'è stato modo di liberarsi: sono tuttora insediati lì, nel cuore stesso del più potente esercito del mondo.

Vi sono zone del pianeta (Canada, Brasile, Siberia, ecc.) dove l'insediamento umano è impedito dalla presenza di popolazioni di alcune specie di Ditteri, capaci di ferire le persone, provocando shock anafilattici, oppure con un numero davvero grande di punture che si infettano e che trasmettono gravi patologie. Inoltre questi insetti trasmettono parassiti come nematodi, che si incistano nei nervi oculari provocando cecità parassitaria. Si tratta di piccole mosche nere, appartenenti al gruppo degli Odagmini della Famiglia dei Simuliidae. In passato, anche in Italia hanno sterminato intere mandrie di bovini sul monte Baldo e sui monti Lessini.

Un altro caso emblematico è rappresentato dalle cavallette che, con orde di miliardi e miliardi di individui stanno desertificando i paesi dell'Africa Orientale, distruggendo ogni risorsa alimentare e naturalistica di interi paesi, e che riescono a spingersi fino a Nord, come in Sardegna, e nelle città del Nord, come Londra.

#### **scheda: Carrington Bonsor Williams**



Carrington Bonsor Williams (1889-1981) meglio conosciuto come CB Williams, o semplicemente "CB", è stato un entomologo ed ecologista. Il suo nome è particolarmente associato alla migrazione degli insetti, all'ecologia statistica e alla biogeografia. Introdusse i modelli logaritmici nel calcolo delle diversità e del numero di insetti. Direttore del Dipartimento di Entomologia presso la stazione sperimentale di Rothamsted, studiò gli aspetti quantitativi delle popolazioni di insetti e fu un pioniere dello studio

statistico della biodiversità. Fu famosa la sua dimostrazione della validità della sua teoria, utilizzando i dati sui conteggi dei pidocchi in una prigione dell'India meridionale: calcolò che il numero di persone con un solo pidocchio era 107 ed il numero effettivo risultò 106.

### La formica argentina

C'è poi una formichina, detta “formica di fuoco” o “formica argentina”, che i mirmecologi chiamano *Solenopsis saevissima* (SMITH, 1855). Il lettore non si lasci ingannare dal fatto che la formica è un essere minuscolo: la formica è forse il più feroce predatore che esista in natura. È dotata di mandibole a cesoie, supportate da muscoli potenti, e dispone di un'arma chimica, l'acido formico, che viene sintetizzato nel suo corpo e spruzzato come veleno urticante, dall'odore pungente e che, se viene a contatto con la pelle, provoca ustioni distruggendo l'intero spessore del tessuto cutaneo. La sua forza vera è il numero e la coordinazione, che dà alle formiche la capacità di operare d'insieme per un medesimo scopo.

Sulla aggressività di alcune specie di formiche ci testimonia il caso delle formiche Dorylinae che formano delle colonne di marcia con più di 50 milioni di formiche che, per il loro elevatissimo numero, sono considerate pericolose anche per gli esseri umani. Il maggior livello di rischio si manifesta quando una colonna passa attraverso le case. Sono stati effettivamente riportati casi di persone – invalidi, bambini o debilitati che non hanno avuto la forza di scappare – uccise e talvolta divorate dalle Dorylinae. Non molto tempo fa, gli agricoltori del Texas videro i loro campi riempirsi improvvisamente di monticelli arrotondati dai quali, alla minima eccitazione, balzavano fuori delle formiche di colore chiaro e dalla puntura estremamente dolorosa, in grado di provocare disturbi generali molto gravi. Pensarono di risolvere il problema immettendo forti dosi di insetticida nei nidi, ma inutilmente. Malgrado usassero dosi sempre più massicce di insetticida, si era sempre allo stesso punto ed il flagello delle formiche non cessava di estendersi.

L'invasione della *Solenopsis saevissima* era stata molto discreta, tanto più che nel Sud degli Stati Uniti esistevano altre tre specie di *Solenopsis* che non si facevano troppo notare. Una forma nera di *Solenopsis saevissima* (in latino “molto crudele”), fu importata per caso dall'America del Sud nel 1918, e restò una decina d'anni nei limiti della città di Mobile, dove i moderati danni da essa

provocati passarono quasi inosservati. Poi, verso il 1930, apparve una nuova *Solenopsis*, la *saevissima*, rossa-brunastra-chiara, più piccola della nera, i cui nidi sono, a loro volta, più piccoli. La nuova forma doveva provenire dall'Argentina del Nord o dalla Bolivia del Sud. Improvvisamente questa forma si estese combattendo la forma nera, diventata così rara da essere ora probabilmente in via di estinzione.

A parte i danni dovuti alle punture, la dannosità di questa formica è dovuta principalmente al suo divorante appetito. Non soltanto mangia quantità



enormi di prodotti alimentari, ma all'inizio della invasione ampliò il suo registro gastronomico: insetti di ogni specie, cereali, soprattutto mais, arachidi, ma anche polli, addirittura vitelli o porcellini che essa è in grado, se non di divorare, almeno di ferire seriamente o di uccidere. Possiede inoltre alcune caratteristiche abbastanza rare nel mondo delle formiche; non soltanto immagazzina i semi (fatto comune a tutte le specie mietitrici), ma anche prede animali, ad esempio insetti morti, e questo fatto è unico tra le formiche e tra tutti gli insetti sociali. Nei nidi di *Solenopsis saevissima*, dentro gallerie speciali, si ritrovano ammassi di termiti, vive o morte, ed anche larve di coleotteri curculionidi.

Un altro inconveniente della *Solenopsis saevissima* è la molteplicità dei nidi e delle cupole che si

innalzano sulla superficie del suolo (fino a 50 per acro) e rendono molto difficili le colture inceppando le ruote delle macchine agricole. Per questo inconveniente e per la ferocia delle formiche, è capitato che gli operai rifiutassero in certi campi, costringendo i proprietari ad abbandonarli.

Le *Solenopsis s.* attaccano aggressivamente tutto ciò che può rappresentare una minaccia per il loro nido: se disturbate fuoriescono in massa dal nido e assaltano l'intruso risalendo lungo le sue gambe. Il loro morso provoca un forte dolore, una sensazione simile a quella di una bruciatura (da cui il nome comune di "formiche di fuoco"). Le *Solenopsis saevissima* si ancorano alla pelle del malcapitato con le mandibole e utilizzano il pungiglione per iniettare un veleno, un alcaloide chiamato *solenopsina*, appartenente alla classe delle piperidine, con proprietà emolitiche e citotossiche. Il veleno ha anche proprietà insetticide e antibiotiche, e viene spruzzato sulle larve per proteggerle dall'aggressione di microrganismi. Viene inoltre utilizzato come repellente nelle interazioni con altre specie. La puntura della



formica di fuoco provoca un dolore cruento; in seguito nel sito della puntura compare una vescica sierosa, circondata da un'area edematosa e molto calda. Le vesciche molto spesso si ulcerano e tendono a sovrainfettarsi. In alcuni soggetti, più sensibili al veleno, si possono avere fenomeni di anafilassi, che comprendono dolore toracico, nausea, sudorazione profusa, dispnea, edema della glottide, il cui esito può anche essere fatale se non si interviene tempestivamente con le cure appropriate.

A questo punto gli agricoltori decisero di inondare tutto di insetticida e di liberarsi così di questa invasione. Ma ciò che dovevano affrontare non era un insetto banale, le cui capacità di adattamento possono già essere disastrose; si trovavano di fronte ad un animale sociale al vertice della scala psichica degli insetti. Cominciarono col vaporizzare sotto pressione, all'interno della cupola, una dose abbastanza forte di un potente insetticida dieldrina, che *in laboratorio* uccide tranquillamente le *Solenopsis*. Ma *in natura* i risultati sono completamente diversi. Fu Wilson a scoprire la ragione scavando intorno alle cupole. Dal momento in cui comincia la polverizzazione, le nutrici portano via la covata, passando per un numero infinito di gallerie sotterranee, e le mettono al riparo a qualche metro di distanza. La covata, in tal modo, non subisce alcun danno ed in laboratorio vivrà lo stesso tempo che vivranno le larve prelevate da un nido intatto. La dieldrina è



**I postumi di un assalto di formiche di fuoco sulla gamba di un essere umano**

un composto violentemente tossico e non soltanto per gli insetti. Applicata nella misura di una libra per acro di palude, distrugge trenta specie di pesci e tutti i crostacei; sopravvivono solo i molluschi. Fu tentato anche di utilizzare gas asfissianti, dalla azione molto più rapida, ma la cupola è troppo grande e non abbastanza impermeabile ai gas. Anche in questo caso, gran parte della covata sfuggì al gas tossico. Inoltre, quasi



come una beffa, le operaie tornarono nella cupola, ne ingrandirono le aperture per arearla e dopo qualche giorno vi si installarono di nuovo.

Si pensò allora di sfruttare l'appetito pantagruelico delle *Solenopsis saevissima* mediante esche avvelenate, ma le giovani regine fecondate, che si sprofondano nel suolo durante e dopo uno di questi trattamenti, restano senza mangiare sotto terra ed il veleno, quindi, non le raggiunge; e quando hanno procreato le prime operaie, il veleno è già divenuto inefficace o è stato dilavato dalle intemperie. Allora si pensò di combinare la distribuzione di esche avvelenate con una polverizzazione di insetticida al suolo in modo che le regine, sfuggite ad un trattamento, fossero uccise dall'altro. Gli insetticidi utilizzati furono clordano o eptacloro, efficacissimi contro le formiche, risultarono repellenti per le *Solenopsis saevissima*. Dopo la polverizzazione, la maggior parte delle raccogliatrici restò nel nido e nessuna più toccò le esche.

Vorrei soltanto aggiungere a questo breve racconto che questa guerra, che dura dal 1930, non è affatto finita e che le *Solenopsis saevissima* continuano a conquistare terreno e ad espandersi. ●

**Italo Calvino**  
*La formica argentina*  
(edizioni varie)

Si tratta di un racconto pubblicato nel 1952 dalla rivista internazionale di letteratura *Botteghe Oscure* e poi riapparso in numerose antologie. Vale la pena di rileggerlo oggi, alla luce dell'attuale pandemia che si presenta – così il protagonista del racconto definisce l'infestazione di formiche argentine – come un “nemico come la nebbia e la sabbia, contro cui la forza non vale”.

Il personaggio principale, appena trasferito in Liguria, scopre che la zona dove abita è infestata da formiche implacabili. I suoi vicini esibiscono i comportamenti più vari. I Reginaudo impiegano contro le formiche – senza risultato – enormi quantità di insetticidi. Il signor Baudino, dell'Ente per la Lotta contro la Formica Argentina, le nutre con una melassa leggermente avvelenata. La signora Mau-

ro fa finta che non esistano. Il capitano Brauni le affronta con piglio militare, torturandole e uccidendole mediante ingegnose trappole – ma uccide 40 formiche al minuto mentre a milioni invadono il territorio. Non mancano i complottisti, che accusano Baudino di favorire la proliferazione delle formiche per tenersi stretto il posto di lavoro.

Ma le formiche sono un nemico imbattibile: prolifico, aggressivo e soprattutto invisibile, incorporeo, non numerabile. “[Pensavamo] di trovarci contro un nemico concreto, numerabile, con un corpo, un peso [...], creature che si possono spostare, smuovere, come i gatti, i conigli. Qui avevamo di fronte un nemico come la nebbia o la sabbia, contro cui la forza non vale”.



Maria Turchetto

---

## Italia senza italiani e mondo in frenata

Piero Bianucci

---

L'Italia può vantare due dati statistici molto positivi: una mortalità infantile tra le più basse del mondo e una aspettativa di vita tra le più alte, benché si sia ridotta dopo la pandemia. La cattiva notizia è che, ciò nonostante, dal punto vista demografico stiamo precipitando verso un'Italia senza italiani. Mentre in Italia e in Europa assistiamo al calo demografico, la popolazione mondiale toccherà nel 2021 gli 8 miliardi di persone e sarà in aumento fino alla fine del secolo, quando raggiungerà i 10,5 miliardi per poi stabilizzarsi. Nell'ultimo secolo il prolungamento della vita è stato spettacolare. In gran parte è dovuto al crollo della mortalità infantile, che è stata altissima fino alla fine dell'Ottocento. In generale per la longevità hanno all'incirca pari importanza il corredo genetico, l'ambiente e lo stile di vita, fattori che qui vengono analizzati.

Incominciamo da una impressione ingannevole e sostituiamola con numeri aggiornati all'inizio del 2021. La percezione degli italiani, misurata da un sondaggio condotto con criteri scientifici, è che gli stranieri nel nostro paese costituiscano il 31 per cento della popolazione residente. In realtà sono l'8,4 per cento, e nella metà dei casi sono cittadini europei. Il numero degli stranieri residenti in Italia alla fine del 2020 era poco più di cinque milioni (5.039.637). Gli ingressi in Italia nel 57 per cento dei casi avvengono per ricongiungimento familiare. Seguono l'asilo politico e i motivi di studio. Teniamo a mente questa premessa e passiamo ad altro. L'Italia può vantare due dati statistici molto positivi: una mortalità infantile tra le più basse del mondo e una aspettativa di vita tra le più alte, benché si sia ridotta dopo la pandemia. La cattiva notizia è che, ciò nonostante, dal punto vista demografico stiamo precipitando verso un'Italia senza italiani. Nel 2020 la natalità è diminuita del 3,8 per cento. È un problema molto grave per l'economia e i servizi sociali ma ancora più perché incide sulle energie creative del Paese e quindi sulla sua capacità di competere con gli altri paesi avanzati. Non basta vivere a lungo e non morire da piccoli. Il nostro paese ha bisogno che i neonati siano tanti. Molti di più di quelli che hanno visto la luce negli ultimi tempi. Incominciamo dalle nascite. Per fortuna in Italia il tasso di mortalità in-



fantile è inferiore anche a quello dei paesi più sviluppati d'Europa: Germania, Francia e Regno Unito. In passato la mortalità infantile (in senso tecnico è il numero dei bambini che non superano il primo anno di vita) era un flagello. Le famiglie erano numerose perché si sapeva che di 8-10 figli solo due o tre sarebbero arrivati all'età adulta. La povertà, la scarsa igiene, le malattie infettive colpivano soprattutto i più piccoli. Ma anche dopo l'invenzione dei vaccini e degli antibiotici, ancora nel 1960 in Italia 44 bambini su mille morivano prima di compiere un anno. Oggi siamo scesi a 2,75.

Con "mortalità neonatale" si intende il tasso dei piccoli che muoiono nelle prime quattro settimane di vita, il periodo più critico dell'intera esistenza. Di quei 28 giorni, i primi sette sono quelli più a rischio. Su cento piccoli che non superano il primo anno di vita, 70 rientrano nella "mortalità neonatale". Ciò dipende dal fatto nelle prime settimane si è più fragili, ma anche da differenze nell'efficienza del sistema sanitario: un bambino che nasce nel Mezzogiorno ha una probabilità di morire nel primo anno di vita molto più alta rispetto ai bambini che nascono nel Nord Italia. C'è quindi ancora un margine di miglioramento, ma non sarà passando dal 2,75 per mille di mortalità infantile all'1 per mille – quasi irraggiungibile per cause naturali – a cambiare la tendenza al declino demografico del nostro paese.

Passiamo all'altro fattore: l'aspettativa di vita. Ovviamente siamo tutti contenti che aumenti e che – periodo Covid a parte – diminuisca la mortalità. È importante, però, mantenere un equilibrio tra l'una e l'altra.

Nel 2018, l'anno in cui l'Istat ha avviato il censimento annuale permanente, la popolazione italiana è diminuita di 616 mila persone, una città come Palermo. Dal 2015 alla fine del 2019 siamo diventati 1,4 milioni in meno. È come se fosse scomparsa Milano.

Nel 2019, anno per 10 mesi funestato dal Covid, nell'Unione Europea sono nati 4,15 milioni di bambini e morte 4,65 milioni di persone, con un bilancio passivo di 112 morti ogni 100 nati. I dati italiani parlano di 420mila nascite e 634 mila

morti: il bilancio è di 151 morti ogni 100 nascite, nettamente peggiore di quello europeo. Il passivo demografico è stato di 214 mila persone. Peggio ancora il 2020, tutto sotto l'incalzare della pandemia: i nati sono stati meno della metà dei morti. La pandemia ha colpito più gli uomini anziani che le donne loro coetanee, e in media ha abbassato di due anni l'aspettativa di vita della popolazione italiana.

Ma oltre a uccidere molti anziani, il Covid 19 e la conseguente crisi economica hanno fatto diminuire i matrimoni e scoraggiato i potenziali genitori. Messe insieme, queste concause hanno aggravato la nostra crisi demografica.

L'elevata età media degli italiani e la pandemia spiegano in parte il declino demografico recente ma, nonostante l'immigrazione, la tendenza al calo della popolazione complessiva è in atto da molto tempo prima della pandemia.

Eravamo 61 milioni nel 2014, alla fine del 2021 scenderemo sotto i 59 milioni. Anche al netto della pandemia, all'origine del calo della popolazione del nostro paese non c'è tanto la mortalità degli anziani quanto la natalità più bassa del mondo: abbiamo un tasso dell'1,17 figli per donna fertile che sale appena a 1,27 con il contributo delle donne straniere residenti in Italia.

La Population Division delle Nazioni Unite (<https://population.un.org/wpp/>) stima che gli abitanti dell'Italia scenderanno sotto i 40 milioni alla fine del secolo. È quanto basta per far saltare gli equilibri sociali ed economici del Paese. Ancora più catastrofica è la previsione della Washington University: 30 milioni, la metà della popolazione attuale.

Il tasso di sostituzione, cioè il valore della natalità media necessario per mantenere costante la popolazione è 2, un traguardo irraggiungibile a breve e medio termine perché la demografia ha una grande inerzia. Il comportamento delle coppie si modifica lentamente e dipende da diversi fattori: modelli sociali, andamento dall'economia, stabilità dei posti di lavoro.

A livello più alto, è importante la capacità del Paese di offrire prospettive a lungo termine, obiettivi e ideali condivisi, e quelle cose impalpabili ma

fondamentali che sono l'ottimismo, la speranza, la fiducia nel futuro. A breve e medio termine solo l'immigrazione può salvarci dalla crisi demografica, occorre una classe politica che sappia governare i flussi e soprattutto che predisponga un adeguato sistema di formazione degli immigrati integrandoli nei nostri valori e nel sistema produttivo.

Mentre in Italia e in Europa assistiamo al calo demografico, la popolazione mondiale toccherà nel 2021 gli 8 miliardi di persone e sarà in aumento fino alla fine del secolo, quando raggiungerà i 10,5 miliardi per poi stabilizzarsi. In pieno boom demografico è l'Africa, che ha la popolazione in assoluto più giovane e raddoppierà i suoi abitanti nei prossimi cinquant'anni. Sull'aumento della popolazione mondiale, più che il tasso di natalità, influiscono la diminuzione della mortalità infantile e il lento ma costante miglioramento delle condizioni igieniche e sanitarie, con il conseguente allungamento della aspettativa di vita. Negli ultimi quarant'anni il numero medio di figli per donna è sceso da 3,9 a 2,5. Sarà a 2,2 nel 2050 e a 1,9-2, cioè al tasso di sostituzione, nel 2100. Stando ai dati Onu, l'aspettativa di vita in media ha raggiunto i 64,7 anni anche nei paesi poveri ma è ancora di 7 anni e mezzo inferiore alla media mondiale di 72,3. Il Bangladesh è il paese con la più alta densità di abitanti: 1240 per chilometro quadrato. L'Italia è al ventesimo posto con 205, tra la Corea del Nord e il Nepal.

Riprendiamo un tema già accennato e approfondiamolo. L'Italia è tra i paesi più longevi del mondo. Gli ultimi dati dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) ci collocano al settimo posto con una aspettativa di vita di 82 anni e mezzo, dopo Giappone (83,7), Svizzera (83,4), Singapore (83,1) Australia (82,8), Spagna (82,8), Islanda (82,7). Ma se consideriamo l'indice di aspettativa di vita tarato sulla salute (Health-adjusted life expectancy) siamo al quinto posto nel mondo, alla pari con Israele e preceduti nell'ordine da Giappone, Singapore, Corea del Sud e Svizzera. Secondo la classifica delle Nazioni Unite nel periodo 2005-2010 l'Italia era al secondo posto per longevità dopo il Giappone. In Italia il Covid-19, colpendo

soprattutto gli anziani, ha abbassato di due anni l'aspettativa di vita, ma i demografi ritengono che la perdita verrà presto recuperata.

Questi sono dati medi calcolati su maschi e femmine. Per motivi che la scienza non ha ancora del tutto chiarito, le donne hanno una attesa di vita di 3-4 anni superiore agli uomini. La differenza in passato era maggiore, negli ultimi tempi si è ridotta.

La qualità della salute nell'età avanzata non è meno importante dell'allungamento della vita. Nella maggioranza dei casi l'età avanzata si accompagna al manifestarsi di malattie croniche. In media i nove decimi delle spese sanitarie per una singola persona riguardano l'ultimo decimo della vita. In Italia, a 65 anni l'aspettativa di vita senza malattie significative è di 9,8 anni, un valore lievemente inferiore alla media dell'Unione Europea (10,2), ma molto più basso rispetto ai 15,8 anni della Svezia. Nell'ultimo secolo il prolungamento della vita è stato spettacolare. In gran parte è dovuto al crollo della mortalità infantile, che è stata altissima fino alla fine dell'Ottocento a causa di malattie infettive e parassitarie. Se non si depurano i dati dalla mortalità infantile, cioè non si escludono dal calcolo i morti con meno di cinque anni, nel 1892 l'età mediana in Italia era di appena 15,5 anni. Per avere dati comparabili con quelli attuali è quindi necessario correggerli sottraendo la mortalità infantile. Troviamo allora che nel 1891 si moriva mediamente a sessant'anni e a 71 nel 1951, da confrontare con gli 83 attuali.

In generale per la longevità hanno all'incirca pari importanza il corredo genetico, l'ambiente e lo stile di vita. Al raggiungimento di una età avanzata contribuisce un mix di fattori: sana alimentazione, igiene, servizio sanitario, attività fisica, livello culturale, relazioni umane. Vediamo meglio il loro peso.

Abbiamo una età anagrafica, segnata sulla carta di identità, e una età biologica, quella che conta davvero. Raramente le due età coincidono. Ci sono persone biologicamente assai più vecchie di quanto denuncia la data di nascita, e persone più giovani, anche di decenni.

La vecchiaia non è una malattia, ma c'è una linea di confine oltre la quale vecchiaia e malattia

inevitabilmente coesistono. Il processo di invecchiamento dipende da quattro fattori principali: il patrimonio genetico che abbiamo ereditato da padre e madre (di norma, genitori longevi hanno figli longevi), la dieta abituale (meglio quella mediterranea), lo stile di vita (niente fumo e superalcolici, attività fisica regolare), l'ambiente. Il fattore genetico rimane importante, conta per circa un terzo, ma gli studi più recenti valorizzano dieta, stile di vita e ambiente perché si è scoperto che i geni a loro volta vengono attivati o disattivati da numerosi fattori esterni: la disciplina che studia questo influsso è l'epigenetica.

All'origine dell'invecchiamento ci sono meccanismi di infiammazione dei tessuti che da occasionalmente difensivi diventano cronici e quindi patologici. L'età biologica è misurata da una progressiva perdita di massa muscolare (sarcopenia), dall'invecchiamento cellulare (sulla pelle lo denunciano le rughe e le macchie di melanina chiamate lentiggini senili), da disfunzioni di quelle centraline energetiche che sono i mitocondri – organelli contenuti nelle cellule dotati di un loro DNA trasmesso solo per via materna.

I meccanismi di riparazione del DNA, scoperti da Tomas Lindhal, Paul Mondrich e Aziz Sancar e premiati con il Nobel per la chimica nel 2015, con il passare degli anni si inceppano. Ogni giorno milioni di cellule muoiono e milioni nascono. A ogni riproduzione cellulare si verifica qualche errore di copiatura del DNA, e questi errori in età avanzata non sempre vengono corretti. La riproduzione precisa dipende dai telomeri, sequenze di DNA ripetute migliaia di volte che separano i cromosomi. Ad ogni ciclo riproduttivo la cellula stacca una specie di "tagliando" fino ad esaurire il telomero: a quel punto la cellula si auto-sopprime – è il fenomeno dell'apoptosi – e se non lo fa è peggio perché diventa cancerosa.

L'ottantacinquesimo è un anno di svolta. Chi lo supera in buone condizioni di salute ha un'alta probabilità di vivere ancora molti anni senza malattie croniche gravi. I centenari, che in Italia erano meno di cinquemila negli Anni 90 del secolo scorso, oggi sono quindicimila. Tra questi, parecchi hanno superato la dura prova del Covid. (vedi

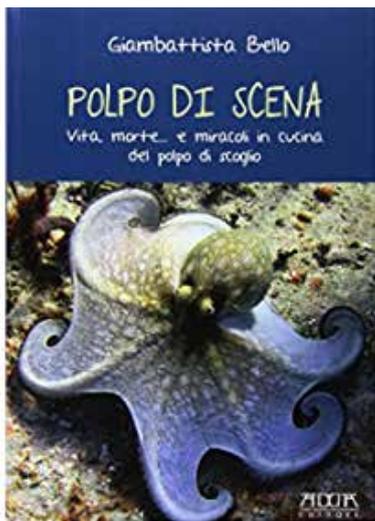
*Corriere della sera* del 3 gennaio 2021)

Per chi ha raggiunto la soglia dei 110 anni si è coniata la parola super-centenario. Diventa super-centenario circa un centenario su mille. Tra questi nel mondo 53 hanno superato i 115 anni, ventitré i 116, nove i 117. Sono quasi tutte donne. L'uomo più longevo è un giapponese morto a 116 anni e 53 giorni. La donna più longeva è la francese Jeanne Louise Calment, morta a 122 anni e 164 giorni. In base a questi dati si tiene che il limite biologico della vita umana sia intorno a 120 anni.

Nei due anni della pandemia di Covid 19 la vita media degli italiani si è abbassata di due anni ma quasi certamente sarà una fluttuazione temporanea. La tendenza all'aumento riprenderà grazie alla vaccinazione di massa, alla riorganizzazione della Sanità pubblica e alla nuova attenzione che sapremo dedicare alle residenze per anziani. Se sarà così, cioè se impareremo la lezione del Covid-19, la pandemia non avrà prodotto soltanto lutti. ●



**Giambattista Bello,**  
*Polpo di scena. Vita, morte... e miracoli in  
cucina del polpo di scoglio,*  
Mario Adda Editore, Bari, 2017



Tra uomini e polpi corre reciproca curiosità. Che gli uomini siano incuriositi, addirittura affascinati – nel bene e nel male – da questi animali strani è testimoniato dalla quantità di raffigurazioni, descrizioni, storie, leggende, proverbi di cui questo libro fornisce un cospicuo repertorio: dai vasi greci, ai mosaici romani, ai romanzi, ai film, alle pubblicità, ai gadget. Ma a quanto pare anche i polpi sono incuriositi dall'uomo e dai suoi manufatti: “ci siamo accorti [...] che il polpo, allorché non si sente minacciato dall'uomo, mostra curiosità nei suoi confronti” (p. 65), nel suo ambiente naturale come in cattività. Interagisce, “gioca”, mostra addirittura antipatie e simpatie (cfr. p. 66).

Da persona incuriosita (affascinata!) dai polpi, ho molto apprezzato questo libro che spazia, in maniera davvero molto piacevole, dalla classificazione dei polpi (i polpi sono tanti, anche se il vero protagonista di questo libro è il polpo di scoglio, *Octopus vulgaris*) alla loro anatomia (ben curiosa e diciamo così antintuitiva per noi appartenenti a tutt'altro phylum), dalla vita (riproduzione, alimentazione, crescita) alla morte (soprattutto ad opera dell'uomo, attraverso la pesca di cui vengono forniti ampi

dettagli, dalla pesca artigianale al mercato mondiale), ai *miracoli in cucina* (una parte non piccola del libro è dedicata alle ricette per prepararlo: dall'eviscerazione, alla sbattitura, all'arricciatura, alla cottura).

E qui, indubbiamente, si apre un conflitto, che io vivo personalmente e che penso sia condiviso dall'autore. Il polpo mi piace in quanto animale bello, intelligente, capace di interagire (ne ho incontrato qualcuno da subacquea)... Ma mi piace anche mangiarlo, lo confesso: è squisito, soprattutto se ci si attiene all'aurea regola “il polpo cuoce con l'acqua sua” (p. 204).

Questo libro, come dice l'autore, “è un testo composito che si può sfogliare a piacimento saltando da un capitolo all'altro” (p. 13). Salterò anch'io di palo in frasca per segnalare un aspetto che mi è sembrato particolarmente interessante. Mi riferisco ai mutamenti di colore del polpo: “in frazioni di secondo è possibile vedere un polpo passare dal chiaro colore grigio cinerino al marrone scuro e [...] a tutte le sfumature intermedie”; e “da una tinta uniformemente distribuita sull'intero corpo a disegni a macchie regolari o del tutto irregolari” (p. 61). Oltre a questo, il polpo può mutare la tessitura della pelle da liscia a rugosa, con protuberanze corte o lunghe. Si tratta di una capacità mimetica (rispetto alla quale il camaleonte risulta un dilettante), ma anche di uno strumento di comunicazione con i suoi simili: “una determinata postura associata a un dato *pattern* di colore significa minaccia [...]; un'altra associazione di postura e colore indica la disponibilità all'accoppiamento [...]. Più in generale, i polpi manifestano col colore della livrea le loro emozioni” (p. 63).

Se a questo punto della lettura venisse voglia di adottare un polpo come *pet*, c'è anche un capitolo sull'acquariologia. Ma a parte gli acquari pubblici o destinati alla ricerca scientifica – cioè “destinati a svolgere una funzione collettiva” (p. 73) – questa pratica è sconsigliata ai privati, perché difficile e pericolosa per gli animali: “abbiamo il dovere di evitare qualsiasi morte inutile degli animali, anche quelle causate dalla prigionia nelle gabbie e nelle vasche” (p. 74).

Maria Turchetto

# uno scatto alla natura

## zuffa tentacolare

foto di Vitor Antunes, testo di Giambattista Bello



**Scontro tra due maschi di *Octopus vulgaris*. “Jardim das Gorgónias” al largo di Sesimbra (Distretto di Setúbal, Portogallo), Oceano Atlantico, 24 agosto 2013, ore 10:30; fondale -17,5 m; temperatura dell’acqua 15 °C. Foto: Sea life DC500 con flash digitale esterno Sea life SL 960D.**

Il polpo comune, *Octopus vulgaris*, è un animale solitario. Quando due polpi si incontrano può conseguire una delle seguenti situazioni: (1) se sono maschio e femmina, entrambi sessualmente maturi, possono accoppiarsi; (2) se sono di taglia molto differente (in proporzione ponderale di almeno 4:1) e il piccolo non riesce a fuggire, il grande lo uccide e lo divora<sup>1</sup>; (3) se sono di dimensioni più o meno simili, può derivarne uno scontro fisico. La terza di queste possibilità è stata accuratamente documentata per la prima volta in natura da una sequenza di fotografie<sup>2</sup>, alcune delle quali sono presentate qui.

1. Bello G, D'Alessandro R, *Canibalismo di Octopus vulgaris Cuvier, 1797 (Cephalopoda: Octopodidae) in natura*. Alleryana 35: 78-80, 2017.

2. Bello G, Antunes V, *An agonistic encounter in the wild between two adult males of Octopus vulgaris (Cephalopoda: Octopodidae)*. Bollettino Malacologico 56: 118-126, 2020.

Premettiamo che i due polpi erano di dimensioni considerevoli e simili, ciascuno con un peso stimato di almeno 8 kg. Il conflitto è scoppiato quando uno dei due cefalopodi (l'aggressore) ha avvistato il suo conspecifico (l'agredito) che frugava in una nassa-fantasma<sup>3</sup>.

Nella prima foto, i due polpi si fronteggiano, a sinistra l'agredito, che ha abbandonato la nassa (visibile al margine sinistro della foto), e a destra l'aggressore. Due gli aspetti di rilievo: i polpi sono entrambi maschi, come si vede da alcune ventose più grandi presenti in tutti e due gli individui; l'agredito è di colore chiaro, l'aggressore scuro. I due contendenti hanno assunto la posizione di confronto, con le ventose ben in mostra, tuttavia il corpo più inclinato all'indietro e, soprattutto, la colorazione della pelle dell'agredito indicano il suo posizionamento difensivo rispetto all'aggressore, il cui colore testimonia una maggiore concitazione.

La seconda foto evidenzia l'attacco fisico da parte dall'aggressore, che scaglia i suoi tentacoli dorsali verso l'agredito. La colorazione dei due contendenti è come nella precedente immagine e conferma i loro reciproci ruoli.

I due polpi sono nel pieno della lotta (terza foto), completamente aggrovigliati, tanto che non si riesce più a distinguere l'agredito dall'aggressore.

L'ultima foto, scattata alla fine del combattimento durato meno di un minuto, mostra l'esito non letale dello scontro, con l'agredito sullo sfondo mentre si allontana e, in primo piano, l'aggressore che mantiene la posizione sul campo di battaglia.

Il confronto fisico aveva provocato qualche lacerazione della pelle in entrambi i contendenti, ferite di poco conto e facilmente rimarginabili in questi animali dalle spiccate capacità rigenerative. In definitiva, sembra proprio che per i due polpi si sia trattato di una prova di forza.

È evidente dalla sequenza fotografica che la battaglia era stata voluta dal polpo aggressore e, quindi, non attribuibile a un casuale incontro "per la via" trasformatosi in scontro inevitabile. Il che fa naturalmente pensare che l'aggressore volesse difendere il proprio territorio di caccia. Secondo Hanlon e Messenger<sup>4</sup>, eminenti studiosi del comportamento dei cefalopodi, non è mai stato dimostrato il comportamento territoriale in *Octopus vulgaris*, però l'evento qui documentato sembrerebbe attestare esattamente il contrario. D'altronde, sono certamente da escludere la competizione tra maschi per una stessa femmina, come pure quella per una stessa tana; e va pure escluso il comportamento predatorio, perché, come s'è detto sopra, esso scatta quando c'è una notevole differenza dimensionale tra due polpi. Quelle appena enunciate sono, per Christine Huffard<sup>5</sup>, le tre cause potenziali di conflitto tra maschi e, una volta escluse, lasciano in piedi, anzi rafforzano l'ipotesi della territorialità quale causa scatenante dello scontro.

Val la pena di menzionare un episodio accaduto molti anni fa<sup>6</sup>. Quando in acquario di circa 300 litri abitato da un piccolo polpo (di alcune centinaia di grammi) fu improvvidamente immesso un polpo un po' più grande, i due molluschi di collocarono agli angoli opposti, ma poco dopo il padrone di casa, nonostante la sua minore mole, aggredì il nuovo venuto avvolgendolo nelle sue spire fino a ucciderlo. Anche questa potrebbe essere rubricata come ulteriore manifestazione di territorialità.

3. Nassa involontariamente abbandonata in mare che, però, continua a catturare pesci, i quali vi muoiono e fungono da esca per altri pesci.

4. Hanlon RT, Messenger JB, *Cephalopod Behaviour*; II ed., Cambridge, Cambridge University Press, 2018.

5. Huffard CL, *The behavioral ecology and locomotion of *Abdopus aculeatus* (d'Orbigny, 1834)*. PhD thesis. Berkeley, University of California, 2005.

6. Bello G, *Polpo di scena*, Bari, Adda, 2017.

---

## L'Associazione Amici della Generazione Thunberg

Intervista a  
Giuseppe Longo

---

Il professor Giuseppe Longo, che ha spesso collaborato con la rivista *Naturalmente*, risponde ad alcune domande della redazione sulla natura ed attività della AAGT (Associazione Amici della Generazione Thunberg), di cui è il Presidente.

**Naturalmente (N):** “La situazione attuale è forse la peggiore attraversata dalla nostra specie che vede messa in pericolo la sua stessa permanenza su un pianeta devastato da enormi aggressioni ai suoi equilibri più delicati: l’aumento della temperatura globale, l’inquinamento sistematico da ogni tipo di sostanza aggressiva per l’ambiente, la distruzione organizzata delle aree forestali più antiche e più ampie comportano trasformazioni climatiche imponenti. La soluzione non si trova in interventi di riparazioni puntuali quanto irrilevanti, ma nella presa di coscienza mondiale che il nostro modo di vivere è incompatibile con la nostra sopravvivenza. L’AAGT (Associazione Amici della Generazione Thunberg) può diventare una forza di contrasto in grado di poter contribuire ad un benefico e sostanziale cambio di rotta. Quando e con quale scopo è stata fondata l’AAGT? A chi intendono rivolgersi i promotori dell’iniziativa? Ci sono esperienze analoghe all’AAGT in altri Paesi?”

**Giuseppe Longo (GL):** “Certo, esistono altri movimenti, per esempio: Youth for Climate, Fridays for Future, Extinction rebellion, Muoviamo l’Europa ...e molti altri. Nel Settembre 2018 il Segretario Generale dell’ONU António Guterres richiamava l’attenzione dei capi di Stato sulla situazione ecologica allarmante. Pochi giorni dopo, Greta Thunberg, proprio negli *headquarters* dell’ONU a New York, invitava gli adulti a essere all’altezza delle loro responsabilità. Volevamo contribuire a rispondere i vari appelli, sia di António Guterres sia di Greta Thunberg, partecipando alle riflessioni ed ai movimenti che si sono innescati intorno alla questione centrale del XXI secolo: i problemi ecosistemici. Abbiamo quindi creato l’*Association des amis de la génération Thunberg* (AAGT) per promuove-



re un dialogo tra generazioni fondato sul lavoro scientifico e la sua diffusione ed appropriazione, soprattutto da parte dei giovani. L'AAGT non è tanto un gruppo di pressione né un movimento di attivisti, pur componenti essenziali del dibattito, della lotta direi, ma ha piuttosto come obiettivo principale il creare, ove possibile, gruppi di lavoro ed incontri che trattano questioni ben definite, documentate, al fine di produrre, sulla base di questi lavori, studi, riflessioni e loro diffusione al di là del mondo accademico. Di fronte all'indebolimento del senso di responsabilità, della distorsione della conoscenza – sempre più frequente in quella che è stata definita l'era della *post-verità* – vorremmo lavorare ad un pensiero costruito insieme ed ad una presa di coscienza scientifica delle sfide ecosistemiche.

(N): “Come è diventato Presidente e quali sono i compiti che le sono stati affidati?”

(GL): “Sono stato fra i fondatori dell'AAGT, poco più di un anno fa, su invito di Bernard Stiegler, dopo essere intervenuto, sin dal 2010, a numerosi incontri da lui promossi su temi correlati, ed infine proposto come presidente, nell'autunno 2020, dopo la morte di Stiegler. Bernard Stiegler è stato un filosofo originale, professore in diverse università francesi e cinesi, impegnato soprattutto nella riflessione sulle nuove tecnologie, il loro impatto cognitivo e più in generale sulle sfere sociali e segnatamente sul futuro del lavoro umano. Già presidente dell'IRCAM, una struttura culturale molto originale in Francia, ha fondato nel 2006 e diretto fino alla sua morte, nel luglio 2020, l'Institut de Recherche et d'Innovation (<https://www.iri.centrepompidou.fr/>), istituto di ricerca afferente al Centro Pompidou, che è un altro luogo importante di cultura e di diffusione della cultura a Parigi – non è solo un (bel) museo di arte contemporanea.

L'attività dell'AAGT è molto varia, per questo condivido i compiti con gli altri fondatori, nonché con dei “gruppi di appoggio/intervento/discussione” formati da ricercatori e volontari vicini alla nostra associazione: organizzazione di seminari, incontri, creazione di partenariati con isti-

tuti di ricerca e associazioni per l'ambiente (per esempio con l'Institut des Systèmes Complexes de Paris, l'European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility, l'associazione FRAPNA...), creazione di contenuti video, podcast, articoli (blog Médiapart) purtroppo al momento solo in francese, sempre a seguito di periodi di preparazione che coinvolgano giovani – attualmente, per lo più studenti universitari o giovani ricercatori”.

(N): “Per quale motivo l'Associazione ha preso il nome di Generazione Thunberg? Questa ex adolescente è così importante da farla divenire il simbolo mondiale della consapevolezza ambientalista?”

(GL): “Stiegler prese l'iniziativa dopo le minacce di morte ricevute da Greta Thunberg (GT), un gesto anche di solidarietà quindi, pure giustificato dagli interventi di GT che hanno marcato l'immaginario mondiale (ONU, Davos ...). Ma la “solidarietà” (il lavoro) è con *la generazione Thunberg*. Al momento della creazione dell'AAGT – nata dalle ceneri e come riattualizzazione del lavoro svolto da un'altra associazione sempre fondata da Stiegler nel 2004 (Ars Industrialis) – erano stati pubblicati vari articoli che mettevano in luce la grande differenza e a volte l'ostilità tra generazioni. I “meno giovani” erano chiamati *boomer*, le nuove generazioni invece erano spesso nominate con nomi diversi: *millennials*, generazione Greta, generazione Z, ecc. Ciò che l'AAGT vuole fare è porre l'accento sulla necessità di prenderci la responsabilità transgenerazionale di proporre elementi per ricucire il rapporto tra generazioni, proprio tra i *boomer* e coloro che si identificano nei discorsi di Greta Thunberg come di tanti altri attivisti per il clima, ma che data la notorietà e la qualità simbolica che ha assunto il nome della giovane svedese, abbiamo scelto di chiamarli *generazione Thunberg*, dove, dicevo, è la *generazione* soprattutto che ci interessa”.

(N): “In occasione dell'*Earth Day*, summit sul clima guidato da Joe Biden, il Presidente ha rilanciato il ruolo americano nella lotta al cambia-

mento climatico. Formalmente appaiono cambiamenti di atteggiamenti tra i Capi di Stato, infatti promettono riduzioni delle emissioni nocive da qui al 2030. Biden sostiene, all'apertura dei lavori in teleconferenza, che questo è "il decennio decisivo". Presenti Xi, Modi, Putin, Merkel e Draghi fra gli altri. Greta Thunberg ha immediatamente dato un giudizio pesantemente negativo dei risultati del summit: insofferenza giovanile o si poteva fare molto di più? Qual è il giudizio dell'AAGT in merito?"

**(GL):** "Non ne abbiamo ancora discusso e spiegherò perché. A mio avviso si nota una vera preoccupazione in alcuni Capi di Stato mentre altri intuiscono solo un cambiar di venti elettorali ... in sé non sarebbe grave, bene se seguono, ma in quale direzione? Bisogna essere diffidenti:

- nei confronti di coloro che propongono che tutto (il vocabolario) cambi perché nulla cambi;

- verso il techno-fix o il *tecno-soluzionismo*: soluzioni tecnologiche prive di sensibilità ecosistemica; ricordo la prima, storica, del 1964: allora, il primo, pur ottimo, pionieristico ed ignorato, rapporto sull'effetto serra voluto dal presidente Johnson, proponeva di ridurlo distribuendo su immense superfici del mare micromateriali riflettenti ... fisici certo bravi sui gas, ma che sembravano ignorare il plancton, per dire;

- verso la logica: *any disruption is a business opportunity* (qualsiasi distruzione/perturbazione è una opportunità per gli affari).

Questi elementi vanno analizzati da vicino, per respingerne alcuni, trovare alleanze con i promotori di altri".

**(N):** "Bill Gates apre le quasi 400 pagine del suo recente libro *CLIMA, come evitare il disastro* partendo da due numeri: '51 miliardi' e '0'. Poi spiega che i miliardi si riferiscono alle tonnellate di gas serra giornalmente riversate nell'atmosfera (non è trascurabile il fatto che al passare degli anni il numero non resta fisso, ma cresce), '0' è il peso finale a cui dobbiamo arrivare entro il 2100. Le pare un obiettivo raggiungibile?"

**(GL):** "Temo che dobbiamo mirare alto... le analisi del gruppo di Le Treut, fisico dell'atmosfera

molto competente e mio collega all'ENS, non sembrano permettere obiettivi inferiori, pur specificando diverse 'forchette' di sviluppo (i suoi scritti e la sua pagina web hanno molti dati). È per questo che l'AAGT si vuole impegnare anche all'interno di questi temi con il Collettivo International – collettivo transdisciplinare di cui faccio parte e il cui libro *L'assoluta necessità. In risposta ad António Guterres e Greta Thunberg (Bifurquer. Il n'y a pas d'alternative, 2020)* è stato tradotto in italiano e pubblicato da Meltemi (il riferimento polemico è il 'there is no alternative' di tatcheriana memoria – per andare in altre direzioni). In particolare, abbiamo avviato i 'territori laboratorio', ovvero dei territori in cui si testano delle nuove attività economiche che possano essere al contempo solvibili economicamente e sostenibili ecologicamente, rimettendo al centro il cittadino in quanto 'contributore' ed in cui il rapporto, discusso, capito, scientifico, all'ecosistema sia centrale.

In Francia collaboriamo con l'Iri il quale, insieme a molti *stakeholders* locali, cerca di sviluppare questi tipi di attività (economia circolare e contributiva, sviluppo dei saperi per i lavori di domani – dalle buone pratiche digitali ai *savoir-faire* tradizionali al centro delle questioni di rilocalizzazione della produzione). Alcuni dei nostri associati vi stanno infatti completando degli stage formativi, dove hanno la possibilità di contribuire all'interno di alcuni progetti in diversi modi: dallo scrivere articoli, all'intervento in alcune scuole medie e superiori della Seine-Saint Denis, la *banlieue* a nord di Parigi, per aumentare la consapevolezza delle questioni ecologiche e climatiche delle (ancor più giovani!) generazioni. Stiamo cominciando anche a collaborare con alcune associazioni ed istituzioni in Italia, tra cui il CRAMS e i Quartieri del Terzo Paradiso di Lecco, che si è candidato per diventare il primo 'territorio laboratorio' in Italia – sarò a Lecco ad un incontro aperto, un "festival", *Le Baite Filosofiche*, tra il 27 Luglio e l'1 di Agosto. Stiamo lanciando anche un dialogo con la Società dei Territorialisti, e saremo rappresentati da Giacomo Gilmozzi (Iri/AAGT) ad una giornata online organizzata da

Carlo Chianelli il 7 Maggio intitolata *Dalla parte dei giovani*, insieme a Marco Pacini (*L'Espresso*), il climatologo Luca Mercalli, Salvatore Morelli (Forum Disuguaglianze e Diversità)".

**(N):** "Come l'AAGT pensa di poter facilitare quei cambiamenti necessari per riportare la presenza di gas serra a livelli tali da contenere entro poco più di 1° C l'aumento della temperatura globale? Come si articola la vostra azione? Le vostre proposte andranno discusse con capi di Stato, con Amministratori locali, grandi o piccole comunità?"

**(GL):** "Come Associazione stiamo appena parlando... Gradualmente, come accennavo, abbiamo avviato e stiamo avviando numerosi attività locali e gruppi di lavoro – dove giovani studenti molto bravi e impegnati collaborano con colleghi di varie discipline – più alcuni incontri puntuali che mi sono sembrati molto interessanti (a partire da quello fondatore nel gennaio 2020, in margine ad una riunione dell'ONU sull'ecosistema a Ginevra). La morte di Stiegler ed il Covid hanno stroncato numerose iniziative, fra cui le "scuole estive" previste (la componente pedagogica è molto importante, in tutto quel che facciamo), ma stiamo agendo con amministrazioni locali in Francia (in Ardèche, grande regione agro-forestale, sulla deforestazione e sulla crisi degli insetti impollinatori).

L'AAGT è quindi ancora giovane, ma con obiettivi chiari: fondata da un filosofo con lo scopo di sviluppare un rapporto triangolare giovani/scienza/filosofia - un rapporto particolare, tutto da inventare, di un "umanesimo scientifico" che motiva anche la mia riflessione, in tempi di una feroce tecnoscienza. Io stesso sono stato nominato presidente solo dal consiglio di amministrazione, di cui non facevo parte: devo essere confermato dall'Assemblea degli iscritti ai primi di Luglio; se la collega filosofa che ho superato in voti e che stimo molto, verrà ripresentata, voterò per lei, anche perché donna. Torno a dire, l'AAGT non è tanto un gruppo di pressione, ma piuttosto di riflessione e diffusione della riflessione; siamo ricercatori scientifici e giovani che vogliono co-

struire conoscenza ed azione insieme, anche in parallelo se possibile a strutture istituzionali, le rispettive Università o centri di ricerca – il Centro Pompidou ospita l'IRI, dicevo, e numerosi convegni ed incontri. In questi eventi – che credo abbiano avuto un ruolo nel panorama culturale e politico in Francia – il pubblico era molto vasto, interessante ed interessato, prima della pandemia, e si mescolavano bene riflessione comune e divulgazione sia teorica sia di attività pratiche. Nell'auspicio di Stiegler, queste attività portano in sé la razionale speranza e la necessaria fiducia nella "biforcazione" (verso la necessaria presa di coscienza comune delle sfide ecosistemiche), come una questione di lucidità e volontà politica, economica e sociale".

**(N):** "È probabile che l'Industria obbligata a seguire nuove procedure di produzione ecologicamente corrette si trovi a sostenere una maggiore spesa con il rischio di essere posta fuori mercato? C'è da aspettarci che anche i lavoratori mostrino un atteggiamento contrario nel timore di una maggiore precarietà. Come farete per convincere le persone che senza molti cambiamenti profondi il disastro sarà inevitabile?"

**(GL):** "Le soluzioni non sono mai ovvie, si possono solo costruire insieme e sono diverse da settore a settore. Bisognerà riuscire ad allargare il lavoro pedagogico interno (e di crescita scientifica) e, attraverso gli stessi ragazzi, verso l'esterno, una scommessa da costruire; Stiegler era un mago per presenza mediatica in Francia, non è facile rimpiazzarlo: bisogna mirare a molto micro-lavoro, locale e globale, di studio e proposta, diffuso degli attivisti... degli esempi concreti che, una volta sperimentati e comprovati nella loro efficacia, potrebbero poi essere replicati su scala più vasta. Bisogna, ad esempio, distinguere fra 'lavoro' e 'impiego': c'è un enorme bisogno di lavoro umano, di qualità, dai servizi comuni al *care*, di scambio che ridia anche alla moneta il suo valore simbolico ricco di senso sociale, diverso dalla 'nebbia' sullo scambio che il *fast trading* borsistico, per dire, introduce nei mercati. Se vendo un oggetto non faccio a priori un

lavoro più produttivo che se faccio una lezione di finlandese – l'oggetto può essere del tutto inutile, la lezione di finlandese, mai: è ed aumenta comunque l'interazione umana, la conoscenza. Stiegler ha contribuito a chiarire la deformazione indotta sul lavoro umano dall'impiego nell'organizzazione fordista prima e tecnico-digitale oggi, dove nuove tecnologie sottraggono competenza all'impiegato che è loro subordinato e sono esplicitamente, ma non necessariamente, orientate a diminuire il contenuto del lavoro umano. Se poi pure la moneta è sminuita o distorta nel suo ruolo a seguito dell'esplosione di valori derivati su valori derivati finanziari, si perde ancor più il senso del lavoro e persino di ogni trend, compreso ecosistemico: la borsa, oggi, impedisce di vedere il contenuto di lavoro di qualsiasi prodotto, nonché quel che succede alla Terra. Rende ad esempio scorrelati dalla produzione i valori di molte derrate alimentari, nonché impossibile valutare i trend fisici di riserve minerali; si guadagna infatti sulle *oscillazioni rapide* dei prezzi, non sui trend, ed il già vago 'indice prezzo' della mitologia liberale ha oggi ulteriormente perso significato. L'analisi e la pratica in questo senso della economia contributiva sta portando ad interessanti reti di attività in una associazione di comuni al nord di Parigi (*Pleine Commune*) – aree urbane che stanno così emergendo dal disastro della de-industrializzazione, piccolissima sperimentazione, ma contributo a costruire alternative. Convincerete? Sta a voi di *Naturalmente* aiutarci a far conoscere il lavoro condotto insieme...

Notiamo intanto che l'arresto delle attività economiche causato dalla pandemia ha permesso di riflettere di più sulla situazione ecologica. In Europa, il Rilancio Post-Covid e il Next Generation Europe possono gettare le basi per un vero rilancio sostenibile delle nostre economie, bisognerà costruire insieme però il fattibile, intervenire con competenze diffuse, da inventare o sviluppare”.

(N): “A differenza della maggior parte degli altri Paesi europei, in Italia i movimenti ecologisti e i gruppi politici da questi derivati hanno avuto vita magra e breve. Come pensa che l'Italia possa rea-

gire alla richiesta di un impegno senza precedenti per chiudere il conflitto tra la nostra specie e il pianeta che ci ha concesso ospitalità fino a questo momento?”

(GL): “L'Italia è stata pioniera nella battaglia inversa. Credo che Berlusconi, nella sua straordinaria lucidità, abbia ben presto colto il rilievo del problema e sia stato il primo capo di stato che, sin dal 1995, disse che 'la sinistra, avendo perso la lotta di classe, si è inventata la sciocchezza del cambiamento climatico e della crisi ecosistemica' e propose come risposta politica l'alleanza con i (neo-)fascisti. Altri, come Bolsonaro, Trump, Modi in India... hanno seguito – da notare, e non è un caso, come gli Stati governati da costoro siano anche quelli dove la catastrofe sanitaria per Covid è stata più grave, per contagi e morti. Difficile avere una risposta altrettanto forte e lucida, bisogna inventarla. E trovare alleanze: se persino alcuni di loro cambiano vocabolario, cogliere l'occasione per il dialogo. È un problema strettamente di tutti. Ma bisognerà trovare, per essere all'altezza della situazione attuale, un nuovo consenso su contenuti spesso da inventare. Noi vorremmo contribuire con un dibattito basato su conoscenza scientifica ed approfondimento di temi specifici, sempre in collaborazione con giovani di diversa formazione e grazie ad esperienze diverse”.

(N): “L'ultima domanda verte sulla scuola: i primi livelli scolari sono cruciali per promuovere abitudini e idee e per far breccia presso i genitori. Come si pone in proposito l'AAGT?”

(GL): “Al di là delle attività che abbiamo già menzionato qui sopra... Abbiamo alcuni attivisti insegnanti, troppo pochi... ma ci sono attività prossime, di rilievo, come *La clinique contributive* nel nord di Parigi, un lavoro con bambini che vivono la perturbazione cognitiva dell'abuso di schermi, con problemi clinici seri. Il problema della tecnosfera fanno parte dei nostri obiettivi. Il talento della pedopsichiatra che dirige l'intervento è nell'implicare il 'contributo' degli utenti nel quartiere, difficile, in cui si impegna. Questo è un tipico esempio dell'allargare l'attenzione, che ci

è propria, dai fenomeni quantitativi, come quello dell'effetto serra, a quelli *qualitativi*, di cui si parla meno. In questo caso, si tratta di cambiamenti cognitivi, puramente funzionali. È così anche per l'attenzione che alcuni di noi portano al problema dei perturbatori endocrini (abbiamo fra noi alcuni biologi che hanno messo in evidenza il problema trent'anni fa, nella disattenzione più totale), un problema ambientale di enorme rilievo, ampiamente dovuto all'introduzione di molecole artificiali e/o uso/abuso di pesticidi di ogni sorta. Si pensi al raddoppio dell'incidenza del cancro in quaranta anni - con picchi incredibili in quegli organi il cui sviluppo è governato in modo particolare dagli ormoni, come il seno ad esempio, nelle donne. Così, i pesticidi e l'innalzamento della temperatura stanno inducendo cambiamenti qualitativi nel rapporto funzionale angiosperme/insetti impollinatori, cui accennavo - un fenomeno generale e gravissimo cui si accenna appena parlando al più delle api: le angiosperme sono invece parte di un numero immenso di catene alimentari, da 130 milioni di anni. Vorremmo approfondire competenze e far crescere la sensibilità soprattutto in queste direzioni 'qualitative' del cambiamento ambientale, di cui pochi parlano. Si pensi che due anni fa, in Italia, molti giornali titolarono sul calo della mortalità da cancro, per la prima volta da decenni, grande vittoria - 'inversione di tendenza' dicevano: l'1% (!!) dei quasi 200.000 decessi l'anno, sottratto ovviamente l'invecchiamento della popolazione. Ora, negli USA, la mortalità da tumore ai polmoni, quello che uccide di più, è calata del 20% in un paio di decenni, grazie alla battaglia contro il fumo. È probabile che i dati italiani siano analoghi - sebbene il tumore ai polmoni abbia anche altre cause. E a fronte di un calo di quest'ordine di grandezza di un tumore fra i più mortali, si esalta un calo, e per la prima volta, della mortalità globale dell'1%! I cambiamenti funzionali, qualitativi, del nostro rapporto con l'ecosistema, di cui anche il Covid è un sintomo, non sono abbastanza discussi, anzi vengono negati. Si pensi come si legano, poi, nelle nostre società: lo scorso anno in Italia, a causa dell'emergenza sanitaria, sono stati diagnosticati

80.000 tumori in meno, in concomitanza della sospensione di attività ospedaliere non urgenti. Poiché la diagnosi precoce è l'arma migliore contro il cancro, credo che si siano poste le basi per un peggioramento dei dati, permanendo poi l'ombra di problemi di inquinamento, sempre enormi. A questo i super-ricchi, che posseggono il 90% della stampa e influenzano i social media con l'aiuto magari di *Cambridge Analytica*, non sfuggono - anche se evitano di abitare in alcuni quartieri di Taranto e Musk sta organizzandosi perché alcune migliaia di loro vadano ad abitare su Marte, malgrado il paesaggio non molto gradevole, quantitativamente e qualitativamente.

Insomma, bisogna allargare l'attenzione anche a cambiamenti qualitativi del nostro rapporto con l'ecosistema e correlare problemi della biosfera e della tecnosfera, per dare risposte scientifiche, non solo tecniche; in questo forse possiamo dare un contributo piccolo, ma originale. Per capire ad esempio, l'"epidemia di epidemie", di origine ecosistemica (al 70% zoonosi), di cui il Covid è l'estensione ad una pandemia, consiglio un libro del 2015, oggi volontariamente reso scaricabile gratuitamente: Morand S., Figuié M. (coord.), *Émergence de maladies infectieuses*, Éditions Quæ.

L'esplorazione della relazione triangolare società/ecosistema/tecnologie è insomma un obiettivo difficile, cui lavorare, possibilmente, con un intenso scambio con i ragazzi che abbiamo voluto chiamare della 'generazione Thunberg'". ●



---

## Einstein incontra Dante Alighieri

Riccardo Mansani

---

L'articolo, qui pubblicato per gentile concessione della rivista *MATHESES, dialogo tra saperi* organo dell'Associazione Sassarese di Filosofia e Scienza, commenta un passo del libro *La realtà non è come ci appare* del fisico teorico e divulgatore Carlo Rovelli. Nell'articolo si rileva una sorprendente analogia tra la concezione dell'universo che Einstein descrive nella teoria della Relatività Generale e quella che Dante Alighieri tenta di descrivere nel canto XXX del Paradiso quando, giunto nell'ultimo cielo, vede contemporaneamente i cerchi celesti con al centro la Terra e i cerchi angelici. Del rapporto tra queste due entità non riesce a dare una descrizione intuitiva, se non dire che ognuna delle due è contenuta e allo stesso tempo contiene l'altra. Rovelli vede, e argomenta, in questo concetto la descrizione di una Tre-Sfera, una figura geometrica quadridimensionale che corrisponde esattamente a struttura dell'Universo Einsteiniano.

---

La realtà non è fatta a misura della nostra percezione e delle nostre capacità di comprenderla. Non c'è ragione che lo sia, visto che siamo noi a discendere dalla realtà e non viceversa. In questo senso la comprensione della realtà resta sempre, per noi umani, una sfida il cui successo non è scontato a priori.

Scienza è il nome che diamo a questa sfida, e sono a mio avviso stupefacenti, vista la premessa di questa breve introduzione, i risultati che, nel corso della storia umana, la scienza ha conseguito nel suo tentativo di consegnarci un'immagine della realtà sempre più adeguata alle nostre esigenze sia materiali che spirituali.

La scienza è attività logica che ci consente di dedurre, con rigore, verità non evidenti a partire da *verità premesse*. Ma la scienza è anche intuizione, sforzo di immaginazione, sintesi dei nostri input sensoriali, che ci permette di accedere, appunto, a quelle *verità premesse* del cui valore non possiamo rivendicare alcuna garanzia che non risieda in noi stessi, nella fiducia che riponiamo nei nostri apparati percettivi.

Frutto di intuizione sono quindi i nostri concetti primari come, ad esempio, le proprietà dello spazio nel quale ci sentiamo immersi. A questi concetti lo scienziato arriva elaborando più o meno consciamente, secondo un metodo



non codificabile, i dati della sua percezione, ma agli stessi concetti, con lo sforzo della sua fantasia, può arrivare l'artista nel tentativo di piegare la realtà alle sue esigenze poetiche.

È il caso proposto dal fisico Carlo Rovelli nel suo saggio *La realtà non è come ci appare*, in un capitolo del quale vengono discusse le sorprendenti analogie tra la concezione dello spazio di Einstein e la struttura del Paradiso che Dante Alighieri descrive nei canti XXVII e XXX della terza cantica della *Divina Commedia*. Proporre un estratto della discussione di Rovelli su questo singolare incontro tra Poesia e Scienza, ci è sembrato particolarmente interessante.

*“Due anni dopo aver pubblicato le sue equazioni, Einstein decide di provare a usarle per descrivere lo spazio dell’universo intero, considerato a scala larghissima. E qui ha un’altra delle sue idee strepitose.*

*Per millenni gli uomini si erano domandati se l’universo fosse infinito oppure avesse un bordo. Entrambe le ipotesi sono ostiche. Un universo infinito non sembra ragionevole: se è infinito, per esempio, da qualche parte c’è necessariamente un altro lettore come te che sta leggendo lo stesso libro (l’infinito è davvero grande, e non ci sono abbastanza combinazioni di atomi per riempirlo tutto di cose differenti l’una dall’altra). Ma se c’è un bordo, che cos’è il bordo? Che senso ha un bordo senza niente dall’altra parte?”.*

Dopo aver esaminato le difficoltà che le due ipotesi, spazio infinito e spazio limitato, avevano storicamente posto agli scienziati e ai filosofi, Rovelli prosegue:

*“Ora, ragiona Einstein, in realtà possiamo salvare capra e cavoli: l’universo può essere finito e nello stesso tempo fare a meno del bordo, così come la superficie della Terra non è infinita, è finita, ma non c’è un bordo dove finisce.*

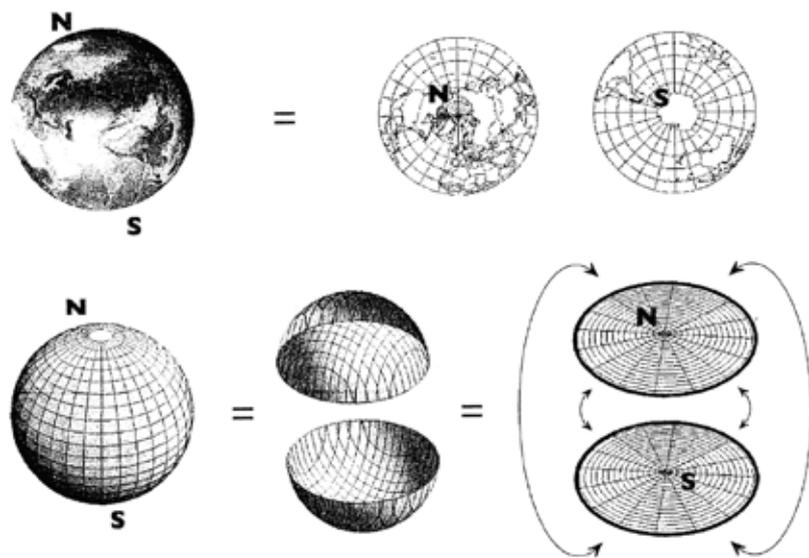
*Sulla superficie della Terra, se mi metto a camminare sempre dritto, non vado avanti all’infinito: torno al punto di partenza. Il nostro universo potrebbe essere fatto nello stesso modo: se parto con un’astronave e viaggio sempre nella stessa direzione, faccio il giro dell’universo e torno sulla Terra. Uno spazio tridimensionale fatto così, finito senza bordi, è chiamato “tre-sfera”.*

*Per capire come sia fatta una tre-sfera, torniamo un momento alla sfera usuale: la superficie di una palla, o la superficie della Terra.*

*Per rappresentare su un piano la superficie della Terra possiamo disegnare due dischi, come si fa abitualmente per disegnare i continenti (Fig. 1).*

[...]

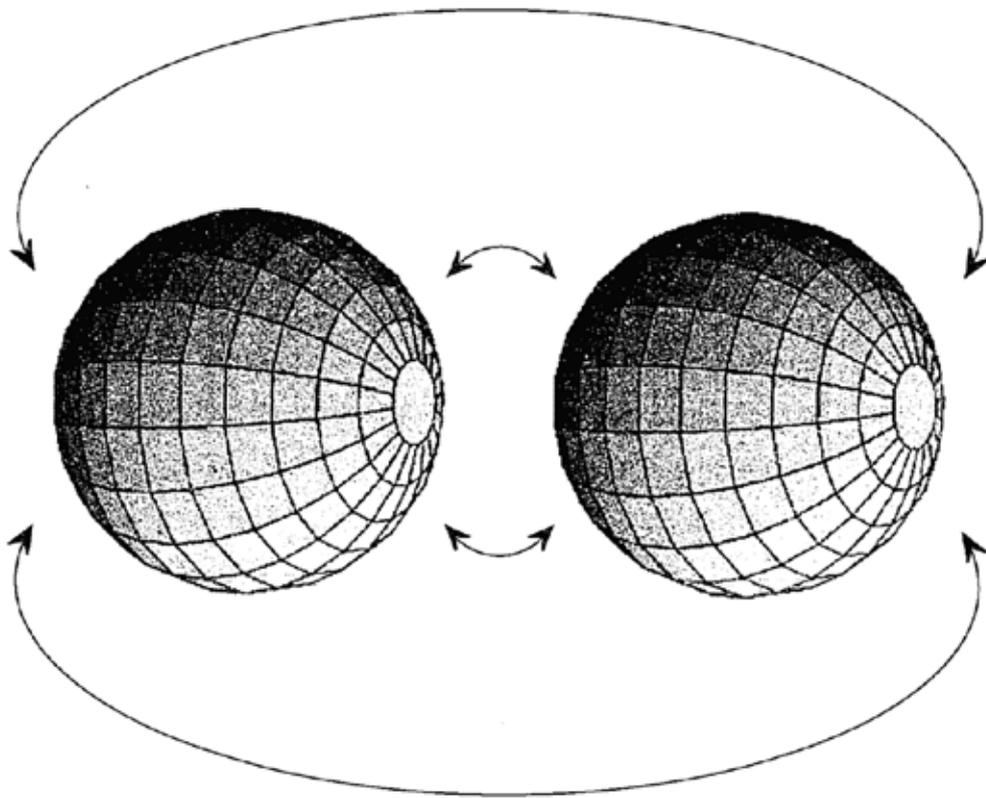
*Si noti che un abitante dell’emisfero sud è in un certo senso circondato dall’emisfero nord, perché in qualunque direzione si muova per uscire dal suo emisfero arriverà sempre all’emisfero*



**Figura 1.** Una sfera si può rappresentare come due dischi incollati per il bordo.

nord. Ma è vero anche il contrario ovviamente. Ciascuno dei due emisferi circonda e insieme è circondato dall'altro emisfero. Una tre-sfera si può rappresentare in modo simile, ma tutto con una dimensione in più: due palle incollate per il loro bordo che in questo caso è costituito dall'intera superficie di ognuna delle due sfere (Fig. 2). Quando si esce da una palla si entra nell'altra (così come quando si esce da uno dei due dischi

ha potuto inventare una matematica con la quale è possibile gestire concetti di questo tipo senza particolari difficoltà: la sfera abituale è l'insieme dei punti in uno spazio a 3 dimensioni determinati dall'equazione:  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ . La tre-sfera è l'insieme dei punti in uno spazio a 4 dimensioni determinati dall'equazione:  $x^2 + y^2 + z^2 + u^2 = 1$ . Esposta la concezione dello spazio di Einstein, Rovelli prosegue:



**Figura 2.** Una tre-sfera si può rappresentare come due palle incollate per il bordo, dove il bordo è costituito dalla superficie delle sfere.

della rappresentazione del mappamondo si entra nell'altro), per cui ciascuna delle due palle circonda e insieme è circondata dall'altra palla. La tre-sfera è la soluzione che Einstein propone al problema del bordo dell'universo, nel lavoro del 1917.”

La nostra intuizione non ci consente di visualizzare questo concetto, ma l'immaginazione umana

“Per quanto incredibile possa sembrare, la stessa idea era già stata concepita da un altro genio in tutt'altro universo culturale: Dante Alighieri. Nel Paradiso, Dante ci offre la sua grandiosa visione del mondo medioevale, ricalcata sul mondo di Aristotele, con la Terra sferica al centro, circondata dalle sfere celesti (Fig. 3).

Dante risale queste sfere, insieme a Beatrice, nel suo viaggio visionario, fino alla sfera esterna.

Quando vi arriva, contempla l'universo sotto di lui, con i cieli che roteano giù; in fondo, nel centro, la Terra. Ma poi guarda ancora più in alto, e cosa vede? Vede un punto di luce circondato da immense sfere di angeli, cioè un'altra immensa palla che, parole sue, "circonda e insieme è circondata" dalla sfera del nostro universo!

Ecco i versi di Dante nel XXVII canto del Paradiso:

*«Luce e Amor d'un cerchio lui comprende,  
sì come questo li altri; e quel precinto  
Colui che 'l cinge solamente intende»*  
(Par. XXVII, 112- 114).

E nel canto XXX, sempre sull'ultimo cerchio:  
*«Non altrimenti il triūnfo che lude  
sempre dintorno al punto che mi vinse,  
parendo inchiuso da quel ch'elli 'nchiude,  
a poco a poco al mio veder si stinse»*  
(Par. XXX, 10-13)

Il punto di luce e le sfere di angeli circondano l'universo e insieme dall'universo sono circondati! È esattamente la descrizione di una tre-sfera.

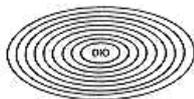
Le rappresentazioni usuali dell'universo dantesco, comuni nei libri di scuola, piazzano le sfere angeliche separate dalle sfere dei cieli. Ma Dante dice che le due palle circondano e sono circondate l'una dall'altra. In altre parole, Dante ha una chiara intuizione geometrica di una tre-sfera<sup>1</sup>.

Il primo a notare che il Paradiso descrive l'universo come una tre-sfera è stato il matematico americano Mark Peterson nel 1979. In generale, ovviamente, i dantisti non hanno molta familiarità con le tre-sfere. Oggi, ogni fisico o matematico riconosce facilmente la tre-sfera nella descrizione dantesca dell'universo".

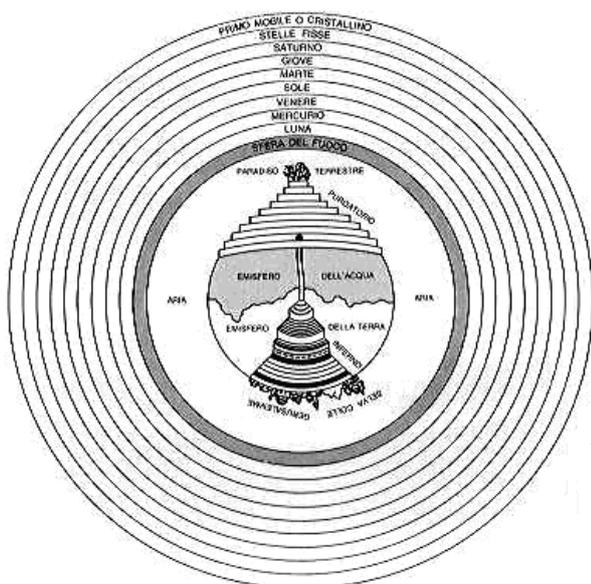
A questo punto Rovelli si domanda come Dante abbia potuto concepire un'idea del genere e va a ricercarne l'origine nella sua formazione culturale. Da questa analisi nasce un'interessante osservazione: lo sviluppo di concetti più adeguati alla descrizione della realtà può essere bloccato dall'affermarsi di *paradigmi* che condizioneranno per secoli l'idea che ci facciamo del mondo. Nel caso specifico il paradigma in questione è la meccanica newtoniana la cui grandezza e importanza nello sviluppo della scienza non può essere messa in questione, ma che in questo caso svolse un'azione frenante nell'elaborazione di una visione del modo che, secoli dopo si rivelerà più adeguata.

*“Come è possibile che Dante abbia avuto una simile idea che suona così moderna? Credo sia stato possibile, prima di tutto, grazie alla profonda intelligenza del nostro sommo poeta. È questa sua profonda intelligenza una delle sorgenti principali del fascino della Commedia. Ma anche grazie al fatto che Dante scriveva molto prima che Newton ci convincesse tutti che lo spazio in-*

I nove cerchi angelici



I cieli



**Figura 2. Rappresentazione tradizionale dell'universo dantesco.**

1. È stato obiettato a questa osservazione che Dante parla di "cerchi" e non di "sfere". Ma l'obiezione non tiene: Brunetto Latini scrive nel suo libro:

"Un cerchio come un guscio d'uovo". La parola "cerchio", per Dante come per il suo maestro e tutore, indica tutto ciò che è circolare, incluse le sfere.

finito del cosmo è quello piatto della geometria euclidea. Dante era libero dai vincoli dell'intuizione che derivano dalla nostra educazione newtoniana.

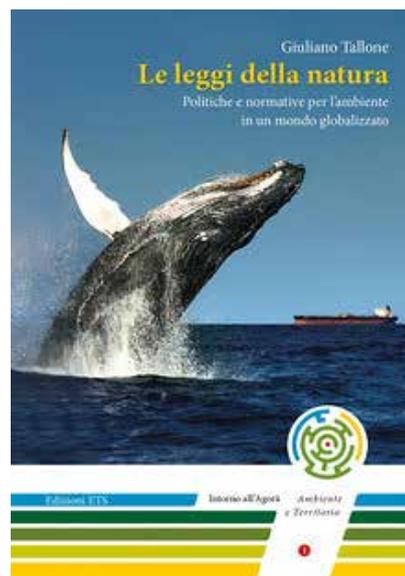
La cultura scientifica di Dante era basata principalmente sugli insegnamenti del suo maestro e tutore, Brunetto Latini, di cui abbiamo un delizioso trattato, il *Li Tresor*, una specie di enciclopedia del sapere medioevale, scritto in un gradevole misto di francese e italiano arcaici. Nel *Li Tresor* Brunetto spiega nei dettagli il fatto che la Terra sia sferica. Ma lo fa – curiosamente, per un lettore moderno – in termini di geometria “intrinseca”, non “estrinseca”. Non scrive, cioè: “La Terra è come un’arancia”, come la vedrebbe uno che la guardasse da fuori; bensì scrive: “Due cavalieri che potessero cavalcare abbastanza a lungo in senso opposto si incontrerebbero dall’altro lato. E scrive: “un uomo che si metta in cammino e cammini per sempre, tornerrebbe al punto sulla terra da cui è partito, se non fosse fermato dai mari”, e così via. Cioè si pone sempre da un punto di vista interno, non esterno. Il punto di vista di qualcuno che cammina sulla Terra, non di qualcuno che la guarda dal di fuori. Ora, pensateci: per qualcuno che abbia imparato dal suo maestro che la forma della superficie del suo pianeta è tale che camminando sempre dritto si ritorna nello stesso punto, forse non è poi così difficile fare il passo successivo e immaginare che la forma dell’intero universo sia tale che, volando sempre dritto, si ritorni nello stesso punto: una tre-sfera è uno spazio in cui “due cavalieri alati che potessero volare in opposte direzioni si incontrerebbero dall’altro lato”. ●



**Giuliano Tallone**

***Le leggi della natura. Politiche e normative per l'ambiente in un mondo globalizzato***

ETS - Pisa, pp. 362, euro 30,00



Cambiamenti climatici, modificazioni globali degli ecosistemi, consumo delle risorse naturali, disuguaglianze e povertà sono le preoccupazioni della generazione di Greta Thunberg e dei Fridays for Future. Quali sono state le risposte a livello politico e legislativo nel corso dell’ultimo secolo? Qual è il quadro normativo attuale internazionale, europeo e nazionale sulla conservazione della biodiversità e come esso si coordina con le iniziative sul clima e con le politiche ambientali più generali? Qual è il ruolo delle aree protette in una prospettiva strategica più ampia?

E perché le normative sul paesaggio e i parchi in Italia hanno avuto un successo solo parziale, tra condoni e ripetuta stratificazione normativa? A queste domande cerca di rispondere questo volume, pensato come guida per gli studenti dei corsi universitari in conservazione della natura e legislazione ambientale, ma utile per chiunque, attivista ecologista o cittadino informato, voglia farsi un’idea dell’attuale situazione, delle prospettive e delle priorità per le politiche ambientali nell’immediato futuro. Un manuale tra ecologia, storia della conservazione, diritto ambientale ed economia politica per imparare dall’esperienza e dagli errori del movimento ambientalista del ‘900 e cercare di invertire la pericolosa rotta sulla quale stiamo navigando.

---

## L'uccello delle tempeste mediterraneo *Hydrobates* (*pelagicus*) *melitensis*

Bruno Massa

---

L'Uccello delle tempeste *Hydrobates pelagicus* ha un'ampia distribuzione nell'Atlantico e nel Mediterraneo; secondo i tassonomi esistono due popolazioni geneticamente e morfologicamente separate, una nell'Atlantico (ssp. *pelagicus*), l'altra nel Mediterraneo (ssp. *melitensis*). La mancanza di scambi tra le due popolazioni, il fatto che la popolazione mediterranea sverna all'interno del Bacino e alcune differenze nel ciclo riproduttivo fanno pensare che il processo di speciazione sia concluso e *pelagicus* e *melitensis* debbano considerarsi due specie separate.

“Fino ad oggi non è stata scoperta nel mondo un'altra area geografica come il Mediterraneo”; è una frase del 1598 attribuita al gesuita e scrittore spagnolo José de Acosta. Essa è tuttora valida, non esiste un altro mare chiuso, circondato da terre emerse, tre penisole e molte isole, che rappresentano dei veri gioielli naturalistici. All'incirca, tra cinque e sei milioni di anni fa, nella seconda metà del Messiniano si verificò un evento eccezionale: il disseccamento del Mar Mediterraneo; questo evento prende il nome di crisi Messiniana di salinità. Il prosciugamento del bacino è coinciso con l'interruzione delle relazioni tra l'oceano Atlantico ed il Mediterraneo, evento che a sua volta causò l'accumulo di rocce evaporitiche nelle parti abissali del bacino e la formazione di profondi canyon da parte dei fiumi. Quando finì la crisi Messiniana, lentamente l'area mediterranea ricevette, attraverso lo stretto di Gibilterra, le acque che andarono a riempire le ampie depressioni e nacque così l'attuale Mar Mediterraneo, caratterizzato da una salinità crescente da ovest verso est e da numerose specie endemiche rimaste imprigionate nell'area con caratteristiche ambientali del tutto peculiari.

Tra gli uccelli endemici del Mediterraneo, a seguito di quegli eventi, ve ne è uno dalle abitudini pelagiche, il più piccolo dei procellariformi europei: l'Uccello delle tempeste mediterraneo. Ma cominciamo dall'inizio per



**Adulti di Uccello delle tempeste in volo all'interno della grotta; gli adulti entrano ed escono dalla grotta con il buio, temendo la predazione da parte dei gabbiani.**

capire di cosa stiamo parlando. L'Uccello delle tempeste fu descritto da Linnaeus nel 1758 con il nome di *Procellaria pelagica* e l'area tipica indicata era la Svezia. Successivamente Heinrich Boie nel 1822 istituì il genere *Hydrobates* e, di conseguenza, oggi il nome scientifico è *Hydrobates pelagicus* (Linnaeus, 1758); la parentesi è d'obbligo secondo il Codice Internazionale di Nomenclatura Zoologica, per indicare che la specie fu descritta in un genere diverso dall'attuale. Tuttavia questo uccello molto comune nell'Atlantico, fu scoperto anche nel Mediterraneo; il primo a riconoscere delle differenze tra gli uccelli delle tempeste atlantici e quelli mediterranei fu il maltese Antonio Schembri nel 1843, che nel *Catalogo Ornitologico del gruppo di Malta* descrisse la *Thalassidroma melitensis*. In realtà Schembri era convinto che solo gli uccelli delle tempeste maltesi (= mediterranei) avessero il sopraccoda bianco, ma ovviamente si sbagliava. Per questo motivo il suo *melitensis* rimase tra i sinonimi di *pelagicus* fino a quando, in tempi molto più recenti, non furono riscontrate delle differenze morfometriche e genetiche tra le popolazioni atlantiche e quelle mediterranee<sup>1</sup>. L'Uccello delle tempeste mediterraneo, oltre ad essere caratterizzato da una taglia maggiore rispetto a quello atlantico, ha anche differenti parametri riproduttivi<sup>2</sup>.

I cambiamenti paleogeografici nello Stretto di Gibilterra sono stati certamente la causa dell'isolamento della popolazione mediterranea, la quale oggi, a differenza di quella atlantica, mostra una bassa differenziazione genetica<sup>3</sup>.

L'Uccello delle tempeste mediterraneo trascorre tutto l'inverno in alto mare, ove si nutre di plan-

ton, piccoli pesci, molluschi e crostacei, che preda generalmente senza posarsi. Inizia a frequentare i siti riproduttivi dal mese di aprile, trascorrendo la notte a terra, ove consolida il rapporto con il partner. La deposizione è molto asincrona, a differenza delle altre specie italiane di procellariformi; in maggio le coppie più precoci iniziano a deporre l'unico uovo di colore bianco, mentre le più tardive depongono alla fine di luglio. Considerato che l'incubazione richiede 40-41 giorni e l'allevamento del pulcino almeno due mesi, i primi involi hanno luogo verso la metà-fine agosto, mentre gli ultimi verso la metà di ottobre. I due partner si alternano nella cova con turni di 3-4 giorni e restano a riscaldare il pulcino almeno fino all'età di 7-10 giorni; successivamente trascorrono il giorno in mare, procurando il cibo, con cui alimentano il pulcino nelle ore notturne, dopo averlo semidigerito e concentrato sotto forma di un liquido oleoso altamente proteico. Alla fine del periodo riproduttivo, tutti lasciano il sito di nidificazione ed effettuano spostamenti di ampiezza variabile, ancora poco noti, ma quasi esclusivamente all'interno dell'area mediterranea. Matović et al.<sup>4</sup> hanno mostrato che la mortalità differisce tra la popolazione atlantica e quella mediterranea e che gli uccelli delle tempeste mediterranei, rimanendo d'inverno all'interno del bacino mediterraneo, spendono meno energie per lo svernamento rispetto agli atlantici che effettuano movimenti nell'Oceano Atlantico, spesso con condizioni ambientali avverse. Inoltre, Martínez et al.<sup>5</sup> hanno mostrato che gli uccelli delle tempeste mediterranei rimangono nel bacino Mediterraneo durante l'inverno, in particolare nell'area dello stretto di

1. Hémery G, D'Elbée E, *Discrimination morphologique des populations atlantique et méditerranéenne de Pétrel tempête* *Hydrobates pelagicus*, in *Oiseaux marins nicheurs du Midi et de la Corse*. Annales du CROP, 2: 63-67, 1985. Catalisano A, Lo Valvo F, Lo Verde G, Massa B, *Dati biometrici sull'Uccello delle tempeste* (*Hydrobates pelagicus*). Atti IV del Convegno italiano di Ornitologia, Naturalista sicilia-

no, 12(suppl.): 261-265, 1988. Bretagnolle V, *Variation géographique des vocalisations de Pétrels ouest-paléarctiques et suggestions taxonomiques*. *Alauda*, 60: 251-252, 1992. Lalanne Y, Hémery G, Cagnon C, D'Amico F, D'Elbée J, Mouchès C, *Discrimination morphologique des sous-espèces d'Océanite tempête: nouveaux résultats pour deux populations méditerranéennes*. *Alauda*, 69: 475-482, 2001.

2. Lo Valvo F, Massa B, *Some aspects of the population structure of Storm Petrels* *Hydrobates pelagicus* *breeding on a Mediterranean island*. *Ringling & Migration*, 20: 125-128, 2000.

3. Cagnon C, Lauga B, Hémery G, Mouchès C, *Phylogeographic differentiation of storm petrels* (*Hydrobates pelagicus*) *based on cytochrome b mitochondrial DNA variation*. *Marine Biology*, 145: 1257-1264, 2004.

4. Matović N, Cadiou B, Oro D, Sanz-Aguilar A, *Disentangling the effects of predation and oceanographic fluctuations in the mortality of two allopatric seabird populations*. *Population Ecology*: DOI 10.1007/s10144-017-0590-5, 2017.

5. Martínez C, Roscales JL, Sanz-Aguilar A, González-Solis J, *Inferring the wintering distribution of the Mediterranean distribution of European*

Sicilia, prevalentemente nella piattaforma Tunisina. Infine Lago et al.<sup>6</sup> hanno dimostrato che gli uccelli delle tempeste maltesi rimangono nel Mediterraneo tutto l'anno, anche in inverno, tranne rare eccezioni di individui che escono dal Mediterraneo e si spostano nell'Atlantico.

La popolazione mediterranea, essendo complessivamente molto piccola ed in decremento, ha parametri riproduttivi ed un tasso di crescita con strategia differente da quella atlantica. Nel corso di numerose stagioni riproduttive di una colonia siciliana (all'interno di una grotta con accesso solo dal mare nell'isola di Marettimo) sono stati inanellati quasi 6000 individui, un terzo pulcini e due terzi adulti. Sono stati ripresi da uno a nove anni dopo l'inanellamento oltre 700 individui inanellati da adulti (di cui non era conosciuta l'età al momento dell'inanellamento); mediante le autoricatture degli individui inanellati da pul-

cini, si sono potuti verificare 30 casi di riproduzione precoce e precisamente cinque (in anni differenti) individui di un anno d'età, quattro di due anni d'età e 21 di tre anni d'età in cova sull'uovo o mentre riscaldavano il pulcino appena nato. Questi dati, che hanno confermato le informazioni acquisite negli anni precedenti nella stessa colonia, relativamente al raggiungimento della maturità sessuale ed al tasso di ricambio all'interno della popolazione<sup>7</sup>, suggerirebbero che a causa di una modesta vita media rispetto alle attese della specie, il reclutamento dei giovani ha luogo in anticipo rispetto alla popolazione atlantica, ove non sono noti casi di riproduzione prima dei 4-5 anni d'età.

Le ricerche nelle isole mediterranee hanno dimostrato una notevole fedeltà al sito di nascita<sup>8</sup>. Nella colonia di Marettimo circa l'80% degli individui ricatturati negli anni successivi si trovava



**Alcuni pulcini di Uccello delle tempeste all'interno della grotta di Marettimo. Si noti la breve distanza tra i nidi.**

*Storm-petrels* *Hydrobates pelagicus melitensis* from stable isotope. *Ardeola*, 66: 13-32, 2019.

6. Lago P, Austad M, Metzger B, *Partial Migration in the Mediterranean Storm Petrel* *Hydrobates pelagicus melitensis*. *Marine Ornithology*, 47: 105-113, 2019.

7. Lo Valvo, Massa, cit.

8. Amengual JF, Gargallo G, Suarez M, Bonnin J, Gonzalez JM, Rebassa M, McMinn M, *The Mediterranean Storm Petrel* *Hydrobates pelagicus melitensis* at *Cabrera archipelago* (Balearic Islands, Spain): *breeding, moult, biometry and*

*evaluation of the population size by mark and recapture techniques*. *Ringling & Migration*, 19: 181-190, 1999.

esattamente nella parte della grotta in cui erano stati inanellati, gli altri hanno cambiato sito e probabilmente partner. Tuttavia, nonostante l'elevata fedeltà al sito riproduttivo, attraverso l'inanellamento, è stato possibile dimostrare un minimo scambio d'individui tra le colonie mediterranee (Malta e Marettimo, Baleari e Marettimo), indice di un modesto flusso genico all'interno del Mediterraneo. Tutta-



Adulto inanellato di Uccello delle tempeste che copre un giovanissimo pulcino.

via, dei numerosi uccelli delle tempeste inanellati nelle colonie dell'Atlantico, non si è verificata mai una ricattura all'interno del Mediterraneo. Si può ragionevolmente ritenere che tra le due popolazioni c'è ormai una netta separazione geografica. Notevole impulso alle ricerche su questo uccello pelagico a Marettimo è stato dato da Yuri Albores-Barajas e Cecilia Soldatini, che per diversi anni hanno trascorso numerose settimane sull'isola raccogliendo una gran quantità di dati, solo alcuni pubblicati<sup>9</sup>, che in ogni caso confermano l'elevata filopatria di questa specie. Con l'aiuto di telecamere a raggi infrarossi e sopralluoghi notturni è stato possibile verificare che gli adulti portano il primo pasto al pulcino al calare delle tenebre (i pesciolini

*Gymnammodites cicirellus* e piccoli crostacei che possono catturare fino ad una profondità di 6 m), ma durante la notte si approvvigionano ancora nel mare antistante la grotta per continuare a nutrire il piccolo. Il richiamo del maschio differisce da quello della femmina ed anche nella morfologia i due sessi si distinguono: la femmina è poco più grande e la macchia bianca sul groppone è più lunga.

### Conservazione delle popolazioni mediterranee

La popolazione mediterranea dell'Uccello delle tempeste è così composta: nelle isole Baleari sono stimate 1800-4000 coppie, 100 coppie in Corsica, ca. 500 in Sardegna (di rilevante im-

9. Albores-Barajas YV, Soldatini C, Massa B, *Breeding ecology of the Mediterranean subspecies of storm-petrel* *Hydrobates pelagicus melitensis*, Seabird Group 10th International Conference, Book of Abstracts. Brugge, Belgium, 27-30 March 2009: 1, 2009. // Albores-Barajas YV, Soldatini C, Massa B, *Ecologia riproduttiva dell'Uccello delle tempeste mediterraneo* *Hydrobates pelagicus melitensis*, *Alula*, 16: 159-163, 2009. Albores-Barajas YV, Massa B, Griffiths K,

Soldatini C, *Sexual dichromatism in Mediterranean storm petrels* *Hydrobates pelagicus melitensis*, *Ardeola*, 57: 333-337, 2010. Albores-Barajas YV, Riccato F, Fiorin R, Massa B, Torricelli P, Soldatini C, *Diet and diving behaviour of European Storm Petrels* *Hydrobates pelagicus in the Mediterranean (ssp. melitensis)*. *Bird Study*, 58: 208-212. DOI.10.1080/00063657.2011.560244, 2011. Albores-Barajas YV, Massa B, Lo Cascio P, Soldatini C, *Night surveys and*

*smell, a mixed method to detect colonies of storm petrel* *Hydrobates pelagicus*, *Avocetta*, 36: 95-96, 2012. Albores-Barajas YV, Massa B, Tagliavia M, Soldatini C, *Parental care and chick growth rate in the Mediterranean Storm-petrel* *Hydrobates pelagicus melitensis*, *Avocetta*, 39: 29-35, 2015. Soldatini C, Albores-Barajas YV, Massa B, Gimenez O, 2014. *Climate driven life histories: the case of the Mediterranean Storm petrel*. *PLOS One*, 9: e94526; doi: 10.1371/journal.

pone.0094526, 2014. Soldatini C, Albores-Barajas YV, Massa B, Gimenez O, *Forecasting ocean warming impacts on seabird demography: a case study on the European storm petrel*. *Marine Ecology Progress Series*, 552: 255-269, 2016. Soldatini C, Albores-Barajas YV, Tagliavia M, Massa B, Fusani L, Canoino V, *Effects of human disturbance on cave-nesting seabirds: the case of the storm petrel*. *Conservation Physiology*, 3: 1-8, 2015.

portanza è una colonia situata in una piccola isola nord-occidentale, non tutelata, ove sono state censite circa 300 coppie<sup>10</sup>), circa 2500 a Marettimo, Riserva Marina e proposta Riserva Naturale Orientata terrestre<sup>11</sup> e tra 5000 e 8000 a Malta<sup>12</sup>; poche coppie sono state segnalate in qualche altra isoletta, come nelle Eolie<sup>13</sup>; il calcolo complessivo porterebbe a 8.500-15.200 coppie. Il bacino del Mediterraneo ospita una popolazione veramente piccola di Uccelli delle tempeste, a confronto con quella vivente nell'Atlantico, stimata tra 438.000 e 514.000 coppie<sup>14</sup>. Generalmente nel Mediterraneo questa specie è in diminuzione per varie cause di natura antropica (motonautica da diporto, inquinamento marino, azione predatoria del ratto nero e del gabbiano reale)<sup>15</sup>. Indubbiamente il maggiore fattore limitante dell'attuale distribuzione dell'Uccello delle tempeste mediterraneo è la presenza di siti sicuri per la riproduzione nelle isolette, ragione per cui le popolazioni mediterranee sono in netta diminuzione. Sebbene Tucker e Heath<sup>16</sup> avessero considerato la specie nel suo complesso "localizzata", cioè con popolazioni concentrate in pochi siti, e l'avessero inclusa nella categoria Spec2, dieci anni dopo BirdLife International<sup>17</sup> ha modificato lo status in "sicuro" e ha trasferito l'Uccello delle tempeste nella categoria NonSpec<sup>E</sup>;

la spiegazione di ciò sta nel fatto che nel corso degli ultimi anni sono migliorate le conoscenze e le stime numeriche delle popolazioni atlantiche, che, a differenza di quelle mediterranee, hanno mostrato un andamento stabile. Ancora BirdLife International<sup>18</sup> ritiene questa specie fuori pericolo. La Lista Rossa Europea<sup>19</sup> ritiene questa specie di Least Concern e la Lista Rossa Italiana<sup>20</sup> Near Threatened (= quasi minacciata).

Naturalmente questa posizione non è condivisibile sia sul piano biologico che conservazionistico, in quanto non tiene conto di un processo di speciazione in atto, quasi certamente concluso, e cioè della separazione e dell'isolamento delle popolazioni mediterranee; le differenze genetiche e morfologiche sopra menzionate hanno permesso di considerare *melitensis* un taxon mediterraneo valido, l'assenza di contatti o di ibridazione tra la popolazione mediterranea e quella atlantica consente inoltre di considerare definitivamente esse come due specie distinte<sup>21</sup>. Quindi abbiamo proposto di considerare *Hydrobates melitensis* come una specie valida, endemica del Mediterraneo<sup>22</sup>, come in precedenza era già stato suggerito da Sangster et al.<sup>23</sup>.

Infine, dal punto di vista conservazionistico, si dovrebbe includere questo taxon nella categoria Spec1 di BirdLife International, cioè specie glo-

10. Paddau R, Delitale GM, Farris E, Guillot F, *Dati preliminari su una colonia di Uccello delle tempeste* *Hydrobates pelagicus nella Sardegna nord-occidentale*, Avocetta, 21: 42, 1997.

11. Albores-Barajas et al., 2012, *cit.*

12. Borg JJ, Canale ED, Massa B, Tagliavia M, *The breeding pelagic birds (Procellariiformes) of the Sicilian Channel*. Reti Ecologiche Transfrontaliere ReMaSi. Bivona, ICCCE ed.: 183-233, 2014.

13. Lo Cascio P, *Accertata nidificazione di Uccello delle tempeste*, *Hydrobates pelagi-*

*cus, nelle isole Eolie (Aves: Procellariiformes)*. Naturalista siciliano, 18: 179-180, 2014.

14. BirdLife International, *Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status*, Cambridge (UK) BirdLife International, 2017.

15. Massa B, Sultana J, *Status and conservation of the Storm Petrel* *Hydrobates pelagicus in the Mediterranean*. Il Merill, 27: 1-5, 1991.

16. Tucker GM, Heath MF, *Birds in Europe: their conservation status*. Cambridge (UK), BirdLife International, 1994.

17. BirdLife International, *Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status*, Cambridge (UK), BirdLife International. Ser. No. 12, 2004.

18. BirdLife International, *Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status*, Cambridge (UK), BirdLife International, 2017.

19. BirdLife International, *European Red List of Birds*, Luxembourg, Office for official publications of the European Communities, 2015.

20. Peronace V, Cecere J, Gustin M, Rondinini C, *Lista Rossa*

*2011 degli Uccelli nidificanti in Italia*, Avocetta, 36: 11-58, 2012.

21. Seguendo le linee guida di Helbig AJ, Knox AG, Parkin DT, Sangster G, Collinson M, *Guidelines for assigning species rank*. Ibis, 144: 518-525, 2002.

22. Massa B, Borg JJ, *European Birds of Conservation Concern: some constructive comments*, Avocetta, 42: 75-84, 2018.

23. Sangster G, Collinson JM, Crochet P-A, Knox AG, Parkin DT, Votier SC, *Taxonomic recommendations for British birds: eighth report*, Ibis, 154: 874-883, 2012.

balmente minacciata. Come si diceva sopra, infatti, le popolazioni mediterranee sono in declino e gravemente minacciate nei loro siti riproduttivi. La specie è già elencata nell'Allegato I della Direttiva Uccelli e nella Convenzione di Berna. L'Uccello delle tempeste mediterraneo, alla luce della sua accertata differenziazione rispetto a quello atlantico, rappresenta un componente irripetibile della biodiversità e la conservazione delle sue popolazioni assume certamente un significato rilevante, che la comunità scientifica non può sottovalutare. ●

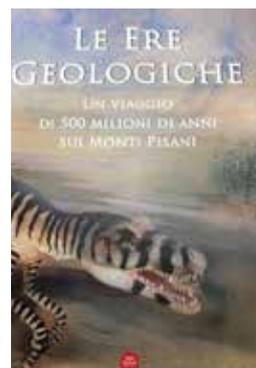
### **Ringraziamenti**

Lo studio e le osservazioni sugli Uccelli delle tempeste sono stati realizzati nel corso di numerosi anni da diversi gruppi che hanno lavorato per cercare di mettere insieme qualche tessera del complesso ed intricato mosaico rappresentato dalla vita di questi uccelli; quello che sappiamo è ancora pochissimo rispetto a quanto c'è ancora da scoprire. Ho riportato solo i riferimenti bibliografici essenziali. Molti dei nostri risultati sono il frutto di appassionate e lunghe discussioni prima, durante e dopo le nostre visite alle colonie di questi interessanti uccelli. Nella certezza di non poter ricordare tutti, desidero ringraziare cumulativamente amici e colleghi che hanno condiviso con me le numerose visite a Marettimo ed in particolare Yuri Albores-Barajas, Emanuela Canale, Renzo Ientile, Pietro Lo Cascio e Cecilia Soldatini.



### *Le Ere Geologiche*

*Un viaggio di 500 milioni di anni sui Monti Pisani  
realizzato dal Museo di Storia Naturale di Pisa  
a cura di Giovanni Bianucci e Chiara Sorbini*



Con questo volume si inaugura la nuova collana di guide alle esposizioni del Museo, in linea con il profondo rinnovamento degli allestimenti che ha preso forma negli ultimi anni. Le guide sono pensate per accompagnare i visitatori durante il percorso al Museo ma anche come utile strumento didattico nelle classi e come piacevole lettura di approfondimento da casa. A questa prima pubblicazione, dedicata alla Galleria delle Ere Geologiche e alla Sala della preistoria dei Monti Pisani, ne seguiranno altre a comporre un cofanetto che illustrerà il Museo nella sua interezza.

La guida, come anche la Galleria delle Ere Geologiche, è dedicata al Professor Marco Tongiorgi.

Un viaggio, iniziato 500 milioni di anni or sono, che illustra come durante le Ere Geologiche il paesaggio, il clima e la vita si siano evoluti continuamente.

Rigogliose foreste equatoriali, deserti, mari costieri e profondi oceani nell'ultimo mezzo miliardo di anni si sono avvicendati dove oggi sorge il Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa, come ci testimoniano le rocce e i fossili dei Monti Pisani.

Questo ritorno al passato arriva molto vicino a noi, con la comparsa dell'uomo sui Monti Pisani, di cui abbiamo le prime testimonianze nei manufatti paleolitici ritrovati nelle grotte.

Scritto e curato da Giovanni Bianucci, Chiara Sorbini, Simone Farina, Lucia Angeli e Alberto Collareta, ricercatori del Dipartimento di Scienza della Terra dell'Università di Pisa, è corredato da illustrazioni che alla esemplarità scientifica coniugano un alto valore didattico

---

## *Gang science*

Robert J. Warren II

---

Da qualche tempo, ha preso piede nel mondo della scienza la pratica di pubblicare su riviste scientifiche di alto profilo, che quindi si prestano al gioco, articoli firmati da un numero molto elevato di autori – anche centinaia – che attaccano l'autore/gli autori di un qualche articolo, pubblicato dopo regolare processo di *peer review*, di cui non condividono le tesi. Questa pratica, che riteniamo disdicevole, è stata definita *gang science* [scienza bandite-sca]. In questo articolo, R.J. Warren riprende la discussione già avanzata in una 'lettera' a *Nature*<sup>1</sup>.

La Redazione

Le petizioni hanno una lunga storia nella religione (ad esempio, la preghiera), nel diritto (ad esempio, il ricorso legale) e nell'amministrazione governativa (ad esempio, il voto elettorale). Scienziati e organizzazioni scientifiche si aggiungono alla mischia utilizzando petizioni per influenzare l'opinione pubblica e le decisioni dei governi. Ma se una petizione individuale esercita una qualche influenza, due firmatari raddoppiano l'effetto? Dieci firmatari sono ancora più influenti? O le petizioni con un numero esagerato di sottoscrittori sono semplicemente tattiche di intimidazione o da piazzisti? In molti casi, gli antichi senatori romani impiegavano bande armate per minacciare i loro colleghi legislatori, una pratica intimidatoria che oggi ci appare come un anatema rispetto al concetto romantico del confronto razionale nei dibattiti politici condotti onorevolmente. Sebbene gli



**Cahier de doléances** <http://www.archivesdepartementales76.net/rechercher/itineraire-de-recherche/cahiers-de-doleances/>

1. Warren RJ, Bradford MA, *Science petitions are a facade of numbers*, *Nature*, 493: 480, 2013.

scienziati non siano armati, mettere a tacere gli avversari urlando è un metodo da malviventi, e aggiungere firme in quantità esagerate alle petizioni è l'equivalente di tale metodo nella scienza. Nella migliore delle ipotesi, questa cultura delle petizioni è inefficace. Nella peggiore delle ipotesi, manca di integrità morale scientifica.

Le petizioni diventano una competizione di numeri. Diciotto società scientifiche statunitensi sostengono i risultati dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* [Gruppo Intergovernativo di Esperti sul Cambiamento Climatico]<sup>2</sup>. Un'altra organizzazione rivendica 31.000 firme di scienziati che rifiutano il riscaldamento globale<sup>3</sup>, una lettera al *Wall Street Journal* è firmata da 16 scienziati che affermano che non è necessario farsi prendere dal panico per il riscaldamento globale<sup>4</sup> e 49 scienziati e astronauti della NASA hanno inviato una lettera aperta chiedendo alla stessa agenzia di astenersi dal collegare il cambiamento climatico alle attività umane<sup>5</sup>. Questi sono dibattiti o vendite all'asta? Si potrebbe chiedere a molti più scienziati di firmare una petizione che sostenga il collegamento tra cambiamento climatico e attività umane; se tale petizione fosse sottoscritta da 31.001 firmatari, vincerebbe il dibattito? Il consenso scientifico può influenzare l'opinione pubblica<sup>6</sup>, ma anche le petizioni possono dare l'impressione di un consenso scientifico da parte di non scienziati. Il grande pubblico spesso non è in grado di distinguere tra individui qualificati e non qualificati affiliati a istituzione dal nome vagamente scientifico<sup>7</sup>. Quindi, nel gioco delle petizioni, un famoso scienziato viene ad avere la stessa credibilità di un ciarlatano.

Le petizioni danno l'impressione che la scienza sia una faccenda di consensi, cospirazioni e intimidazioni piuttosto che di scoperte replicabili e

verificabili. Una tendenza emergente è l'uso di petizioni per attaccare alcune idee scientifiche dalle pagine di riviste scientifiche di alto profilo, le quali infrangono le loro stesse regole permettendo la pubblicazione di tali petizioni firmate da una sfilza di autori ridicolmente lunga. Questa tendenza sembra indicare che dovremmo giudicare la validità delle idee dal numero di autori. La scienza avanza quando impieghiamo il nostro tempo a misurare e pensare piuttosto che a raccogliere firme. La *gang science* sopprime il dissenso e rafforza la gerarchia esistente e supporta le idee consolidate. È difficile immaginare che centinaia di autori co-firmatari contribuiscano al progresso scientifico qualcosa oltre all'intimidazione. Inoltre, quando scienziati che occupano posizioni gerarchiche elevate chiedono a colleghi di rango inferiore di firmare una petizione, i firmatari possono aderire perché sono d'accordo, ma possono anche aderire perché si sentono obbligati dalla gerarchia accademica o perché vogliono che il loro nome venga associato a un autore di rango o, ancora, perché vogliono aggiungere una referenza prestigiosa al proprio *curriculum vitae*. Certamente, la sottoscrizione di una lettera da parte di centinaia di scienziati non corrisponde alla produzione di centinaia di idee o revisioni. La raccolta di firme ha una lunga tradizione nei gruppi di perorazione, quindi un uso eccessivo delle petizioni può dare l'impressione che gli scienziati siano un gruppo di perorazione con un determinato programma, al pari di un qualunque lobbista. E, nonostante l'uso delle petizioni, alla fine i numeri e la logica possono essere solo marginalmente efficaci nell'influenzare l'opinione pubblica e le decisioni politiche<sup>8</sup>, con il risultato che gli scienziati vengono semplicemente percepiti come un inefficace gruppo di perorazione lobbistica. Le

2. UCSUSA, Union of Concerned Scientists, 2009.

3. GWPP, Global Warming Petition Project, 2012.

4. Allegre C, Armstrong JS, Breslow J, Cohen R, David E, Happer W, Kelly M, Kininmonth W, Lindzen R, McGrath J, Nichols R, Rutan B, Schmitt

HH, Shaviv N, Tennekes H, Zichichi A, *No Need to Panic About Global Warming*, Wall Street Journal, 27.01.2012.

5. Lubin G, *49 Former NASA scientists Send a Letter Disputing Climate Change*, Business Insider. [https://www.businessinsider.com/nasa-scientists-dispute-climate-](https://www.businessinsider.com/nasa-scientists-dispute-climate-change-2012-4?r=US&IR=T)

[change-2012-4?r=US&IR=T](https://www.businessinsider.com/nasa-scientists-dispute-climate-change-2012-4?r=US&IR=T), 11.4.2012.

6. Ding D, Mailbach EW, Zhao X, Roser-Renouf C, Leiserowitz A, *Support for climate change policy and societal action are linked to perceptions about scientific agreement*. Nature Climate Change, 1: 462-466, 2011.

7. Anderegg WRL, Prall JW, Harold J, Schneider SH, *Expert credibility in climate change*. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 107: 12107-12109, 2010.

8. Ding D et al., *cit.*

petizioni, tuttavia, non possono essere ignorate del tutto. In un'epoca in cui le testate giornalistiche di parte presentano argomenti scientifici con un chiaro orientamento (evoluzione, cambiamento climatico, vaccini) come un dibattito equilibrato tra fazioni equivalenti, è necessario comunicare al grande pubblico che ci sono alcune faccende su cui gli scienziati concordano in modo schiacciante, e queste sono importanti. Inoltre, ai *mass media* piace presentare ogni dibattito scientifico come se fosse “Galileo contro la chiesa”; cioè, come se la scoperta scientifica possa provenire soltanto da un singolo ricercatore emarginato che combatte impotente contro l'*establishment* (anche se, al contrario, molti grandi progressi scientifici, come la Teoria della Relatività, sono stati generalmente accettati fin dall'inizio). Inoltre, in un periodo di mutamenti sociali, potrebbero essere necessarie petizioni per fornire protezione ai rivelatori di oscuri se-

greti che si confrontano con la disapprovazione sociale o quando gli scienziati utilizzano un linguaggio e pratiche regressive e obsolete. Anche così, una lettera aperta relativa a un capitolo di un libro ritenuto offensivo per la comunità dei non udenti ha spinto la casa editrice *Springer Nature* a ritrattarlo, ma alcuni hanno ritenuto che una petizione con centinaia di firme da ricchi paesi nordamericani ed europei contro due autori di una nazione in via di sviluppo fosse l'equivalente di bullismo<sup>9</sup>.

La *gang science* sostituisce il supporto acritico al dibattito. Suggestisce che un gruppo motivato dovrebbe soverchiare con le urla quegli estranei alla comunità ritenuti insensati. La scienza può essere un gioco di politica e prepotenza; ma dovremmo lottare per una cultura del dibattito basato su idee in cui i partecipanti sono ispirati “a mettere la causa al di sopra della reputazione, ad amare la gara a prescindere dal premio”<sup>10</sup>. ●



**Il grande meeting Cartista a Londra nel 1848. Il movimento Cartista iniziò con una petizione al re Edoardo I firmata da oltre un milione di persone (foto: William Edward Kilburn).**

9. Retraction Watch, *Springer Nature to retract chapter on sign language critics call “unbelievably insulting.”*, Retraction Watch, 2021.

10. Phillips J, *The biotic community*, Journal of Ecology, 19: 1-24, 1931.

# fare scuola



**Al Biolab del Museo di Storia Naturale di Milano:  
apparato digerente di erbivori, onnivori e carnivori a confronto**

Questo è uno spazio dedicato alla riflessione sul fare scuola e sul lavoro d'aula con bambini e ragazzi, specificamente nell'ambito dell'insegnamento e dell'apprendimento delle scienze e dintorni.

Per avviare l'esplorazione dei modi e degli strumenti del fare scienze a scuola, abbiamo scelto di dedicare un spazio esclusivo all'*ascolto*, competenza spesso sottovalutata e dimenticata sebbene rivesta un ruolo di grande rilevanza nella costruzione di apprendimenti significativi. Le conoscenze e i pensieri dei bambini su oggetti e fatti della loro esperienza ci fanno infatti capire quanto l'ascolto sia prezioso per offrire agli insegnanti spunti di lavoro e di indagine.

Un convincente invito all'ascolto ci è anche offerto da Primo Levi nel suo romanzo *La chiave a stella* in cui situazioni inserite in un contesto extrascolastico possono essere viste nell'ottica del rapporto docente-alunno.

Un altro libro che fa dell'ascolto un aspetto cruciale è *Osservare i viventi* di Maria Arcà, Paolo Mazzoli e Nicolina Sucapane. Il testo, ora ripubblicato a trent'anni dalla prima edizione da ETS nella collana di *Naturalmente Scienza*, raccoglie e commenta il lavoro di Biologia svolto nelle prime classi di scuola primaria.

---

**Ascoltare...  
...per “andare a  
prenderli là dove  
sono, e trovare  
una strada per  
accompagnarli  
dove li vogliamo  
condurre”  
(Wittgenstein)**

Maria Castelli

---

Fra le competenze che un insegnante impara sul campo, una di quelle irrinunciabili è il saper ascoltare i bambini e i ragazzi. Costituisce il primo passo per la progettazione e la realizzazione di percorsi di apprendimento adeguati e significativi, a partire dalle esperienze e dalle conoscenze degli alunni.

**Nella ricerca**

Da tempo, la ricerca didattica ha validato la valorizzazione delle esperienze e delle conoscenze degli alunni, a partire dalle quali l'insegnante promuove acquisizioni nuove e significative. Le “Indicazioni nazionali per il curricolo”, nella parte introduttiva vincolante per i docenti, definiscono l'ambiente di apprendimento della scuola primaria, sottolineando alcuni principi metodologici che contraddistinguono un'efficace azione formativa. “Nel processo di apprendimento l'alunno porta una grande ricchezza di esperienze e conoscenze acquisite fuori dalla scuola e attraverso i diversi media oggi disponibili a tutti, mette in gioco aspettative ed emozioni, si presenta con una dotazione di informazioni, abilità, modalità di apprendere che l'azione didattica dovrà opportunamente richiamare, esplorare, problematizzare. In questo modo l'allievo riesce a dare senso a quello che va imparando”<sup>1</sup>.

Maria Arcà entra nel merito, con riferimento alla Biologia: “Se l'insegnante di fatto guida l'apprendimento dei bambini, è altrettanto vero che i bambini guidano l'insegnamento, portando a loro volta l'adulto a vedere i problemi di conoscenza o di “contenuto” che vengono sottintesi da ogni seria attività di spiegazione. Ed è necessario ascoltarli “bene” perché, discutendo tra loro,



1. Indicazioni nazionali per il curricolo, in *Annali della pubblica Istruzione*, Numero speciale, Firenze, Le Monnier, 2012, 34.

i bambini dichiarano più o meno implicitamente il loro bisogno di migliori o diverse spiegazioni; denunciano, con vari espedienti, i collegamenti, le coerenze, le evidenze che sono stati trascurati o non chiariti; convalidano certi passaggi; mettono in evidenza certi salti logici nella successione delle spiegazioni [...].

Ma se si vuole che il parlare insieme sia utile, si deve fare in modo che i bambini siano onesti nei confronti della loro stessa comprensione e conoscenza dei fatti. Che essere onesti è possibile sembra la cosa più profonda e seria di cui, fin dai primi momenti di scuola, è necessario convincerli: attraverso una corrispondente onestà degli adulti che si manifesta nei momenti di insegnamento come nel rapporto di convivenza reciproca. Far parlare i bambini, e parlare con loro, serve anche a costruire un rapporto didattico di solidarietà e fiducia, serve per condividere uno stesso impegno nei confronti degli obiettivi da raggiungere e non si tratta solo di un espediente, per valutare il livello di apprendimento o per smascherare le concezioni o conoscenze sbagliate<sup>2</sup>.

La ricerca in campo neurocognitivo, in modo interessante e convincente, riconosce validità al modo di operare appena descritto. Stanislas Dehaene, scrive che “imparare significa riuscire a inserire nuove conoscenze all’interno di una rete esistente”<sup>3</sup>.

“Fin da piccolo, il bambino segue l’adulto con lo sguardo. Presta un’attenzione estrema all’area degli occhi delle persone con cui interagisce. Non appena gli si dice qualcosa, il suo primo istinto non è quello di esplorare la scena, ma di incrociare lo sguardo della persona che gli sta parlando. È solo dopo che ha agganciato lo sguardo che il bambino si gira nella direzione verso cui sta guardando l’adulto. Questa capacità di condivisione sociale, nota come attenzione condivisa, determina ciò che il bambino impara [...]. Genitori, insegnanti, tenete sempre a mente

questo fatto importante: il vostro atteggiamento e il vostro sguardo cambiano tutto per il bambino. Catturare l’attenzione del bambino per mezzo del contatto visivo e verbale significa assicurare che il bambino condivida la vostra attenzione e moltiplicare le possibilità che conservi le informazioni che cercate di trasmettergli”<sup>4</sup>.

“Qualsiasi relazione pedagogica reale implica una forte connessione mentale tra l’insegnante e lo studente. Il buon maestro costruisce un modello mentale del suo allievo, delle sue competenze e dei suoi errori e fa del suo meglio per fargli fare progressi [...]. Qualsiasi relazione educativa sana deve essere fondata sull’attenzione, l’ascolto, il rispetto e la fiducia, in entrambe le direzioni”<sup>5</sup>.

### In classe

La riflessione sull’esperienza quotidiana con le classi convince del fatto di non poter fare diversamente, se si desidera che gli alunni capiscano. Bisogna “ascoltare”, in senso esteso, come abito mentale teso ad intercettare ogni restituzione: comportamenti, risposte, riflessioni, testi, disegni, modelli, ma l’elenco è incompleto. S’intende cioè un ascolto attivo, quello che si fa attraverso l’udito e con lo sguardo attento, che lascia percepire al bambino – perché ognuno deve sentirsi protagonista singolarmente – che l’insegnante ha bisogno di capire qual è il suo pensiero, all’inizio, poi durante e ancora al termine di un percorso di apprendimento. Il clima di fiducia che l’insegnante riesce a creare veicola i messaggi più importanti e decisivi, perché i bambini hanno “antenne” sensibili e sentono ciò che ci si aspetta da loro, percepiscono se l’insegnante li vorrebbe attivi e “accesi” oppure, anche con tanto garbo affettuoso, manda il messaggio che a scuola si sta ad ascoltare e poi a rispondere ciò che vorrebbe sentire.

All’inizio si tratta di raccogliere le informazioni necessarie ad elaborare una prima traccia, una

2. Arcà M, Mazzoli P, Sucapane N, *Organismi Viventi - Forme, trasformazioni e sviluppo, Itinerari di lavoro per le classi prima, seconda e terza elementare*, Torino, Emme Edizioni, 1988, 10.

3. Dehaene S, *Imparare. Il lento del cervello, la sfida delle*

*macchine*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2019, 59.

4. Ivi, 208-210.

5. Ivi, 213.

prima rete di concetti e di attività, attraverso il confronto fra dove stanno gli alunni con le loro idee e una mappa concettuale della disciplina, per la parte in oggetto, che il docente ha elaborato per stabilire dove e come può guidare la classe. Sono molti infatti i percorsi di apprendimento che si possono intraprendere attorno ad un tema importante e sono molteplici i modi. L'insegnante può partire con un progetto "a maglie larghe", non preconstituito, preconfezionato, non una sorta di "capo in taglia unica" che andrebbe bene per tutti, ma una proposta da realizzare passo passo insieme alla classe, procedendo con una dinamica "circolare": dall'insegnante, agli alunni, all'insegnante, che saprà calibrare il percorso di apprendimento sulla base degli "input" che emergono "in itinere". Infatti, "in itinere", così come all'inizio, occorre tener d'occhio l'apprendimento, una sorta di valutazione continua, attenta a cogliere le ambiguità nascoste nell'uso del linguaggio e nella comprensione dei significati, per decidere dove soffermarsi più a lungo e quando procedere. L'ascolto fa parte della ricerca personale e come tale è anche fonte di gratificazione e di formazione per l'insegnante. Alla fine di un percorso, che rappresenta sempre una tappa momentanea del cammino lungo un quinquennio, si possono radunare tutti gli elementi di osservazione diretta di ciascun alunno e del gruppo classe, per un quadro più generale di valutazione della situazione, utile innanzitutto all'insegnante.

I modi e i tempi dell'ascolto saranno di volta in volta i più adatti: il semplice brainstorming, la discussione, le domande stimolo, le provocazioni con attività mirate, le conversazioni, il richiamo ad attività precedenti, la narrazione, le immagini, l'abbozzo di un primo modello disegnato o costruito concretamente, per elencare i più noti.

Questo modo di procedere è irrinunciabile, se non si vuole semplicemente giustapporre informazioni

slegate alle conoscenze già possedute da ciascun bambino; l'attenzione a ciò che pensano e recepiscono di volta in volta gli alunni permette all'insegnante di costruire contesti che provochino dissonanze e che mettano in crisi la rete di conoscenze consolidate, di sollecitare domande, di favorire un atteggiamento attivo e costruttivo, che crei le condizioni perché ciascuno sia motivato a rielaborare e ricostruire significati e relazioni fra gli stessi. È necessario saper cogliere nelle idee espresse dai bambini il loro modo di costruire la conoscenza e confrontare queste acquisizioni con i concetti e le conoscenze scientifiche, per portare gli alunni ad elaborare una nuova rete di conoscenze. Occorre che l'insegnante sia disponibile a costruirsi, magari strada facendo, una conoscenza disciplinare, didattica e metodologica che le permetta di accompagnare le sue classi in questo cammino, che è sempre nuovo, sempre da rifare in modo un po' diverso, ogni volta coinvolgente e fortemente motivante.

Dai diari di bordo, ho scelto momenti di ascolto che documentano come siano stati utili alla conduzione del lavoro, incominciando da un percorso svolto in classe terza, che ha per protagonista un animale già noto a tutti i bambini: il lombrico.

### ***Allevare lombrichi in terrario*** **(classe terza)**

Incomincio chiedendo ai bambini che cosa sappiano del lombrico.



S.C. – Vanno/stanno nella terra.  
 G.C. – Possono rovinare la terra, mangiano le foglie, strisciano e vanno sugli alberi.  
*Li hai visti sugli alberi?* G.C. conferma.... sul tronco!  
 Si. – Danno concime per l'erba. Fanno la cacca e quella aiuta a crescere le piante.  
 E. – Mangiano anche le foglie di insalata, ne ho trovati uno o due nell'insalata.  
 Chi. – Strisciano e si possono allungare e se li prendi in mano ti devi lavare le mani perché sono sporche di germi.  
 G. – Se li tagli in due, continuano a vivere le due metà.  
 C. – Possono camminare indietro e anche in avanti, li ho visti.  
 Chi. – No, vanno dalla parte della testa. C. dice così perché non vede da che parte è la testa.  
 All'asilo ce n'erano tanti in giardino nella terra, L. li prendeva sempre in mano e li schiacciava.  
 S. – Quando sono sotto terra con la bocca prendono la terra e la sputano da dietro. Credo che dentro la terra ci sia qualcosa che gli piace, la mangiano!  
 Al. – Ho visto un lombrico sul cemento, la zia me l'ha fatto mettere nella terra sennò muore.  
 G. M. – Il lombrico non ha né zampe né ventose. È diverso dal bruco.  
 Si. – Il bruco cammina, il lombrico striscia.  
 E. – I lombrichi sono marrone.  
 S. – I lombrichi sono un tipo di animale senza ossa, come si dice?  
*Sono Vermi*, aggiungo io, ma S. insiste, ricorda un altro nome più difficile...*Invertebrati volevi forse dire?*  
 S. conferma - Sì sono quelli senza le ossa.  
 G. – Ecco perché il lombrico quando striscia alza così tanto la schiena...non ha la spina dorsale!  
 S. C. – Il lombrico lo vedo che entra e esce dalla terra...  
 Chi. – giocano ...  
 G. M. – si nascondono...corrano  
 A. – magari escono per respirare ...  
 G. C. – forse cercano da mangiare...

Si. e C. – magari si cercano un compagno maschio o femmina oppure altri lombrichi... magari soffrono di claustrofobia, oppure vengono fuori per controllare se c'è qualche nemico...

Chi. – magari escono perché nella terra c'è qualche veleno

Al. – forse si costruiscono qualcosa.

*Vedo che vi interessa questo via vai dalla terra dei lombrichi... come si chiamano tutte queste spiegazioni diverse che avete provato a dare senza sapere se sono vere, che sarebbero da provare, da verificare?*

A. – Sono le ipotesi!

Di molti viventi, animali o vegetali, i bambini dimostrano una conoscenza talvolta anche non superficiale, ma indiretta, ricavata dalla televisione, dai libri, da internet, non dal contatto che deriva dalla frequentazione e dall'esperienza. Il lombrico, come qualche altro animale del prato, fa eccezione: in genere ciò che ciascuno sa è mediato anche dall'incontro diretto in natura che allo stesso tempo incuriosisce e suscita ribrezzo.

Il racconto fa chiaramente capire che cosa interessa indagare, suggerendo una traccia di lavoro che mi guiderà nella realizzazione dei terrari e delle prime attività di osservazione. Ne posso trarre buone indicazioni:

- il *"dove vivono"* porta dritto alla *relazione con il terreno* e alla *relazione con il cibo* che vi si trova;

- subito balza all'occhio la questione della *testa* e della *coda*;

- tutti hanno sentito che se un lombrico *si spezza* continua a restare in vita;

- si distinguono *camminare e strisciare* e questo può essere un buon avvio;

- la mancanza di *scheletro osseo* incuriosisce.

Si incomincia allora con il progetto del terrario, ragionando intorno al comportamento del lombrico, alle condizioni da realizzare per tenerlo in vita e dunque riflettendo sulle relazioni che l'animale

stabilisce con l'ambiente di vita e sulla forma del corpo adatta a quelle specifiche condizioni e alle modalità di svolgimento delle funzioni vitali. Si realizza il terrario, si cercano i lombrichi e si osserva di giorno in giorno. Presto ci si accorge che in natura il comportamento non è lo stesso che nel terrario (in giardino avevamo notato le turricole, "gli spaghetti" defecati in superficie dai lombrichi, nel terrario non ne abbiamo mai trovate), ci si interroga, si formulano ipotesi e si progetta un esperimento per verificare. Si riflette poi intorno ai diversi livelli trofici e al ruolo del lombrico e degli altri decompositori, giungendo all'intuizione dei cicli biogeochimici e ai presupposti per incominciare a parlare delle piante come produttori.

In sostanza, si parte dal vissuto dei bambini per condurli "un po' più in là di dove sono", cogliendo anche i problemi che saranno ripresi in seguito<sup>6</sup>.



**Il terrario dopo pochi giorni**

6. Castelli M, *Allevare lombrichi in terrario*, Naturalmentescienza, 2016 [www.naturalmentescienza.it/sections/?s=405](http://www.naturalmentescienza.it/sections/?s=405)

### ***Il nostro corpo: com'è fatto e come funziona*** **(classe seconda)**

Un altro modo per incominciare è stato la presentazione di uno strumento noto quasi a tutti, lo stetoscopio, in questa occasione però nelle mani dei bambini, a disposizione per l'uso. Spontaneamente, i pensieri e la conversazione si sono indirizzati al battito del cuore e alla possibilità di costruire un modello del corpo umano, per dare concretezza alle loro idee e conoscenze, ai dubbi e alle domande, indicazioni necessarie ad impostare un lavoro "su misura".

G. - È lo ste... lo stetoscopio!

R. - È un nome difficile...

- Dalla dottoressa! dice qualcuno e L.P. si avvicina per mostrare e spiegare come il medico lo usa.

- Ce l'ho per il bambolotto e lo uso, poi sento il cuore del mio papà / della mamma - dicono alcune bambine.

M. - La mamma ha ascoltato il mio cuore e dice che batte velocissimo e io ho ascoltato il loro.

- Il nonno, la zia, il papà... ce l'hanno perché sono dottori / infermiere...

S.G. - Però con il bambolotto è per finta, non è vivo, al mio cane invece sento il cuore!

C. - C'è anche un altro modo per sentire il cuore: mettere la mano sul petto.

A coppie, incominciano a provare tutti. C'è emozione, tanta. Chi è in ascolto aspetta concentrato e sorride quando percepisce il battito leggero del compagno. Non tutti riescono a sentire. Qualcuno suggerisce al bambino "da ascoltare" di fare qualche salto e poi di riprovare.

- Batte forte!

- Sento sc...

- È anche veloce!

- Sento come una battaglia ....

C'è imprecisione nell'uso del lessico: l'uso di "piano" per significare "leggero/ lieve", "forte" per significare "veloce". Riprenderò in palestra i contrasti ai quali queste parole si riferiscono. Anche il lavoro di musica permetterà di impararne l'uso corretto.

Sembra proprio che le bambine di quest'età abbiano maggiore familiarità, consuetudine d'attenzione e forse anche conoscenza del proprio corpo e delle sue funzioni. Ma bisognerebbe indagare [...].

Ho preparato a terra il coperchio di una grande scatola vuota, ci sediamo intorno e dico che ci può servire per realizzare un modello del nostro corpo. Chiedo ad uno dei più piccoli di stendersi dentro la scatola, traccio il contorno e siamo pronti per incominciare a discutere come costruire un modellino. Riassumo gli interventi della precedente lezione e chiedo che cosa sanno già di come siamo fatti e di come funziona il nostro corpo. Ma l'attenzione è subito rivolta al fare, rafforzando la mia convinzione sull'importanza del contesto per aiutare i bambini a mettere a fuoco le loro riflessioni.

G. - Il cuore dobbiamo metterlo in mezzo!

Ga. - In mezzo al petto.

Quanto grande? - Chiedo.

St. - Grande come una palla da baseball ...

R. - È grande come il nostro pugno, me l'ha detto la mamma!

Che cosa portiamo per fare il cuore? - Chiedo.

Una pallina da tennis! propone qualcuno.

È vuoto o pieno il cuore? domando, ma nessuno risponde, invece...

St. - Il cuore ci fa vivere, perché se non batte siamo morti.

Cl. - Il cuore dà i comandi...

G. - Di che cosa, quali comandi?

St. - Pompa il sangue, lo spinge nelle vene e le vene lo portano ai polmoni, alle braccia, in tutto il corpo.

A. e L. Z. - Sì, l'ho letto!

Al. - Sì è così, me l'ha spiegato il papà.

A. - Per le vene portiamo dei tubicini...

Ga. - Non è il cuore che ci fa muovere, ma il cervello!

G. C. - Come fa il cervello a farci muovere?



Usare lo stetoscopio

A. - Le ossa ci tengono in piedi e diamo noi i comandi.

G. C. - Ma come fanno?

I. - Il cervello non solo ci fa muovere ma anche pensare...

M. - I muscoli ci servono per camminare, correre, saltare...

G. C. - I muscoli sono tutti sparsi nel corpo.

Quando ritorni da danza, la sera li senti, ti fanno male? - chiedo.

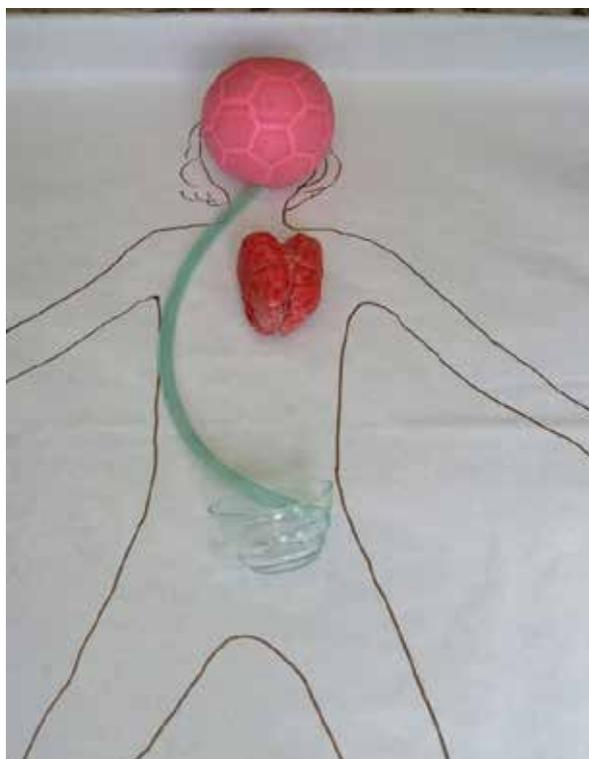
G. C. - Sì, sento male qui e qui! risponde G. indicando polpaccio e coscia.

L. Z. - Vediamo le vene blu, guarda sulle mani... ma il sangue è rosso... come mai?

S. - Su uno schema ho visto vene blu e vene rosse...



La sagoma per il modello



### Il modello in costruzione

Il contesto d'avvio sembra facilitare l'intuizione dell'organismo come "rete" di apparati connessi e operanti nello stesso momento, ciascuno con specifiche funzioni. Prendiamo accordi in merito a chi porta che cosa: A. si impegna a portare una pallina da tennis rivestita di rosso, G. e R. porteranno fili rossi e blu da elettricista o del tipo per fare lo "scooby doo", per il cervello qualcuno porterà una matassa di lana rosa, io penserò alla palla che rappresenterà la testa di Andrea, perché al modellino si è voluto dare un nome, e neppure scelto a caso: è un nome sia maschile che femminile.

L'ascolto del battito del cuore ora lento ora più veloce porta subito l'attenzione alla respirazione, agli organi dell'apparato cardiocircolatorio, alla loro posizione, correlazione e morfologia riscoperta attraverso alcune dissezioni e la co-

struzione di modellini. L'esperienza comune a tutti dell'indolenzimento muscolare dopo l'attività fisica contribuirà a costruire l'idea di un corpo nel quale le diverse funzioni sono correlate. Ci si chiede anche se l'aria che si inspira sia diversa da quella che si espira e si prova a constatarne la differenza. Si misura quanta aria ciascuno di noi espira e si constata quanto l'allenamento aiuti una buona respirazione.

Il percorso sul corpo è rimasto "un cantiere aperto" lungo il quinquennio, con il nostro ingombrante modello che passava di laboratorio in laboratorio, suscitando la curiosità e le domande di altre classi<sup>7</sup>.

### *Acqua di fiume: il saliscendi delle alghe con le bollicine* (classe prima)



### Alghe e bollicine

Si ragiona da una decina di giorni intorno ad un campione di acqua di risorgiva, mentre si osserva ad occhio nudo, con una telecamera e allo stereomicroscopio. I bambini si sono interrogati sul posto più adatto dove tenerla, su come si nutrono gli animalletti che vedono, sul livello dell'acqua che si

7. Castelli M, *Il nostro corpo: com'è fatto e come funziona*, Naturalmentescienza, 2016 [www.naturalmentescienza.it/sections/?s=509](http://www.naturalmentescienza.it/sections/?s=509)

abbassa. Non sfugge la presenza di bollicine ancorate agli animaletti e alle alghe e sorgono domande su dove vengano trasportate dagli animaletti, sulla composizione e sulla funzione... “Che cosa ne fanno? Le respirano?”

*Discussione: le alghe vanno su e giù*

Sulle bollicine ho sentito varie considerazioni:

- sono gli animaletti che fanno le bollicine quando respirano o quando aprono la bocca
  - le bollicine sono fatte di aria
  - gli animaletti nell'acqua trovano l'ossigeno da respirare come noi che lo troviamo nell'aria
  - al mattino le bollicine sono poche, c'è poco sole
  - più tardi c'è più sole e le bollicine sono tante.
- È troppo bella questa intuizione di P., mi inso-spettisco un po' e chiedo: che cosa ti fa pensare che le bollicine c'entrino con il sole?
- Perché l'acqua evapora al sole, è la risposta di P., che rivela l'intuizione di una relazione ancora però in fase di elaborazione.

Fin dalle prime osservazioni i bambini avevano notato il saliscendi di fili verdi ancorati alle bollicine: “Le alghe prendono l'ascensore!” e avevano notato le alghe raccolte in superficie con tante bollicine impigliate o adagiate sul fondo nell'acqua limpida. A me non pareva vero di poter mostrare gli effetti della fotosintesi in un contesto così motivante e non potevo lasciarmi sfuggire l'occasione. Era quindi mia intenzione indurre il bisogno di osservare e registrare per cogliere l'andamento del fenomeno osservato.

Come possiamo fare per capire il saliscendi delle alghe? Abbiamo un problema. Il giorno seguente, non sono ancora entrata in classe e già mi portano i pennarelli per registrare.

- Guardiamo le alghe! Saranno giù.

Non c'è bisogno di sollecitare una previsione che arriva spontanea. Alle 11 le alghe sono ancora in basso, contrariamente ai giorni scorsi.

- Sarà perché oggi non c'è il sole? suggerisce P. Non colgo la sollecitazione, mi sembra di forzare mettendo subito alla prova la sua bella ipotesi: è il solo per ora così attento a scrutare le variabili in gioco. Preferisco aspettare ancora.

Il saliscendi delle alghe è cosa del tutto sconosciuta ai bambini che a questo proposito possono solo fare congetture. È questo un esempio a conferma del fatto che ci si può avventurare in territori sconosciuti addirittura nella classe prima, e si può anche non spiegare, ma aspettare che ci siano le condizioni per comprendere un fenomeno complesso come quello della fotosintesi. Quest'esperienza, che ha emotivamente coinvolto il gruppo classe, manterrà una curiosità forte fino in quinta, quando è stato possibile ritornare nel merito e incominciare a capire<sup>8</sup>.

### **Protagonisti attivi**

Ho raccontato soltanto alcune delle innumerevoli, quotidiane e sorprendenti sollecitazioni che i bambini mi hanno dato ad ogni passo, preziose per impostare, indirizzare, scandire, calibrare, regolare, correggere e valutare l'azione didattica. E per valutare gli alunni stessi.

Tanto interesse per il lombrico e tante conoscenze, così da tracciarmi l'intero percorso di lavoro, erano del tutto inattesi.

Sul corpo umano, mi aspettavo l'idea di sistema come punto di arrivo e l'ho trovata invece come intuizione iniziale, quasi un “regalo cognitivo” forse espressione dell'approccio globale dei bambini nella conoscenza. Va da sé che questo ha rovesciato l'impostazione della mia proposta. Le bollicine impigliate fra le alghe hanno catturato l'attenzione e l'immaginazione dei bambini e intrigato me, che non avrei saputo davvero da che parte prendere un argomento non certo adatto a bambini di sei anni. La naturalezza con la quale hanno invece impostato l'esperienza bol-

<sup>8</sup>. Castelli M, Todaro C. *Acqua di fiume*, Naturalmentescienza, 2017 [www.naturalmentescienza.it/sections/?s=620](http://www.naturalmentescienza.it/sections/?s=620)

licine-posizione delle alghe nel vaso ha aperto la strada verso una prima comprensione.

Anche le intuizioni inutilmente attese come ovvie per me, ma dai bambini mai colte sono una risorsa importante. I denti da latte cadono e quelli definitivi spuntano in ciascuno di loro; i semi dello stesso “tipo” germinano nello stesso modo; le diverse piante “tutte uguali” della siepe in cortile mettono gemme, foglie e fiori nello stesso modo; le uova si schiudono una dopo l'altra, uguali persino nella frattura del guscio. Ma nessuno ha mai intuito la ripetizione delle stesse tappe in ciascun individuo, né nelle considerazioni spontanee, né cogliendo stimoli appena accennati al riguardo.

Una progettazione del lavoro ad hoc per la classe è il primo risultato dell'ascolto, ma non è l'unico e, forse, neppure il più importante.

I bambini s'accorgono immediatamente degli appunti che l'insegnante annota durante i loro interventi e, di lezione in lezione, la curiosità verso questa abitudine li guida a coglierne il senso: l'attenzione dell'insegnante a ciò che essi pensano e al modo di comunicarlo, la sua volontà di guidarli a capire e, soprattutto, l'importanza del loro farsi protagonisti attivi dell'apprendimento. ●



**Gasteropode**

**Donatella Fantozzi**

*A regola d'arte. La street art tra didattica della legalità e paradosso della trasgressione*  
ETS, Pisa 2021



La possibilità di attivare nelle aule scolastiche un processo formativo che si basi sul binomio arte e legalità, o se vogliamo sul trinomio arte, legalità e trasgressione, è molto più facile a farsi che a dirsi.

A regola d'arte, tra didattica, legalità, trasgressione e immaginazione

C'è bisogno di costruire ponti intergenerazionali e interculturali che colleghino le istituzioni formali con l'informale

Il volume propone un approccio all'educazione civica, alla cittadinanza e alla legalità, attraverso il paradosso della trasgressione dato dalla cosiddetta street art, che permette di trasformare la regola infranta in possibilità inedite e creative di espressione di sé, ma anche del senso di appartenenza alla comunità nella quale si è inseriti. Contaminando l'intervento istituzionale canonico con forme espressive e strategie comunicative non contemplate dai curricoli scolastici, è possibile favorire lo sviluppo di competenze necessarie per affrontare con spirito critico le sfide che la vita propone. Perché ciò si realizzi occorre fare breccia nella rigidità della certificazione istituzionale e riconoscere che la formazione si alimenta di moltissime agorà fisiche e virtuali, spesso esterne ai percorsi canonici, ma non per questo estranee. Attraverso la street art le pareti degli edifici pubblici, in particolare di quelli scolastici, possono diventare lo scenario di una vera e propria mostra di strada permanente a cielo aperto, un'espressione artistica a futura memoria, oltre a rappresentare, contemporaneamente, un gesto di appropriazione reale, da parte dei giovanissimi studenti, del contesto scolastico e del territorio di vita. È così possibile alimentare, inconsapevolmente, magari, e tuttavia in maniera profonda, il sentimento di appartenenza, di condivisione, di reciprocità e di rispetto.

---

## L'arte dell'ascoltare di Primo Levi

Lucia Stelli

---

Nel romanzo *La chiave a stella* lo scrittore Primo Levi ci offre una bella lezione sull'ascolto, da lui definito "un'arte antica e nobile". Un'arte a cui non è mai stata data norma, ma che tutti gli insegnanti dovrebbero conoscere ed esercitare.

---

So per esperienza quanto sia difficile per un docente prestare ascolto ai suoi alunni e anche volendo non è detto che ci si riesca: è necessario imparare a farlo. Penso che il motivo principale sia da ricercare nella visione tradizionale del rapporto docente-alunno che attribuisce al primo il compito di spiegare e al secondo quello di ascoltare. Anche quando la lezione è pensata a misura degli allievi inevitabilmente ricalca la visione dell'insegnante che si è fatto il suo disegno di ciò che essi dovrebbero o potrebbero sapere. Indubbiamente chi sceglie di intraprendere il mestiere dell'insegnare è consapevole del suo ruolo formativo, ma spesso pensa che per costruire sapere siano sufficienti la conoscenza e l'amore per la materia di studio. Non è così. Fatto sta che nella scuola secondaria sono davvero pochi gli insegnanti che impostano il loro lavoro a partire da ciò che sanno e pensano i propri alunni. Non lo fanno anche perché non fa parte della loro formazione dedicare tempo all'ascolto. La storia della scuola primaria brilla di grandi esempi di ascolto, da Maria Montessori a Celestin Freinet, da John Dewey a Mario Lodi<sup>1</sup> per citare solo alcuni Maestri, tuttavia in generale gli insegnanti riservano l'ascolto al monitoraggio dell'apprendimento della letto-scrittura, per il quale è condizione indispensabile.



1. Montessori M, *La mente del bambino*, Garzanti editore, 1952; Freinet C, *Le mie tecniche*, La nuova Italia, 1990; Dewey J, *Scuola e società*, Feltrinelli, 1899; Lodi M, *Il paese sbagliato*, Giulio Einaudi editore, 1970.

Eppure le Indicazioni ministeriali descrivono un *Ambiente di apprendimento* teso a valorizzare l'esperienza e le conoscenze degli alunni! Purtroppo le Indicazioni da sole non bastano, servono esempi su come metterle in pratica ed è per questo che diventa irrinunciabile una formazione mirata. In attesa di un piano ministeriale non più procrastinabile, è utile conoscere esperienze come quelle descritte da Maria Castelli, ma servono anche esempi, che sebbene appartenenti a un contesto extrascolastico, possono essere visti nell'ottica del rapporto docente-alunno. È il caso dell'insegnamento all'ascolto che ci offre Primo Levi nel suo romanzo *La chiave a stella*<sup>2</sup>. Innumerevoli sono i messaggi formativi che possiamo trarre dalle opere dello scrittore, ma solo in questo romanzo l'ascolto svolge un ruolo chiave.

La narrazione si snoda attraverso una lunga conversazione tra lo scrittore-chimico Levi e Faussonne, un tecnico piemontese, montatore e collaudatore di strutture metalliche. In undici dei 14 capitoli del libro, Faussonne racconta le sue imprese lavorative vissute in giro per il mondo. Solo negli ultimi tre capitoli, dopo un lungo e paziente ascolto, il narratore-chimico prende la scena e lo fa per comunicare un suo problema di lavoro che si presenta come un vero e proprio giallo da risolvere. È davvero un bel contesto per presentare agli alunni una chimica volta ad indagare e manipolare la materia, ma anche per far comprendere all'insegnante l'importanza dell'ascolto.

Inizialmente sono stata catturata dalla spiegazione che Levi fa del mestiere del chimico perché è rivolta a una persona digiuna di chimica, cosa che la rende preziosa anche per alunni di tredici anni, ma poi ho anche apprezzato l'intenzione dello scrittore di farsi pienamente comprendere dal suo interlocutore.

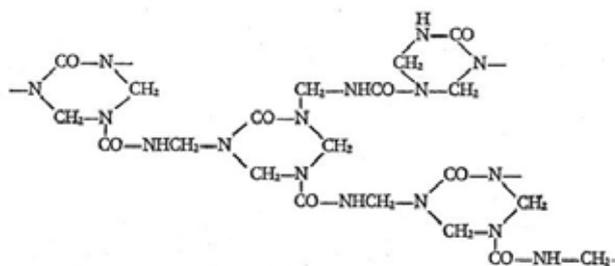
Ho subito riconosciuto nelle sue parole una presentazione potente del lavoro del chimico per le immagini che evoca:

“[...] siamo come dei ciechi con le dita sensibili. Dico come dei ciechi, perché appunto, le cose che noi manipoliamo sono troppo piccole per essere viste, anche coi microscopi più potenti; e allora abbiamo inventato diversi trucchetti intelligenti per riconoscerle senza vederle.

[...] Tante volte, poi, abbiamo l'impressione di essere non solo dei ciechi, ma degli elefanti ciechi davanti al banchetto di un orologiaio, perché le nostre dita sono troppo grossolane di fronte a quei cosetti che dobbiamo attaccare o staccare”.

Ho poi intravisto nei riferimenti al mestiere di Faussonne, la volontà di farsi capire.

“[...] Il mio mestiere vero, quello che ho studiato a scuola e che mi ha dato da vivere fino ad oggi, è il mestiere del chimico. Non so se lei ne ha un'idea chiara, ma assomiglia un poco al suo: solo che noi montiamo e smontiamo delle costruzioni molto piccole. [...] Come più volte aveva fatto Faussonne per spiegarmi i suoi tralicci, ho preso anch'io un tovagliolo di carta, e ho scarabocchiato un disegno press'a poco così:



[...] Come vede, siete più fortunati voi altri, che le vostre strutture ve le vedete crescere sotto le mani e sotto gli occhi, verificandole a mano a mano che vengono su; e se sbagliate ci va poco a correggere”.

Come non pensare al valorizzare l'esperienza e le conoscenze degli alunni, per ancorarvi nuovi contenuti delle *Indicazioni ministeriali*?

2. Levi P, *La chiave a stella*, Torino, Giulio Einaudi editore, 1978.

Tutto il romanzo è pervaso dalla relazione di ascolto reciproco, ma è in uno dei primi capitoli che l'ascolto è messo a fuoco e assunto ad arte. Levi, come a prolungare un momento di tensione del racconto di Faussonne, scrive:

“Stavo per domandare a Faussonne come avesse potuto commettere una dimenticanza così grave, ma mi sono trattenuto per non guastare il suo racconto. Infatti, come c'è un'arte di raccontare, solidamente codificata attraverso mille prove ed errori, così c'è pure un'arte dell'ascoltare, altrettanto antica e nobile, a cui tuttavia, che io sappia, non è mai stata data norma. Eppure, ogni narratore sa per esperienza che ad ogni narrazione l'ascoltatore apporta un contributo decisivo; un pubblico distratto od ostile snerva qualsiasi conferenza o lezione, un pubblico amico la conforta; ma anche l'ascoltatore singolo porta una quota di responsabilità per quell'opera d'arte che è ogni narrazione: se ne accorge bene chi racconta al telefono, e si raggela, perché gli mancano le reazioni visibili dell'ascoltatore, che in questo caso è ridotto a manifestare il suo eventuale interesse con qualche monosillabo o grugnito saltuario. È anche questa la ragione principale per cui gli scrittori, ossia coloro che raccontano a un pubblico incorporeo, sono pochi”

A sottolineare il continuo reciproco ascolto si trovano durante tutto il romanzo interruzioni delle narrazioni che rimarcano l'importanza di un ascolto partecipe.

Fraasi come:

“L'ho pregato di essere più chiaro e conciso;  
[...] Scusi, ma dalla maniera che mi guarda non sono sicuro che abbia capito bene;  
[...] Però lo sa che lei è un bel tipo a farmi contare queste storie, che fuori via di lei non le avevo mai contate a nessuno?”

[...] Deve raccontare le cose in una maniera che si capiscano, se no non è più gioco”, testimoniano l'esistenza di un dialogo e soprattutto un rapporto di reciproca fiducia.

La lezione che se ne ricava è prima di tutto quella di recuperare all'ascolto un ruolo di apertura al dialogo su entrambi i fronti. Per Levi l'arte di ascoltare significa mostrare interesse per quello che dice l'interlocutore, chiedere quando non si capisce qualcosa, non esprimere giudizi, dunque entrare nel mondo dell'altro con grande rispetto per comprenderlo.

E come arte deve essere imparata! È questa una bella lezione che ogni insegnante potrebbe far propria. ●

### Osservare i viventi

**Proposte sperimentate con la guida di Maria Arcà, Paolo Mazzoli, Nicolina Sucapane**

**Nuova edizione aggiornata ed estesa**

Collana “Finestre” di *NATURALMENTEscienza*  
ETS - Pisa



Questo lavoro scaturisce da una ricerca realizzata in alcune classi di Scuola primaria con la collaborazione attiva alla progettazione e alla conduzione delle attività degli insegnanti Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli e Alberto Manzi (Roma); Cristina Basi e M. Pia Ceccarelli di Trasacco (L'Aquila). Altri insegnanti, in seguito, hanno adattato alla loro situazione di insegnamento le esperienze qui presentate, sviluppandole, sperimentandole e documentandole a loro volta.

La presente edizione, con l'accordo degli Autori, è stata curata e aggiornata da Maria Castelli, Lucia Stelli e Vincenzo Terreni.

L'introduzione di Paolo Guidoni è stata pubblicata nel n. 1/2021 di *NATURALMENTEscienza*.



## SCIENTIA MARINA

Trattiamo, ancora una volta, di una rivista scientifica *open access* senza *page charge* che si occupa di scienze marine, come è immediatamente intuibile dal suo nome: *Scientia Marina*.

Il nome in latino, quella che era la lingua universale del mondo scientifico ed è tuttora usata nelle nomenclature sistematiche, vuole essere un'indicazione della universalità di questo periodico. Infatti, tale denominazione fu utilizzata a partire dal 1989, in sostituzione della precedente *Investigación Pesquera* di chiara marca 'casalinga', per una rivista che cambiava indirizzo e scopi e che, soprattutto, allargava i suoi orizzonti.

*Investigación Pesquera*, nata nel 1955 quale organo ufficiale dell'*Instituto de Investigaciones Pesqueras* di Barcellona (Catalogna, Spagna), un'istituzione sorta nel 1951 con lo scopo di effettuare ricerche scientifiche nei settori della biologia marina e delle risorse marine rinnovabili. Come per altre simili riviste di istituto, anche questa fu dapprincipio utilizzata per pubblicare i risultati delle ricerche dell'istituto fondatore, nella lingua nazionale; quindi, ricerche prevalentemente di scienza della pesca scritte in spagnolo. Nel 1989, ci fu la svolta che dava un volto e una sostanza moderni, a partire dal nome (cambiato, come s'è detto, nel più universale *Scientia Marina*,) e a continuare con la rinnovata veste grafica in formato A4 e copertina più accattivante, a colori con fotografia del mare; con l'utilizzo per i testi del solo inglese, la nuova lingua franca del mondo della scienza; con un *editorial board* di caratura internazionale; soprattutto, con la maggiore focalizzazione sulla biologia ed ecologia marine, senza però trascurare né la scienza della pesca né altri settori funzionali a essa. Oltre a questi tipi di articoli, la rivista spagnola accoglie articoli riguardanti anche la sistematica, la faunistica e la biogeografia marine, nonché le oceanografie fisica, chimica e geologica, privilegiando quelli di natura interdisciplinare e di interesse generale. In realtà, scorrendo gli indici degli ultimi anni, è evidente che sono gli aspetti biologici, sia di base sia applicativi,

a trovare uno spazio in *Scientia Marina* di gran lunga superiore rispetto agli aspetti abiologici.

Secondo le statistiche fornite dalla stessa rivista, nello scorso anno le sono stati proposti 129 articoli scientifici da ricercatori di 31 diversi Paesi di tutti i continenti, il che dimostra la sua statura veramente internazionale. Di questi, se si escludono quelli ancora in fase di giudizio – lo ripeto ancora una volta: gli articoli inviati alle riviste scientifiche, prima di essere pubblicati, sono sottoposti ad attenti esami per valutarne la qualità – ben l'80% è stato rigettato; il che prova da una parte l'aspirazione di tantissimi ricercatori a pubblicare in un periodico molto accreditato, dall'altra la forte selettività di *Scientia Marina*, che così garantisce e preserva il rango conquistato tra le riviste dedicate al mare. Selettività che ha subito una forte impennata a partire dai primi anni di questo secolo a seguito dell'incremento di articoli che la rivista riceve. Difatti, questo periodico è ben situato nel secondo quartile relativo alle scienze acquatiche, anzi è l'unico spagnolo a essere presente in quel quartile, con un *impact factor* di 1,172 (la classificazione delle riviste scientifiche in quattro quartili e l'indicizzazione del loro valore sono strumenti utilizzati anche nelle valutazioni concorsuali).

Oggi come ieri *Scientia Marina* è pubblicata dall'*Institut de Ciències del Mar* (attuale denominazione dell'istituto in lingua catalana) di Barcellona afferente al CSIC e oggi più di ieri la sua reputazione è elevata. A tal proposito voglio ricordare qualche spunto rivelatore dell'importanza di questo periodico, come la voluminosissima (oltre 500 pagine) revisione *Crustáceos Decápodos Ibéricos* di Ramón Zariquiey Alvarez, un riferimento tuttora valido a mezzo secolo dalla sua pubblicazione nel n. 32 del 1968 (allora si chiamava ancora *Investigación Pesquera*), o come i vari supplementi monotematici che affrontano e sviscerano argomenti di interesse generale, importanti per i loro aspetti applicativi alla realtà ecologica e a quella della pesca (ad esempio *Planet Ocean*, suppl. al volume 80 del 2016), che sicuramente resteranno come punti di riferimento per molti anni a venire. Attualmente *Scientia Marina*, sotto la guida editoriale di Francesc Peters col supporto segretariale di Maria Dolors Vaqué Vidal, entrambi dell'istituto barcellonese, pubblica quattro numeri all'anno più i supplementi aperiodici a cui ho accennato, con un totale medio di oltre 500 pagine all'anno, quanto mai preziose per lo studio del mare, specialmente nell'odierna situazione di grave pericolo per i suoi ecosistemi e per le sue risorse rinnovabili.

Le informazioni relative a *Scientia Marina* e i suoi articoli sono liberamente consultabili all'indirizzo web <http://scientiamarina.revistas.csic.es/index.php/scientiamarina/index>.

Giambattista Bello

## Hanno collaborato a questo numero:

**Vitor Antunes**, *divemaster* portoghese che ha effettuato un migliaio di immersioni, dal Sud Africa a Sipadan (Malesia); si immerge regolarmente nelle acque del Nord Atlantico e porta sempre con sé la macchina fotografica per condividere quei momenti.

**Giambattista Bello**, naturalista e biologo marino, specializzato in biostatistica e teutologia, ha lavorato presso il Laboratorio di Biologia Marina di Bari e, quindi, col gruppo Grandi Pelagici della Facoltà di Veterinaria dell'Università di Bari. Dedicava parte delle sue energie alla divulgazione scientifica; ha scritto i libri *Il mare e il pescatore* (Provincia di Bari) e *Polpo di scena* (Adda Editore, Bari).

**Fabrizio Bianchi**, epidemiologo, ricercatore senior associato all'Istituto di Fisiologia Clinica del CNR. Laureato in biologia, specializzato in statistica ed epidemiologia, ha coordinato numerosi progetti europei e nazionali. Docente in corsi universitari e master, collabora a quotidiani e periodici di divulgazione scientifica. È autore di oltre 350 articoli scientifici.

**Pietro Bianucci**, giornalista e scrittore, ha diretto dal 1969 al 1981 il settore culturale della *Gazzetta del Popolo*. Come redattore de *La Stampa*, di cui è attualmente editorialista scientifico, ha fondato nel 1981 il supplemento *Tuttoscienze* che ha diretto fino al 2005. Dal 2006 al 2011 è stato docente di Linguaggio giornalistico all'Università di Torino. Attualmente insegna al Master di Comunicazione scientifica dell'Università di Padova. È autore di una trentina di libri, prevalentemente di divulgazione scientifica.

**Sara Campanella**, dottorato di ricerca in Filosofia, Master in Giornalismo e comunicazione istituzionale della scienza presso l'Università degli Studi di Ferrara. Attualmente collabora con la cattedra di Filosofia della scienza di Elena Gagliasso presso La Sapienza, Università di Roma e insegna Storia e Filosofia presso i Licei della provincia di Padova.

**Maria Castelli**, laureata in Scienze naturali, è stata insegnante nella scuola Primaria. Ha partecipato alla stesura delle Indicazioni nazionali (2007) e al Piano ISS come formatrice e nel comitato scientifico.

**Fabio Fantini**, già docente di scienze naturali, chimica e geografia, autore e collaboratore della Italo Bovolenta Editore, ha contribuito a costituire il Gruppo Olimpiadi delle Scienze dell'ANISN e ne ha fatto parte fino al 2019; è stato membro della redazione della rivista *Naturalmente* a partire dal 2005 e della redazione di *Naturalmente Scienza* fin dall'origine.

**Elena Gagliasso**, epistemologa, docente di Filosofia della scienza e Filosofia e scienze del vivente a Filosofia (Sapienza-Università di Roma) tratta le declinazioni del rapporto scienza-società e le metodologie, le trasformazioni categoriali e la storia della biologia evolutiva e dell'ecologia. Segnaliamo il suo ultimo libro (con Morganti e Passariello): *Lezioni di filosofia di biologia* (2016).

**Giuseppe Longo** è stato professore di Logica matematica e di Informatica all'Università di Pisa. Successivamente ha insegnato alle Università di Utrecht, Oxford, Berkeley, MIT. Dal 1990 è Directeur de Recherche alla Ecole Normale Supérieure di Parigi. Dirige le collane *Visions des sciences* (Hermann) e *Studies in Applied Philosophy, Epistemology and Etica Razionale* (Springer).

**Bruno Massa**, già professore ordinario di Entomologia generale e applicata, è membro di Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Accademia Roveretana degli Agiati, Accademia dei Georgofili, IUCN/SSC Grasshopper Specialist Group, Comitato Scientifico WWF Italia, nonché dell'Editorial Board di *Biogeographia*, *Biodiversity Data Journal*, *Rivista Italiana di Ornitologia*, *Insects* ed *European Journal of Zoology*. Attualmente è componente del Consiglio direttivo della Società Entomologica Italiana e direttore responsabile della rivista *Il Naturalista Siciliano*. Ha condotto ricerche entomologiche e ornitologiche, pubblicando oltre 400 articoli scientifici e alcuni libri divulgativi.

**Piero Sagnibene**, ricercatore indipendente, entomologo, idrobiologo, eco-tossicologo.

**Lucia Stelli**, laureata in Scienze Biologiche, è stata docente di Matematica e Scienze nella Scuola Secondaria di I Grado. Ha partecipato come formatrice a numerosi progetti per l'educazione matematico-scientifica. Fa parte del Gruppo di Ricerca e Sperimentazione in Didattica della Matematica presso l'Università di Pisa. È esperto didattico scientifico del Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa.

**Robert J. Warren II**, PhD presso la University of Georgia (Athens), ricercatore presso le Università Wright State e Yale, attualmente Professore Associato di Global Change Ecology al Buffalo State College della State University of New York. Il suo laboratorio conduce ricerche sulle interazioni dei viventi con la frammentazione degli habitat, l'invasione di specie alloctone e i cambi climatici; al momento studia, in relazione alle teorie ecologiche classiche, l'impatto di formiche alloctone sulle comunità di vertebrati e invertebrati locali, nonché i nuovi ecosistemi delle realtà urbane. È autore di oltre 50 pubblicazioni accademiche.

